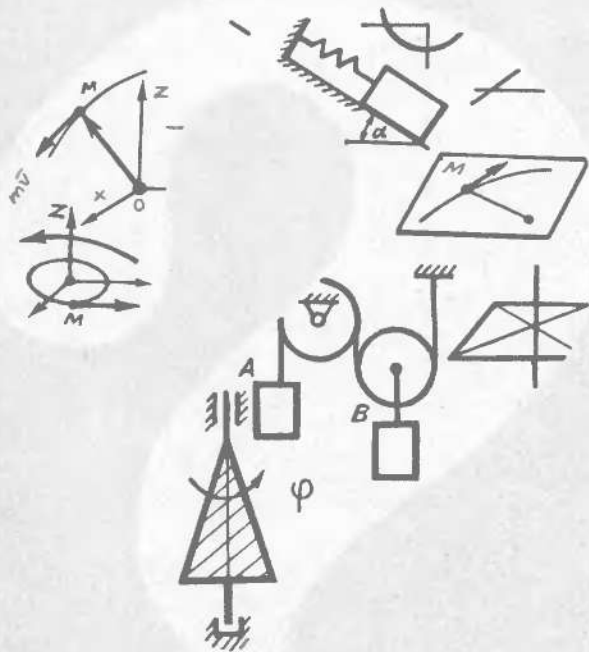


Сборник коротких задач



по теоретической
Механике

Сборник коротких задач по теоретической механике

Под редакцией О.Э. Кепе

Допущено Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебного пособия
для студентов
высших технических
учебных заведений



Москва „Высшая школа“ 1989

ББК 22.21
С23
УДК 531.8

Авторы:

О.Э. Кепе, Я.А. Виба, О.П. Грапис, Я.А. Светиныйш,
Б.К. Грасманис, Т.Н. Новохатская, Э.Э. Крумин,
А.А. Кищенко, И.И. Вятерс, И.М. Кашлинский,
Я.Я. Лаува, А.К. Гулбе, А.Я. Межс, И.А. Меркулов,
И.О. Типанс, Л.И. Мачабели, Я.Я. Визбулис, В.А. Агеев

Рецензенты:

*кафедра теоретической механики Таллинского политехнического
института (зав. кафедрой — канд. техн. наук, доц. Г.П. Арясов),
д-р физ.-мат. наук, проф. Н.В. Новожилов
(МГУ им. М.В. Ломоносова)*

Сборник коротких задач по теоретической механике:
С23 Учеб. пособие для втузов / О.Э. Кепе, Я.А. Виба, О.П. Грапис и др.; Под ред. О.Э. Кепе. — М.: Высш. шк., 1989. — 368 с.: ил.
ISBN 5-06-000052-4

В книге содержится 1757 задач по всем разделам курса теоретической механики. По структуре и содержанию они предназначены для оперативного контроля знаний на практических занятиях, зачетах, при допуске к экзамену; могут быть использованы студентами для самоконтроля. Все задачи снабжены ответами.

Даны методические рекомендации по организации и проведению контроля.

С 1603020000(4309000000) — 447 102-89
001 (01) — 89

ББК 22.21
531

ISBN 5-06-000052-4

© Издательство «Высшая школа», 1989

Теоретическая механика представляет собой фундаментальную дисциплину, методы которой широко используются для решения обширного класса инженерных задач. Поэтому наряду с другими фундаментальными дисциплинами теоретическую механику в том или ином объеме изучают студенты всех технических специальностей.

Усвоение теоретической механики осложняется тем, что в этой науке существенную роль играет моделирование и математическое представление исследуемых явлений природы. Поэтому при решении конкретных инженерных задач студенты испытывают затруднения, тем большие, чем шире поставленная задача. Эти затруднения состоят в том, что студенты не сразу могут уловить связь теории с ее практическим применением. Поэтому перед преподавателями стоит проблема формирования у студентов исследовательского подхода к поставленным задачам.

Цель настоящего сборника состоит в том, чтобы предоставить в распоряжение преподавателей и студентов большое число коротких задач, расчетные схемы которых достаточно просты и понятны. Для их решения не нужно выполнять сложные математические преобразования и вычисления, но необходимо ясно и четко представить их физический смысл. Главное требование к задачам, помещенным в сборнике, состоит в том, чтобы решение каждой из них отражало практическое применение теоретического материала по узкой теме, предусмотренной программой.

Задачи сборника могут широко использоваться в различных учебных и контрольных целях, а именно: для упражнений на практических занятиях, самостоятельной работы студентов, проведения контрольных работ, зачетов, экзаменов и др.

Опыт использования предлагаемых задач в учебном процессе на кафедрах теоретической механики показал, что их краткость, простота математического аппарата, тесная связь с отдельными разделами теории, одинаковые требования и трудоемкость, наконец, большое число самих задач в каждом разделе курса формируют у студентов достаточно прочные практические навыки и служат основой для решения более сложных комбинированных задач, выполнения домашних расчетных работ и других заданий.

При работе со сборником следует обратить внимание на следующие особенности:

ответ (числовое значение без указания единицы) для каждой задачи помещен в конце ее текста в скобках; там, где это необходимо, ответ приведен словом или в виде функции;

все ответы приведены в единицах СИ; в том случае, когда ответ нужно получить в десятичных кратных и дольных единицах, об этом сказано в тексте задачи; все величины, входящие в уравнения, также выражены в единицах СИ;

числовые значения ответов округлены до трех значащих цифр; если в ответе меньше знаков, значит не было необходимости в таком округлении.

Приняты следующие допущения:

если в тексте для какого-то тела масса, вес, трение или другие параметры или свойства не указаны, то ими следует пренебречь;

все гибкие элементы (тросы, нити и т.д.) следует считать нерастяжимыми, трение на блоках и проскальзывание по ним гибких элементов отсутствуют; качение тел происходит без скольжения;

декремент затухания колебаний равен отношению двух последовательных максимальных значений обобщенной координаты.

Отсутствие этих допущений оговаривается в текстах задач.

Предлагается следующая методика организации контроля знаний. Преподаватель составляет комплект карт (25...50 шт.) по каждой теме или группе тем в зависимости от поставленной цели. В каждой карте может быть от 4 до 10 задач. Желательно, чтобы задачи разных карт отличались по содержанию.

Пример оформления контрольной карты. Скопированные из книги задачи (например, ксерокопии) без указания их номеров и ответов вклеивают одну под другой в такую таблицу:

	Статика	Карта № ...
1		
2		
.		
.		
n		

Задачам присваивают порядковые номера от 1 до n , где n — число задач в карте. В верхней части карты пишется название данного комплекта, например «Статика». Это означает, что каждая карта комплекта содержит задачи по всем темам данного раздела. Если комплект карт подготовлен для проверки знаний по определенной теме, то указывается ее название, например «Кинематика точки», и все задачи соответствуют этой теме.

Студенту рекомендуется представить ответы решенных задач в виде таблицы:

Статика			Карта № ...
1	2	...	n
Ответ	Ответ	...	Ответ

В правом верхнем углу записывают номер карты, в первой строке — номера задач карты, во второй строке под номером соответствующей задачи — полученные ответы.

Для облегчения проверки полученных ответов преподаватель заранее готовит таблицу правильных ответов в виде:

№ карты	Статика			
	№ задачи в карте			
	1	2	...	n
1				
2				
.				
.				
k				

В верхней части таблицы указывают наименование комплекта карт. Таблица имеет k строк по числу карт в комплекте. В каждой строке записывают в строгой последовательности ответы n задач данной карты.

При использовании ЭВМ необходимую информацию следует ввести в память машины и подготовить соответствующие программы для организации работы студентов у дисплеев.

Книга является результатом многолетней работы авторского коллектива под руководством О.Э. Кепе. Частично задачи сборника публиковались на русском языке издательством Рижского политехнического института, начиная с 1976 г. В настоящий сборник эти задачи вошли в существенно переработанном и дополненном виде с учетом опыта их практического использования в учебном процессе в вузах Латвии, а также в Московском энергетическом институте.

Сборник коротких задач является частью методических разработок преподавания теоретической механики в Латвии, которые коснулись всего курса и нашли отражение в учебнике О.Э. Кепе, Я.А. Виба «Теоретическая механика» (Рига: Звайгзне, 1982), а также в учебном пособии под ред. О.Э. Кепе «Теоретическая механика в примерах» (Рига: Звайгзне, 1976).

Окончательно подготовили сборник к печати: О.Э. Кепе (гл. 4, 7, 12, 13, 20), Я.А. Виба (гл. 5, 8, 10, 16, 22), О.П. Грапис (гл. 14, 17, 21), Я.А. Свстигш (гл. 15, 18), Б.К. Грасманис (гл. 2, 6, 23), Т.Н. Новохатская (гл. 19), Э.Э. Крумин (гл. 1, 11), А.А. Кищенко (гл. 9), И.И. Вятерс (гл. 3). В составлении задач приняли участие: И.М. Кашлинский, Я.Я. Лаува, А.К. Гулбе, А.Я. Меже, И.А. Меркулов, И.О. Типане, Л.И. Мачабели, Я.Я. Визбулис, В.А. Агева.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам за труд по просмотру рукописи и полезные советы.

Замечания и пожелания по улучшению книги просим направлять по адресу: 101430, Москва, ГСП-4, ул. Неглинная, д. 29/14, издательство «Высшая школа».

Авторы

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

Обозначение	Наименование	Единица СИ
A	Амплитуда колебаний	м
a, b, c, h, l	Длина	м
a	Ускорение	м/с ²
a_e	Ускорение переносное	м/с ²
a_k	Ускорение кориолисово	м/с ²
a_n	Ускорение нормальное	м/с ²
a_r	Ускорение относительное	м/с ²
a_T	Ускорение касательное	м/с ²
\vec{b}	Единичный вектор направления по биномали	—
C	Постоянная интегрирования	—
c	Коэффициент жесткости	Н/м
c	Постоянная	—
c_φ	Коэффициент угловой жесткости	Н · м/град
D, d	Диаметр	м
e	Число 2,7183	—
e	Смещение	м
F	Сила	Н
F_0	Амплитуда вынуждающей силы	Н
$F_{тр}$	Сила трения	Н
(\vec{F}, \vec{F}')	Пара сил	—
f	Коэффициент трения скольжения	—
G	Сила тяжести, вес	Н
g	Ускорение свободного падения	м/с ²
I	Момент инерции относительно оси	кг · м ²
I_x, I_y, I_z	Моменты инерции относительно координатных осей	кг · м ²
I_{xy}, I_{xz}, I_{yz}	Центробежные моменты инерции	кг · м ²
$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$	Единичные векторы направления по координатным осям	—
k	Угловая частота собственных колебаний	рад/с
k	Коэффициент восстановления	—
L	Кинетический потенциал	Дж
M	Момент пары сил	Н · м
M_0	Главный момент системы сил относительно точки O	Н · м

Обозначение	Наименование	Единица СИ
$M_0(\bar{F})$	Момент силы \bar{F} относительно точки O	Н · м
M^Φ	Главный момент сил инерции	Н · м
m	Масса	кг
$m v$	Количество движения материальной точки	кг · м/с
N	Нормальная реакция	Н
\bar{n}	Единичный вектор направления по главной нормали	—
n	Частота вращения	об/мин*
p	Частота вынуждающей силы	Гц
n_1, n_2	Собственная частота механической системы	Гц
P	Сила в зацеплении зубчатых колес	Н
p	Угловая частота вынуждающей силы	рад/с
p	Давление	Н/м ²
Q	Количество движения механической системы	кг · м/с
Q	Обобщенная сила	—
q	Интенсивность распределенной нагрузки	Н/м
q	Обобщенная координата	—
R	Сила реакции, сопротивления, реактивная	Н
R	Радиус	м
\bar{R}^P	Главный вектор внешних сил	—
\bar{r}	Радиус-вектор	—
r	Радиус, полярный радиус	м
S	Импульс силы, ударный импульс	кг · м/с
T	Кинетическая энергия	Дж
T	Период колебаний	с
t	Время	с
v	Скорость	м/с
v_e	Скорость переносная	м/с
v_r	Скорость относительная	м/с
X, Y	Составляющая силы реакции	Н
x, y, z, s	Координата	м
z	Число зубьев зубчатого колеса, шестерни	—
α	Угол, начальная фаза	рад, град
β, γ	Угол	рад, град
γ	Линейный вес, поверхностный вес, удельный вес	Н/м, Н/м ² , Н/м ³
δ	Коэффициент трения качения	м
δ	Начальная фаза вынужденных колебаний	рад
δA	Элементарная работа	Дж

Обозначение	Наименование	Единица СИ
$\delta \bar{s}, \delta \bar{r}$	Возможное перемещение	м
$\delta \varphi, \delta \alpha$	Угловое возможное перемещение	рад
e	Угловое ускорение	рад/с ²
e_e	Переносное угловое ускорение	рад/с ²
e_r	Относительное угловое ускорение	рад/с ²
η	Коэффициент динамичности	—
θ	Угол Эйлера	рад
λ	Статическая деформация пружины	м
μ	Коэффициент сопротивления среды	кг/с
Π	Потенциальная энергия	Дж
π	Число 3,1416	—
ρ	Радиус кривизны, радиус инерции	м
\bar{r}	Единичный вектор направления по касательной	—
τ	Промежуток времени	с
Φ_1	Сила инерции	Н
Φ^e	Переносная сила инерции	Н
Φ^r	Относительная сила инерции	Н
φ	Угол, угол Эйлера, полярный угол, угловая координата	рад, град
ψ	Угол Эйлера	рад
ω	Угловая скорость	рад/с
ω_e	Переносная угловая скорость	рад/с
ω_r	Относительная угловая скорость	рад/с

*Единица, временно допускаемая к применению.

Статика

1 ГЛАВА

СИСТЕМА СХОДЯЩИХСЯ СИЛ

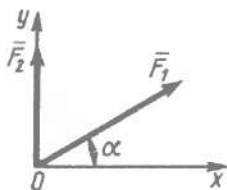
1.1. Сложение и разложение сходящихся сил в плоскости

1.1.1

Определить модуль равнодействующей двух равных по модулю сходящихся сил $F_1 = F_2 = 5$ Н, образующих между собой угол $\alpha = 45^\circ$. (9,24)

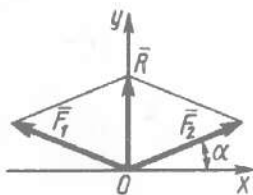
1.1.2.

Определить угол в градусах между равнодействующей двух сил $F_1 = 10$ Н и $F_2 = 8$ Н и осью Ox , если угол $\alpha = 30^\circ$. (56,3)



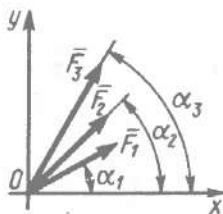
1.1.3

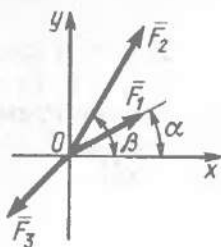
Равнодействующая \vec{R} двух равных по модулю сходящихся сил $F_1 = F_2 = 15$ Н направлена по оси Oy и равна по модулю 10 Н. Определить в градусах угол α , образованный вектором силы F_1 с положительным направлением оси Ox . (19,5)



1.1.4

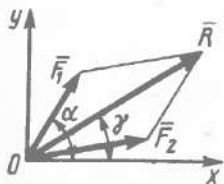
Определить модуль равнодействующей сходящихся сил $F_1 = 10$ Н, $F_2 = 15$ Н и $F_3 = 20$ Н, если известны углы, образованные векторами этих сил с осью Ox : $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 45^\circ$ и $\alpha_3 = 60^\circ$. (44,1)





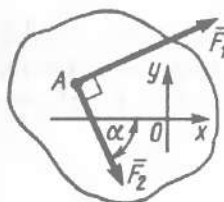
1.1.5

Какую по модулю силу \bar{F}_3 надо приложить к сходящимся силам $F_1 = 2$ Н и $F_2 = 4$ Н, образующим с осью Ox углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 60^\circ$, чтобы равнодействующая этих трех сил равнялась нулю? (6,62)



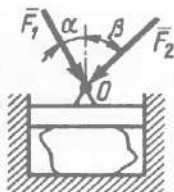
1.1.6

Равнодействующая $R = 10$ Н двух сходящихся сил образует с осью Ox угол $\gamma = 30^\circ$. Сила $F_1 = 5$ Н образует с этой же осью Ox угол $\alpha = 60^\circ$. Определить модуль силы \bar{F}_2 . (6,64)



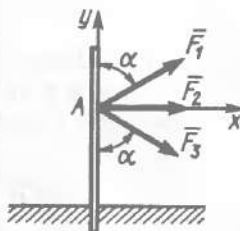
1.1.7

На твердое тело в точке A действуют силы $F_1 = 6$ Н и $F_2 = 3$ Н, линии действия которых находятся в плоскости Oxy . Определить сумму проекций этих сил на ось Ox , если угол $\alpha = 60^\circ$. (0,402)



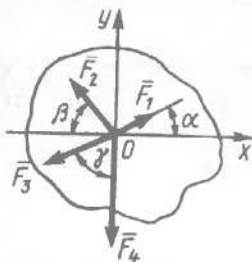
1.1.8

На пресс в точке O действуют силы $F_1 = 5$ Н и $F_2 = 7$ Н, линии действия которых находятся в плоскости чертежа. Определить модуль вертикальной силы, сжимающей материал, если заданы углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$. (9,28)



1.1.9

К столбу в точке A приложена плоская система сходящихся сил $F_1 = F_2 = F_3 = 10$ Н. Определить сумму проекций заданных сил на ось Ax , если угол $\alpha = 60^\circ$. (27,3)



1.1.10

На твердое тело в точке O действует плоская система сходящихся сил $F_1 = 1$ Н, $F_2 = 2$ Н, $F_3 = 3$ Н, $F_4 = 4$ Н. Определить сумму проекций заданных сил на ось Oy , если заданы углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $\gamma = 60^\circ$. $(-3,22)$

1.1.11

Для плоской системы сходящихся сил (Н): $\vec{F}_1 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$; $\vec{F}_2 = 5\vec{j}$ и $\vec{F}_3 = 2\vec{i}$, определить модуль равнодействующей силы. $(7,35)$

1.1.12

Равнодействующая сходящихся сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 равна по модулю $R = 8$ Н и образует с горизонтальной осью Ox угол $\alpha = 30^\circ$. Вектор силы \vec{F}_1 направлен по оси Ox , а вектор силы \vec{F}_2 образует с этой осью угол $\beta = 60^\circ$. Определить модуль силы \vec{F}_1 . $(4,62)$

1.1.13

Плоская система трех сходящихся сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 находится в равновесии. Заданы модули сил $F_1 = 3$ Н и $F_2 = 2$ Н, а также углы, образованные векторами сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 с положительным направлением горизонтальной оси Ox , соответственно равные $\alpha_1 = 15^\circ$ и $\alpha_2 = 45^\circ$. Определить модуль силы \vec{F}_3 . $(4,84)$

1.1.14

Задана проекция $R_x = 5$ Н равнодействующей двух сходящихся сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 на горизонтальную ось Ox . Проекция силы \vec{F}_1 на эту же ось $F_{1x} = 7$ Н. Определить алгебраическое значение проекции на ось Ox силы \vec{F}_2 . (-2)

1.1.15

Определить модуль равнодействующей сходящихся сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , если известны их проекции на декартовы оси координат: $F_{1x} = 3$ Н, $F_{1y} = 6$ Н, $F_{2x} = 5$ Н, $F_{2y} = 4$ Н. (12,8)

1.1.16

Определить, находится ли данная плоская система трех сходящихся сил в равновесии, если известны проекции сил на оси координат: $F_{1x} = 10$ Н; $F_{1y} = 2$ Н; $F_{2x} = -4$ Н; $F_{2y} = 3$ Н; $F_{3x} = -6$ Н; $F_{3y} = -5$ Н. (Да)

1.1.17

Равнодействующая плоской системы сходящихся сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 равна нулю. Определить модуль силы \vec{F}_1 , если известны проекции трех других сил на оси координат: $F_{2x} = 4$ Н, $F_{2y} = 7$ Н; $F_{3x} = -5$ Н; $F_{3y} = -5$ Н; $F_{4x} = -2$ Н; $F_{4y} = 0$. (3,61)

1.1.18

Известны проекции на оси координат $R_x = 18$ Н и $R_y = 24$ Н равнодействующей \vec{R} плоской системы сходящихся сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 , а также проекции сил \vec{F}_2 и \vec{F}_3 на эти же оси: $F_{2x} = -9$ Н, $F_{2y} = -7$ Н, $F_{3x} = 12$ Н, $F_{3y} = 0$. Определить модуль силы \vec{F}_1 . (34,4)

1.1.19

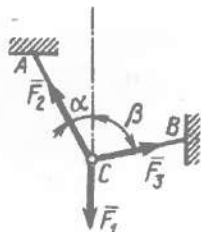
Определить в градусах угол между вектором равнодействующей \vec{R} системы сил (Н) $\vec{F}_1 = 3\vec{i} + 2\vec{j}$ и $\vec{F}_2 = 5\vec{i} + 7\vec{j}$ и положительным направлением оси Oy . (41,6)

1.2. Равновесие плоской системы сходящихся сил

1.2.1

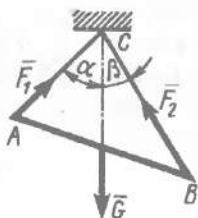
Силы $F_1 = F_2 = 10$ Н и \vec{F}_3 находятся в равновесии. Линии действия сил между собой образуют углы по 120° . Определить модуль силы \vec{F}_3 . (10)

1.2.2



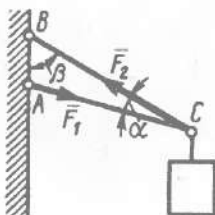
Определить модуль силы \vec{F}_3 натяжения троса BC , если известно, что натяжение троса AC равно $F_2 = 15$ Н. В положении равновесия углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 75^\circ$. (7,76)

1.2.3



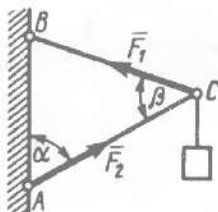
Определить вес балки AB , если известны силы натяжения веревок $F_1 = 120$ Н и $F_2 = 80$ Н. Заданы углы $\alpha = 45^\circ$ и $\beta = 30^\circ$ между вертикалью и веревками AC и BC соответственно. (154)

1.2.4



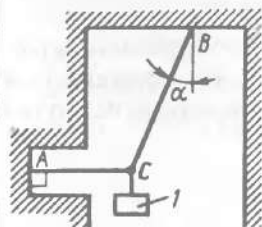
Груз удерживается в равновесии двумя стержнями AC и BC , шарнирно соединенными в точках A , B и C . Стержень BC растянут силой $F_2 = 45$ Н, а стержень AC сжат силой $F_1 = 17$ Н. Определить вес груза, если заданы углы $\alpha = 15^\circ$ и $\beta = 60^\circ$. (18,1)

1.2.5



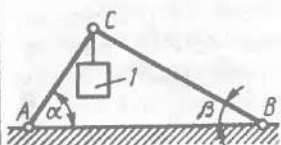
Шарнирный трехзвенник ABC удерживает в равновесии груз, подвешенный к шарнирному болту C . Под действием груза стержень AC сжат силой $F_2 = 25$ Н. Заданы углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Считая стержни AC и BC невесомыми, определить усилие в стержне BC . (48,3)

1.2.6



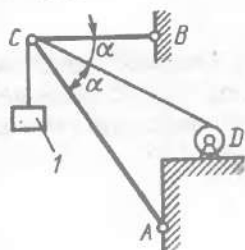
Груз I весом 2 Н удерживается в равновесии двумя веревками AC и BC , расположенными в вертикальной плоскости. Определить натяжение веревки BC , если угол $\alpha = 30^\circ$. (2,31)

1.2.7



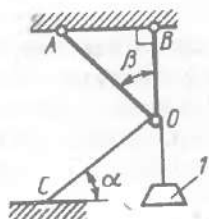
Два невесомых стержня AC и BC соединены в точке C и шарнирно прикреплены к полу. К шарниру C подвешен груз I . Определить реакцию стержня BC , если усилие в стержне AC равно 43 Н , углы $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$. (-24,8)

1.2.8



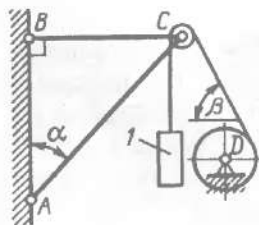
Определить реакцию стержня AC , удерживающего в равновесии груз I весом 14 Н с помощью цепи, намотанной на барабан D и перекинутой через блок C , если угол $\alpha = 30^\circ$. (-24,2)

1.2.9

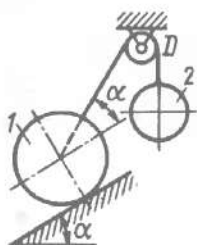


Груз I весом 20 Н , подвешенный на канате, удерживается в равновесии двумя стержнями OA и OB , расположенными в вертикальной плоскости. Другой конец каната закреплен в точке C . Определить реакцию стержня OA , если углы $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 45^\circ$. (-21,7)

1.2.10

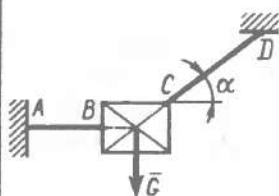


Груз I весом 10 Н подвешен с помощью каната, перекинутого через блок C и намотанного на барабан лебедки D . Определить усилие в стержне AC , если углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$. (-26,4)



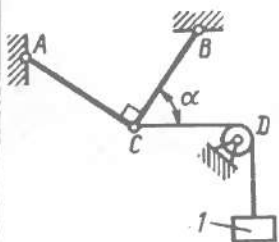
1.2.11

Шар 1 весом 16 Н и шар 2 связаны нитью, перекинутой через блок D , и удерживаются в равновесии. Определить вес шара 2, если угол $\alpha = 30^\circ$. (9,24)



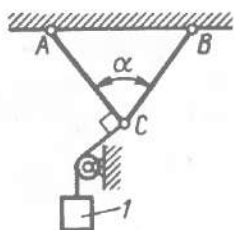
1.2.12

Пластина весом $G = 8$ Н удерживается в равновесии двумя канатами AB и CD , расположенными в вертикальной плоскости. Определить натяжение каната CD , если угол $\alpha = 30^\circ$. (16)



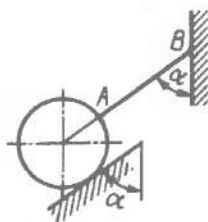
1.2.13

Два стержня AC и BC соединены шарнирно в точке C , к которой через блок D подвешен груз I весом 12 Н. Определить реакцию стержня BC , если угол $\alpha = 60^\circ$. (-6)



1.2.14

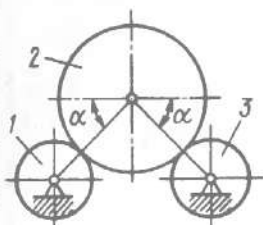
Груз I весом 6 Н удерживается в равновесии двумя стержнями AC и BC равной длины, соединенными шарнирно в точке C . Определить реакцию стержня AC , если угол $\alpha = 60^\circ$, усилие в стержне BC равно 6,94 Н. (-3,45)



1.2.15

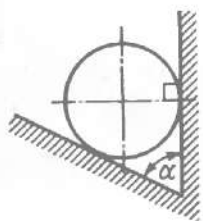
Однородный шар весом 12 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки AB . Определить давление шара на плоскость, если угол $\alpha = 60^\circ$. (10,4)

1.2.16



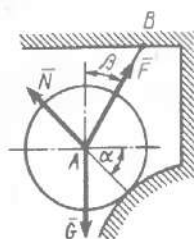
Однородный шар 2 весом 36 Н опирается на ролики 1 и 3. Определить давление шара на ролик 1, если угол $\alpha = 45^\circ$. (25,5)

1.2.17



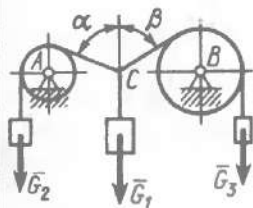
Однородный шар весом 40 Н опирается на две плоскости, пересекающиеся под углом $\alpha = 60^\circ$. Определить давление шара на наклонную плоскость. (46,2)

1.2.18



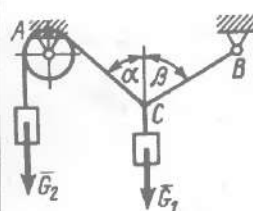
Цилиндр весом \bar{G} удерживается в равновесии с помощью веревки AB . Нормальная реакция опорной поверхности $N = 40$ Н. Определить натяжение веревки \bar{F} , если известны углы $\alpha = 45^\circ$ и $\beta = 30^\circ$. (56,6)

1.2.19



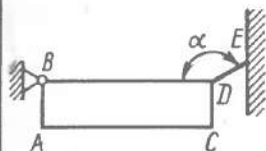
Грузы весом \bar{G}_1 , \bar{G}_2 и \bar{G}_3 находятся в равновесии. Известны вес груза $G_2 = 55$ Н и углы $\alpha = 75^\circ$, $\beta = 60^\circ$. Определить вес груза \bar{G}_3 . (61,3)

1.2.20



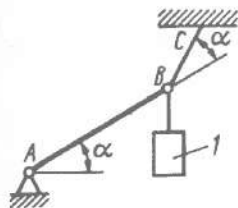
Два груза весом \bar{G}_1 и \bar{G}_2 находятся в равновесии. Определить натяжение веревки BC , если известны вес груза $G_2 = 90$ Н и углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$. (73,5)

1.2.21



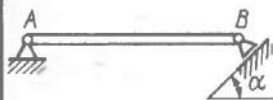
Горизонтальный брус весом 200 Н удерживается в равновесии с помощью шарнира B и веревки DE , образующей угол $\alpha = 150^\circ$ со стороной BD . Определить реакцию шарнира B , если известно соотношение линейных размеров $4AB = AC$. (200)

1.2.22



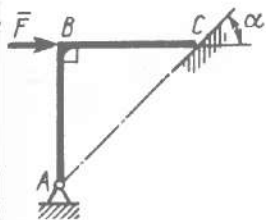
Один конец стержня AB закреплен шарнирно в точке A . К другому концу B привязан груз I весом 50 Н. Стержень удерживается в равновесии веревкой BC . Определить реакцию веревки BC , если угол $\alpha = 30^\circ$. (86,6)

1.2.23



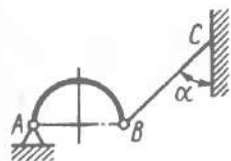
Вес однородной горизонтальной балки AB равен 180 Н. Задан угол $\alpha = 45^\circ$. Определить реакцию шарнира A . (127)

1.2.24



Изогнутый стержень ABC прикреплен к полу посредством шарнира A , а другой его конец C свободно опирается на гладкую поверхность, образующую угол $\alpha = 45^\circ$. Определить реакцию шарнира A , если на стержень действует сила $F = 10$ Н. (7,07)

1.2.25



Один конец A криволинейного бруса AB весом 5 Н закреплен в шарнире A , а к другому концу B привязана веревка BC . Определить реакцию шарнира A , если угол $\alpha = 45^\circ$. (3,54)

**1.3. Сложение и разложение сходящихся сил
в пространстве**

1.3.1

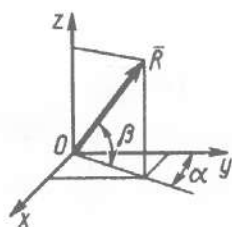
По заданным проекциям силы \vec{F} на оси координат: $F_x = 20$ Н, $F_y = 25$ Н и $F_z = 30$ Н, определить модуль этой силы. (43,9)

1.3.2

Определить косинус угла между вектором силы \vec{F} и осью координат Oz , если сила (Н) $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$. (0,707)

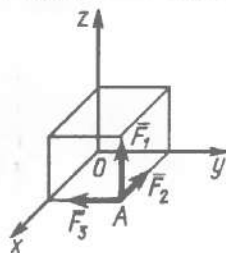
1.3.3

Определить косинус угла между вектором силы (Н) $\vec{F} = 3\vec{i} + 2,45\vec{j} + 7\vec{k}$ и осью координат Ox . (0,375)



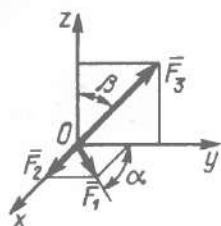
1.3.4

Модуль равнодействующей \vec{R} пространственной системы сходящихся сил равен 150 Н. Определить ее проекцию на координатную ось Oy , если даны углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$. (65)



1.3.5

Определить модуль равнодействующей сил $F_1 = 12$ Н, $F_2 = 10$ Н и $F_3 = 9$ Н, приложенных в точке A , как показано на рисунке. (18,0)



1.3.6

Определить модуль равнодействующей сил $F_1 = 15$ Н, $F_2 = 20$ Н и $F_3 = 25$ Н. Углы, образованные линиями действия сил \vec{F}_1 и \vec{F}_3 с осями координат, заданы: $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. (50,5)

1.3.7

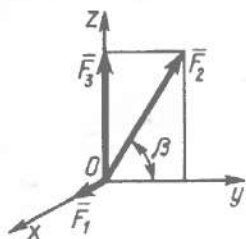
Направление равнодействующей трех сил $R = 33,8$ Н задано косинусами направляющих углов: $\cos(\vec{R}, \hat{x}) = 0,325$; $\cos(\vec{R}, \hat{y}) = 0$; $\cos(\vec{R}, \hat{z}) = 0,946$. Проекции сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 на координатные оси соответственно равны: $F_{1x} = 7$ Н; $F_{1y} = 10$ Н; $F_{1z} = 0$; $F_{2x} = -5$ Н; $F_{2y} = 15$ Н; $F_{2z} = 13$ Н. Определить модуль силы \vec{F}_3 . (32,6)

1.3.8

Определить модуль равнодействующей трех сходящихся сил, если заданы их проекции на оси координат: $F_{1x} = 7$ Н; $F_{1y} = 10$ Н; $F_{1z} = 0$; $F_{2x} = -5$ Н; $F_{2y} = 15$ Н; $F_{2z} = 12$ Н; $F_{3x} = 6$ Н; $F_{3y} = 0$; $F_{3z} = -6$ Н. (26,9)

1.3.9

Две силы (Н) $\vec{F}_1 = 5\vec{i} + 7\vec{j} + 9\vec{k}$ и $\vec{F}_2 = 4\vec{i} + 9\vec{j} + 11\vec{k}$ приложены в центре O системы прямоугольных координат $Oxyz$. Определить модуль равнодействующей силы. (27,1)



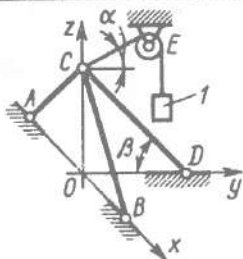
1.3.10

Определить модуль равнодействующей трех сходящихся сил, если заданы их модули $F_1 = 5$ кН, $F_2 = 12$ кН, $F_3 = 9$ кН и угол $\beta = 60^\circ$. (20,9)

**1.4. Равновесие пространственной системы
сходящихся сил**

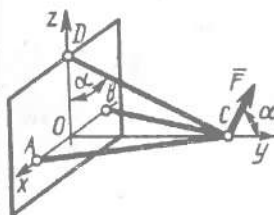
1.4.1

Силы $F_1 = F_2 = F_3 = 30$ Н направлены по трем взаимно перпендикулярным осям координат. Могут ли они быть уравновешены силой $F_4 = 51,96$ Н? (Да)



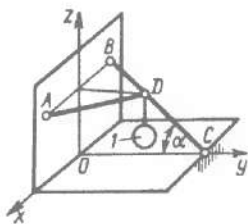
1.4.2

Груз I весом 60 Н удерживается в равновесии стержнями AC , BC и DC , шарнирно соединенными в точке C , и веревкой, переброшенной через блок E под углом $\alpha = 30^\circ$. Определить усилие в стержне DC , если угол $\beta = 45^\circ$. ($-73,5$)



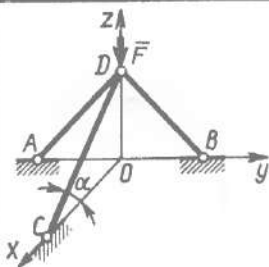
1.4.3

Три стержня AC , BC и DC соединены шарнирно в точке C . Определить усилие в стержне DC , если заданы сила $F = 50$ Н и угол $\alpha = 60^\circ$. Сила \vec{F} находится в плоскости Oyz . ($-86,6$)



1.4.4

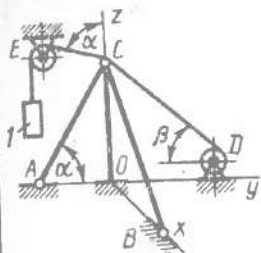
Три стержня AD , BD и CD соединены в шарнире D . Определить усилие в стержне CD , если груз I имеет вес 20 Н, угол $\alpha = 45^\circ$. ($-28,3$)



1.4.5

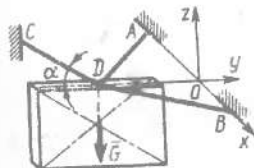
Три стержня AD , BD и CD соединены в точке D шарнирно. Определить усилие в стержне CD , если сила $F = 8$ Н находится в плоскости Oyz и угол $\alpha = 20^\circ$. (0)

1.4.6



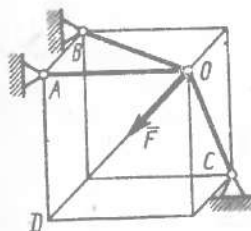
Для подъема тяжелых деталей применяется стенога $AOCB$ и лебедка D . Определить усилие в стержне AC , если вес поднимаемого груза P равен 60 Н, трос DCE лежит в плоскости Oyz , углы $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 45^\circ$. ($-19,1$)

1.4.7



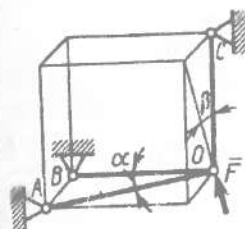
Однородная плита весом $G = 100$ Н удерживается в равновесии в плоскости чертежа тремя тросами AD , BD и CD . Определить усилие в тросе CD , если угол $\alpha = 30^\circ$. Трос CD лежит в плоскости Oyz . (200)

1.4.8



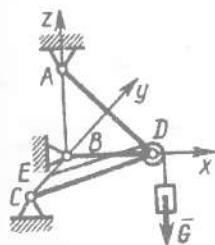
Три стержня AO , BO и CO соединены в шарнире O . Определить реакцию стержня CO , возникающую под действием силы $F = 12$ Н, приложенной к шарниру O , если расстояния $AB = AO = AD$. ($13,9$)

1.4.9



Три стержня AO , BO и CO шарнирно-стержневой конструкции соединены в точке O , к которой приложена сила $F = 18$ Н. Определить усилие в стержне AO , если углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$. ($-25,5$)

1.4.10



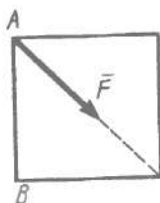
Определить усилие в невесомом стержне CD , если дан вес груза $G = 200$ Н. Известны длины сторон шарнирно-стержневой конструкции $CE = BE = 2$ м и $AB = BD = 4$ м. (-127)

2.1. Момент силы относительно точки. Момент пары сил

2.1.1

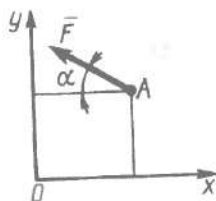
Определить момент силы относительно начала координат, если сила задана проекциями $F_x = F_y = 210$ Н и известны координаты точки приложения силы $x = y = 0,1$ м. (0)

2.1.2



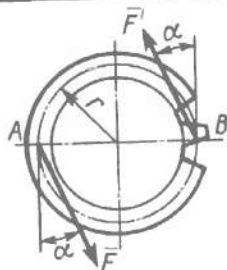
К вершине A квадратной пластины, длины сторон которой равны $0,2$ м, приложена сила $F = 150$ Н. Определить момент этой силы относительно точки B . $(-21,2)$

2.1.3.

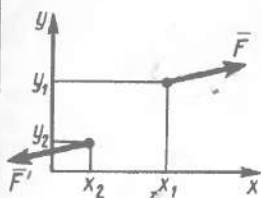


Сила $F = 420$ Н, приложенная к точке A , лежит в плоскости Oxy . Определить момент силы относительно точки O , если координаты $x_A = 0,2$ м, $y_A = 0,3$ м и угол $\alpha = 30^\circ$. (151)

2.1.4

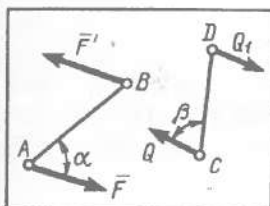


На зубчатое колесо действует пара сил. Определить момент этой пары, если силы $F = F' = 100$ Н действуют на точки A и B , расположенные на окружности радиуса $r = 0,04$ м, и образуют угол $\alpha = 20^\circ$ с касательными к этой окружности. (7,52)



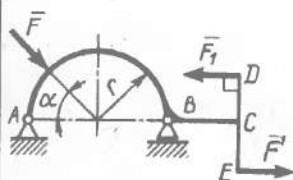
2.1.5

Определить момент пары сил (\vec{F}, \vec{F}') , если силы заданы проекциями $F_x = -F'_x = 7,5$ Н, $F_y = -F'_y = 2,5$ Н и даны координаты точек приложения сил $x_1 = 0,1$ м, $y_1 = 0,15$ м, $x_2 = 0,015$ м, $y_2 = 0,02$ м. $(-0,762)$



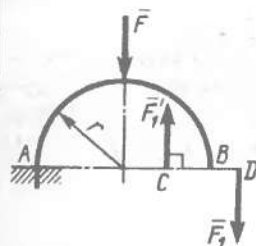
2.1.6

На плиту в ее плоскости действуют две пары сил. Определить сумму моментов этих пар, если сила $F = 8$ Н, $Q = 5$ Н, расстояния $AB = 0,25$ м, $CD = 0,20$ м, углы $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 70^\circ$. $(0,792)$



2.1.7

На арке ABC действуют пара сил (\vec{F}_1, \vec{F}'_1) и сила $F = 2$ Н. Определить сумму их моментов относительно точки B , если сила $F_1 = 3$ Н, радиус $r = 1$ м, плечо $DE = 1,2$ м, угол $\alpha = 45^\circ$. $(5,01)$



2.1.8

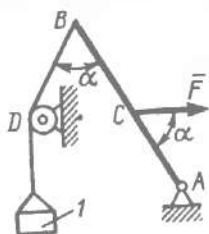
На арку AB действуют пара сил (\vec{F}_1, \vec{F}'_1) и сила \vec{F} . Определить сумму их моментов относительно точки A , если силы $F = 4$ Н, $F_1 = 2$ Н, радиус $r = 2$ м, плечо $CD = 1,5$ м. $(-11,0)$

2.1.9



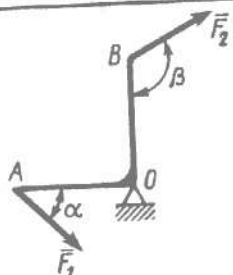
В одной плоскости расположены три пары сил. Определить момент пары сил M_3 , при котором эта система находится в равновесии, если моменты $M_1 = 510$ Н·м, $M_2 = 120$ Н·м. (390)

2.1.10



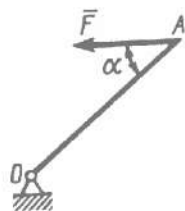
К стержню AB , закрепленному в шарнире A , привязана веревка BD с грузом 1 . Определить силу \bar{F} , необходимую для того, чтобы удержать стержень в равновесии, если угол $\alpha = 60^\circ$, вес груза 2 Н , расстояние $AC = BC$. (4,0)

2.1.11



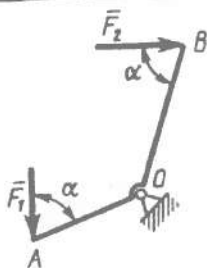
На рычаг с неподвижной осью O действуют силы $F_1 = 4 \text{ Н}$ и \bar{F}_2 . Определить модуль силы \bar{F}_2 , необходимой для того, чтобы удержать рычаг в равновесии, если углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 120^\circ$, длины $AO = 0,5 \text{ м}$, $BO = 0,6 \text{ м}$. (2,72)

2.1.12



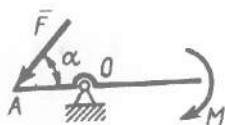
Однородный стержень OA , находящийся в вертикальной плоскости, шарнирно закреплен в точке O . Определить модуль горизонтальной силы \bar{F} , при которой стержень находится в равновесии, если угол $\alpha = 45^\circ$, вес стержня 5 Н . (2,5)

2.1.13



На рычаг, имеющий неподвижную ось O , действуют силы $F_1 = 6 \text{ Н}$ и \bar{F}_2 . Определить модуль силы \bar{F}_2 , при которой рычаг находится в покое, если угол $\alpha = 70^\circ$, длины $AO = 0,3 \text{ м}$, $BO = 0,4 \text{ м}$. (4,5)

2.1.14



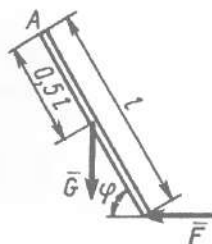
На рычаг с неподвижной осью O действуют пара сил с моментом $M = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и сила \bar{F} . Определить модуль силы \bar{F} , при которой рычаг находится в равновесии, если угол $\alpha = 45^\circ$, длина $AO = 0,3 \text{ м}$. (14,1)

2.2. Главный вектор и главный момент
плоской системы сил.

Приведение к простейшему виду

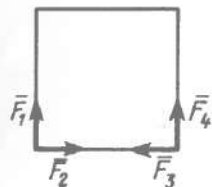
2.2.1

Определить главный вектор плоской системы сил, если заданы его проекции на координатные оси $R_x = 300$ Н, $R_y = 400$ Н. (500)



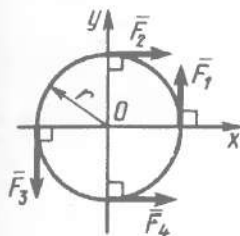
2.2.2

Определить главный момент системы двух сил относительно точки A, если силы $G = 1$ Н, $F = 5$ Н, расстояние $l = 0,2$ м, угол $\varphi = 60^\circ$. (-0,916)



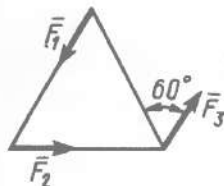
2.2.3

К вершинам квадрата приложены четыре силы $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 1$ Н. Определить модуль равнодействующей этой системы сил. (2,0)



2.2.4

За центр приведения данной системы сил выбрана точка, расположенная на оси Oy, в которой главный момент равен нулю. Определить ординату этой точки, если силы $F_1 = F_2 = F_3 = 1$ Н, $F_4 = 2$ Н, радиус $r = 1$ м. (-1,0)

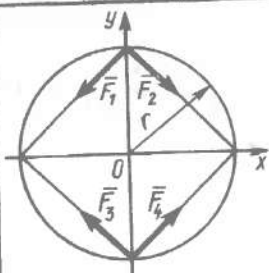


2.2.5

К вершинам равностороннего треугольника приложены силы $F_1 = F_2 = F_3 = 1$ Н. Определить модуль равнодействующей этой системы сил. (1,0)

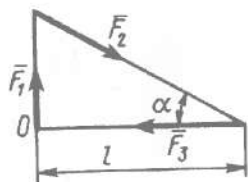
2.2.6

Заданы силы $F_1 = F_2 = F_3 = 12 \text{ Н}$, $F_4 = 14 \text{ Н}$. Определить главный момент заданной плоской системы сил относительно точки O , если радиус $r = 0,2 \text{ м}$. (0,283)



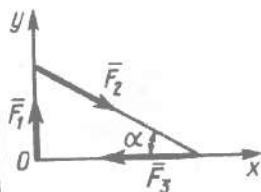
2.2.7

К вершинам прямоугольного треугольника приложены три силы. Определить значение угла α в градусах, при котором главный момент данной системы сил $M_O = -2 \text{ кН} \cdot \text{м}$, если сила $F_2 = 4 \text{ кН}$, расстояние $l = 1 \text{ м}$. (30,0)



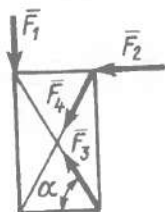
2.2.8

К вершинам прямоугольного треугольника приложены силы $F_1 = 3 \text{ Н}$, $F_2 = 6 \text{ Н}$, $F_3 = 14 \text{ Н}$. Определить значение угла α в градусах, при котором главный вектор данной системы сил параллелен оси Ox . (30,0)



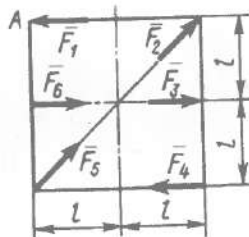
2.2.9

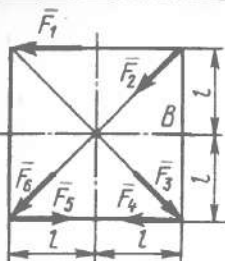
К прямоугольнику приложены четыре силы по 10 Н каждая. Определить модуль главного вектора заданной системы сил, если угол $\alpha = 60^\circ$. (22,4)



2.2.10

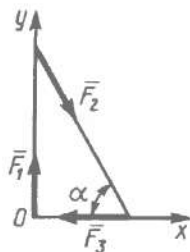
К квадрату приложены шесть сил по 6 Н каждая. Определить главный момент заданной плоской системы сил относительно точки A , если расстояние $l = 0,5 \text{ м}$. (8,48)





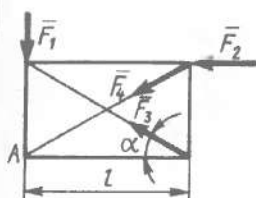
2.2.11

К вершинам квадрата приложены шесть сил по 4 Н каждая. Определить главный момент заданной плоской системы сил относительно точки B , если расстояние $l = 0,4$ м. (4,99)



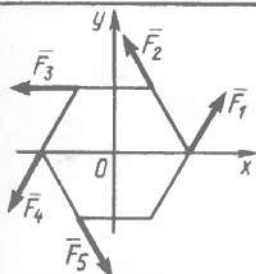
2.2.12

К вершинам прямоугольного треугольника приложены силы $F_1 = 12$ Н, $F_2 = 4$ Н, $F_3 = 2$ Н. Определить значение угла α в градусах, при котором главный вектор данной системы сил параллелен оси Oy . (60,0)



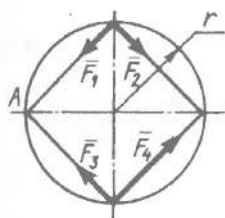
2.2.13

К прямоугольнику приложены силы $F_1 = 4$ Н, $F_2 = 5$ Н, $F_3 = 8$ Н, $F_4 = 2$ Н. Определить главный момент заданной системы сил относительно точки A , если расстояние $l = 1$ м, угол $\alpha = 30^\circ$. (6,89)



2.2.14

К правильному шестиугольнику приложены пять равных по модулю сил. Определить в градусах угол между главным вектором этой системы сил и осью Ox . (180)

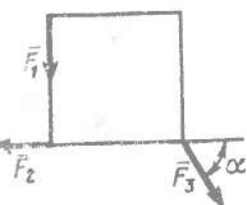


2.2.15

Задана плоская система сил $F_1 = F_2 = F_3 = 2$ Н, $F_4 = 10$ Н. Определить главный момент этой системы сил относительно точки A , если радиус $r = 1$ м. (11,3)

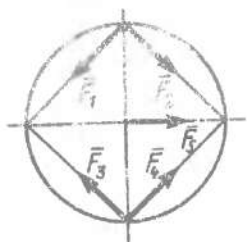
2.2.16

При каком значении угла α равнодействующая системы трех сил будет направлена вертикально, если силы $F_1 = 3,46$ Н, $F_2 = 2$ Н, $F_3 = 4$ Н? (60,0)



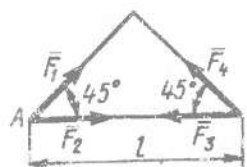
2.2.17

Задана плоская система сил $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 4$ Н, $F_5 = 5$ Н. Определить модуль главного вектора этой системы сил. (5,0)



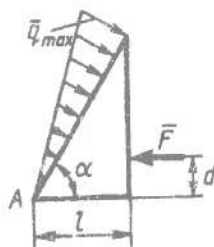
2.2.18

На каком кратчайшем расстоянии от точки A проходит линия действия равнодействующей системы четырех сил, если $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 1$ Н, расстояние $l = 0,1$ м? (0,05)



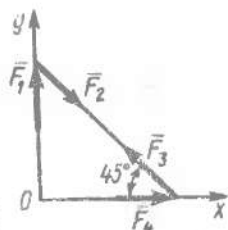
2.2.19

На каком расстоянии d нужно приложить силу $F = 100$ Н, для того чтобы линия действия равнодействующей этой силы и распределенной нагрузки интенсивностью $q_{\max} = 3$ Н/м прошла через точку A , если расстояние $l = 10$ м, угол $\alpha = 60^\circ$? (4,0)

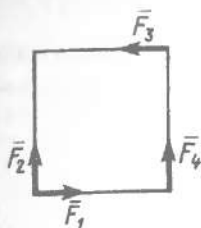


2.2.20

Какой угол в градусах с осью Ox составляет равнодействующая системы сил, если $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$? (45,0)



2.2.21



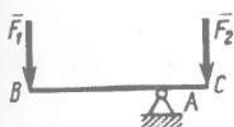
К квадрату приложена система четырех сил, причем силы $F_1 = F_2 = F_3 = 1$ Н. Определить модуль силы F_4 , при которой равнодействующая системы $R = 2$ Н. (1,0)

2.3. Равновесие плоской системы параллельных сил

2.3.1

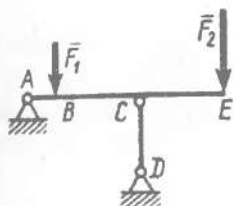
На закрепленную балку действует плоская система параллельных сил. Сколько независимых уравнений равновесия балки можно составить? (2)

2.3.2



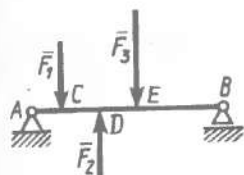
На брус BC , закрепленный в шарнире A , действуют вертикальные силы $F_1 = 4$ кН и F_2 . Определить силу F_2 в кН, необходимую для того, чтобы брус в положении равновесия был горизонтальным, если расстояния $AC = 2$ м, $AB = 6$ м. (12,0)

2.3.3



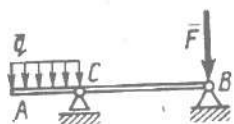
Балка AE шарнирно закреплена в точке A и опирается на вертикальный стержень CD . Определить в кН усилие в стержне CD , если длина $AB = 1$ м, $BC = CE = 2$ м, а силы $F_1 = 2$ кН и $F_2 = 4$ кН вертикальны. (7,33)

2.3.4



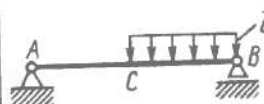
На балку AB действуют вертикальные силы $F_1 = 1$ кН, $F_2 = 2$ кН и $F_3 = 3$ кН. Определить в кН реакцию опоры B , если расстояния $AC = CD = DE = 1$ м, $BE = 2$ м. (1,2)

2.3.5



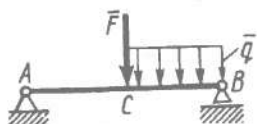
На балку AB действуют вертикальная сила $F = 5$ кН и распределенная нагрузка интенсивностью $q = 4$ кН/м. Определить в кН реакцию опоры B , если длины $AC = 3$ м, $BC = 6$ м. (2,0)

2.3.6



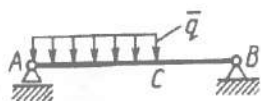
На однородную балку AB , вес которой $G = 20$ кН, действует распределенная нагрузка интенсивностью $q = 0,5$ кН/м. Определить в кН реакцию опоры A , если длины $AB = 6$ м, $AC = BC$. (10,4)

2.3.7



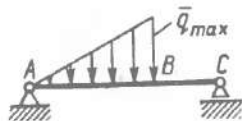
На балку AB действуют силы $F = 9$ Н и распределенная нагрузка интенсивностью $q = 3$ кН/м. Определить реакцию опоры B , если длины $AB = 5$ м, $BC = 2$ м. (10,2)

2.3.8



Какой должна быть длина участка AC с действующей на него распределенной нагрузкой интенсивностью $q = 5$ кН/м, для того чтобы реакция опоры B была равна 10 кН, если длина балки $AB = 9$ м? (6,0)

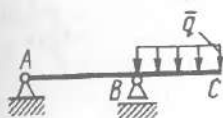
2.3.9



Определить реакцию опоры C , если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\max} = 120$ Н/м, размеры $AB = 4,5$ м, $BC = 1,5$ м. (135)

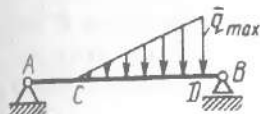
2.3.10

Определить реакцию опоры B , если интенсивность распределенной нагрузки $q = 40 \text{ Н/м}$, размеры балки $AB = 4 \text{ м}$, $BC = 2 \text{ м}$. (100)



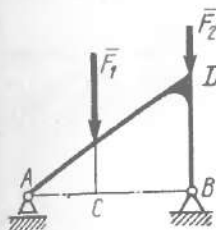
2.3.11

Какой должна быть интенсивность q_{max} распределенной нагрузки, для того чтобы реакция опоры B равнялась 200 Н , если размеры $AC = 2 \text{ м}$, $CD = 3 \text{ м}$, $DB = 1 \text{ м}$? (200)



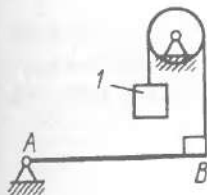
2.3.12

На раму ADB действуют вертикальные силы $F_1 = 9 \text{ кН}$ и $F_2 = 4 \text{ кН}$. Определить в кН реакцию опоры B , если расстояния $AC = 2,5 \text{ м}$, $AB = 6 \text{ м}$. (7,75)



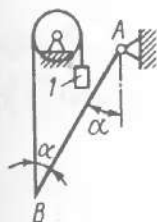
2.3.13

Определить вес груза I , необходимый для того, чтобы однородная балка AB весом 340 Н в положении равновесия была горизонтальна. (170)



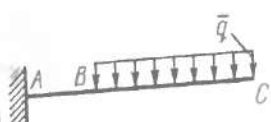
2.3.14

Вес однородной балки AB равен 140 Н . Определить вес груза I , необходимый для того, чтобы балка AB находилась в равновесии в указанном положении. (70)



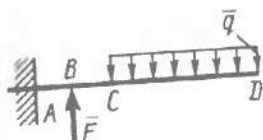
2.3.15

Определить интенсивность нагрузки q , при которой момент в заделке A равен $400 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если размеры $AB = 2 \text{ м}$, $BC = 4 \text{ м}$. (25)



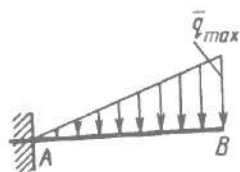
2.3.16

Определить вертикальную силу F , при которой момент в заделке A равен $240 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если интенсивность распределенной нагрузки $q = 40 \text{ Н/м}$, а размеры $CD = 3 \text{ м}$, $AB = BC = 1 \text{ м}$. (180)



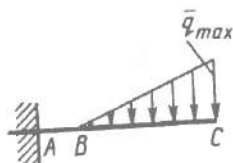
2.3.17

Определить момент в заделке A , если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\max} = 100 \text{ Н/м}$, а длина бруса AB равна 3 м . (300)



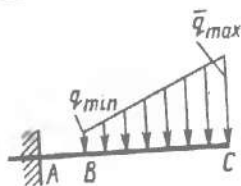
2.3.18

Определить интенсивность q_{\max} распределенной нагрузки, при которой момент в заделке A равен $270 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если размеры $AB = 1 \text{ м}$, $AC = 4 \text{ м}$. (60)

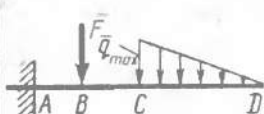


2.3.19

Определить момент в заделке A , если интенсивности распределенной нагрузки $q_{\max} = 30 \text{ Н/м}$, $q_{\min} = 10 \text{ Н/м}$, а размеры $AB = 2 \text{ м}$, $BC = 6 \text{ м}$. (660)

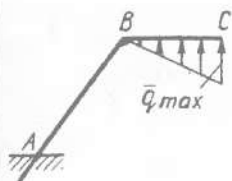


2.3.20



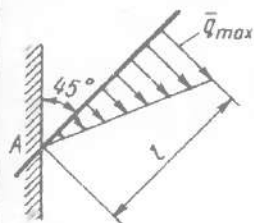
Определить модуль силы \bar{F} , при которой момент в заделке A равен $300 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\text{max}} = 20 \text{ Н/м}$, а размеры $AB = 1 \text{ м}$, $BC = 2 \text{ м}$, $CD = 3 \text{ м}$. (180)

2.3.21



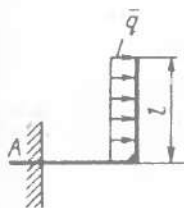
Определить интенсивность q_{max} распределенной нагрузки, при которой вертикальная составляющая реакции заделки A равна 60 Н , если длина участка $BC = 3 \text{ м}$. (40)

2.3.22



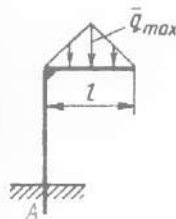
При каком значении расстояния l реакция в заделке $R_A = 10 \text{ Н}$, если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\text{max}} = 10 \text{ Н/м}$? (2,0)

2.3.23



При какой интенсивности распределенной нагрузки q момент пары, возникающей в заделке, $M_A = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если расстояние $l = 1 \text{ м}$? (400)

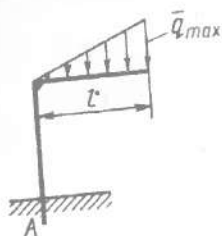
2.3.24



Определить расстояние l , при котором реакция в заделке $R_A = 2 \text{ Н}$, если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\text{max}} = 1 \text{ Н/м}$. (4,0)

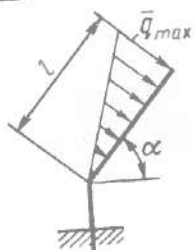
2.3.25

Определить длину l кронштейна, при котором момент в заделке $M_A = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\text{max}} = 1 \text{ Н/м}$. (3,0)



2.3.26

На кронштейн действует распределенная нагрузка интенсивностью $q_{\text{max}} = 4 \text{ Н/м}$. При каком значении угла α в градусах вертикальная составляющая реакции заделки в точке A равна 1 Н, если расстояние $l = 1 \text{ м}$? (60,0)



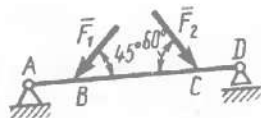
2.4. Равновесие произвольной плоской системы сил

2.4.1

На закрепленную балку действует произвольная плоская система сил. Сколько независимых уравнений равновесия балки можно составить? (3)

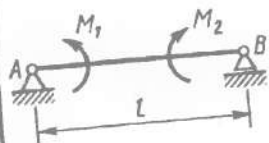
2.4.2

Определить реакцию опоры D, если силы $F_1 = 84,6 \text{ Н}$, $F_2 = 208 \text{ Н}$, размеры $AB = 1 \text{ м}$, $BC = 3 \text{ м}$, $CD = 2 \text{ м}$. (130)

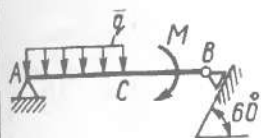


2.4.3

На балку, длина которой $l = 3 \text{ м}$, действуют пары сил с моментами $M_1 = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}$ и $M_2 = 8 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Определить в кН модуль реакции опоры B. (2,0)

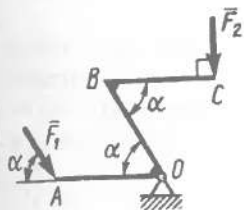


2.4.4



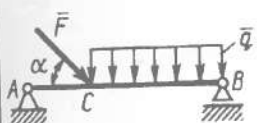
Определить момент M пары сил, при котором реакция опоры B равна 250 Н, если интенсивность распределенной нагрузки $q = 150$ Н/м, размеры $AC = CB = 2$ м. (200)

2.4.5



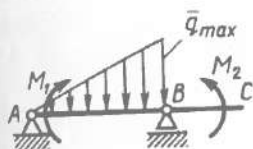
На рычаг действуют силы $F_1 = 50$ кН и \bar{F}_2 . Определить в кН силу F_2 , при которой рычаг в указанном положении находится в равновесии, если угол $\alpha = 60^\circ$, а длины $AO = 3$ м, $OB = BC = 4$ м. (65,0)

2.4.6



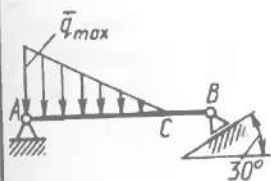
На балку AB действуют распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м и сила $F = 6$ Н. Определить реакцию опоры B , если длина $AC = \frac{1}{3} AB$, угол $\alpha = 45^\circ$. (4,08)

2.4.7



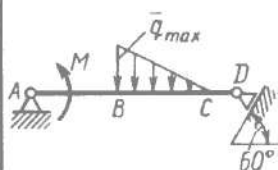
На балку AC действуют распределенная нагрузка интенсивностью $q_{\max} = 2,5$ Н/м и пары сил с моментами $M_1 = 4$ Н·м и $M_2 = 2$ Н·м. Определить реакцию опоры B , если длина $AB = 4$ м, $BC = 0,5 AB$. (3,83)

2.4.8



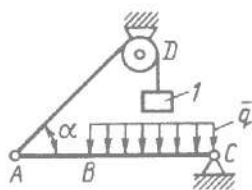
Определить интенсивность q_{\max} распределенной нагрузки, при которой реакция шарнира B равна 346 Н, если размеры $AB = 8$ м, $AC = 6$ м. (400)

2.4.9



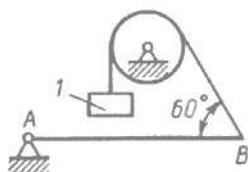
Определить реакцию опоры D в кН, если момент пары сил $M = 13 \text{ кН} \cdot \text{м}$, интенсивность распределенной нагрузки $q_{\text{max}} = 8 \text{ кН/м}$, размеры $AB = BC = 3 \text{ м}$, $CD = 1 \text{ м}$. (10,0)

2.4.10



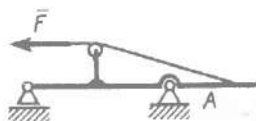
Балка AC закреплена в шарнире C и поддерживается в горизонтальном положении веревкой AD , перекинутой через блок. Определить интенсивность распределенной нагрузки q , если длины $BC = 5 \text{ м}$, $AC = 8 \text{ м}$, угол $\alpha = 45^\circ$, а вес груза I равен 20 Н . (9,05)

2.4.11



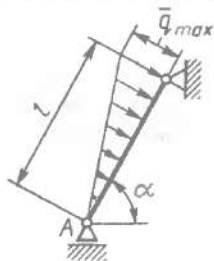
Определить вес груза I , необходимый для удержания однородной балки AB в равновесии в горизонтальном положении, если ее вес равен 346 Н . (200)

2.4.12

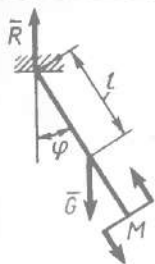


Определить в кН горизонтальную составляющую реакции неподвижного шарнира A балки, если натяжение троса $F = 35 \text{ кН}$. (35,0)

2.4.13



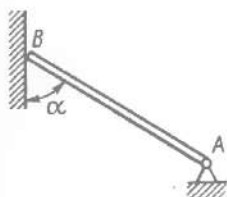
Определить реакцию опоры A , если длина балки $l = 0,3 \text{ м}$, интенсивность распределенной нагрузки $q_{\text{max}} = 20 \text{ Н/м}$, угол $\alpha = 60^\circ$. (2,0)



2.4.14

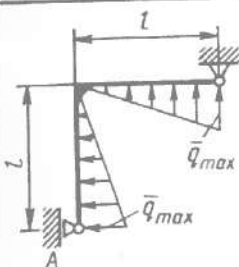
Маятник находится в равновесии под действием пары сил с моментом $M = 0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и второй пары силы, образованной весом \bar{G} и опорной реакцией \bar{R} . Найти значение угла φ отклонения маятника в градусах, если $G = 10 \text{ Н}$ и расстояние $l = 0,1 \text{ м}$. (30,0)

2.4.15



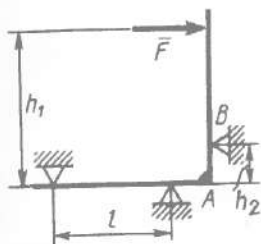
Конец B однородного бруса весом 100 кН , закрепленного в шарнире A , опирается на гладкую стену. Определить в кН давление бруса на стену, если угол $\alpha = 60^\circ$. (86,6)

2.4.16



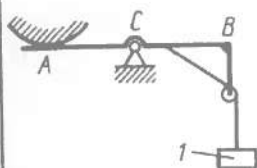
На раму действует распределенная нагрузка интенсивностью $q_{\text{max}} = 20 \text{ Н/м}$. Определить реакцию опоры A , если размер $l = 0,3 \text{ м}$. (3,0)

2.4.17



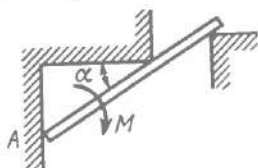
На угольник действует горизонтальная сила F . На каком расстоянии h_2 надо поместить опору B , для того чтобы реакции опор A и B были одинаковы, если размеры $l = 0,3 \text{ м}$, $h_1 = 0,4 \text{ м}$. (0,10)

2.4.18



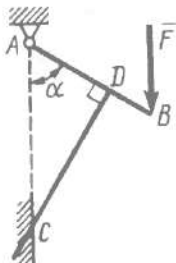
Определить горизонтальную составляющую реакции опоры C горизонтальной балки AB , если к ней подвешен груз l весом 18 кН . (0)

2.4.19



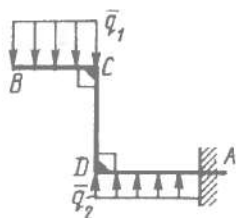
Стержень удерживается под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Определить реакцию опоры A , если момент пары сил $M = 25 \text{ кН} \cdot \text{м}$. (0)

2.4.20



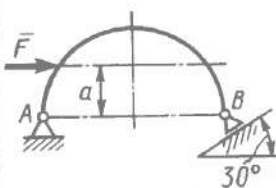
Балка AB опирается на стержень CD . Определить реакцию стержня CD , если длины $AB = 2 \text{ м}$, $BD = 1/3 AB$, сила $F = 4 \text{ Н}$, угол $\alpha = 60^\circ$. (5,20)

2.4.21



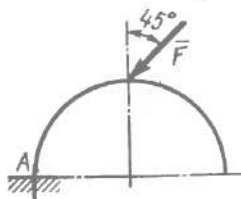
На изогнутую балку AB , заделанную в стену, действуют распределенные нагрузки интенсивностью $q_1 = 5 \text{ Н/м}$ и $q_2 = 3 \text{ Н/м}$. Определить момент заделки, если длины $BC = 3 \text{ м}$, $AD = 5 \text{ м}$. (-60,0)

2.4.22



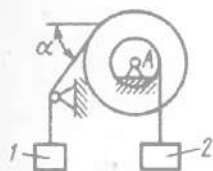
Определить горизонтальную силу F , при которой реакция опоры B арки AB равна 200 Н , если размеры $a = 1 \text{ м}$, $AB = 4 \text{ м}$. (693)

2.4.23



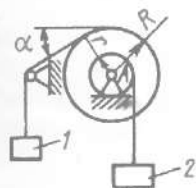
Арка, имеющая форму полуокружности, жестко заделана в точке A . Определить момент в заделке, если сила $F = 100 \text{ Н}$. (0)

2.4.24



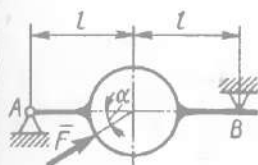
Грузы 1 и 2 висят на канатах, намотанных на ступенчатый барабан. Определить в кН горизонтальную составляющую реакции шарнира A , если угол $\alpha = 60^\circ$, вес груза 1 равен 30 кН. Система находится в равновесии. (15,0)

2.4.25



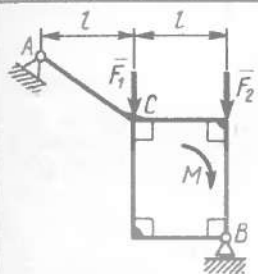
Грузы 1 и 2 висят на канатах, намотанных на ступенчатый барабан. Определить в кН вертикальную составляющую реакции шарнира A , если радиус $R = 2r$, угол $\alpha = 30^\circ$, вес груза 1 равен 20 кН. Система находится в равновесии. (50,0)

2.4.26



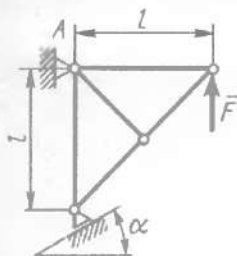
Стержень AB жестко связан с диском. Определить в кН реакцию опоры B , если сила $F = 24$ кН, угол $\alpha = 30^\circ$. (6,0)

2.4.27

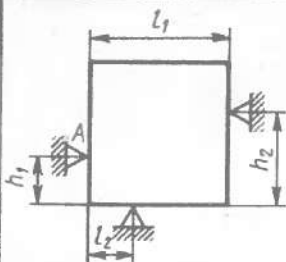


Стержень AC жестко связан с рамой. Определить в кН реакцию опоры B , если силы $F_1 = F_2 = 20$ кН, момент пары сил $M = 80$ кН·м, расстояние $l = 2$ м. (50,0)

2.4.28

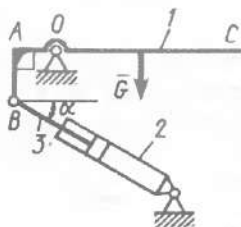


На ферму действует вертикальная сила F . При каком значении в градусах угла α реакция опоры $R_A = 2F$? (30,0)



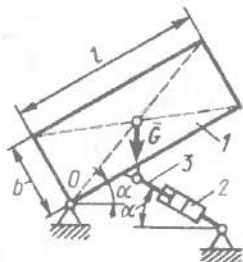
2.4.29

Однородная квадратная пластина весом 1 Н закреплена в вертикальной плоскости на трех опорах. Определить реакцию опоры А, если размеры $l_1 = 0,3$ м, $l_2 = 0,1$ м, $h_1 = 0,1$ м, $h_2 = 0,2$ м. (0,50)



2.4.30

Лестница 1 весом $G = 2$ кН удерживается в горизонтальном положении с помощью силового гидроцилиндра 2. Определить в кН силу, действующую на шток 3 гидроцилиндра, если момент силы $M_0(\bar{G}) = 2$ кН·м, угол $\alpha = 30^\circ$, расстояние $AO = AB = 0,5$ м. (2,93)



2.4.31

Кузов 1 весом $G = 10$ кН удерживается в равновесии силовым гидроцилиндром 2. Определить в кН силу, действующую на шток 3 гидроцилиндра, если расстояния $l = 3$ м, $b = 1,2$ м, $AO = 1$ м и угол $\alpha = 30^\circ$. (11,5)



2.4.32

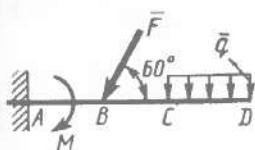
На консольную балку AB, заделанную в стену, действуют сила $F = 4$ Н и пара сил с моментом $M = 2$ Н·м. Определить момент в заделке, если длина $AB = 4$ м. (14,0)



2.4.33

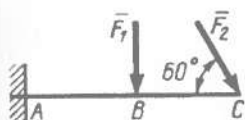
Консольная балка нагружена парами сил с моментами $M_1 = 1790$ Н·м и $M_2 = 2135$ Н·м. Определить момент в заделке. (-345)

2.4.34



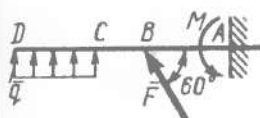
К балке AD приложена пара сил с моментом $M = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$, распределенная нагрузка интенсивностью $q = 20 \text{ Н/м}$ и сила \vec{F} . Какой должна быть эта сила, для того чтобы момент в заделке A равнялся $650 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если размеры $AB = BC = CD = 2 \text{ м}$? (144)

2.4.35



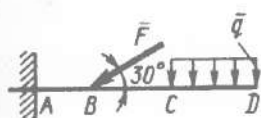
Определить момент в заделке A , если $F_1 = 50 \text{ Н}$, $F_2 = 100 \text{ Н}$, размеры $AB = BC = 2 \text{ м}$. (446)

2.4.36



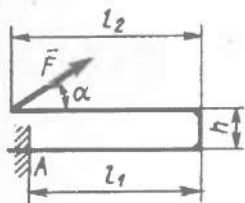
Определить интенсивность q распределенной нагрузки, при которой момент в заделке A равен $546 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если сила $F = 173 \text{ Н}$, момент пары сил $M = 42 \text{ Н} \cdot \text{м}$, размеры $AB = 2 \text{ м}$, $BC = 1 \text{ м}$. (36,0)

2.4.37



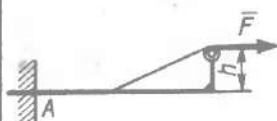
Определить силу F , при которой момент в заделке A равен $3700 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если интенсивность распределенной нагрузки $q = 200 \text{ Н/м}$, размеры $AB = BC = 2 \text{ м}$, $CD = 3 \text{ м}$. (400)

2.4.38



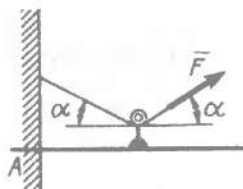
Определить в $\text{кН} \cdot \text{м}$ момент в заделке A , если сила $F = 80 \text{ кН}$, угол $\alpha = 30^\circ$, расстояния $l_1 = 1,8 \text{ м}$, $l_2 = 2 \text{ м}$, $h = 0,4 \text{ м}$. (35,7)

2.4.39



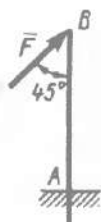
Определить в $\text{кН} \cdot \text{м}$ момент в заделке A консольной балки, если сила натяжения троса $F = 50 \text{ кН}$ и расстояние $h = 0,5 \text{ м}$. (25,0)

2.4.40



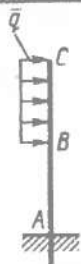
Определить в кН горизонтальную составляющую реакции в заделке A консольной балки, если сила натяжения троса $F = 25 \text{ кН}$, угол $\alpha = 30^\circ$. (0)

2.4.41



Определить силу F в кН , при которой момент в заделке A равен $56 \text{ кН} \cdot \text{м}$, если расстояние $AB = 5,66 \text{ м}$. (14,0)

2.4.42



Определить интенсивность q распределенной нагрузки, при которой момент в заделке A равен $480 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если размеры $AB = 3 \text{ м}$, $BC = 2 \text{ м}$. (60,0)

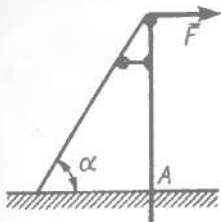
2.4.43



Определить в кН вертикальную составляющую реакции заделки A консольной балки, если сила натяжения троса $F = 10 \text{ кН}$ и угол $\alpha = 30^\circ$. (5,0)

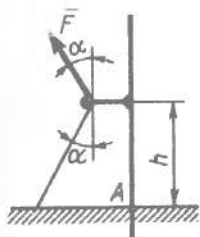
2.4.44

Определить в кН вертикальную составляющую реакции заделки A консольной балки, если сила натяжения троса $F = 4$ кН и угол $\alpha = 60^\circ$. (3,46)



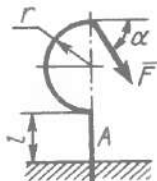
2.4.45

Определить в кН·м момент в заделке A консольной балки, если сила натяжения троса $F = 40$ кН, расстояние $h = 3$ м, угол $\alpha = 30^\circ$. (120)



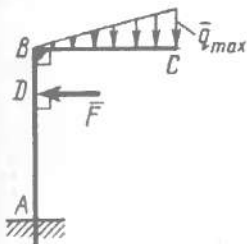
2.4.46

На кронштейн действует сила $F = 10$ Н. Найти максимальную длину l балки, при которой момент пары сил, возникающий в заделке A , не превышает 1 Н·м, если радиус $r = 0,05$ м, угол $\alpha = 60^\circ$. (0,10)



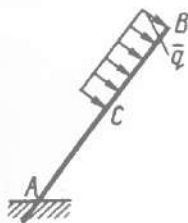
2.4.47

Определить модуль силы \bar{F} , при которой момент в заделке A равен 300 Н·м, если интенсивность распределенной нагрузки $q_{\max} = 400$ Н/м, размеры $AB = 3$ м, $BD = 1$ м, $BC = 2,4$ м. (234)

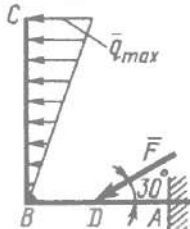


2.4.48

Определить длину участка BC , при которой момент в заделке A равен 180 Н·м, если размер $AC = 2$ м и интенсивность распределенной нагрузки $q = 30$ Н/м. (2,0)



2.4.49



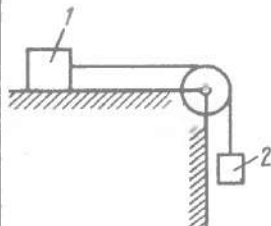
Определить модуль момента в заделке A , если сила $F = 150$ Н, интенсивность q_{\max} распределенной нагрузки равна 40 Н/м, размеры $AD = BD = 1$ м, $BC = 3$ м. (195)

2.5. Равновесие тела с учетом трения скольжения

2.5.1

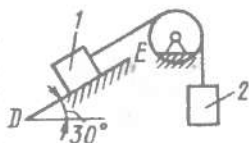
На наклонной плоскости лежит груз. Определить в градусах максимальный угол наклона плоскости к горизонту, при котором груз останется в покое, если коэффициент трения скольжения равен $0,6$. (31)

2.5.2



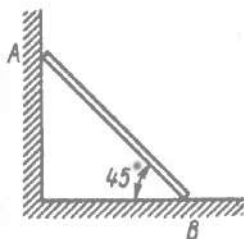
Каким должен быть наименьший вес тела 2 , для того чтобы тело 1 весом 200 Н начало скользить по горизонтальной плоскости, если коэффициент трения скольжения $f = 0,2$. (40,0)

2.5.3



Определить наименьший вес тела 1 , при котором оно скользит вниз по плоскости DE , если вес груза 2 равен 320 Н, коэффициент трения скольжения между телом 1 и плоскостью DE равен $0,2$. (979)

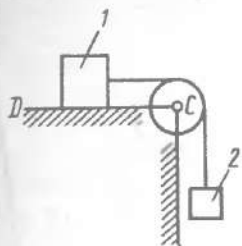
2.5.4



Однородный брус AB опирается в точке A на гладкую стену, а в точке B на негладкий пол. Определить наименьший коэффициент трения скольжения между брусом и полом, при котором брус останется в указанном положении в покое. (0,50)

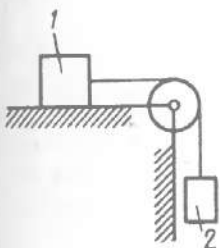
2.5.5

Определить наименьший коэффициент трения скольжения между грузом 1 весом 400 Н и плоскостью DC , при котором груз 1 останется в покое, если вес груза 2 равен 96 Н . (0,24)



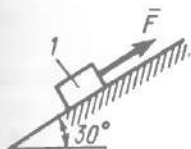
2.5.6

Определить наименьший вес груза 1 , при котором он останется в покое, если вес груза 2 равен 140 Н , а коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью равен $0,2$. (700)



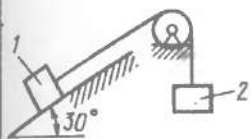
2.5.7

Каким должен быть вес тела 1 , для того чтобы началось скольжение вверх по наклонной плоскости, если сила $F = 90\text{ Н}$, а коэффициент трения скольжения $f = 0,3$? (118)



2.5.8

Каким должен быть наибольший вес груза 2 , для того чтобы груз 1 весом 100 Н оставался в покое на наклонной плоскости, если коэффициент трения скольжения $f = 0,3$? (76,0)

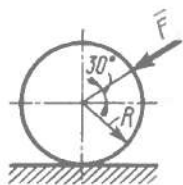


2.6. Равновесие тела с учетом трения качения

2.6.1

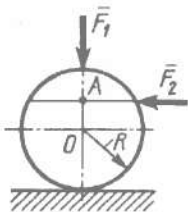
Цилиндр весом 520 Н лежит на горизонтальной плоскости. Определить наименьший модуль момента пары сил, необходимый для качения цилиндра. Коэффициент трения качения $\delta = 0,007\text{ м}$. (3,64)

2.6.2



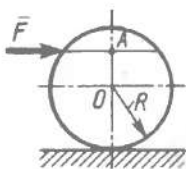
К однородному катку весом 700 Н приложена сила \vec{F} . Определить наименьший модуль этой силы, для того чтобы каток начал катиться со скольжением, если радиус $R = 1$ м, коэффициенты трения скольжения и качения соответственно равны: $f = 0,2$, $\delta = 0,008$ м. (183)

2.6.3



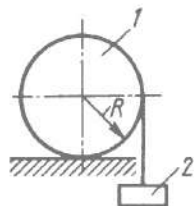
На однородный каток весом 2 кН действуют горизонтальная сила $F_2 = 10$ Н и вертикальная сила \vec{F}_1 . Каким должен быть наибольший модуль силы \vec{F}_1 , для того чтобы началось качение катка, если коэффициент трения качения $\delta = 0,005$ м, радиус $R = 0,8$ м, размер $OA = 0,4$ м? (400)

2.6.4



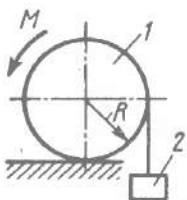
К однородному катку весом 2 кН приложена горизонтальная сила \vec{F} . Определить наибольший модуль силы \vec{F} , при котором каток не скользит и не катится, если коэффициент трения качения $\delta = 0,006$ м, коэффициент трения скольжения $f = 0,2$, радиус $R = 0,6$ м, размер $OA = 0,4$ м. (12,0)

2.6.5



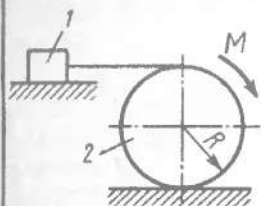
К катку 1 с помощью нерастяжимой нити подвешен груз 2. Определить наибольший вес этого груза, при котором каток 1 весом 3,2 кН останется в покое, если коэффициент трения качения $\delta = 0,004$ м, радиус $R = 32,4$ см. (40,0)

2.6.6



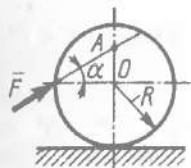
К однородному катку 1 весом 5 кН приложена пара сил с моментом $M = 210$ Н·м. Определить, каким должен быть наибольший вес груза 2, для того чтобы каток катился влево, если коэффициент трения качения $\delta = 0,003$ м, радиус $R = 0,453$ м. (428)

2.6.7



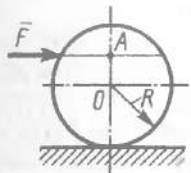
Однородный каток 2 весом 4 кН связан с телом 1 нерастяжимой нитью. Радиус $R = 0,5$ м, коэффициент трения качения $\delta = 0,005$ м, момент пары сил $M = 50$ Н·м. Определить наибольший вес тела 1, при котором оно начнет скользить, если коэффициент трения скольжения для катка и тела $f = 0,2$. (150)

2.6.8



Определить наименьшую силу \bar{F} , необходимую для качения катка радиуса $R = 0,3$ м, если предельный момент трения качения равен $3,46$ Н·м, угол $\alpha = 30^\circ$, расстояние $OA = 0,2$ м. (7,99)

2.6.9



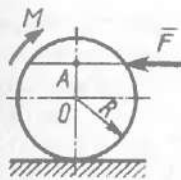
К однородному катку радиуса $R = 0,4$ м приложена горизонтальная сила $F = 12$ Н. Каким должен быть наименьший вес катка в кН, для того чтобы он находился в покое, если коэффициент трения качения $\delta = 0,008$ м, размер $OA = 0,2$ м? (0,9)

2.6.10



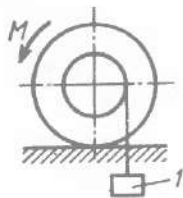
К однородному катку весом 4 кН приложена пара сил с моментом $M = 20$ Н·м. Определить наименьший коэффициент трения качения, при котором каток находится в покое. ($5 \cdot 10^{-3}$)

2.6.11



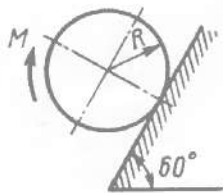
К однородному катку весом 4 кН приложена горизонтальная сила $F = 50$ Н и пара сил с моментом $M = 20$ Н·м. Определить наименьший радиус R катка, при котором он будет катиться влево, если коэффициент трения качения $\delta = 0,005$ м и $OA = 0,6R$. (0,50)

2.6.12



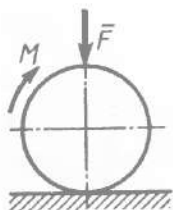
К однородному катку, малый радиус которого 0,2 м, подвешен груз I весом 200 Н и приложена пара сил с моментом $M = 57,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить в кН наибольший вес катка, при котором он будет катиться влево, если коэффициент трения качения $\delta = 0,008 \text{ м}$. (2,0)

2.6.13



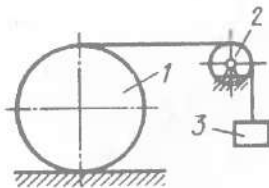
К однородному катку радиуса $R = 0,4 \text{ м}$ приложена пара сил с моментом $M = 210 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Каким должен быть наибольший вес катка, для того чтобы он мог катиться вверх по наклонной плоскости, если коэффициент трения качения $\delta = 0,006 \text{ м}$? (601)

2.6.14



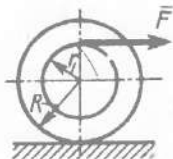
Однородный каток, к которому приложена пара сил с моментом $M = 18 \text{ Н} \cdot \text{м}$, прижимается к опорной плоскости силой $F = 600 \text{ Н}$. Каким должен быть наибольший вес катка в кН, при котором он будет катиться, если коэффициент трения качения $\delta = 0,006 \text{ м}$. (2,40)

2.6.15



Однородный каток I весом 10 кН и радиусом 0,5 м связан с грузом 3 , вес которого равен 80 Н, горизонтальной нерастяжимой нитью, перекинутой через блок 2 . Определить наименьший коэффициент трения качения, при котором каток останется в покое. (0,008)

2.6.16



На конец кабеля, намотанного на барабан, действует сила $F = 20 \text{ Н}$. Барабан катится равномерно по горизонтальной плоскости без скольжения. Определить в кН вес барабана, если его радиусы $r = 0,5 \text{ м}$ и $R = 1 \text{ м}$. Коэффициент трения качения барабана $\delta = 0,01 \text{ м}$. (3,0)

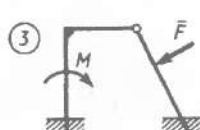
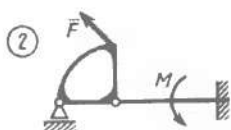
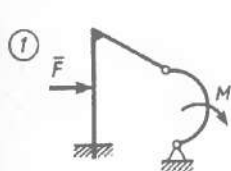
3.1. Статическая определимость системы тел под действием плоской системы сил

3.1.1

Сколько независимых неизвестных величин можно определить для статически определимой системы трех тел, находящихся под действием плоской системы сил? (9)

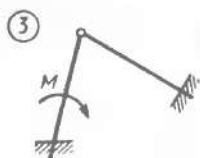
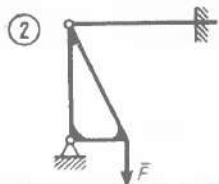
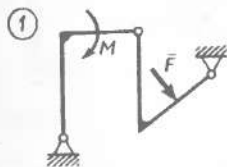
3.1.2

Укажите номер статически определимой конструкции. (2)



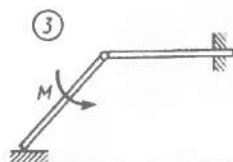
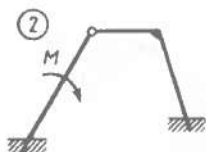
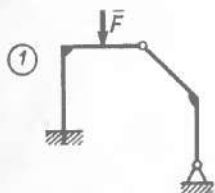
3.1.3

Укажите номер статически определимой конструкции. (1)



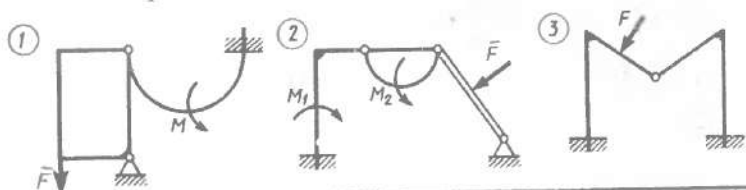
3.1.4

Укажите номер статически определимой конструкции. (3)



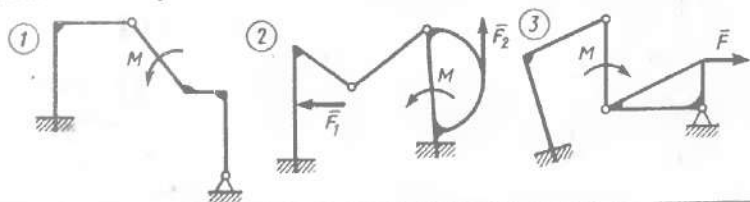
3.1.5

Укажите номер статически определимой конструкции. (2)



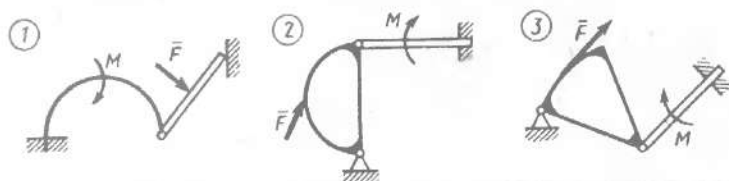
3.1.6

Укажите номер статически определимой конструкции. (3)



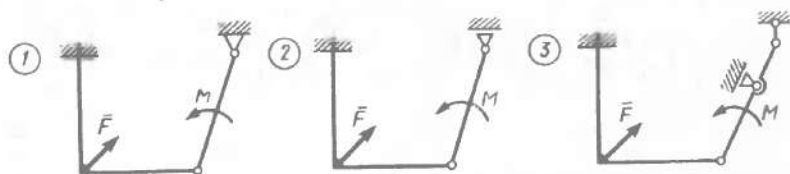
3.1.7

Укажите номер статически определимой конструкции. (1)



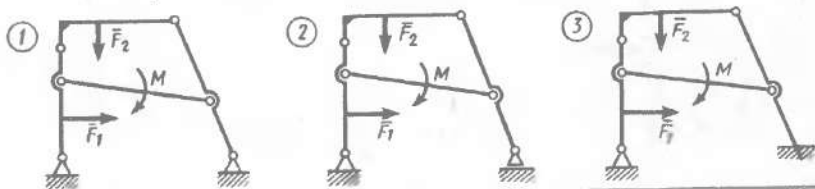
3.1.8

Укажите номер статически определимой системы. (2)



3.1.9

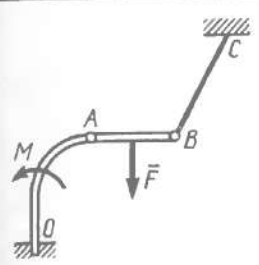
Укажите номер статически неопределимой системы. (3)



3.2. Равновесие статически определимой системы тел под действием плоской системы сил

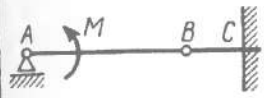
3.2.1

Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для системы четырех тел, находящихся в равновесии под действием плоской системы сил? (12)



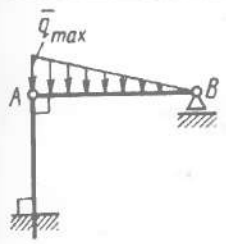
3.2.2

Система тел состоит из стержней OA , AB и троса BC . Какое минимальное число уравнений равновесия необходимо составить для определения реакций в заделке O , шарнире A и тросе BC ? (6)



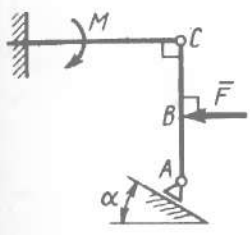
3.2.3

На балку AB действует пара сил с моментом $M = 800 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить момент в заделке C , если $AB = 2 \text{ м}$ и $BC = 0,5 \text{ м}$. (200)



3.2.4

На балку AB действует линейно распределенная нагрузка интенсивностью $q_{\text{max}} = 3 \text{ кН/м}$. Определить реакцию опоры B в кН, если расстояние $AB = 2 \text{ м}$. (1)

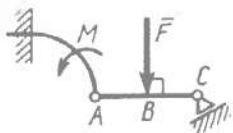


3.2.5

Определить реакцию опоры A в кН, если сила $F = 3 \text{ кН}$, угол $\alpha = 30^\circ$, размеры $AB = BC$. (3)

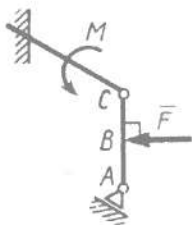
3.2.6

Найти вертикальную составляющую реакции в шарнире A , если сила $F = 900$ Н, размеры $AB = BC$. (450)



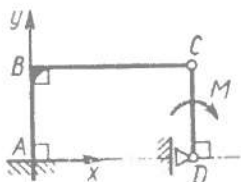
3.2.7

Найти горизонтальную составляющую реакции в шарнире C , если сила $F = 800$ Н, размеры $AB = BC$. (400)



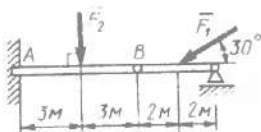
3.2.8

Стержни ABC и CD соединены между собой шарниром C . На стержень CD действует пара сил с моментом $M = 400$ Н·м. Определить составляющую X_C реакции шарнира C , если длина $CD = 2$ м. (200)



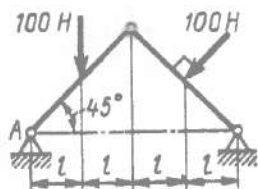
3.2.9

Два стержня соединены в шарнире B . Определить момент в заделке A , если силы $F_1 = 60$ Н, $F_2 = 50$ Н. (240)

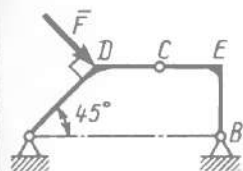


3.2.10

Определить вертикальную составляющую реакции в шарнире A . (110)

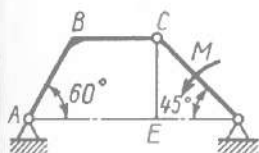


3.2.11



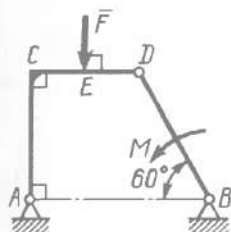
Определить вертикальную составляющую реакции в шарнире B , если сила $F = 850$ Н, а размеры $DC = CE = BE$. (401)

3.2.12



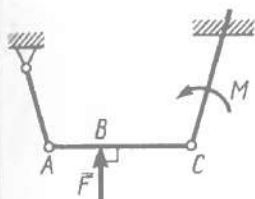
Определить в кН·м момент M пары сил, при котором вертикальная составляющая реакции опоры A равна 10 кН, если размеры $BC = CE = 1$ м. (25,8)

3.2.13



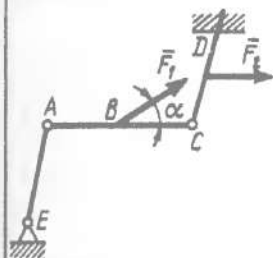
Определить в кН силу F , при которой вертикальная составляющая реакции в шарнире A равна 9 кН, если размеры $AB = BD = 1$ м, $CE = DE$, момент пары сил $M = 6$ кН·м. (4)

3.2.14



Найти вертикальную составляющую реакции в шарнире C , если сила $F = 600$ Н, размеры $BC = 2 AB$. (200)

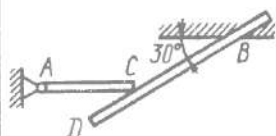
3.2.15



Найти вертикальную составляющую реакции в шарнире C , если к горизонтальному стержню AC приложена сила $F_1 = 800$ Н, к стержню CD — сила F_2 , угол $\alpha = 30^\circ$, размеры $AB = BC$. (200)

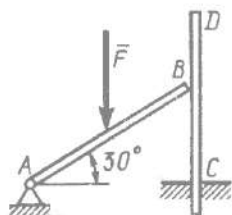
3.2.16

Однородный горизонтальный стержень AC , вес которого равен 180 Н , свободно опирается в точке C на балку BD . Определить реакцию балки BD на стержень AC . (104)



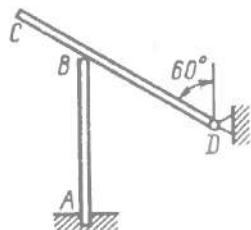
3.2.17

Стержень AB концом B свободно опирается на вертикальный стержень CD , один конец которого заделан в основание. К середине стержня AB приложена вертикальная сила $F = 2 \text{ кН}$. Определить в кН реакцию в точке B . (1,73)



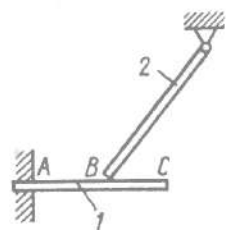
3.2.18

Однородный стержень CD весом 346 Н опирается на вертикальную стойку AB . Определить момент в заделке A , если размеры $BD = 2 \text{ м}$, $BC = 1 \text{ м}$, $AB = 2 \text{ м}$. (225)



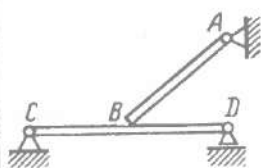
3.2.19

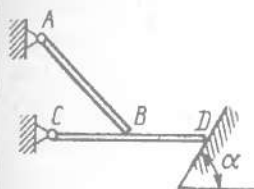
Однородный брус 2 весом 400 Н свободно опирается в точке B на однородную балку 1. Чему должен равняться вес балки 1, для того чтобы момент в заделке A был равен $265 \text{ Н} \cdot \text{м}$, если размеры $AB = 1 \text{ м}$, $BC = 0,8 \text{ м}$. (72,2)



3.2.20

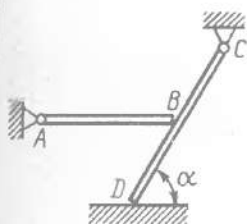
Однородная балка AB , вес которой равен 4 кН , в точке B свободно опирается на горизонтальный стержень CD . Определить в кН реакцию подвижного цилиндрического шарнира D , если размеры $BC = BD$. Весом стержня CD пренебречь. (1)





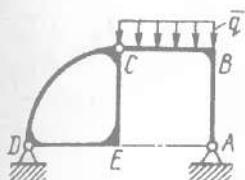
3.2.21

Однородная балка AB , вес которой 200 Н, свободно опирается в точке B на горизонтальную балку CD . Определить, с какой силой балка CD действует на опорную плоскость в точке D , если расстояние $CB = BD$, угол $\alpha = 60^\circ$. Весом балки CD пренебречь. (100)



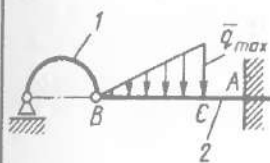
3.2.22

Однородная горизонтальная балка AB , вес которой 3 кН, в точке B свободно опирается на балку CD . Определить в кН силу воздействия балки CD на основание в точке D , если расстояние $BD = BC$, угол $\alpha = 60^\circ$. Весом балки CD пренебречь. (3)



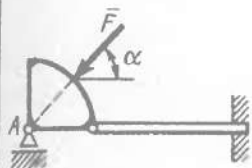
3.2.23.

Определить шину BC , для того чтобы вертикальная составляющая реакции шарнира D равнялась 6 кН, если интенсивность распределенной нагрузки $q = 6$ кН/м и размеры $DE = AE = CE = BC$. (4)



3.2.24

Вес однородной арки 1 равен 100 Н. Пренебрегая весом балки 2 , определить максимальную интенсивность q_{\max} распределенной нагрузки, для того чтобы момент в заделке A равнялся 70 Н·м, если арка 1 имеет форму полуокружности и размеры $BC = 3AC = 0,5$ м. (440)

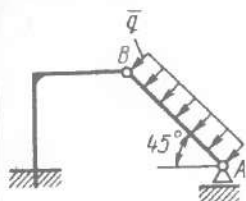


3.2.25

Пренебрегая весом конструкции, определить реакцию опоры A , если сила $F = 400$ Н, угол $\alpha = 45^\circ$. (283)

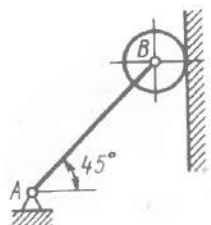
3.2.26

Стержень AB , длина которого 2 м, нагружен равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью $q = 100$ Н/м. Определить реакцию опоры A . (141)



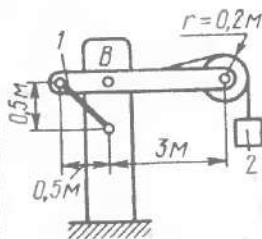
3.2.27

На конце однородного стержня AB весом 80 Н с помощью шарнира B установлен однородный диск весом 200 Н. Диск опирается на вертикальную гладкую стену. Определить силу воздействия диска на стену. (240)



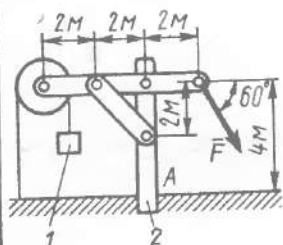
3.2.28

Определить усилие в стержне 1 в случае равновесия системы, если вес тела 2 равен 100 Н. Весом остальных частей конструкции пренебречь. (905)



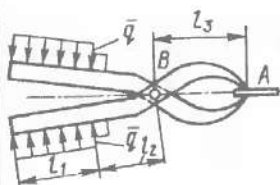
3.2.29

Определить в кН модуль силы \bar{F} , при которой момент в заделке A столба 2 равен нулю, если вес тела 1 равен 10 кН. Весом остальных элементов конструкции пренебречь. (21,4)



3.2.30

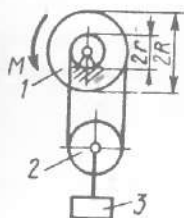
К щипцам приложена равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 5$ кН/м. Определить вертикальную составляющую силы в кН, действующей на сжимаемый предмет, если размеры $l_1 = 6$ см, $l_2 = 10$ см, $l_3 = 2$ см. (1,95)



3.3. Равновесие плоских механизмов под действием плоской системы сил

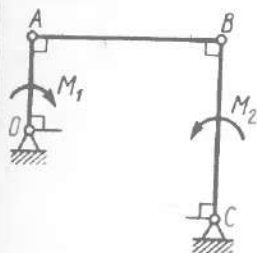
3.3.1

Укажите максимальное число независимых неизвестных для механизма, состоящего из двух тел и находящегося в равновесии под действием плоской системы сил? (6)



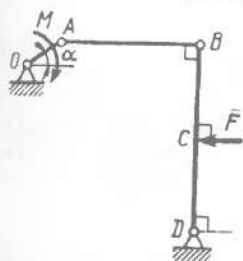
3.3.2

Определить момент M пары сил, который необходимо приложить к барабану 1 дифференциального ворота для равномерного подъема груза 3 весом $2 \cdot 10^3$ Н, если радиусы $R = 15$ см и $r = 10$ см. Весом блока 2 пренебречь. (50)



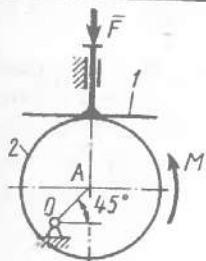
3.3.3

На звено BC шарнирного четырехзвенника действует пара сил с моментом $M_2 = 200$ Н·м. Определить момент M_1 пары сил, который надо приложить к кривошипу OA , для того чтобы механизм находился в равновесии, если длины звеньев $BC = 2OA = 400$ мм. (100)



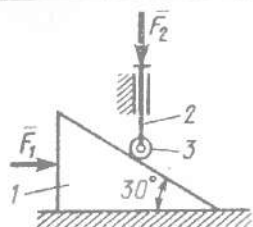
3.3.4

Шарнирный четырехзвенник, весом которого можно пренебречь, находится в равновесии. Определить силу F , если к кривошипу OA приложена пара сил с моментом $M = 10$ Н·м, а размеры $OA = 10$ см, $BC = CD$, угол $\alpha = 30^\circ$. (400)



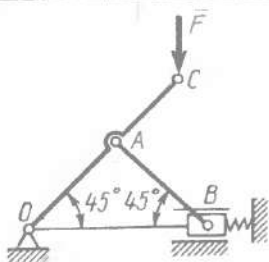
3.3.5

На толкатель 1 кулачкового механизма действует сила $F = 100$ Н. При каком моменте M пары сил, приложенных к кулачку 2, возможно равновесие механизма, если расстояние $OA = 10$ см. (7.07)



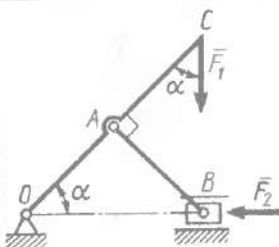
3.3.6

На призму I действует сила $F_1 = 100$ Н. Определить силу F_2 , которую необходимо приложить к стержню 2, шарнирно связанному с роликом 3, для равновесия системы. (173)



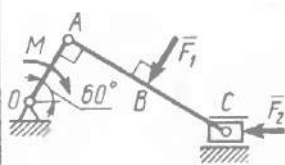
3.3.7

Определить силу упругости пружины в кН при равновесии механизма, если сила взаимного давления кривошипа OAC и шатуна AB в шарнире A равна 1 кН. (0,707)



3.3.8

Кривошипно-ползунный механизм находится в равновесии. Определить в кН силу взаимодействия кривошипа OAC и шатуна AB , если к точке C приложена вертикальная сила $F_1 = 1$ кН, размеры $OA = AC = 0,3$ м, угол $\alpha = 45^\circ$. (1,41)

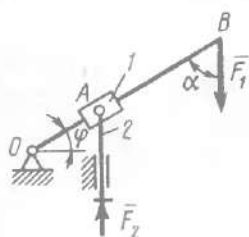


3.3.9

Кривошипно-ползунный механизм находится в состоянии равновесия под действием пары сил с моментом M , сил $F_1 = 200$ Н и $F_2 = 500$ Н. Определить силу воздействия поршня C , на направляющую, если расстояния $AB = BC = 30$ см. (404)

3.3.10

Кулисный механизм находится в равновесии под действием сил $F_1 = 1$ кН и F_2 . Определить в кН силу давления втулки I на вертикальный стержень 2, если углы $\varphi = 30^\circ$, $\alpha = 60^\circ$, длины $OA = 0,5$ м, $OB = 1,2$ м. (2,08)



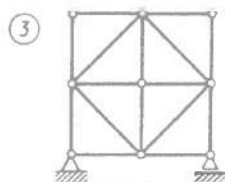
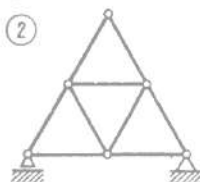
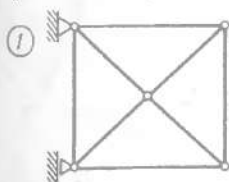
4.1. Статически определимые и статически неопределимые фермы. Ненагруженные стержни

4.1.1

В скольких шарнирах нужно соединить 29 стержней, чтобы построенная с их помощью конструкция была плоской, статически определимой фермой? (16)

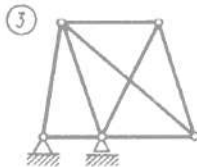
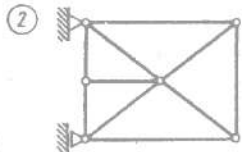
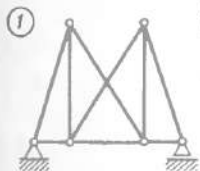
4.1.2

Которая из изображенных ферм является статически определимой? (2)



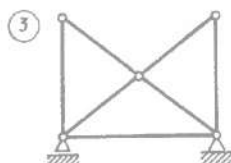
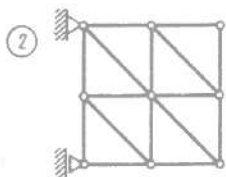
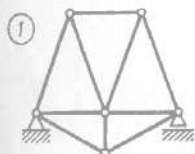
4.1.3

Которая из изображенных ферм является статически определимой? (1)



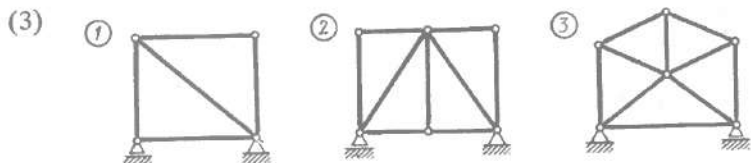
4.1.4

Которая из изображенных ферм является статически определимой? (3)



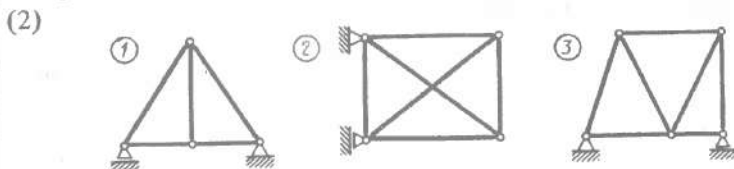
4.1.5

Которая из изображенных ферм является статически неопределимой?



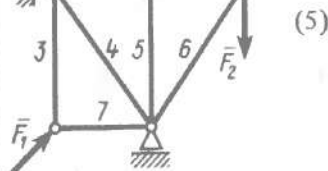
4.1.6

Которая из изображенных ферм является статически неопределимой?



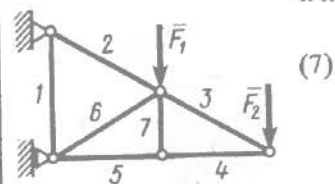
4.1.7

Который стержень фермы не нагружен?



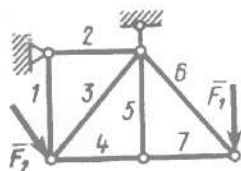
4.1.8

Который стержень фермы не нагружен?



4.1.9

Который стержень фермы не нагружен?

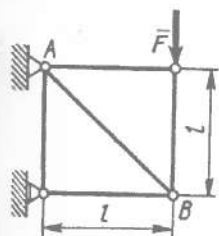


4.2. Способ вырезания узлов

4.2.1

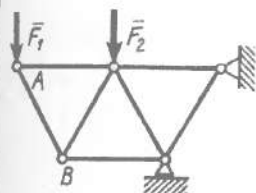
Каким может быть максимальное число неизвестных реакций связей, приложенных к вырезаемому узлу плоской фермы, при определении усилий в стержнях фермы способом вырезания узлов? (2)

4.2.2



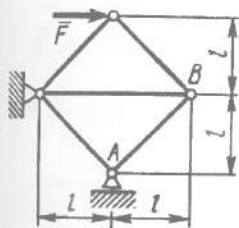
Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 600$ Н. (849)

4.2.3



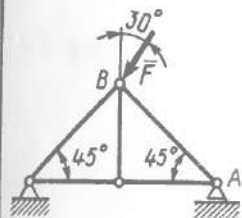
Ферма состоит из стержней одинаковой длины. Определить усилие в стержне AB . Силы $F_1 = 100$ Н, $F_2 = 200$ Н. (-115)

4.2.4

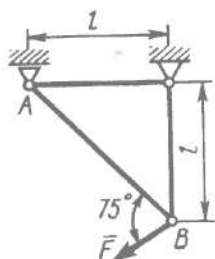


Определить усилие в стержне AB , если $l = 0,4$ м. Сила $F = 30$ Н. (-21,2)

4.2.5

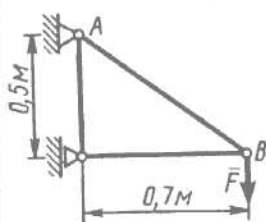


Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 40$ Н. (-10,4)



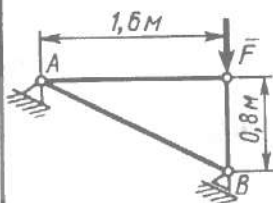
4.2.6

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 700$ Н. (-857)



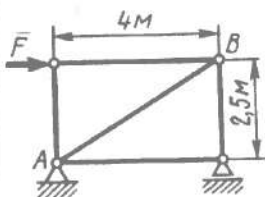
4.2.7

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 580$ Н. (998)



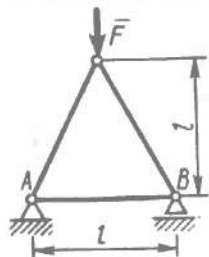
4.2.8

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 750$ Н. (335)



4.2.9

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 450$ Н. (531)

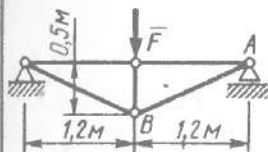


4.2.10

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 400$ Н. (100)

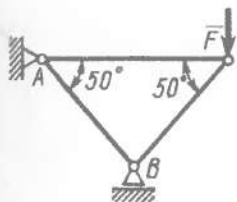
4.2.11

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 60$ Н. (78,0)



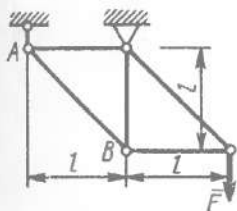
4.2.12

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 60$ Н. (-78,3)



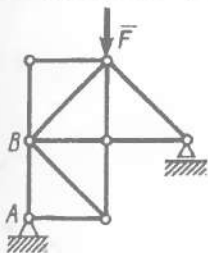
4.2.13

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 300$ Н. (-424)



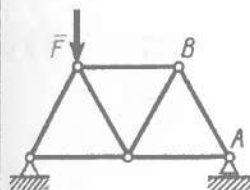
4.2.14

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 600$ Н, а длины всех горизонтальных и вертикальных стержней равны между собой. (-300)



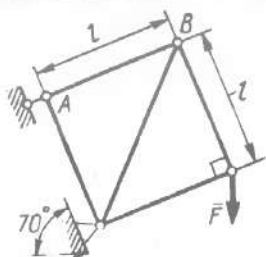
4.2.15

Определить усилие в стержне AB , если сила $F = 80$ Н, а длины всех стержней равны. (-23,1)



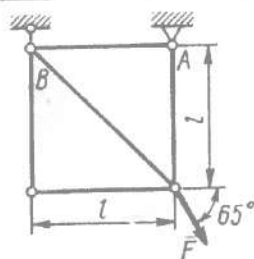
4.2.16

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 500$ Н. (470)



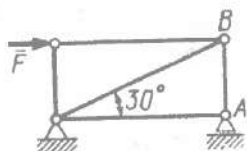
4.2.17

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 550$ Н. (232)



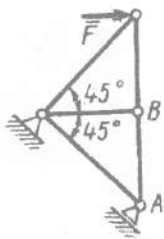
4.2.18

Определить усилие в стержне AB , если сила $F = 346$ Н. (-200)



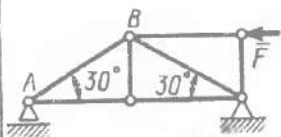
4.2.19

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 400$ Н. (-400)



4.2.20

Определить усилие в стержне AB , если сила $F = 346$ Н. (-200)



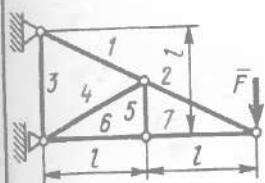
4.3. Способ сечений

4.3.1

Через какое максимальное число стержней, усилия в которых неизвестны, может проходить сечение при определении усилий в стержнях плоской фермы способом сечений? (3)

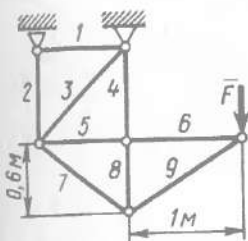
4.3.2

Определить усилие в стержне 6. Сила $F = 360 \text{ Н}$. (-720)



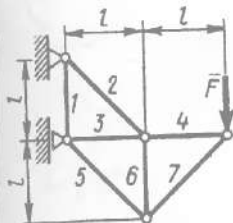
4.3.3

Определить усилие в стержне 5. Сила $F = 480 \text{ Н}$. (800)



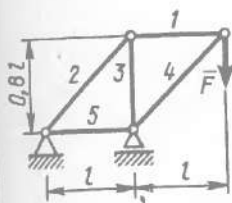
4.3.4

Определить усилие в стержне 3. Сила $F = 460 \text{ Н}$. (-460)

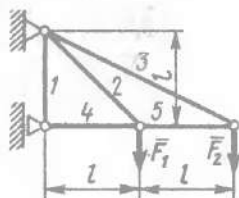


4.3.5

Определить усилие в стержне 3. Сила $F = 540 \text{ Н}$. (-540)

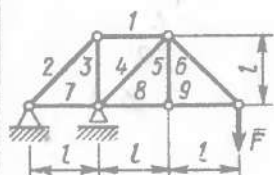


4.3.6



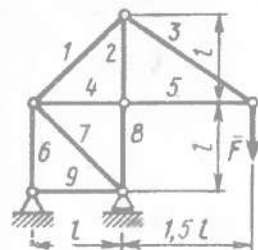
Определить усилие в стержне 2. Силы $F_1 = F_2 = 520$ Н. (735)

4.3.7



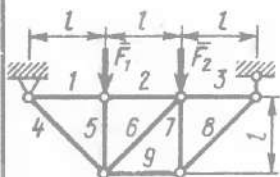
Определить усилие в стержне 4. Сила $F = 340$ Н. (-481)

4.3.8



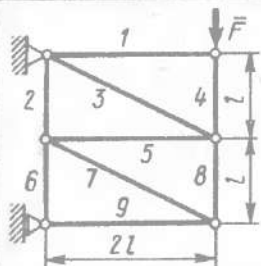
Определить усилие в стержне 1. Сила $F = 380$ Н. (806)

4.3.9



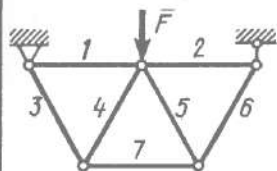
Определить усилие в стержне 6. Силы $F_1 = F_2 = 380$ Н. (0)

4.3.10



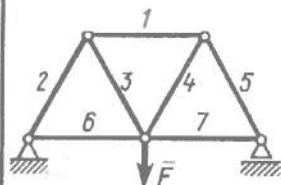
Определить усилие в стержне 8. Сила $F = 260$ Н. (-130)

4.3.11



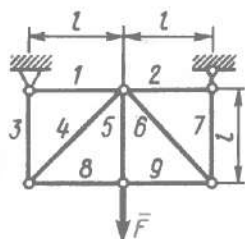
Определить усилие в стержне 5. Сила $F = 160$ Н. Длины всех стержней одинаковы. $(-92,4)$

4.3.12



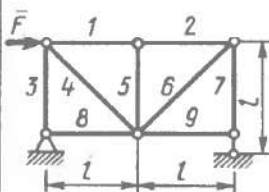
Определить усилие в стержне 1. Сила $F = 120$ Н. Длины всех стержней одинаковы. $(-69,3)$

4.3.13



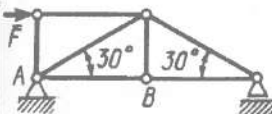
Определить усилие в стержне 6. Сила $F = 220$ Н. (-156)

4.3.14



Определить усилие в стержне 2. Сила $F = 180$ Н. (-90)

4.3.15



Определить усилие в стержне AB , если сила $F = 346$ Н. (173)

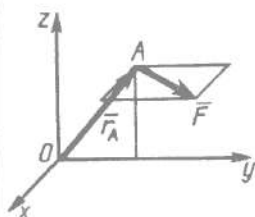
5.1. Момент силы относительно оси и точки

5.1.1

Определить модуль момента силы \vec{F} относительно точки O , если задано: $\vec{M}_O(\vec{F}) = \vec{i} - \vec{j} + 2\vec{k}$. (2,45)

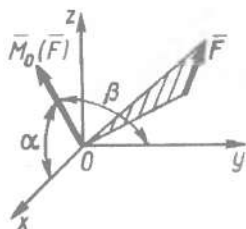
5.1.2

Положение точки A в пространстве определяется радиусом-вектором (м) $\vec{r}_A = 6\vec{j} + 8\vec{k}$. К точке A приложена сила (Н) $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$. Определить модуль момента этой силы относительно точки O . (43,9)



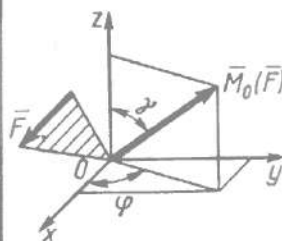
5.1.3

Момент силы \vec{F} относительно центра O равен $M_O(\vec{F}) = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и образует с осями Ox и Oy углы $\alpha = 120^\circ$ и $\beta = 120^\circ$. Определить момент этой силы относительно оси Ox . (-5)



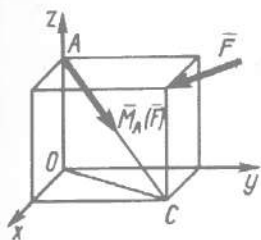
5.1.4

Момент силы \vec{F} относительно центра O равен $M_O(\vec{F}) = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и расположен в пространстве так, что углы $\gamma = 30^\circ$ и $\varphi = 30^\circ$. Определить момент этой силы относительно оси Oy . (25)



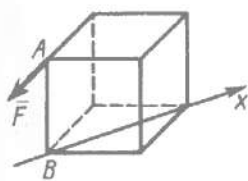
5.1.5

Момент силы \vec{F} относительно точки A по модулю равен $M_A(\vec{F}) = 50 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и направлен по диагонали AC параллелепипеда. Определить момент этой силы относительно оси Oz , если $OA = 0,3 \text{ м}$ и $AC = 0,5 \text{ м}$. (-30)



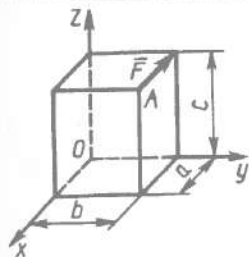
5.1.6

К точке A куба с ребром, равным 5 м , вдоль ребра приложена сила $F = 6 \text{ кН}$. Определить момент этой силы относительно оси Bx . (Рекомендуется сначала определить момент $\vec{M}_B(\vec{F})$, а затем спроецировать его на ось Bx .) ($2,12 \cdot 10^4$)



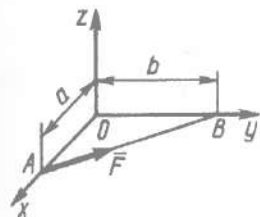
5.1.7

К точке A прямоугольного параллелепипеда приложена сила $F = 4 \text{ кН}$. Определить момент этой силы относительно оси Oy , если размеры $a = 10 \text{ м}$, $b = 6 \text{ м}$, $c = 20 \text{ м}$. (-8×10^4)



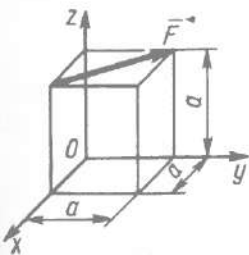
5.1.8

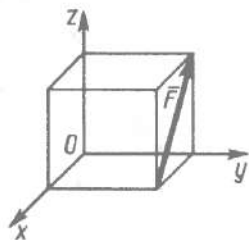
Определить момент силы \vec{F} относительно оси Ox , если сила $F = 20 \text{ Н}$ пересекает оси Ox и Oy на расстояниях $a = 2 \text{ м}$ и $b = 3 \text{ м}$. (0)



5.1.9

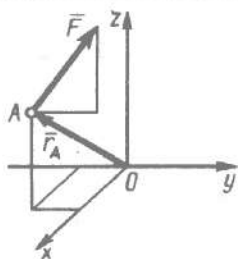
Определить момент силы \vec{F} относительно оси Ox , если ее значение $F = 16 \text{ Н}$, ребро куба $a = 0,75 \text{ м}$. ($-8,49$)





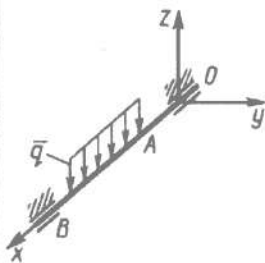
5.1.10

Определить момент силы \vec{F} относительно оси Oz , если значение ее равно 5 Н, а ребро куба равно 0,2 м. (0,707)



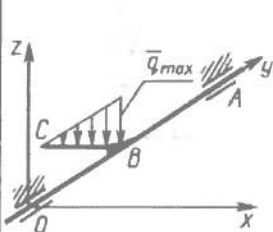
5.1.11

Сила (Н) $\vec{F} = 3\vec{j} + 4\vec{k}$. Радиус-вектор (м) точки ее приложения $\vec{r}_A = 3\vec{i} - \vec{j} + 2\vec{k}$. Определить момент этой силы относительно оси Oz . (9)



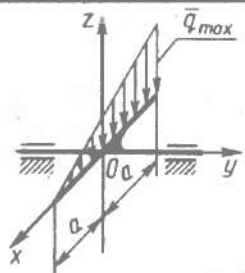
5.1.12

Определить момент распределенной нагрузки относительно оси Oy , если $\vec{q} \parallel Oz$. Дано: $q = 3$ Н/м, $OA = 2$ м, $AB = 3$ м. (31,5)



5.1.13

Определить момент распределенной нагрузки относительно оси Oy , если $\vec{q} \parallel Oz$; $q_{\max} = 1,6$ Н/м. Дано: $AB = BO = 6$ м, $BC = 3$ м; $BC \parallel Ox$. (-2,4)

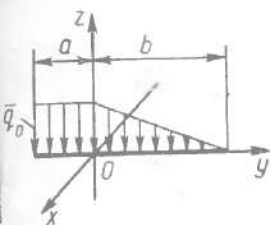


5.1.14

Определить момент распределенной нагрузки относительно оси Oy , если $q_{\max} = 10$ Н/м, $a = 3$ м. (-30)

5.1.15

Определить момент распределенной нагрузки относительно оси Ox , если $q_0 = 200 \text{ Н/м}$, $a = 3 \text{ м}$ и $b = 6 \text{ м}$. (-300)



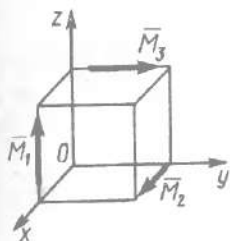
5.2. Пары сил, расположенные в пространстве

5.2.1

Определить модуль момента равнодействующей пары сил для системы двух пар сил с моментами \vec{M}_1 и \vec{M}_2 , если даны проекции моментов $M_{1x} = 9 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_{1y} = 9 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_{1z} = 0$; $M_{2x} = 5 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_{2y} = -5 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_{2z} = 0$. ($14,6$)

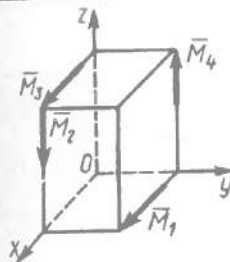
5.2.2

На куб действуют три пары сил с моментами $M_1 = M_2 = M_3 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить модуль момента равнодействующей пары сил. ($3,46$)



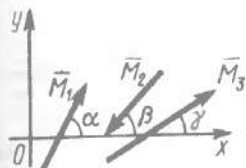
5.2.3

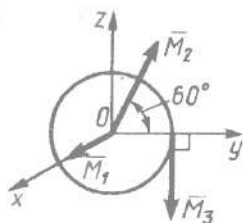
К параллелепипеду приложены четыре пары сил с моментами $M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить модуль момента равнодействующей пары сил. (200)



5.2.4

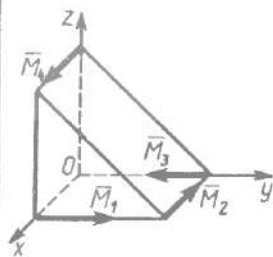
Пространственная система трех пар сил задана моментами $M_1 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_2 = 1,41 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_3 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$, векторы которых расположены в плоскости Oxy под углами $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 45^\circ$ и $\gamma = 30^\circ$. Определить модуль момента уравновешивающей пары сил. ($2,45$)





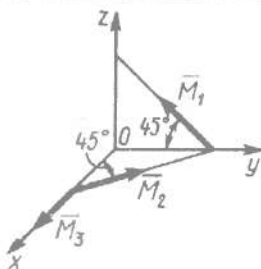
5.2.5

Определить модуль момента равнодействующей пары сил для системы трех пар сил с моментами $M_1 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_2 = M_3 = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Векторы \vec{M}_2 и \vec{M}_3 расположены в плоскости Oyz , а $\vec{M}_1 \parallel Ox$. (2,53)



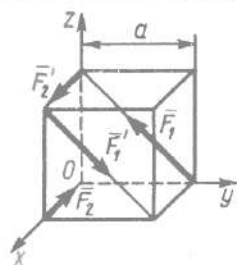
5.2.6

Определить модуль момента уравновешивающей пары сил для пространственной системы четырех пар сил, если $M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (0)



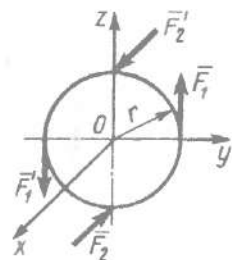
5.2.7

Определить модуль момента равнодействующей пары сил для системы пар сил с моментами $M_1 = M_2 = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_3 = 0,707 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (0,707)



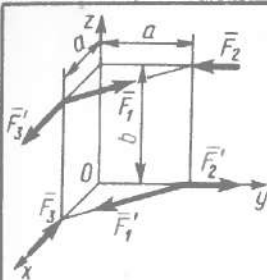
5.2.8

На куб со стороной $a = 0,1 \text{ м}$ действуют пары сил (\vec{F}_1, \vec{F}_1') и (\vec{F}_2, \vec{F}_2') . Определить модуль момента равнодействующей пары сил, если силы $F_1 = F_1' = 10 \text{ Н}$ и $F_2 = F_2' = 50 \text{ Н}$. (5,75)



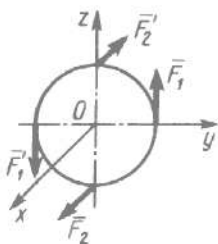
5.2.9

На диск радиуса $r = 0,5 \text{ м}$ действуют пары сил (\vec{F}_1, \vec{F}_1') и (\vec{F}_2, \vec{F}_2') . Причем $\vec{F}_1' \parallel Oz$, $\vec{F}_2 \parallel Ox$. Модули всех сил равны 2 Н . Определить модуль момента равнодействующей пары сил. (2,83)



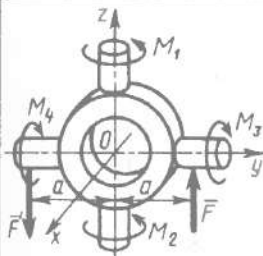
5.2.10

Определить модуль момента уравновешивающей пары сил, если $F_1 = F_1' = 1$ Н, $F_2 = F_2' = 2$ Н и $F_3 = F_3' = 1,5$ Н, причем $a = 1$ м и $b = 1,2$ м. (1,82)



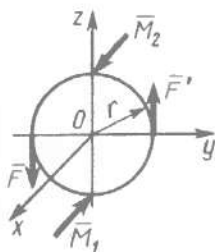
5.2.11

На диск действуют пары сил (\vec{F}_1, \vec{F}_1') и (\vec{F}_2, \vec{F}_2') , причем $\vec{F}_1 \parallel Oz$, $\vec{F}_2 \parallel Ox$. Модули всех сил равны. Определить, какой угол в градусах образует вектор момента равнодействующей пары сил с осью Ox . (45)



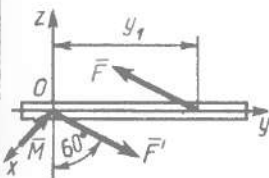
5.2.12

Определить модуль момента равнодействующей пары сил для данной системы пар сил, если расстояние $a = 0,05$ м, моменты пар сил $M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = 5$ Н·м, пара сил (\vec{F}, \vec{F}') действует в плоскости Oyz , причем $\vec{F} \parallel Oz$, $\vec{F}' \parallel Ox$, а силы $F = F' = 100$ Н. (17,3)



5.2.13

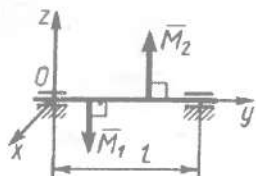
Две пары сил с моментами $M_1 = 24$ Н·м и $M_2 = 12$ Н·м уравновешены третьей парой сил (\vec{F}, \vec{F}') , действующей в плоскости Oyz . Векторы \vec{M}_1 и \vec{M}_2 параллельны оси Ox . Определить модуль силы \vec{F} , если радиус $r = 1$ м. (6)



5.2.14

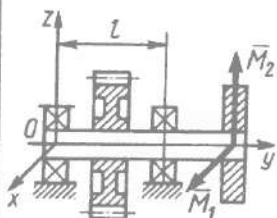
Пара сил с моментом $M = 8$ Н·м уравновешена парой (\vec{F}, \vec{F}') с силами $F = F' = 24$ Н, действующими в плоскости Oyz . Определить координату y_1 точки приложения силы \vec{F} . (0,667)

5.2.15



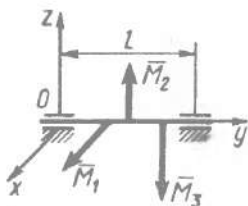
Вал нагружен парами сил с моментами $M_1 = 260 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_2 = 325 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Векторы \vec{M}_1 и \vec{M}_2 расположены в плоскости Oyz . Определить модуль реакции подшипника O , если размер $l = 0,125 \text{ м}$. (520)

5.2.16



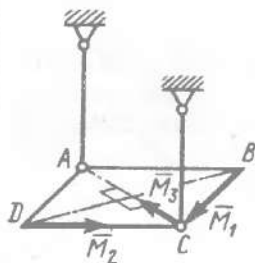
Фланец вала шестерни нагружен двумя парами сил с моментами $M_1 = 4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_2 = 5 \text{ Н} \cdot \text{м}$, причем векторы $\vec{M}_1 \parallel Ox$ и $\vec{M}_2 \parallel Oz$. Определить модуль реакции подшипника O , если размер $l = 0,1 \text{ м}$. (64,0)

5.2.17



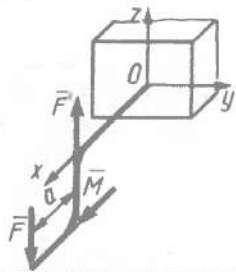
Вал нагружен парами сил с моментами $M_1 = 4 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_2 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_3 = 5 \text{ Н} \cdot \text{м}$, причем векторы $\vec{M}_1 \parallel Ox$, $\vec{M}_2 \parallel Oz$, $\vec{M}_3 \parallel Oz$. Определить модуль реакции подшипника O , если размер $l = 0,1 \text{ м}$. (50)

5.2.18



Однородная квадратная платформа $ABCD$ закреплена горизонтально в двух шарнирно опертых вертикальных стержнях и нагружена парами сил с моментами $M_1 = 3,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_2 = 2,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и \vec{M}_3 . Для случая равновесия определить момент M_3 . (Использовать сумму проекций моментов на ось AC .) (4,03)

5.2.19



Определить модуль момента \vec{M}_O реакции пары сил в консольной заделке O , если на систему действуют пара сил с моментом $M = 3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и пара сил $F = F' = 4 \text{ Н}$, $a = 1 \text{ м}$ и $\vec{M} \parallel Ox$, $\vec{F} \parallel \vec{F}' \parallel Oz$. (5)

5.3. Главный момент произвольной пространственной системы сил

5.3.1

Определить модуль главного момента системы сил относительно центра O , если известны его проекции на оси декартовой системы координат: $M_x = -20 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_y = 12 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_z = 0$. (23,3)

5.3.2

Момент \vec{M}_O некоторой силы относительно начала декартовой системы координат определяется формулой: $\vec{M}_O = 2\vec{i} + 1,73\vec{j} + 3\vec{k}$. Определить направляющий косинус угла между вектором \vec{M}_O и осью Ox . (0,5)

5.3.3

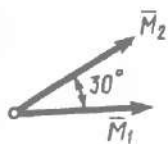
К телу приложена сила, момент которой относительно начала координат $M_O = 170 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить в градусах угол β между вектором момента \vec{M}_O и осью Oy , если его проекция на эту ось $M_y = 85 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (60)

5.3.4

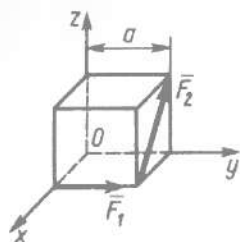
Проекции момента силы на оси декартовой системы координат равны: $M_x = 12 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_y = 14 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_z = 9 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить косинус угла между вектором момента силы относительно центра O и осью Oz . (0,439)

5.3.5

Определить модуль главного момента двух пар сил, заданных векторами моментов, модули которых $M_1 = 29 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $M_2 = 14 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (41,7)

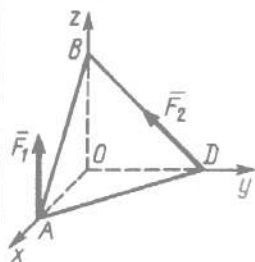


5.3.6



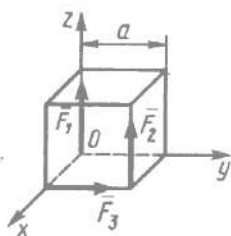
На куб с ребром $a = 4$ м действуют две силы: $F_1 = 8$ Н и $F_2 = 16$ Н. Определить модуль главного момента, выбрав за центр приведения точку O . (100)

5.3.7



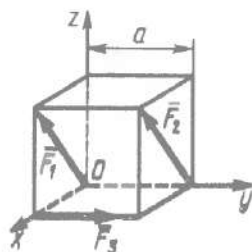
К тетраэдру приложены вертикальная сила $F_1 = 2,0$ Н и сила $F_2 = 8,6$ Н. Определить главный момент указанной системы сил, приняв за центр приведения точку O , если $OA = OB = OD = 5$ м. (32)

5.3.8



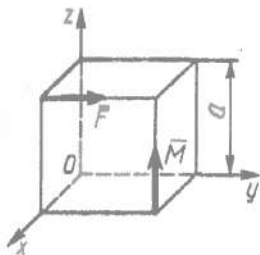
На куб с ребром $a = 0,9$ м действуют три силы. Определить модуль главного момента этих сил, если $F_1 = F_2 = F_3 = 8$ Н. За центр приведения выбрать точку O . (12,5)

5.3.9

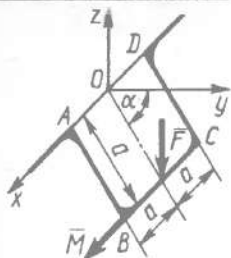


На куб с ребром $a = 0,8$ м действуют силы $F_1 = F_2 = 6$ Н и $F_3 = 3$ Н. Определить модуль главного момента этих сил, выбрав за центр приведения точку O . (3,54)

5.3.10

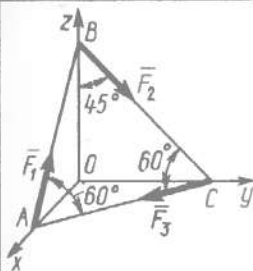


На куб с ребром $a = 2$ м действует сила $F = 0,5$ кН и пара сил с моментом $M = 5$ кН·м. Определить главный момент в кН·м данной системы сил, приняв за центр приведения точку O . (6,08)



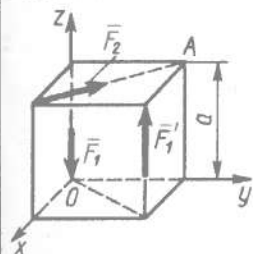
5.3.11

К раме $ABCD$ приложена сила $\vec{F} \parallel Oz$ и пара сил с моментом $\vec{M} \parallel Ox$. Определить модуль главного момента, приняв за центр приведения точку A , если сила $F = 100$ Н, момент пары $M = 50$ Н·м, размер $a = 1$ м и угол $\alpha = 60^\circ$. (100)



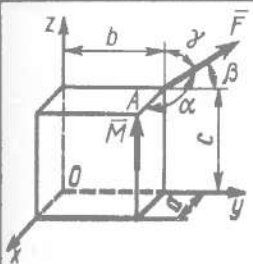
5.3.12

Тетраэдр $OABC$ находится под действием сил $F_1 = F_2 = F_3 = 10$ Н. Приняв за центр приведения точку B , определить модуль главного момента этих сил, если длина ребер $AB = BC = AC = 2$ м. (17,3)



5.3.13

К кубу с ребром $a = 1,5$ м приложена сила $F_2 = 50$ Н и пара сил $F_1 = F'_1 = 45$ Н. Приняв за центр приведения вершину A куба, определить модуль главного момента системы сил. (95,5)



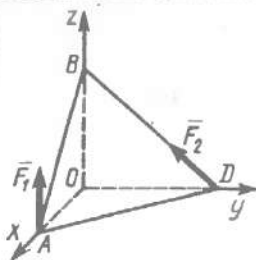
5.3.14

В центре приведения A определить модуль главного момента от пары сил с моментом $M = 13$ Н·м и силы $F = 26$ Н, если $\beta = \gamma = 60^\circ$ и $b = 2a = c = 2$ м. (13)

5.4. Приведение произвольной системы сил к данному центру и к простейшему виду

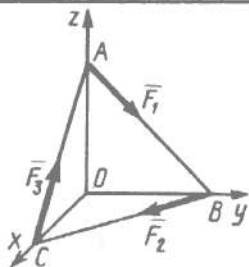
5.4.1

Приводится (да) или не приводится (нет) система сил к равнодействующей силе, если дано: главный вектор $\vec{R} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$; главный момент относительно начала координат $\vec{M}_O = 8\vec{j} + 10\vec{k}$. (Нет)



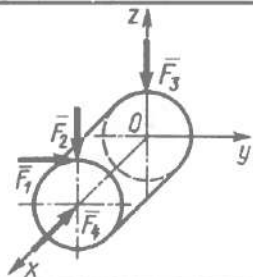
5.4.2

К вершине A тетраэдра $OABD$ приложена сила $F_1 = 2$ Н, параллельная оси Oz , а к вершине D – сила $F_2 = 8,6$ Н. Определить главный вектор указанной системы сил, если расстояния $OA = OB = OD = 5$ м. (10,1)



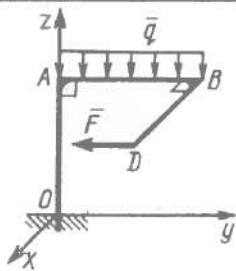
5.4.3

Определить главный вектор системы трех сил $F_1 = F_2 = F_3 = 1$ Н, направленных по сторонам треугольника ABC , если $AB = BC = AC = 0,5$ м. (0)



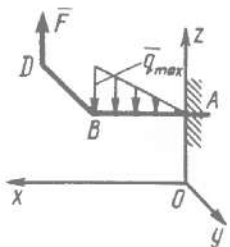
5.4.4

Определить модуль главного вектора системы четырех сил, действующих на цилиндр, если сила $F_1 = F_2 = 5$ Н, а сила $F_3 = F_4 = 3$ Н. (9,90)



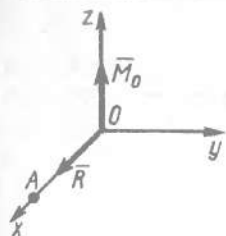
5.4.5

На участке AB фигурной балки действует распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ кН/м. К точке D приложена сила $F = 4$ кН. Определить главный вектор данной системы сил, если $AB = 1,5$ м. ($5 \cdot 10^3$)



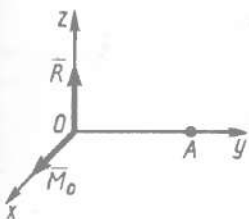
5.4.6

На участке $AB \parallel Ox$ изогнутой балки ABD действует распределенная нагрузка интенсивностью $q_{\max} = 20$ Н/м. К точке D балки приложена сила $F = 10$ Н. Определить главный вектор данной системы сил, если $AB = 3$ м, а $BD \perp AB$ и $BD \parallel Oy$. (20)



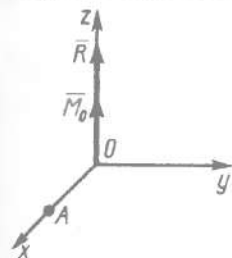
5.4.7

В центре приведения O главный вектор $R = 5$ Н и главный момент $M_O = 25$ Н·м. Определить значение главного момента в центре приведения A , если $OA = 1$ м. (25)



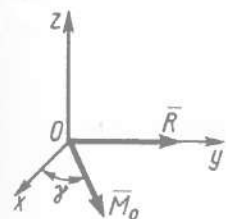
5.4.8

При приведении системы сил к центру O получены главный вектор $R = 10$ Н и главный момент $M_O = 20$ Н·м. Определить модуль главного момента в центре приведения A , если расстояние $OA = 2$ м. (0)



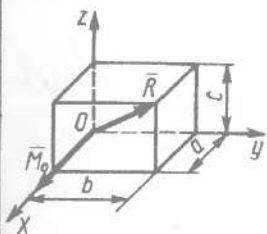
5.4.9

В начале координат главный вектор \bar{R} и главный момент \bar{M}_O образуют динаму. Определить модуль главного момента в точке A на оси Ox , если $R = 30$ Н, $M_O = 40$ Н·м и $OA = 1$ м. (50)



5.4.10

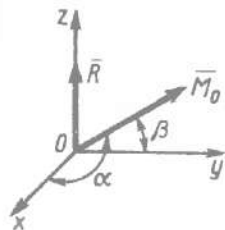
В центре приведения O главный вектор \bar{R} и главный момент \bar{M}_O расположены в плоскости Oxy . Определить скалярное произведение векторов \bar{R} и \bar{M}_O , если дано: $R = 9$ Н, $M_O = 12$ Н·м и угол $\gamma = 30^\circ$. (54)



5.4.11

Главный вектор \bar{R} направлен по диагонали параллелепипеда ($a = 5$ м, $b = 4$ м, $c = 3$ м), а главный момент $\bar{M}_O \parallel Ox$. Определить скалярное произведение векторов \bar{R} и \bar{M}_O , если $|\bar{R}| = 1$ Н и $|\bar{M}_O| = 1$ Н·м. (0,707)

5.4.12



Главный вектор \vec{R} направлен вдоль оси Oz , а главный момент \vec{M}_O образует с осями Ox и Oy углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Определить скалярное произведение $\vec{R} \cdot \vec{M}_O$, если $R = 1$ Н и $M_O = 6$ Н·м. (3)

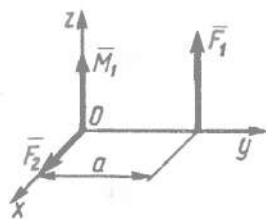
5.4.13

Вычислить скалярное произведение главного вектора \vec{R} и главного момента \vec{M}_O системы сил, если известны их проекции на оси декартовой системы координат: $R_x = 1$ Н, $R_y = 3$ Н, $R_z = 0$, $M_x = 5$ Н·м, $M_y = 4$ Н·м, $M_z = 1$ Н·м. (17)

5.4.14

Приводится (да) или не приводится (нет) к равнодействующей система сил, для которой главный вектор $\vec{R} = 3\vec{i} + 10\vec{j} + 7\vec{k}$ и главный момент относительно центра $A \vec{M}_A = 7\vec{i} - 3\vec{k}$. (Да)

5.4.15



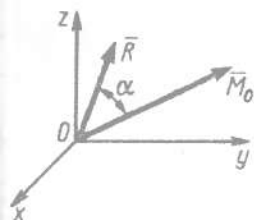
Определить угол между главным вектором и моментом данной системы сил, принимая за центр приведения точку O , если расстояние $a = 1$ м, момент пары сил $M_1 = 1$ Н·м, сила $F_1 = F_2 = 1$ Н. (0)

5.4.16

Определить угол α в градусах между главным вектором \vec{R} и главным моментом \vec{M}_O , если $R = 15$ Н, $M_O = 20$ Н·м, а скалярное произведение $\vec{R} \cdot \vec{M}_O = 150$ Н²·м. (60)

5.4.17

В центре приведения O главный вектор $R = 15$ Н и главный момент $M_O = 60$ Н·м образуют угол $\alpha = 60^\circ$. Определить момент динамы. (30)



5.4.18

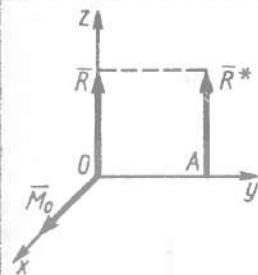
В центре приведения O скалярное произведение главного вектора \bar{R} и главного момента \bar{M}_O равно 240 Н²·м. Определить момент динамы, если модуль $R = 40$ Н. (6)

5.4.19

Определить момент динамы, если главный вектор $\bar{R} = 4\bar{j} + 3\bar{k}$, а главный момент $\bar{M}_O = 6\bar{i} + 5\bar{j} - 5\bar{k}$. (1)

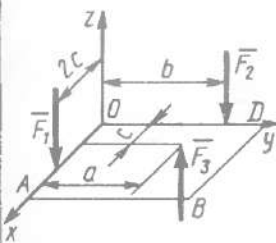
5.4.20

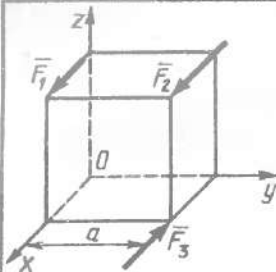
На каком расстоянии OA от точки O расположена равнодействующая \bar{R}^* системы сил, если главный вектор $R = 8$ Н и главный момент $M_O = 26$ Н·м взаимно перпендикулярны. (3,25)



5.4.21

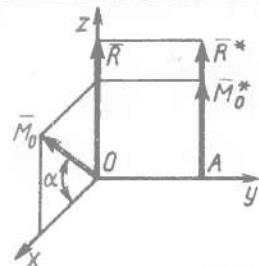
Главный вектор \bar{R} и главный момент \bar{M}_O системы сил расположены в плоскости Oxz . Определить расстояние OA до оси динамы, если известны $R = 6$ Н, $M_O = 7,2$ Н·м и угол $\alpha = 60^\circ$. (0,6)





5.4.22

Определить модуль силы \vec{F}_3 , при которой система сил, приложенная к кубу, приводится к паре сил, если дано $F_2 = 2F_1 = 10$ Н, $a = 1$ м. (15)



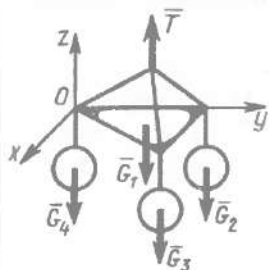
5.4.23

К невесомой пластине $OABD$ приложены силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 , которые параллельны оси Oz , причем сила $F_3 = 2F_1 = 2F_2 = 2$ Н. Определить расстояние, при котором возможно равновесие системы сил, если расстояния $b = 2$ м, $c = 1$ м. (1)

5.5. Равновесие пространственной системы параллельных сил

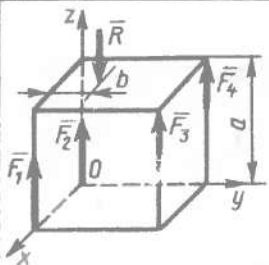
5.5.1

К телу приложены четыре силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 , параллельные оси Ox . Определить при равновесии значение силы \vec{F}_4 , если силы (Н): $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = -5\vec{i}$ и $\vec{F}_3 = \vec{i}$ (8)



5.5.2

Определить натяжение каната \vec{T} в кН, если к нему прикреплена треугольная платформа весом $G_1 = 0,5$ кН с грузами $G_2 = 10$ кН, $G_3 = 6$ кН и $G_4 = 8$ кН. (24,5)

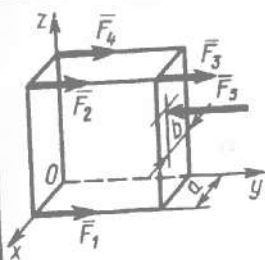


5.5.3

К кубу приложены силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 , которые уравновешены силой \vec{R} . Определить расстояние b силы \vec{R} от плоскости Oxz , если ребро куба $a = 1$ м, $F_1 = F_2 = 15$ Н, $F_3 = F_4 = 5$ Н и $R = 40$ Н. (0,25)

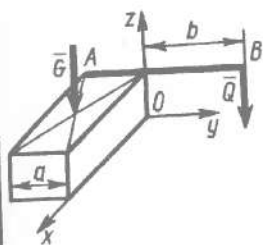
5.5.4

К параллелепипеду параллельно оси Oy приложена уравновешенная система сил $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 10$ Н и $F_5 = 40$ Н. Определить расстояние b силы F_5 от плоскости Oyz , если ребро $a = 0,4$ м. (0,3)



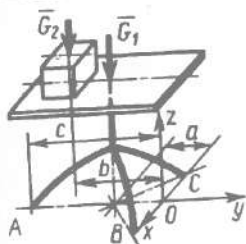
5.5.5

К фундаменту весом $G = 100$ кН прикреплена консольная балка $AB \parallel Oy$. Определить в кН минимальную силу $Q \parallel Oz$, под действием которой фундамент опрокинется вокруг ребра Ox , если его ширина $a = 0,5$ м, вылет балки $b = 5$ м. Весом балки пренебречь. (5)



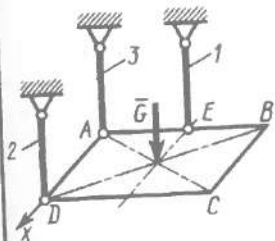
5.5.6

На треноге $AB = BC = AC$ покоится горизонтальная платформа с грузом $G_2 = 50$ Н. Вес треноги и платформы $G_1 = 500$ Н. Векторы сил G_1, G_2 и точка A находятся в одной вертикальной плоскости. Определить реакцию в точке A , если расстояния $a = 0,5$ м, $b = 1$ м и $c = 1,5$ м. (200)



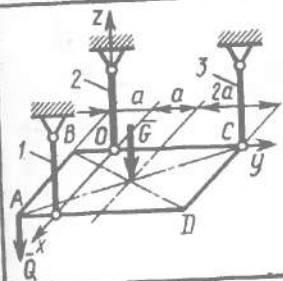
5.5.7

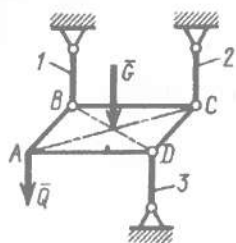
Горизонтальная однородная квадратная плита $ABCD$ весом $G = 500$ Н подвешена в точках A, D, E к трем вертикальным стержням 1, 2, 3. Определить усилие в стержне 1, если $AD = 2AE$. (500)



5.5.8

Однородная квадратная плита $ABCD$ закреплена в горизонтальном положении с помощью трех вертикальных стержней 1, 2 и 3. Определить силу Q , которую следует приложить в точке A , чтобы стержень 3 не испытывал нагрузки, если $G = 100$ Н, $a = 1$ м. (100)



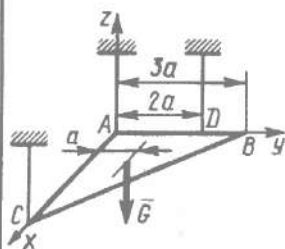


5.5.9

Квадратная пластина $ABCD$ весом $G = 115$ Н в горизонтальном положении закреплена шарнирно в трех вертикальных стержнях 1, 2 и 3. В точке A приложена вертикальная сила $Q = 185$ Н. Из уравнения равновесия моментов сил относительно оси BD определить усилие в стержне 2. (-185)

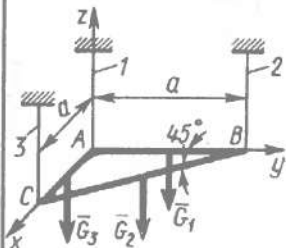
5.5.10

Однородная пластина весом $G = 500$ Н в форме прямоугольного треугольника ABC в горизонтальном положении висит на трех веревках, закрепленных в точках A , C и D . Определить натяжение веревки, привязанной в точке D , если расстояние $a = 1$ м. (250)



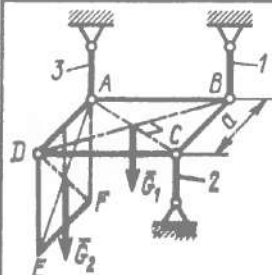
5.5.11

Однородная треугольная сварная рама ABC в горизонтальном положении удерживается тремя вертикальными тросами 1, 2 и 3. Определить натяжение троса 3, если вес частей рамы $G_1 = G_3 = 101$ Н, $G_2 = 143$ Н. (122)



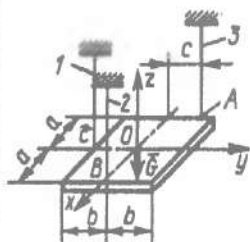
5.5.12

Пластинка $ABCD$ закреплена в горизонтальном положении с помощью шарниров и трех стержней 1, 2 и 3. Вес пластинки $G_1 = 10$ Н. В точках A и D к пластинке шарнирно подвешена вторая пластинка шириной $EF = AD$ и весом $G_2 = 8$ Н. Определить усилие в стержне 1, если расстояние $a = 0,4$ м. (-4)

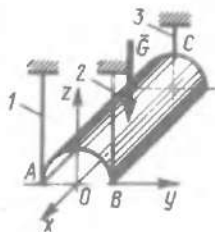


5.5.13

Прямоугольная однородная пластинка закреплена горизонтально с помощью трех нитей 1, 2 и 3, закрепленных в точках A , B и C . Определить расстояние c расположения точки A от оси симметрии, при котором нити будут натянуты одинаково, если вес пластинки $G = 3$ Н, расстояния $a = 0,2$ м и $b = 0,1$ м. (0,1)

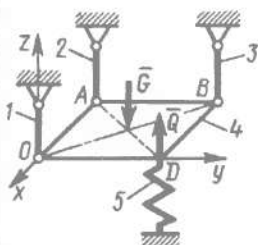


5.5.14



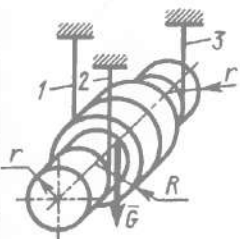
Однородная оболочка весом $G = 40$ кН в виде полуцилиндра радиуса R висит на трех вертикальных тросах 1, 2 и 3, закрепленных в точках A , B и C . Определить в кН реакцию в тросе 1, если известно, что реакция в тросе 3 равна 20 кН. (10)

5.5.15



На трех вертикальных стержнях 1, 2 и 3 шарнирно закреплена горизонтальная прямоугольная платформа 4 с размерами $OA = 1,5 AB$ и весом $G = 1$ кН. В точке D на платформу давит пружина 5 с силой $Q = 0,5$ кН. Определить в кН реакцию в стержне 2. (0,5)

5.5.16



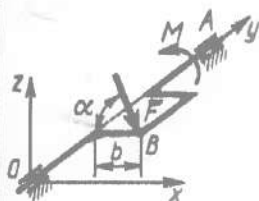
Вал весом $G = 6$ кН удерживается в горизонтальном положении вертикальными тросами 1, 2 и 3, намотанными на цилиндрические части вала, радиусы которых $r = 0,1$ м и $R = 0,14$ м. Зная, что натяжения тросов 2 и 3 $T_2 = T_3 = 1,75$ кН, определить натяжение троса 1. ($2,5 \cdot 10^3$)

5.6. Равновесие произвольной пространственной системы сил

5.6.1

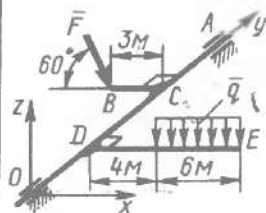
Сколько уравнений равновесия имеет произвольная пространственная система сил? (6)

5.6.2



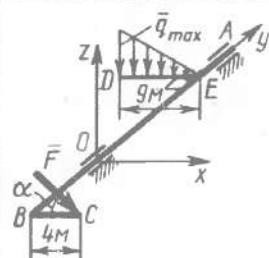
К коленчатому валу OA в точке B под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту приложена сила $F = 10$ Н, которая уравнивается парой сил с моментом M . Определить модуль момента, если сила $\vec{F} \parallel Ox$ и $b = 0,9$ м. (7,79)

5.6.3



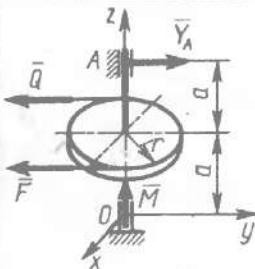
К валу OA под прямым углом прикреплены стержни BC и DE . К стержню DE приложена распределенная нагрузка $q = 0,5$ Н/м. Определить модуль силы \vec{F} , уравнивающей данную нагрузку, если $\vec{F} \parallel Oyz$. (8,08)

5.6.4



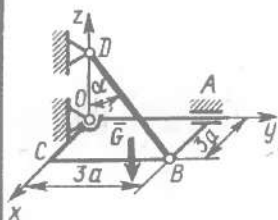
К валу AOB под прямым углом прикреплены стержень DE , несущий распределенную нагрузку $q_{\max} = 0,5$ Н/м, и стержень BC . Нагрузка уравнивается силой $\vec{F} \parallel Oyz$, приложенной к точке C под углом $\alpha = 30^\circ$. Определить модуль этой силы. (6,75)

5.6.5



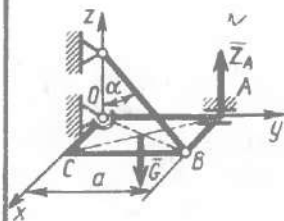
Сила $F = 2Q = 120$ Н, приложенная к шкиву, уравнивается парой сил с моментом $M = 18$ Н·м. Составив уравнение моментов сил относительно оси Ox , определить реакцию \bar{Y}_A подшипника A , если радиус шкива $r = 0,3$ м, $a = 0,3$ м и сила $\vec{F} \parallel \vec{Q} \parallel Oy$. (90)

5.6.6



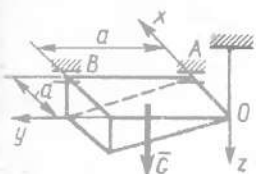
Однородная плита $OABC$ весом $G = 30$ Н удерживается в горизонтальном положении шарнирами O , A и тросом BD . Определить натяжение троса, если $a = 2$ м и угол $\alpha = 60^\circ$. (30)

5.6.7



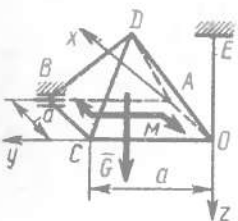
Однородная квадратная рама $OABC$ со стороной $a = 0,5$ м и весом $G = 140$ Н под действием наложенных связей удерживается в горизонтальном положении. Составить уравнение моментов сил относительно линии OB и определить реакцию \bar{Z}_A шарнира A , если угол $\alpha = 60^\circ$. (0)

5.6.8



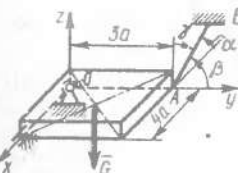
Однородное тело весом $G = 60$ Н под действием наложенных связей находится в равновесии. Составив уравнение моментов сил относительно оси Ox , определить вертикальную составляющую реакции шарнира B , если размер $a = 0,1$ м. (40)

5.6.9



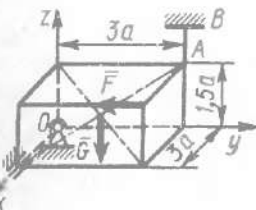
Однородная пирамида $OABCD$ весом $G = 60$ Н под действием пары сил с моментом $M = 150$ Н·м и наложенных связей находится в равновесии. Определить составляющую реакции шарнира B , параллельную оси Ox , если размер $a = 3$ м, а пара сил лежит в плоскости Oxy . (50)

5.6.10



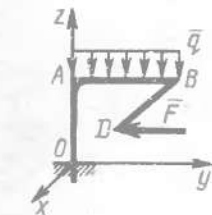
Однородная плита весом $G = 400$ Н под действием наложенных связей находится в равновесии. Составив уравнение моментов относительно оси Ox , определить натяжение троса AB , если $a = 20$ см и углы $\alpha = 61^\circ$, $\beta = 44^\circ$, $\gamma = 60^\circ$. (400)

5.6.11



Тело весом $G = 11$ кН под действием наложенных связей и приложенной силы $F = 3$ кН находится в равновесии. Составить уравнение моментов сил относительно оси Ox , затем определить натяжение троса AB , если размер $a = 0,2$ м. ($4 \cdot 10^3$)

5.6.12



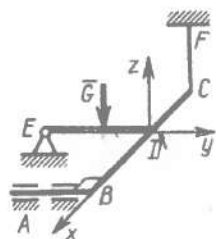
Фигурная балка $OABD$ находится в равновесии. Определить составляющую в тоннах реакции заделки вдоль оси Oz , если дано: $OA = 1,7$ м, $AB = 2$ м, $BD = 3,4$ м, $BD \parallel Ox$, сила $F = 1$ т и интенсивность распределенной нагрузки $q = 2$ т/м. (4)

5.7. Равновесие системы тел под действием пространственной системы сил

5.7.1

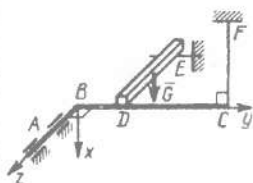
Сколько независимых уравнений равновесия имеет система двух сочлененных тел в пространстве? (12)

5.7.2



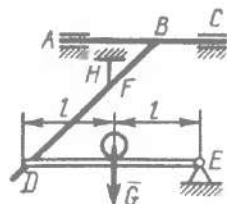
Однородный горизонтальный стержень DE , вес которого $G = 3$ кН, в точке D опирается на горизонтальный изогнутый стержень ABC , удерживаемый вертикальным тросом CF . Определить натяжение троса в кН, если $BD = 2 DC$. (1)

5.7.3



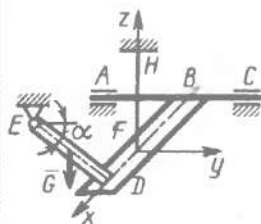
Однородная горизонтальная балка DE , вес которой $G = 6$ кН, в точке D опирается на горизонтальный изогнутый стержень ABC , удерживаемый вертикальным тросом CF . Определить расстояние CD , при котором натяжение троса CF будет равно 1 кН, если расстояние $BD = 1$ м. (2)

5.7.4



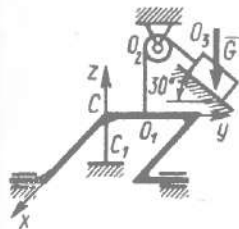
Однородная горизонтальная балка DE , на которой установлен груз весом $G = 800$ Н, в точке D опирается на горизонтальную стержневую конструкцию $ABCD$, удерживаемую вертикальным тросом FH . Определить реакцию подшипника A , если расстояния $DF = 2 FB$, $AB = BC$. (400)

5.7.5



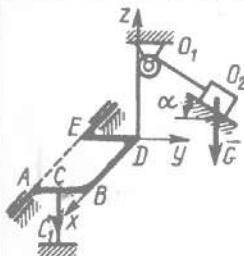
Однородная балка DE весом 4 кН, расположенная в вертикальной плоскости, в точке D опирается на горизонтальную гладкую пластину, которая прикреплена к оси AC . Определить натяжение троса FH в кН, если $FB = 2 DF$, $AC \perp BD$, $ED \perp DB$. (3)

5.7.6



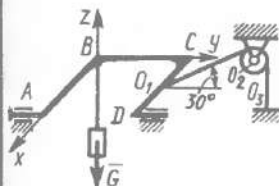
Определить натяжение в кН вертикального троса CC_1 , если плоскость Cxy горизонтальна, плоскость $O_1 O_2 O_3$ совпадает с плоскостью Cyz , вес груза $G = 10$ кН. (5)

5.7.7



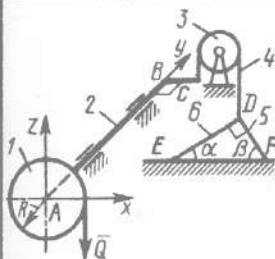
Определить вес груза G в кН, если натяжение вертикального троса CC_1 равно 20 кН, угол $\alpha = 30^\circ$. Плоскость изогнутого стержня $ABDE$ горизонтальна, плоскость $DO_1 O_2$ вертикальна, размеры $AC = BC$. (20)

5.7.8



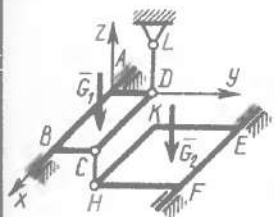
Определить реакцию шарнира O_2 в кН, если плоскость изогнутого стержня $ABCD$ горизонтальна, плоскость $O_1 O_2 O_3$ параллельна плоскости Buz , вес груза $G = 2,5$ кН, расстояние $DO_1 = O_1 C$. (17,3)

5.7.9



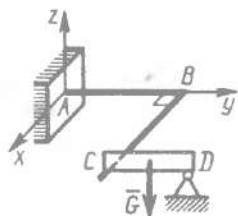
Горизонтальный вал 2 с диском 1 с помощью рукоятки $BC \parallel Ax$, блока 3 и системы нитей 4, 5, 6, расположенных в вертикальной плоскости, удерживается в равновесии. К диску 1 приложена вертикальная сила $Q = 100$ Н. Определить натяжение нити 5, если $R = 2 BC$, $\beta = 2\alpha = 60^\circ$. (173)

5.7.10



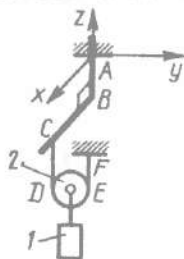
Прямоугольные однородные платформы $ABCD$ и $EFHK$ закреплены в горизонтальном положении с помощью двух горизонтальных осей $AB \parallel EF \parallel Ax$ и двух вертикальных стержней CH и DL . Определить усилие в стержне DL , если $FH = 2BC = 2$ м, $G_2 = 2G_1 = 200$ Н. (150)

5.7.11



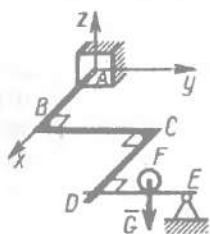
Однородная горизонтальная балка CD весом $G = 10$ кН в точке C опирается на горизонтально расположенный изогнутый стержень ABC . Определить модуль реакции R_A в заделке. ($5 \cdot 10^3$)

5.7.12



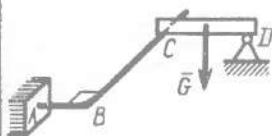
Блок 2, к которому подвешен груз I весом 10 кН, удерживается тросом. Один конец троса прикреплен к основанию, а второй — к изогнутому стержню ABC , причем $CD \parallel EF$. Определить в кН·м проекцию на ось Ay момента в заделке A , если длина $BC = 1$ м. (-5)

5.7.13



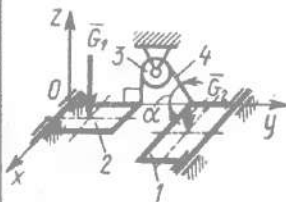
Горизонтальный стержень DE , на котором установлен груз весом $G = 5$ кН, в точке D опирается на горизонтальный изогнутый стержень $ABCD$. Определить в кН·м проекцию на ось x момента в заделке A , если размеры $AB = BC = CD = 2$ м, $DF = FE$. (5)

5.7.14



Однородная горизонтальная балка CD , вес которой $G = 2$ кН, в точке C опирается на горизонтальный изогнутый стержень ABC . Определить размер BC , при котором момент в заделке A будет равен $2,24$ кН·м, если $AB = 1$ м. (2,00)

5.7.15



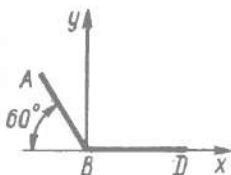
Однородные платформы 1 и 2 весом $G_1 = 100$ Н, $G_2 = 86,6$ Н удерживаются в равновесии с помощью блока 3 и троса 4 , расположенных в плоскости Oyz . Определить в градусах угол α наклона правой ветви троса, если левая ветвь вертикальна. (60)

6.1. Центр тяжести линии

6.1.1

Определить в см координату x_C центра тяжести прямолинейного однородного стержня AB , если заданы координаты точек A и B : $x_A = 10$ см, $x_B = 40$ см. (25)

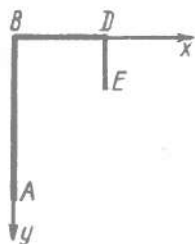
6.1.2



Кронштейн ABD состоит из однородных стержней AB и BD с одинаковым линейным весом. Какова должна быть длина в см стержня AB , чтобы координата x_C центра тяжести кронштейна равнялась нулю, если $BD = 20$ см. (28.3)

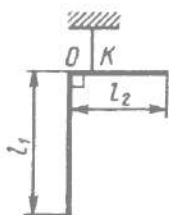
6.1.3

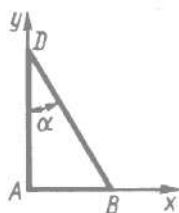
Определить в см координату y_C центра тяжести кронштейна, состоящего из однородных стержней $AB = 0,2$ м, $BD = 0,1$ м и $DE = 0,06$ м, имеющих одинаковый линейный вес. (6,06)



6.1.4

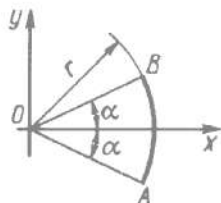
Однородная проволока, согнутая под прямым углом, подвешена, как показано на рисунке. Определить отношение l_1/l_2 , при котором отрезок длиной l_2 будет находиться в горизонтальном положении, если $OK = 0,2l_2$. (1,5)





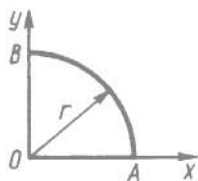
6.1.5

Определить координату x_C центра тяжести контура ABD , состоящего из однородных стержней AB , AD и BD , имеющих одинаковый линейный вес, если $AB = 2$ м и угол $\alpha = 30^\circ$. (0,634)



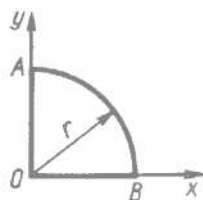
6.1.6

Определить координату x_C центра тяжести дуги AB окружности радиуса $r = 0,2$ м, если угол $\alpha = 30^\circ$. (0,191)



6.1.7

Определить в см координату y_C центра тяжести однородной проволоки, состоящей из прямолинейного отрезка OA и дуги AB окружности радиуса $r = 20$ см. (7,78)



6.1.8

Контур $OABO$ состоит из прямолинейных отрезков OA , OB и дуги AB окружности радиуса $r = 10$ см. Определить в см^2 статический момент этого контура относительно оси Ox . (150)

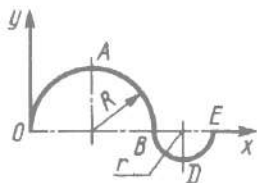


6.1.9

Однородная проволока, согнутая в виде полуокружности, подвешена, как показано на рисунке. Определить угол α между вертикалью и диаметром полуокружности. (32,5)

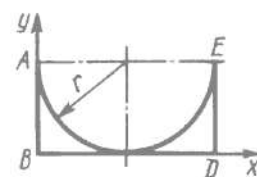
6.1.10

Контур состоит из двух однородных проволок, согнутых в виде полуокружностей. Линейный вес проволоки OAB равен 6 Н/м , а проволоки BDE – 10 Н/м . Определить координату x_C центра тяжести контура. (0,673)



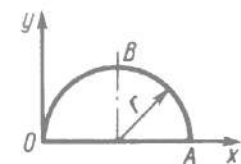
6.1.11

Определить координату y_C центра тяжести контура $ABDEA$, состоящего из прямолинейных отрезков AB , BD , DE и полуокружности радиуса $r = 1,2 \text{ м}$. (0,360)



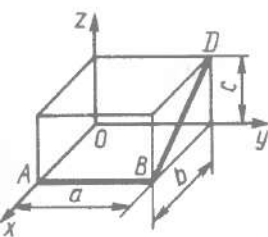
6.1.12

Контур $OABO$ состоит из прямолинейного отрезка OA и полуокружности. Определить радиус r , если координата y_C центра тяжести этого контура равна $0,4 \text{ м}$. (1,03)



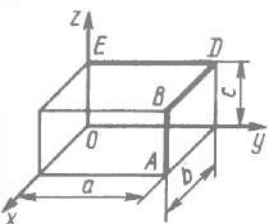
6.1.13

Определить координату x_C центра тяжести проволоки ABD , если даны следующие размеры: $a = 1 \text{ м}$, $b = 0,5 \text{ м}$, $c = 0,8 \text{ м}$. (0,379)



6.1.14

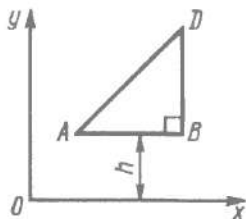
Определить координату y_C центра тяжести проволоки $ABDE$, если даны следующие размеры: $a = b = 2 \text{ м}$, $c = 1 \text{ м}$. (1,60)



6.2. Центр тяжести плоских фигур

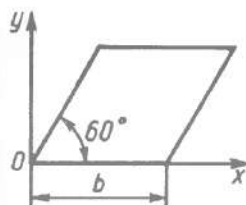
6.2.1

Определить в см координату x_C центра тяжести однородной пластины, которая имеет вид прямоугольного треугольника ABD , если известны координаты вершин $x_A = x_B = 3$ см, $x_D = 9$ см. (5)



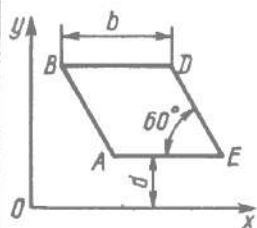
6.2.2

При каком расстоянии h от однородной пластины ABD до оси Ox координата y_C центра тяжести пластины равна 0,3 м, если $BD = 0,3$ м. (0,2)



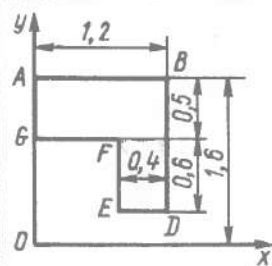
6.2.3

Определить в см^3 статический момент площади ромба относительно оси Ox , если сторона $b = 8$ см. (192)



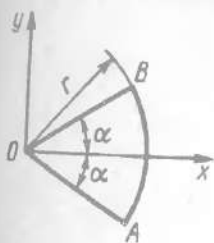
6.2.4

Однородная пластина $ABDE$ имеет вид ромба со стороной $b = 0,2$ м. Определить координату y_C центра тяжести ромба, если расстояние d от основания AE до оси Ox равно 0,1 м. (0,187)



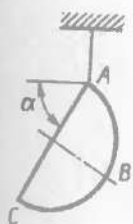
6.2.5

Определить координату y_C центра тяжести площади фигуры $ABDEFG$, стороны которой параллельны координатным осям. Размеры на рисунке заданы в м. (1,19)



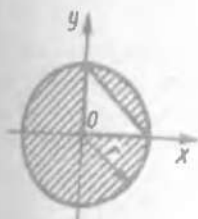
6.2.6

Определить координату x_C центра тяжести площади кругового сектора OAB , если радиус $r = 0,6$ м, а угол $\alpha = 30^\circ$. (0,382)



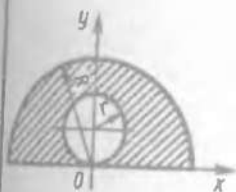
6.2.7

Однородная пластина ABC в виде полукруга подвешена за вершину A . Определить в градусах угол α между горизонтальной осью и диаметром полукруга. (67,0)



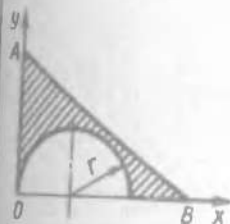
6.2.8

Определить координату x_C центра тяжести заштрихованной площади фигуры, если радиус $r = 2$ м. (-0,126)



6.2.9

Определить координату центра тяжести u_C заштрихованной площади фигуры, если даны радиусы окружностей: $R = 0,99$ м, $r = 0,33$ м. (0,446)

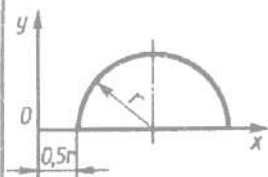


6.2.10

Из однородной пластины в виде треугольника OAB с основанием $OB = 60$ см и высотой $OA = 45$ см вырезан полукруг радиуса $r = 20$ см. Определить в см координату x_C оставшейся части треугольника. (20)

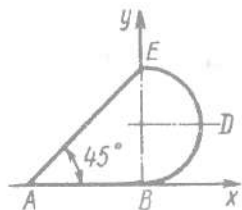
6.2.11

Определить статический момент в см^3 площади однородного полукруга радиусом $r = 5$ см относительно оси Oy . (295)



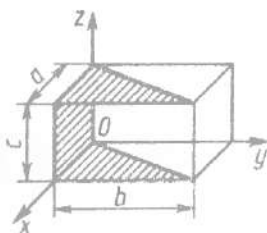
6.2.12

Пластина $ABDE$ состоит из прямоугольного треугольника ABE и полукруга BDE . Принимая поверхностные веса полукруга и треугольника соответственно равными γ_1 и γ_2 , определить отношение γ_1/γ_2 , при котором центр тяжести пластины расположен на оси By . (2)



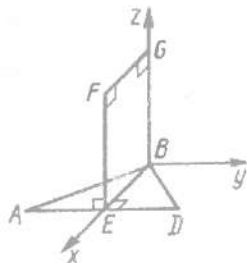
6.2.13

Определить координату y_C центра тяжести однородного изогнутого листа, состоящего из двух треугольников и прямоугольника, если даны размеры: $a = 0,6$ м, $b = 0,8$ м, $c = 0,5$ м. (0,164)



6.2.14

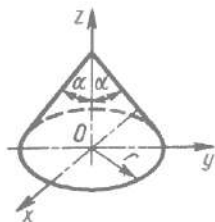
Определить отношение AE/BG сторон однородного листа $ABDEFG$, если координата z_C центра тяжести этого листа равна $BG/3$. Треугольники ABE и BDE одинаковы и лежат в плоскости Bxy . (0,5)



6.3. Центр тяжести тел

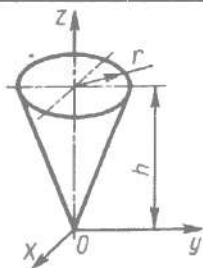
6.3.1

Определить расстояние от центра тяжести однородной пирамиды до ее основания, если высота пирамиды 0,8 м. (0,2)



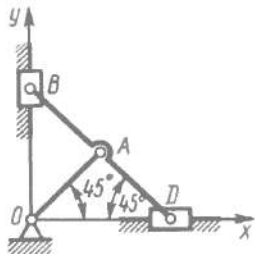
6.3.2

Определить координату z_C центра тяжести круглого однородного конуса, если радиус основания $r = 0,4$ м, угол $\alpha = 45^\circ$. (0,1)



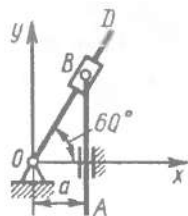
6.3.3

Определить статический момент круглого однородного конуса относительно координатной плоскости Oxy , если высота конуса $h = 0,8$ м, а радиус его основания $r = 0,4$ м. $(8,04 \cdot 10^{-2})$



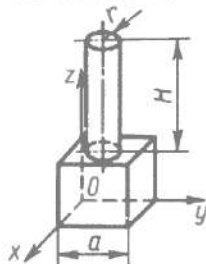
6.3.4

Определить в заданном положении координату u_C центра тяжести эллипсоида, если веса однородного стержня OA и однородной линейки BD соответственно равны 8 и 12 Н, ползунов B и D — 5 Н каждый. Длина $OA = 0,4$ м. (0,245)



6.3.5

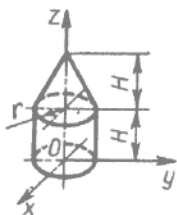
В заданном положении определить статический момент кулисного механизма относительно оси Oy , если веса однородных рычага OD , стержня AB и ползуна B соответственно равны 12, 10 и 6 Н. Длина стержня $OD = 0,5$ м, а расстояние $a = 0,2$ м. (4,7)



6.3.6

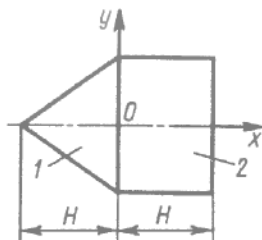
Определить статический момент относительно координатной плоскости Oxy тела, состоящего из однородных куба и цилиндра, если размеры $a = 0,4$ м, $r = 0,5$ а, $H = 2a$. $(9,32 \cdot 10^{-2})$

6.3.7



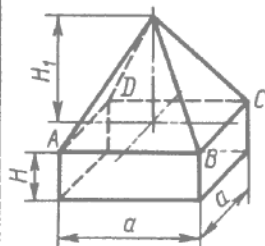
Статический момент относительно плоскости Oxy тела, состоящего из однородных цилиндра и конуса, равен $0,166 \text{ м}^4$. Определить координату z_C центра тяжести тела, если радиус цилиндра $r = 0,4 \text{ м}$ и высота $H = 0,6 \text{ м}$. (0,413)

6.3.8



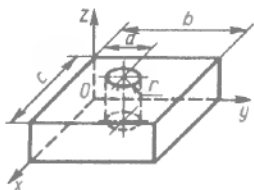
Тело состоит из однородного конуса 1 и однородного цилиндра 2 одинаковой высоты H . Принимая удельные веса конуса и цилиндра соответственно равными γ_1 и γ_2 , определить отношение γ_1/γ_2 , при котором координата x_C центра тяжести тела равна нулю. (6)

6.3.9



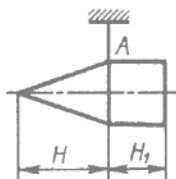
Определить высоту H однородного прямоугольного параллелепипеда из условия, чтобы центр тяжести тела, состоящего из однородных призмы и параллелепипеда, находился в плоскости $ABCD$. Высота призмы $H_1 = 1,2$. (0,490)

6.3.10



Определить координату y_C центра тяжести однородного твердого тела, если даны следующие размеры: $r = 0,2 \text{ м}$, $a = 0,5 \text{ м}$, $b = 1,5 \text{ м}$, $c = 1,8 \text{ м}$. (0,762)

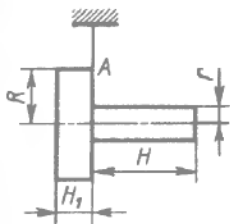
6.3.11



Определить высоту H однородного конуса, при которой ось симметрии тела, состоящего из конуса и однородного цилиндра и подвешенного в точке A , будет горизонтальной. Высота $H_1 = 0,3 \text{ м}$. (0,735)

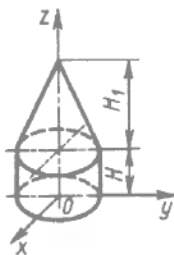
6.3.12

Определить высоту H однородного цилиндра, при которой ось симметрии тела, состоящего из двух цилиндров и подвешенного в точке A , будет горизонтальной. Высота цилиндра $H_1 = 0,5$ м, радиус $R = 3r$. (1,5)



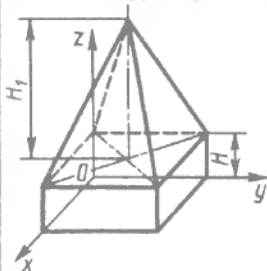
6.3.13

Определить координату z_C центра тяжести однородного тела, состоящего из конуса и цилиндра, если высота $H_1 = 2H = 0,4$. (0,18)



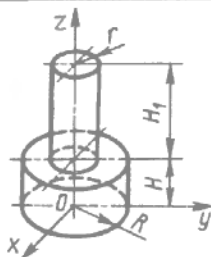
6.3.14

Определить координату z_C центр тяжести однородного тела, состоящего из прямоугольного параллелепипеда и призмы, если высота $H_1 = 3H = 1,2$ м. (0,45)



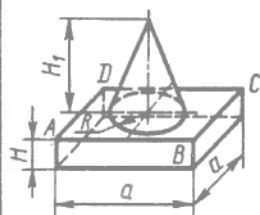
6.3.15

Определить координату z_C центра тяжести однородного тела, состоящего из двух цилиндров, если высота $H_1 = 2H$, радиус $R = 2r$, высота $H = 0,5$ м. (0,5)



6.3.16

Определить радиус R однородного конуса из условия, чтобы центр тяжести однородного тела, состоящего из прямоугольного параллелепипеда и конуса, находился в плоскости $ABCD$. Высота $H_1 = 3H$, размер $a = 2$ м. (0,92)



Кинематика

7 ГЛАВА

КИНЕМАТИКА ТОЧКИ

7.1. Траектория и положение точки в прямоугольной системе координат

7.1.1

Заданы уравнения движения точки $x = 1 + 2 \sin 0,1 t$, $y = 3 t$. Определить координату x точки в момент времени, когда ее координата $y = 12$ м. (1,78)

7.1.2

Задано уравнение движения точки $\vec{r} = 3 t \vec{i} + 4 t \vec{j}$. Определить координату y точки в момент времени, когда $r = 5$ м. (4)

7.1.3

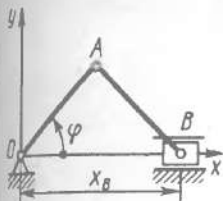
Заданы уравнения движения точки $x = 3 t$, $y = t^2$. Определить расстояние точки от начала координат в момент времени $t = 2$ с. (7,21)

7.1.4

Заданы уравнения движения точки $x = \cos t$, $y = 2 \sin t$. Определить расстояние от точки до начала координат в момент времени $t = 2,5$ с. (1,44)

7.1.5

Положение кривошипа определяется углом (рад) $\varphi = 0,2t$. Найти координату x_B ползуна в момент времени $t = 3$ с, если длины звеньев $OA = AB = 0,5$ м. (0,825)

**7.1.6**

Заданы уравнения движения точки $x = 2t$, $y = t$. Определить время t , когда расстояние от точки до начала координат достигнет 10 м. (4,47)

7.1.7

Заданы уравнения движения точки $x = 2t$, $y = 1 - 2 \sin 0,1t$. Определить ближайший момент времени, когда точка пересечет ось Ox . (5,24)

7.1.8

Заданы уравнения движения точки $x = \sin t$, $y = \cos t$. Определить ближайший момент времени, когда радиус-вектор точки, проведенный из начала координат, образует угол 45° с осью Ox . (0,785)

7.1.9

Для точки A заданы уравнения движения $x = 2 \cos t$, $y = 3 \sin t$. Определить угол между осью Ox и радиусом-вектором \vec{OA} точки в момент времени $t = 1,5$ с. (1,52)

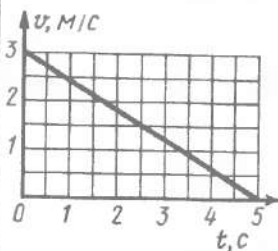
7.2. Скорость точки в прямоугольной системе координат

7.2.1

Дано уравнение движения точки $\vec{r} = t^2 \vec{i} + 2t\vec{j} + 3\vec{k}$. Определить модуль скорости точки в момент времени $t = 2$ с. (4,47)

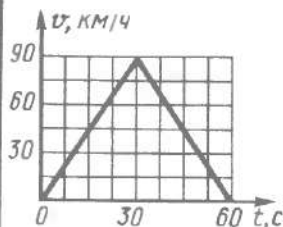
7.2.2

Дан график скорости движения точки $v = f(t)$. Определить пройденный путь в момент времени $t = 5$ с. (7,5)



7.2.3

Дан график скорости движения точки $v = f(t)$. Определить пройденный путь в момент времени $t = 60$ с. (750)



7.2.4

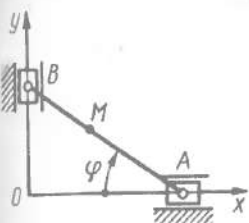
Даны уравнения движения точки $x = t^2$, $y = \sin \pi t$, $z = \cos \pi t$. Определить модуль скорости точки в момент времени $t = 1$ с. (3,72)

7.2.5

Скорость движения точки $\vec{v} = 2t\vec{i} + 3\vec{j}$. Определить угол в градусах между вектором скорости и осью Ox в момент времени $t = 4$ с. (20,6)

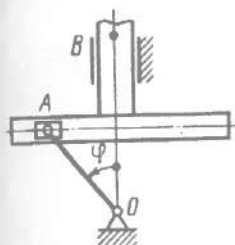
7.2.6

Положение линейки AB определяется углом $\varphi = 0,5 t$. Определить в см/с проекцию скорости точки M на ось Ox в момент времени $t = 2$ с, если расстояние $BM = 0,2$ м. $(-8,41)$



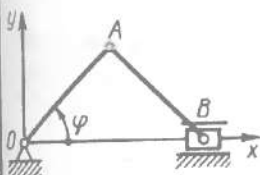
7.2.7

Определить скорость точки B в момент времени $t = 6$ с, если расстояние $OA = 0,1$ м, а угол $\varphi = 6 t$. $(0,595)$



7.2.8

Положение кривошипа определяется углом $\varphi = 0,5 t$. Определить скорость ползуна B в момент времени $t = 4$ с, если $OA = AB = 1,5$ м. $(-1,36)$



7.2.9

Проекция скорости точки $v_x = 2 \cos \pi t$. Определить координату x точки в момент времени $t = 1$ с, если при $t_0 = 0$ координата $x_0 = 0$. (0)

7.2.10

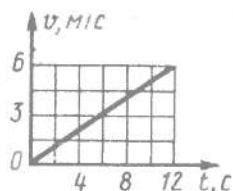
Дано уравнение движения точки $x = \sin \pi t$. Определить скорость в ближайший после начала движения момент времени t , когда координата $x = 0,5$ м. $(2,72)$

7.3. Постоянное ускорение точки в прямоугольной системе координат

7.3.1

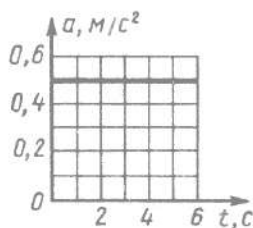
Скорость автомобиля равномерно увеличивается в течение 12 с от нуля до 60 км/ч. Определить ускорение автомобиля. (1,39)

7.3.2



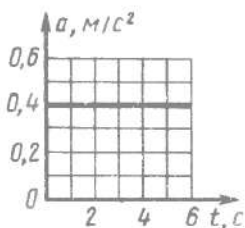
Дан график скорости $v = f(t)$ прямолинейного движения точки. Определить ускорение точки в момент времени $t = 12$ с. (0,5)

7.3.3



Точка движется по прямой. Дан график ускорения $a = f(t)$. Определить скорость точки в момент времени $t = 6$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (3)

7.3.4



Точка движется по прямой. Дан график ускорения $a = f(t)$. Определить путь, пройденный за промежуток времени от $t_0 = 0$ до $t_1 = 5$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (5)

7.3.5

Точка движется по прямой с ускорением $a = 0,5$ м/с². Определить, за какое время будет пройдено расстояние 9 м, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (6)

7.3.6

Точка движется по прямой с постоянным ускорением $a = 0,3 \text{ м/с}^2$. Определить начальную скорость, если через 6 с скорость точки стала равной 3 м/с . (1,2)

7.3.7

Сколько секунд должен работать двигатель, который сообщает ракете ускорение $3g$, чтобы скорость ракеты в прямолинейном движении возросла с 3 до 5 км/с ? (68,0)

7.3.8

Самолет при посадке касается посадочной полосы с горизонтальной скоростью 180 км/ч . После пробега 1000 м самолет останавливается. Определить модуль среднего замедления самолета. (1,25)

7.3.9

Скорость автомобиля 90 км/ч . Определить путь торможения до остановки, если среднее замедление автомобиля равно 3 м/с . (104)

7.3.10

Точка начинает движение из состояния покоя и движется по прямой с постоянным ускорением $a = 0,2 \text{ м/с}^2$. Определить путь, который точка пройдет за промежуток времени от $t_1 = 4 \text{ с}$ до $t_2 = 10 \text{ с}$. (8,4)

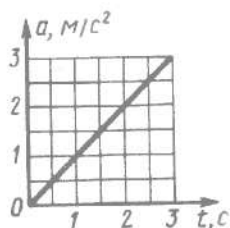
7.4. Переменное ускорение точки
в прямоугольной системе координат

7.4.1

Ускорение точки $\vec{a} = 0,5 t \vec{i} + 0,2 t^2 \vec{j}$. Определить модуль ускорения в момент времени $t = 2$ с. (1,28)

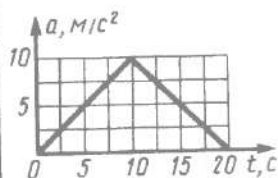
7.4.2

Дан график ускорения $a = f(t)$ прямолинейно движущейся точки. Определить скорость точки в момент времени $t = 2$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (2)



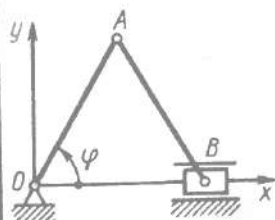
7.4.3

Дан график ускорения $a = f(t)$ прямолинейно движущейся точки. Определить скорость точки в момент времени $t = 20$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (100)



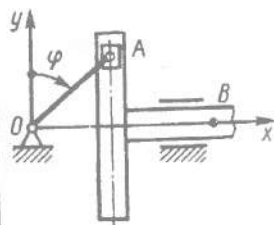
7.4.4

Определить ускорение точки B в момент времени, когда угол $\varphi = 60^\circ$, если длина $OA = AB = 20$ см, а закон изменения угла $\varphi = 3t$. (-1,8)



7.4.5

Определить ускорение точки B в момент времени $t = 5$ с, если длина кривошипа $OA = 15$ см, а закон изменения угла $\varphi = 4t$. (-2,19)

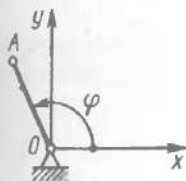


7.4.6

Скорость точки $\bar{v} = 0,9 t\bar{i} + t^2\bar{j}$. Определить модуль ускорения точки в момент времени $t = 1,5$ с. (3,13)

7.4.7

Положение кривошипа OA определяется углом $\varphi = 2t$. Определить проекцию ускорения a_x точки A в момент времени $t = 1$ с, если длина $OA = 1$ м. (1,66)



7.4.8

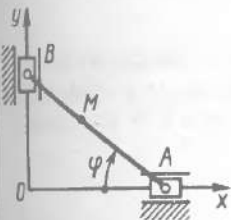
Даны проекции скорости на координатные оси $v_x = 3t$, $v_y = 2t^2$, $v_z = t^3$. Определить модуль ускорения в момент времени $t = 1$ с. (5,83)

7.4.9

Движение точки задано уравнениями $dx/dt = 0,3t^2$ и $y = 0,2t^3$. Определить ускорение в момент времени $t = 7$ с. (9,39)

7.4.10

Положение линейки AB определяется углом $\varphi = 0,2t$. Определить в $\text{см}/\text{с}^2$ проекцию ускорения точки M на ось Oy в момент времени $t = 3$ с, если расстояние $AM = 50$ см. (-1,13)



7.4.11

Даны уравнения движения точки: $x = 0,3 t^3$, $y = 2 t^2$, где x и y — в см. Определить, в какой момент времени t ускорение точки равно 7 см/с^2 . (3,19)

7.4.12

Положение точки на плоскости определяется ее радиусом-вектором $\vec{r} = 0,3 t^2 \vec{i} + 0,1 t^3 \vec{j}$. Определить модуль ускорения точки в момент времени $t = 2 \text{ с}$. (1,34)

7.4.13

Даны уравнения движения точки $x = \cos \pi t$, $y = \sin \pi t$. Определить модуль ускорения в момент времени $t = 1 \text{ с}$. (9,87)

7.4.14

Дано ускорение точки $\vec{a} = 2 t \vec{i} + t^2 \vec{j}$. Определить угол в градусах между вектором \vec{a} и осью Ox в момент времени $t = 1 \text{ с}$. (26,6)

7.4.15

Дано уравнение траектории точки $x = 0,1 y^2$. Закон движения точки в направлении оси Oy выражается уравнением $y = t^2$. Определить компоненту ускорения a_x в момент времени $t = 2 \text{ с}$. (4,8)

7.4.16

Даны уравнения движения точки: $x = 0,01 t^3$, $y = 200 - 10t$.
Определить ускорение в момент времени, когда точка пересекает ось Ox . (1,2)

7.4.17

Даны уравнения движения точки: $x = 8 - t^2$, $y = t^2 - \cos t$.
Определить проекцию ускорения a_y в момент времени, когда координата $x = 0$. (1,05)

7.4.18

Ускорение прямолинейного движения точки $a = t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 3$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 2$ м/с. (6,5)

7.4.19

Точка движется прямолинейно с ускорением $a = 0,2t$. Определить момент времени t , когда скорость точки будет равна 2 м/с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (4,47)

7.4.20

Точка движется по прямой Ox с ускорением $a_x = 0,7t$. Определить координату x точки в момент времени $t = 5$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$ и координата $x_0 = 0$. (14,6)

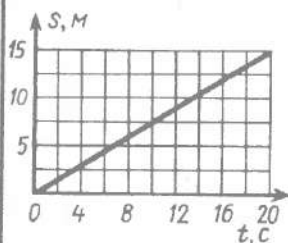
**7.5. Уравнение движения и скорость точки
при естественном способе задания движения**

7.5.1

Точка движется по траектории согласно уравнению $s = 15 + 4 \sin \pi t$. Указать ближайший после начала движения момент времени t_1 , при котором $s_1 = 17$ м. (0,167)

7.5.2

Дан график перемещения точки $s = s(t)$.
Определить скорость точки. (0,75)



7.5.3

Точка движется по траектории согласно уравнению $s = 0,5 t^2 + 4t$. Определить, в какой момент времени скорость точки достигнет 10 м/с. (6)

7.5.4

Точка движется по заданной траектории со скоростью $v = 5$ м/с. Определить криволинейную координату s точки в момент времени $t = 18$ с, если при $t_0 = 0$ координата $s_0 = 26$ м. (116)

7.5.5

Точка движется по кривой со скоростью $\dot{s} = 0,5 t$. Определить ее координату в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ координата точки $s_0 = 0$. (25)

7.5.6

Скорость точки задана уравнением $v = 0,2 t$. Определить криволинейную координату s точки в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ координата $s_0 = 0$. (10)

7.5.7

Задан закон движения точки в прямоугольной системе координат: $x = 3t^2$, $y = 4t^2$. Определить момент времени t , когда криволинейная координата точки $s = 110$ м, если при $t_0 = 0$ $s_0 = 0$ и точка движется в положительном направлении координаты s . (4,69)

7.5.8

Задан закон движения точки в прямоугольной системе координат: $x = 3 \cos t$, $y = 3 \sin t$. Определить момент времени, когда криволинейная координата точки $s = 7$ м, если при $t_0 = 0$ $s_0 = 0$. Точка движется в положительном направлении координаты s . (2,33)

7.5.9

Задан закон движения точки в прямоугольной системе координат: $x = 2t$, $y = 3t$, $z = 5t$. Определить криволинейную координату s точки в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ $s_0 = 14$ м и точка движется в положительном направлении координаты s . (75,6)

7.5.10

Задан закон движения точки в прямоугольной системе координат: $x = 2 \sin t$, $y = 2 \cos t$. Определить криволинейную координату s точки в момент времени $t = 5$ с, если при $t_0 = 0$ $s_0 = 0$ и точка движется в положительном направлении координаты s . (10)

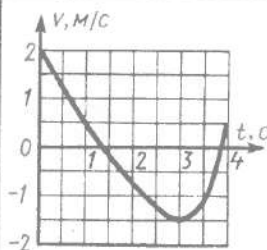
7.6. Касательное ускорение точки

7.6.1

Точка движется по окружности согласно уравнению $s = t^3 + 2t^2 + 3t$. Определить криволинейную координату точки в момент времени, когда ее касательное ускорение $a_\tau = 16 \text{ м/с}^2$. (22)

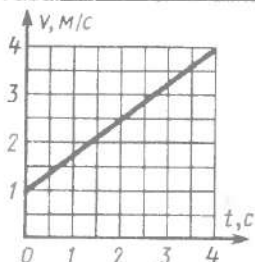
7.6.2

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки. Найти момент времени t , когда касательное ускорение точки $a_\tau = 0$. (3)



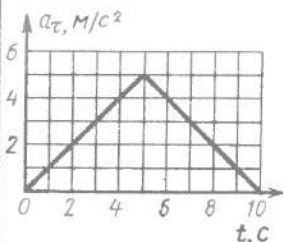
7.6.3

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки. Определить касательное ускорение точки. (0,75)



7.6.4

Дан график изменения касательного ускорения $a_\tau = f(t)$. Определить модуль скорости в момент времени $t_1 = 10 \text{ с}$, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (25)



7.6.5

Точка движется с постоянным касательным ускорением $a_\tau = 0,5 \text{ м/с}^2$. Определить криволинейную координату точки в момент времени $t = 4 \text{ с}$, если при $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$, координата $s_0 = 0$. (4)

7.6.6

Касательное ускорение точки $a_t = 0,2t$. Определить момент времени t , когда скорость v точки достигнет 10 м/с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 2$ м/с. (8,94)

7.6.7

Проекция скорости точки во время движения определяются выражениями: $v_x = 0,2t^2$, $v_y = 3$ м/с. Определить касательное ускорение в момент времени $t = 2,5$ с. (0,385)

7.6.8

Скорость точки в декартовых координатах задана выражением $\vec{v} = 1,5\vec{i} + 1,5t\vec{j} + 0,5t^2\vec{k}$. Определить касательное ускорение точки в момент времени $t = 2$ с. (2,18)

7.6.9

Ускорение точки в декартовых координатах задано выражением $\vec{a} = 0,1t\vec{i} + 0,9\vec{j}$. Определить касательное ускорение точки в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$. (1,27)

7.6.10

Проекция ускорения точки во время движения определяются выражениями $a_x = 0,8t$ [м/с²], $a_y = 0,8$ м/с². Найти касательное ускорение в момент времени $t = 2$ с, если при $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$. (1,70)

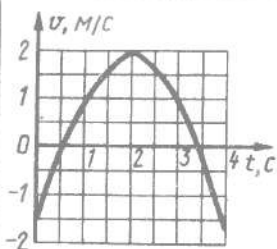
7.7. Нормальное ускорение точки

7.7.1

Точка движется с постоянной скоростью $v = 30$ см/с по дуге окружности радиуса $r = 2$ м. Определить нормальное ускорение точки в см/с²: (4,5)

7.7.2

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки по окружности радиуса R . Найти время t в интервале от 0 до 4 с, при котором нормальное ускорение точки будет максимальным. (2)



7.7.3

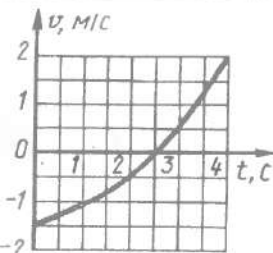
По окружности движется точка согласно уравнению $s = 5t - 0,4t^2$. Определить время t , когда нормальное ускорение $a_n = 0$. (6,25)

7.7.4

Определить радиус закругления трассы бобслея, если при скорости спуска 120 км/ч нормальное ускорение саней $a_n = 2g$. (56,6)

7.7.5

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки по окружности радиуса R . Найти время t , при котором нормальное ускорение $a_n = 0$. (2,5)

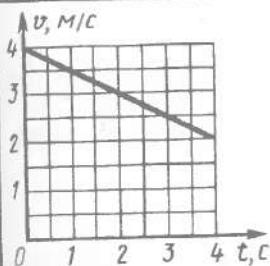


7.7.6

Автомобиль движется по горизонтальной дороге с постоянной скоростью $v = 90$ км/ч. Определить радиус закругления дороги в момент времени, когда нормальное ускорение центра автомобиля $a_n = 2,5$ м/с². (250)

7.7.7

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки по окружности радиуса 5 м. Определить нормальное ускорение точки в момент времени 3 с. (1,25)

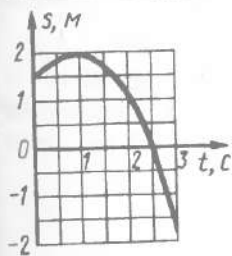


7.7.8

Дано уравнение движения точки по траектории $s = 5t$. Определить радиус кривизны траектории, когда нормальное ускорение точки $a_n = 3$ м/с². (8,33)

7.7.9

Дан график изменения криволинейной координаты $s = s(t)$ движения точки по окружности радиуса R . Найти момент времени t , когда нормальное ускорение точки $a_n = 0$. (1)

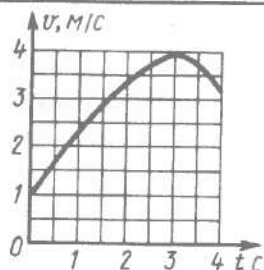


7.7.10

Электровоз движется по дуге окружности радиуса $R = 300$ м. Определить максимальную скорость электровоза в км/ч, при которой нормальное ускорение не превышало бы 1 м/с². (62,4)

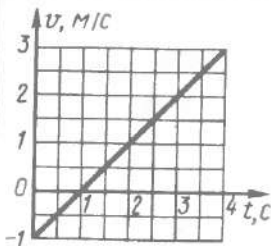
7.7.11

Центрифуга для тренировки пилотов устроена так, что центр кабины с человеком находится на расстоянии $r = 5$ м от оси вращения. Определить скорость центра кабины в случае, когда ее нормальное ускорение $a_n = 5g$. (15,7)



7.7.12

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки по окружности радиуса 6 м. Определить нормальное ускорение точки в момент времени $t = 3$ с. (2,67)



7.7.13

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки по окружности радиуса 8 м. Определить момент времени t , когда нормальное ускорение точки $a_n = 0,5$ м/с. (3)

7.7.14

Самолет летит по круговой траектории, радиус которой $r = 10$ км. Определить скорость самолета в км/ч, если его нормальное ускорение $a_n = 6,25$ м/с². (900)

7.7.15

Дано уравнение движения точки по траектории: $s = 0,1t^2 + 0,2t$. Определить ее нормальное ускорение в момент времени $t = 6$ с. В положении, занимаемом точкой в этот момент, радиус кривизны траектории $\rho = 0,6$ м. (3,27)

7.7.16

Точка движется по окружности, радиус которой $r = 30$ см, со скоростью $v = \ln t$. Определить нормальное ускорение точки в момент времени $t = 12$ с. (20,6)

7.7.17

Дано уравнение движения точки по траектории $s = 0,6 t^2$. Определить нормальное ускорение точки в момент времени, когда ее координата $s = 30$ м и радиус кривизны траектории $\rho = 15$ м. (4,80)

7.7.18

По окружности, радиус которой $r = 7$ м, движется точка согласно уравнению $s = 0,3 t^2$. Определить время, когда нормальное ускорение точки $a_n = 1,5$ м/с². (5,40)

7.7.19

Точка движется по окружности, радиус которой $r = 20$ м, со скоростью $v = e^t$. Определить момент времени, когда нормальное ускорение точки $a_n = 3$ м/с². (2,05)

7.7.20

Точка движется по окружности радиуса $R = 7$ м согласно уравнению $s = 0,7 t^2$. Определить координату s точки в момент времени, когда ее нормальное ускорение $a_n = 3$ м/с². (7,50)

7.8. Ускорение точки при естественном способе задания движения

7.8.1

Даны нормальное $a_n = 2,5 \text{ м/с}^2$ и касательное $a_t = 1,5 \text{ м/с}^2$ ускорения точки. Определить полное ускорение точки. (2,92)

7.8.2

Определить модуль ускорения точки, если его вектор $\vec{a} = 2,5 \vec{n} + 3,5 \vec{\tau}$, где \vec{n} и $\vec{\tau}$ – орты естественного триэдра. (4,30)

7.8.3

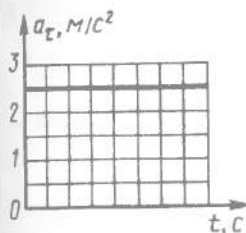
Точка движется по криволинейной траектории с касательным ускорением $a_t = 1,4 \text{ м/с}^2$. Определить нормальное ускорение точки в момент времени, когда ее полное ускорение $a = 2,6 \text{ м/с}^2$. (2,19)

7.8.4

Определить нормальное ускорение точки в момент времени, когда ускорение точки $a = 1,5 \text{ м/с}^2$, а угол между векторами ускорения и скорости равен 65° . (1,36)

7.8.5

Точка движется по окружности. Определить радиус окружности, если в момент времени, когда скорость $v = 10 \text{ м/с}$, вектор ускорения и вектор скорости, равный по модулю $1,2 \text{ м/с}$, образуют угол 30° . (167)



7.8.6

Дан график касательного ускорения $a_t = a_t(t)$ движения точки по окружности радиуса 9 м. Определить полное ускорение в момент времени $t = 2$ с, если при $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$. (3,74)

7.8.7

Ускорение точки $a = 1$ м/с. Векторы ускорения и скорости образуют угол 45° . Определить скорость в км/ч, если радиус кривизны траектории $\rho = 300$ м. (52,4)

7.8.8

Точка движется по окружности, радиус которой $r = 200$ м, с касательным ускорением 2 м/с². Определить угол в градусах между векторами скорости и полного ускорения точки в момент времени, когда ее скорость $v = 10$ м/с. (14,0)

7.8.9

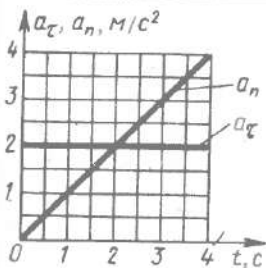
Точка движется по окружности, радиус которой $r = 50$ м, со скоростью $v = 2t$. Определить модуль полного ускорения в момент времени $t = 5$ с. (2,83)

7.8.10

Задано уравнение движения точки по криволинейной траектории: $s = 0,2t^2 + 0,3t$. Определить полное ускорение точки в момент времени $t = 3$ с, если в этот момент радиус кривизны траектории $\rho = 1,5$ м. (1,55)

7.8.11

Определить скорость точки в момент времени, когда радиус кривизны траектории $\rho = 5$ м, касательное ускорение $a_\tau = 2$ м/с², а $\operatorname{tg} \beta = 3$, где β – угол между векторами скорости и ускорения точки. (5,48)



7.8.12

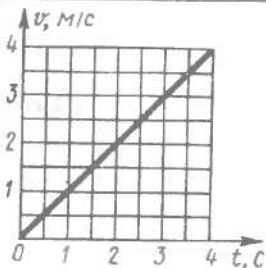
Даны графики ускорения $a_\tau = a_\tau(t)$ и $a_n = a_n(t)$. Определить, какой угол в градусах образует полное ускорение с направлением скорости в момент времени $t = 3$ с. (56,3)

7.8.13

По окружности радиуса $r = 6$ м движется точка со скоростью $v = 3t$. Определить угол в градусах между ускорением и скоростью точки в момент времени $t = 1$ с. (26,6)

7.8.14

Точка движется по окружности радиуса $r = 9$ м. Определить скорость точки в момент времени, когда касательное ускорение $a_\tau = 2$ м/с², а вектор полного ускорения \vec{a} образует угол 70° с касательной к траектории. (7,03)



7.8.15

Дан график скорости $v = v(t)$ движения точки по окружности радиуса 8 м. Определить полное ускорение в момент времени $t = 4$ с. (2,24)

7.8.16

Точка движется по окружности радиуса $r = 200$ м из состояния покоя с постоянным касательным ускорением $a_t = 1$ м/с². Определить полное ускорение точки в момент времени $t = 20$ с. (2,24)

7.8.17

Точка движется по окружности радиуса $r = 2$ м. Нормальное ускорение точки меняется согласно закону $a_n = 2t^2$. Определить угол в градусах между векторами скорости и полного ускорения точки в момент времени $t = 1$ с. (45)

7.8.18

Задан закон движения точки по траектории: $s = 0,5t^2$. Определить угол в градусах между векторами скорости и полного ускорения точки в момент времени $t_1 = 3$ с, когда радиус кривизны $\rho = 4$ м. (66,0)

7.8.19

По окружности радиуса $r = 1$ м движется точка согласно уравнению $s = 0,1t^3$. Определить полное ускорение точки в момент времени $t = 2$ с. (1,87)

7.8.20

Точка движется по криволинейной траектории с касательным ускорением $a_t = 2$ м/с². Определить угол в градусах между векторами скорости и полного ускорения точки в момент времени $t = 2$ с, когда радиус кривизны траектории $\rho = 4$ м, если при $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$. (63,4)

7.9. Задание движения точки в полярных координатах

7.9.1

Определить модуль скорости, если его вектор в этот момент времени образует угол 45° с полярным радиусом, а радиальная скорость $\dot{r} = 2$ м/с. (2,83)

7.9.2

Трансверсальная скорость точки равна 3 м/с. Определить радиальную скорость, если вектор полной скорости образует угол 30° с полярным радиусом. (5,20)

7.9.3

Определить трансверсальную скорость точки, если полная скорость равна 20 м/с, а радиальная скорость равна 10 м/с. (17,3)

7.9.4

Даны уравнения движения точки в полярных координатах $\varphi = t$, $r = t^2$. Определить полярный радиус точки в момент времени, когда угол $\varphi = 180^\circ$. (9,87)

7.9.5

Даны уравнения движения точки в полярных координатах $\varphi = 2 \sin t$, $r = t^2$. Определить полярный угол φ в момент времени, когда полярный радиус $r = 4$ м. (1,82)

7.9.6

Даны уравнения движения точки в полярных координатах $\varphi = 0,5 t^2$, $r = 0,5 t$. Определить тангенциальную скорость точки в см/с в момент времени t_1 , когда полярный радиус $r = 2$ м. (8)

7.9.7

Даны уравнения движения точки в полярных координатах $\varphi = t^2$, $r = 0,5 t^2$. Определить радиальную скорость точки в момент времени, когда полярный угол $\varphi = 2,25$ рад. (1,5)

7.9.8

Даны уравнения движения точки в полярных координатах $\varphi = 2t$, $r = t^2$. Определить модуль скорости точки в момент времени $t_1 = 2$ с. (8,94)

7.9.9

Точка движется в плоскости. Уравнение полярного угла $\varphi = 0,3 t$. Определить полярный радиус r в момент времени, когда полярный угол достигнет 3 рад, если $dr/dt = 0,4$ м/с. При $t_0 = 0$ радиус $r_0 = 0$. (4)

7.9.10

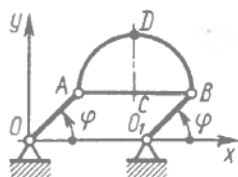
Точка движется в плоскости. Дано уравнение полярного радиуса $r = \sin \pi t$. Определить полярный угол φ в момент времени, когда $r = 1$ м, если $d\varphi/dt = 0,4$ рад/с. При $t_0 = 0$ угол $\varphi_0 = 0$. (0,2)

8.1. Поступательное движение твердого тела

8.1.1

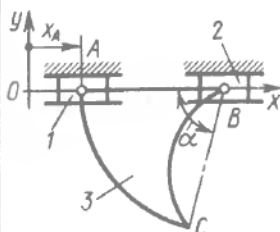
Сколько независимых уравнений движения описывают поступательное движение тела? (3)

8.1.2



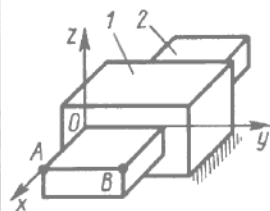
При вращении кривошипа $OA = O_1B = 0,16$ м угол φ изменяется по закону $\varphi = \pi t$. Определить радиус кривизны траектории точки D полуокруга ABD при $t = 2$ с, если $AB = 0,25$ м. (0,16)

8.1.3

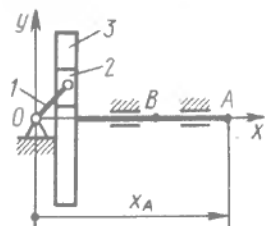


К ползунам 1 и 2, перемещающимся вдоль оси Ox по общей направляющей, прикреплено тело 3. Точка A движется по закону $x_A = 0,1 t^2$. При $t = 10$ с определить скорость точки C , если расстояния $AB = BC = 0,3$ м и угол $\alpha = 75^\circ$. (2)

8.1.4

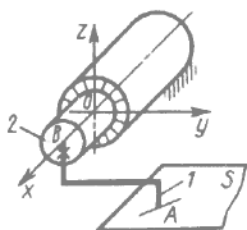


В корпусе 1 по направляющим перемещается ползун 2 по закону $x_A = 0,1 \cos t$, $y_A = 0$, $z_A = 0$. В момент времени (с) $t' = \pi$ определить скорость точки B , если расстояние $AB = 0,3$ м. (0)



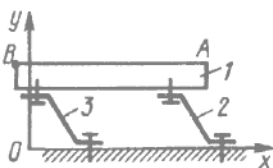
8.1.5

От кривошипа 1 с помощью ползуна 2 приводится в поступательное движение кулиса 3 по закону $x_A = 0,4 - 0,1 \sin t^2$. Определить скорость точки B кулисы в момент времени $t = 2$ с. (0,261)



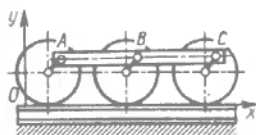
8.1.6

Перо 1 самопишущего прибора перемещается по плоскости S, параллельной плоскости Oxy. Приводной шток 2 движется по закону $x_B = 0,1(1 - e^{-0,1t})$, $y_B = 0$, $z_B = 0$. В момент времени $t = 20$ с определить скорость пера (точки A), если $x_A = x_B$, $y_A = 0,2$ м и $z_A = -0,1$ м. ($1,35 \cdot 10^{-3}$)



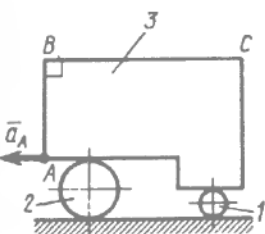
8.1.7

Вибролоток 1, закрепленный на двух плоских пружинах 2 и 3, совершает поступательное движение по закону $x_A = 0,16 \sin 50 \pi t$, $y_A = 0,12 \sin 50 \pi t$, где x_A и y_A — в см. Определить скорость в см/с точки B вибротокка в момент времени $t = 1$ с, если $AB = 100$ см. (31,4)



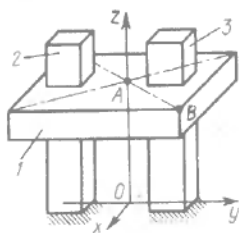
8.1.8

На прямолинейном участке пути центр B спарника тепловоза движется по закону $x_B = 15t - 0,25 \cos 30t$, $y_B = 0,5 - 0,25 \sin 30t$. В момент времени (с) $t = \pi$ определить скорость точки C спарника, если $BC = 1,5$ м. (16,8)



8.1.9

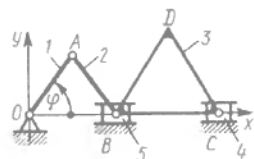
Тело 3, установленное на двух цилиндрических катках 1 и 2, совершает поступательное движение. Чему равно ускорение точки C, если ускорение точки A равно 2 м/с^2 , причем $BC = 2AB = 1$ м. (2)



8.1.10

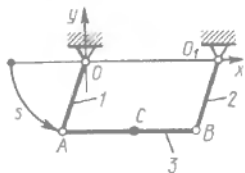
Траверса 1 перемещается по двум вертикальным направляющим 2 и 3 по закону $x_A = 0$, $y_A = 0$ и $z_A = 1 + 0,1 \cos \pi t$. При $t = 10,6$ с определить ускорение точки B траверсы, если ее координаты $x_B = 0,3$ м, $y_B = 0,6$ м, $z_B = z_A$. (0,305)

8.1.11



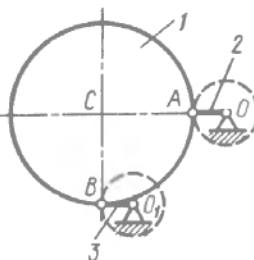
При вращении кривошипа 1 шатуном 2 приводятся в движение ползуны 4, 5 и треугольная пластинка 3. В момент времени $t = 0,5$ с определить ускорение точки D, если $OA = AB = 0,2$ м, $BC = CD = BD = 0,26$ м, угол $\varphi = \pi t$. (0)

8.1.12



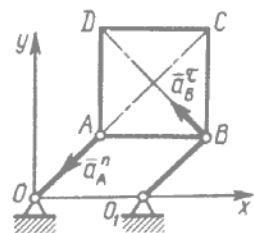
На двух кривошипах 1 и 2 одинаковой длины $OA = O_1B = 0,2$ м закреплен стержень 3, совершающий движение в плоскости Oxy . Точка A движется по закону $s = 0,2\pi t$. Определить ускорение средней точки C стержня при $t = 0$, если $AB = 0,36$ м. (1,97)

8.1.13



Круглый стол 1 приводится в поступательное движение с помощью кривошипов 2 и 3. Определить скорость центра C стола, если известно, что нормальное ускорение точки A кривошипа $a_A^n = 5$ м/с², а длина кривошипа $OA = O_1B = 0,2$ м. (1)

8.1.14



Квадратная пластинка ABCD совершает поступательное движение в плоскости Oxy . Определить ускорение точки C, если известно, что нормальное ускорение точки A $a_A^n = 4$ м/с², а касательное ускорение точки B $a_B^\tau = 3$ м/с². (5)

**8.2. Вращательное движение твердого тела.
Угловая скорость и угловое ускорение**

8.2.1

При равномерном вращении маховик делает 4 оборота в секунду. За сколько секунд маховик повернется на угол $\varphi = 24\pi$? (3)

8.2.2

Угловая скорость тела изменяется согласно закону $\omega = -8t$. Определить угол поворота тела в момент времени $t = 3$ с, если при $t_0 = 0$ угол поворота $\varphi_0 = 5$ рад. (-31)

8.2.3

Ротор электродвигателя, начав вращаться равноускоренно, сделал за первые 5 с 100 оборотов. Определить угловое ускорение ротора. (50,3)

8.2.4

Частота вращения маховика за время $t_1 = 10$ с уменьшилась в 3 раза и стала равной 30 об/мин. Определить угловое ускорение вала, если он вращался равнозамедленно. (-0,628)

8.2.5

Угловая скорость маховика изменяется согласно закону $\omega = \pi(6t - t^2)$. Определить время $t > 0$ остановки маховика, (6)

8.2.6

Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = t^3 + 2$. Определить угловую скорость тела в момент времени, когда угол поворота $\varphi = 10$ рад. (12)

8.2.7

Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = 4 + 2t^3$. Определить угловое ускорение тела в момент времени, когда угловая скорость $\omega = 6$ рад/с. (12)

8.2.8

Угловая скорость тела изменяется согласно закону $\omega = 2 - 8t^2$. Определить время t остановки тела. (0,5)

8.2.9

Угловое ускорение тела изменяется согласно закону $\epsilon = 2t$. Определить угловую скорость тела в момент времени $t = 4$ с, если при $t_0 = 0$ угловая скорость равна нулю. (16)

8.2.10

Угловое ускорение тела изменяется согласно закону $\epsilon = 3t^2$. Определить угловую скорость тела в момент времени $t = 2$ с, если при $t_0 = 0$ угловая скорость $\omega_0 = 2$ рад/с. (10)

8.2.11

Тело, вращаясь вокруг неподвижной оси, совершает колебательные движения согласно закону $\varphi = \sin 0,5 \pi t$. Определить угловое ускорение тела в момент времени $t = 1$ с. (-2,47)

8.2.12

Тело, вращаясь вокруг неподвижной оси, совершает колебательные движения согласно закону $\varphi = 0,5 \pi \sin 2 \pi t$. Определить угловую скорость тела в момент времени $t = 0,125$ с. (6,98)

8.2.13

Деталь вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = 2 \pi \cos \pi t^2$. Определить угол φ поворота детали в момент времени $t = 2$ с. (6,28)

8.2.14

При пуске ротор электродвигателя вращается согласно закону $\varphi = \pi t + \pi e^{-t}$. Определить угловую скорость ротора в момент времени $t = 2$ с. (2,72)

8.2.15

При вращении ротора угловая скорость меняется согласно закону $\omega = 6 \pi (4 t + e^{-0,01 t} \sin \pi t)$. Определить угловое ускорение при $t = 100$ с. (97,2)

8.3. Вращательное движение твердого тела.
Скорость и ускорение точек тела

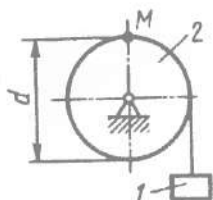
8.3.1

Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = t^2$. Определить скорость точки тела на расстоянии $r = 0,5$ м от оси вращения в момент времени, когда угол поворота $\varphi = 25$ рад. (5)

8.3.2

Тело вращается равнопеременно с угловым ускорением $\epsilon = 5$ рад/с². Определить скорость точки на расстоянии $r = 0,2$ м от оси вращения в момент времени $t = 2$ с, если при $t_0 = 0$ угловая скорость $\omega_0 = 0$. (2)

8.3.3



Груз I поднимается с помощью лебедки, барабан 2 которой вращается согласно закону $\varphi = 5 + 2t^3$. Определить скорость точки M барабана в момент времени $t = 1$ с, если диаметр $d = 0,6$ м. (1,8)

8.3.4

Угловая скорость балансира механических часов изменяется по закону $\omega = \pi \sin 4\pi t$. Определить в см/с скорость точки балансира на расстоянии $h = 6$ мм от оси вращения в момент времени $t = 0,125$ с. (1,88)

8.3.5

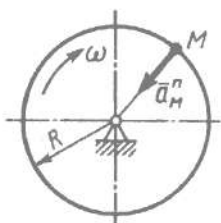
Скорость точки тела на расстоянии $r = 0,2$ м от оси вращения изменяется по закону $v = 4t^2$. Определить угловое ускорение данного тела в момент времени $t = 2$ с. (80)

8.3.6

Маховик вращается с постоянной частотой вращения, равной 90 об/мин. Определить ускорение точки маховика на расстоянии 0,043 м от оси вращения. (3,82).

8.3.7

Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = 2t^2$. Определить нормальное ускорение точки тела на расстоянии $r = 0,2$ м от оси вращения в момент времени $t = 2$ с. (12,8)

**8.3.8**

Нормальное ускорение точки M диска, вращающегося вокруг неподвижной оси, равно $6,4$ м/с². Определить угловую скорость ω этого диска, если его радиус $R = 0,4$ м. (4)

8.3.9

Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = 2t^3$. В момент времени $t = 2$ с определить касательное ускорение точки тела на расстоянии от оси вращения $r = 0,2$ м. (4,8)

8.3.10

Угловая скорость тела изменяется по закону $\omega = 2t^3$. Определить касательное ускорение точки этого тела на расстоянии $r = 0,2$ м от оси вращения в момент времени $t = 2$ с. (4,8)

8.3.11

В данный момент времени ротор электродвигателя вращается с угловой скоростью $\omega = 3\pi$ и угловым ускорением $\epsilon = 8\pi$. Определить ускорение точки ротора на расстоянии $0,04$ м от оси вращения. (3,69)

8.3.12

Тело вращается согласно закону $\varphi = 1 + 4t$. Определить ускорение точки тела на расстоянии $r = 0,2$ м от оси вращения. (3,2)

8.3.13

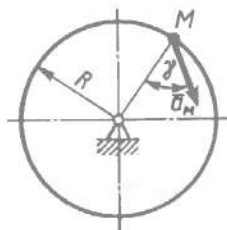
Угловая скорость тела изменяется по закону $\omega = 1 + t$. Определить ускорение точки этого тела на расстоянии $r = 0,2$ м от оси вращения в момент времени $t = 1$ с. (0,825)

8.3.14

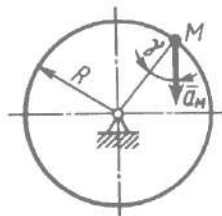
Маховое колесо в данный момент времени вращается с угловым ускорением $\epsilon = 20\pi$, а его точка на расстоянии от оси вращения 5 см имеет ускорение $a = 8\pi$. Определить нормальное ускорение указанной точки. (24,9)

8.3.15

Ускорение точки M диска, вращающегося вокруг неподвижной оси, равно 4 м/с^2 . Определить угловую скорость этого диска, если его радиус $R = 0,5$ м, а угол $\gamma = 60^\circ$. (2)



8.3.16



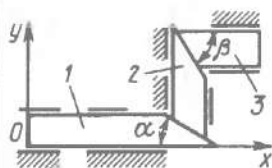
Ускорение точки M диска, вращающегося вокруг неподвижной оси, равно 8 м/с^2 . Определить угловое ускорение этого диска, если его радиус $R = 0,4 \text{ м}$, а угол $\gamma = 30^\circ$. (10)

8.4. Преобразование поступательного и вращательного движения тела в механизмах

8.4.1

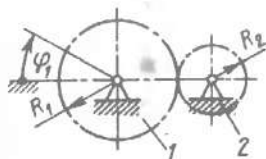
При движении клина по горизонтальным направляющим со скоростью 1 м/с другой клин перемещается в вертикальном направлении со скоростью 1 м/с . Определить угол в градусах скоса клиньев. (45)

8.4.2



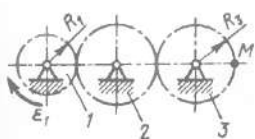
Клинья 1 и 3 перемещаются по параллельным горизонтальным направляющим, а промежуточный клин 2 — по вертикальным направляющим. Определить перемещение клина 3 , если перемещение клина 1 равно $0,12 \text{ м}$, а углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 60^\circ$. (0,04)

8.4.3



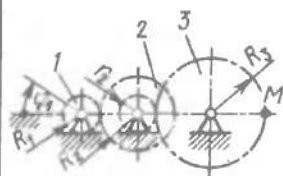
Колесо 1 вращается согласно закону $\varphi_1 = 20t$. Определить число оборотов, совершенных колесом 2 за время $t = 3,14 \text{ с}$, если радиусы колес $R_1 = 0,8 \text{ м}$, $R_2 = 0,5 \text{ м}$. (16)

8.4.4



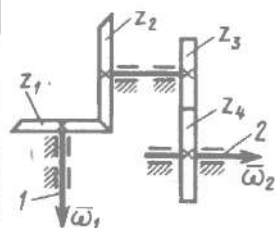
Зубчатое колесо 1 вращается равнопеременно с угловым ускорением $\epsilon_1 = 4 \text{ рад/с}^2$. Определить скорость точки M в момент времени $t = 2 \text{ с}$, если радиусы зубчатых колес $R_1 = 0,4 \text{ м}$, $R_3 = 0,5 \text{ м}$. Движение начинается из состояния покоя. (3,2)

8.4.5



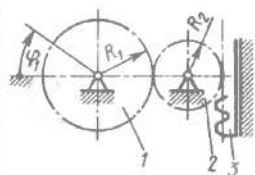
Зубчатое колесо 1 вращается согласно закону $\varphi_1 = 4t^2$. Определить скорость точки M колеса 3 в момент времени $t = 2$ с, если радиусы колес $R_1 = 0,4$ м, $R_2 = 0,8$ м, $r_2 = 0,4$ м, $R_3 = 1$ м. (3,2)

8.4.6



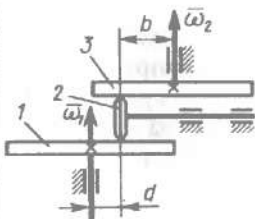
Редуктор состоит из конической и цилиндрической зубчатых передач с числом зубьев колес $z_1 = 18$, $z_2 = 26$, $z_3 = 28$ и $z_4 = 40$. Вал 1 вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 20(t + e^{-t})$. В момент времени $t = 10$ с определить угловую скорость вала 2. (96,9)

8.4.7



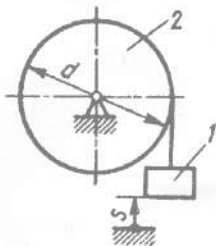
Зубчатое колесо 1 вращается согласно закону $\varphi_1 = 4t^2$. Определить ускорение рейки 3, если радиусы зубчатых колес $R_1 = 0,8$ м, $R_2 = 0,4$ м. (6,4)

8.4.8



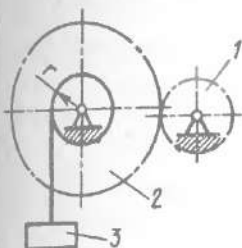
Вариатор состоит из ведущего диска 1, ролика 2 и ведомого диска 3. Угловые скорости дисков $\omega_1 = 10$ рад/с, $\omega_2 = 5$ рад/с. Определить отношение расстояний b/d . (2)

8.4.9



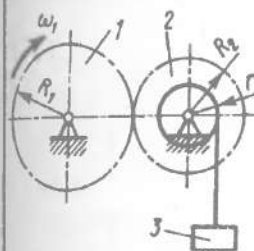
Груз 1 поднимается с помощью лебедки 2. Закон движения груза имеет вид: $s = 7 + 5t^2$, где s — в см. Определить угловую скорость барабана в момент времени $t = 3$ с, если его диаметр $d = 50$ см. (1,2)

8.4.10



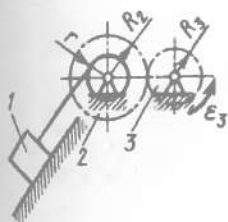
Какой должна быть частота вращения (об/мин) n_1 шестерни 1, чтобы тело 3 двигалось с постоянной скоростью $v = 90$ см/с, если числа зубьев шестерен $z_1 = 26$, $z_2 = 78$ и радиус барабана $r = 10$ см? (258)

8.4.11



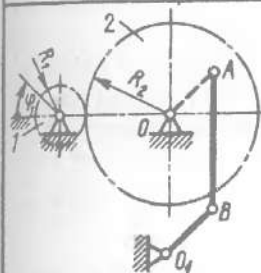
Угловая скорость зубчатого колеса 1 изменяется по закону $\omega_1 = 2t^2$. Определить ускорение груза 3 в момент времени $t = 2$ с, если радиусы шестерен $R_1 = 1$ м, $R_2 = 0,8$ м и радиус барабана $r = 0,4$ м. (4)

8.4.12



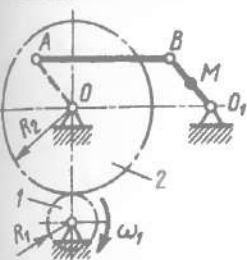
Зубчатое колесо 3 вращается равнопеременно с угловым ускорением $\epsilon_3 = 8$ рад/с². Определить путь, пройденный грузом 1 за промежуток времени $t = 3$ с, если радиусы $R_2 = 0,8$ м, $R_3 = 0,6$ м, $r = 0,4$ м. Груз 1 в начале движения находился в покое. (10,8)

8.4.13



Зубчатое колесо 1 вращается согласно закону $\varphi_1 = 2t^3$. Определить скорость точки B в момент времени $t = 2$ с, если радиусы колес $R_1 = 0,3$ м, $R_2 = 0,9$ м, длина кривошипа $O_1B = OA = 0,6$ м, расстояние $OO_1 = AB$. (4,8)

8.4.14



Зубчатое колесо 1 вращается равномерно с угловой скоростью $\omega_1 = 6$ рад/с. Определить ускорение точки M, если радиусы колес $R_1 = 0,3$ м, $R_2 = 0,9$ м, расстояние $O_1M = 0,3$ м. $OA = O_1B$ и $AB = OO_1$. (1,2)

9.1. Уравнения движения плоской фигуры

9.1.1

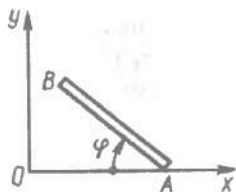
Зависят ли при плоскопараллельном движении значение и направление угла поворота твердого тела от выбора полюса? (Нет)

9.1.2

Зависит ли при плоскопараллельном движении твердого тела вид уравнений движения полюса от его выбора? (Да)

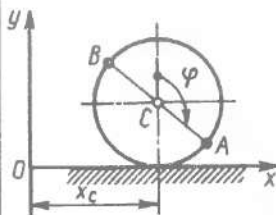
9.1.3

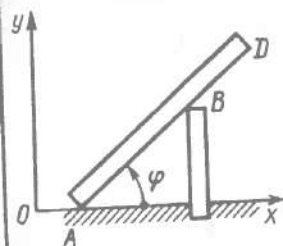
Стержень AB движется согласно уравнениям $x_A = 2 + t^2$, $y_A = 0$, $\varphi = 0,25\pi t$. Определить абсциссу точки B в момент времени $t_1 = 1$ с, длина $AB = 3$ м. (0,879)



9.1.4

Центр колеса, катящегося по прямолинейному участку пути, движется согласно уравнениям $x_C = 0,3t^2$, $y_C = 0,15$ м. Определить в момент времени $t_1 = 1$ с ординату точки B , если в начале движения прямая AB совпадала с осью Oy . (0,212)

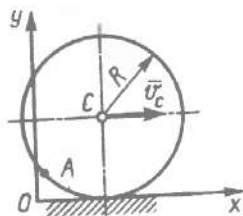




9.1.5

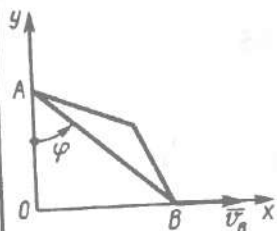
Балка AD движется согласно уравнениям $x_A = t^2$, $y_A = 0$, $\varphi = \arcsin \{2/[4 + (3,5 - t^2)^2]^{0,5}\}$. Определить абсциссу точки A в положении балки, когда ее угол поворота $\varphi = 38^\circ$. (0,940)

9.1.6



Вследствие удара колесо радиуса $R = 0,2$ м катится с постоянной скоростью центра $v_C = 0,1$ м/с. Определить абсциссу точки A в момент времени $t_1 = 1$ с, если в момент $t_0 = 0$ точка A находилась в начале координат. ($4,11 \cdot 10^{-3}$)

9.1.7

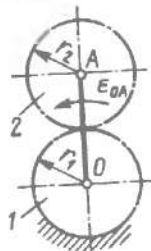


Вершины A и B треугольника во время движения все время находятся соответственно на осях Oy и Ox . Определить угол поворота φ в момент времени $t_1 = 2$ с, если вершина B из положения $x_B(0) = 2$ м начала перемещаться с постоянной скоростью $v_B = 0,5$ м/с; длина $AB = 4$ м. (0,846)

9.1.8

Колесо радиуса $R = 10$ см катится по прямолинейному участку пути с постоянным ускорением центра колеса $a_C = 2\pi$, где a_C — в см/с. Определить, сколько оборотов совершило колесо в момент времени $t_1 = 10$ с, если скорость $v_C(0) = 0$. (500)

9.1.9



Кривошип OA начал равномерно вращаться из состояния покоя с угловым ускорением $\epsilon_{OA} = 0,1\pi$. Определить, сколько оборотов совершит шестерня 2 по истечении 10 с. Радиусы шестерен $r_1 = r_2 = 10$ см. (5)

9.2. Угловая скорость плоской фигуры

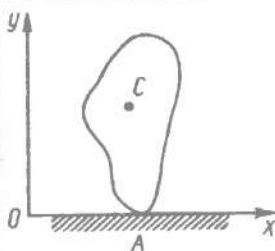
9.2.1

Зависит ли угловая скорость твердого тела при плоскопараллельном движении от выбора полюса? (Нет)

9.2.2

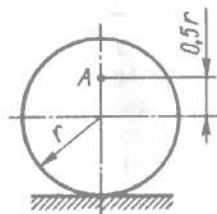
Твердое тело совершает плоскопараллельное движение согласно уравнениям $x_A = 2t^2$, $y_A = 0,2$ м, $\varphi = 10t^2$. Определить угловую скорость тела в момент времени $t_1 = 1$ с. (20)

9.2.3



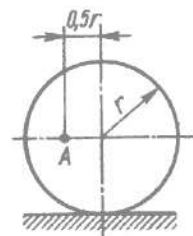
В данный момент времени тело совершает мгновенное вращение относительно точки касания его с плоскостью. Определить угловую скорость тела, если скорость точки C равна 10 м/с, а расстояние $AC = 20$ см. (50)

9.2.4



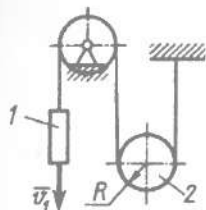
Определить угловую скорость колеса, если точка A имеет скорость $v_A = 10$ м/с, а радиус колеса $r = 0,2$ м. (33,3)

9.2.5



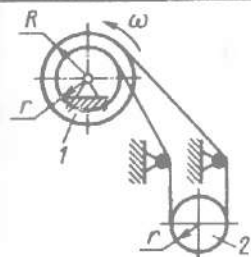
Определить угловую скорость колеса, если точка A имеет скорость $v_A = 2$ м/с, а радиус колеса $r = 1$ м. (1,79)

9.2.6



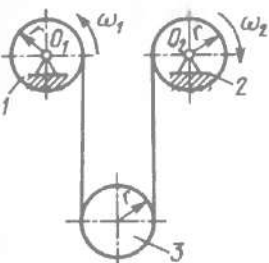
Скорость груза 1 $v = 0,5$ м/с. Определить угловую скорость подвижного блока 2 , если его радиус $R = 0,1$ м. (2,5)

9.2.7



Барабан лебедки 1 вращается с угловой скоростью $\omega = 6$ рад/с. Определить угловую скорость поднимаемой трубы 2 , если отношение радиусов $r/R = 2/3$. (1,5)

9.2.8



Блоки 1 и 2 вращаются вокруг неподвижных осей O_1 и O_2 с угловыми скоростями $\omega_1 = 4$ рад/с и $\omega_2 = 8$ рад/с. Определить угловую скорость подвижного блока 3 . Радиусы блоков одинаковы и равны $r = 10$ см. (2)

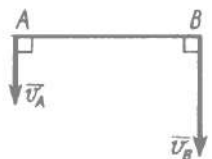
9.2.9

Стержень AB длиной 60 см движется в плоскости чертежа. В некоторый момент времени точки A и B стержня имеют скорости $v_A = v_B = 0,5$ м/с. Определить модуль мгновенной угловой скорости стержня. (0)

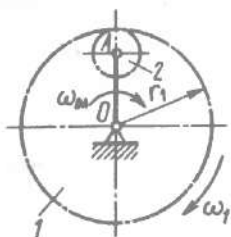


9.2.10

Стержень AB длиной 80 см движется в плоскости чертежа. В некоторый момент времени точки A и B стержня имеют скорости $v_A = 0,2$ м/с, $v_B = 0,6$ м/с. Определить угловую скорость стержня. (0,5)

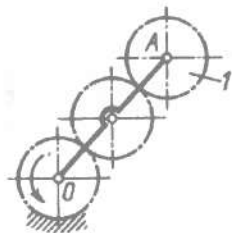


9.2.11



В дифференциальном механизме с внутренним зацеплением зубчатое колесо 1 и кривошип OA вращаются независимо друг от друга с угловыми скоростями $\omega_1 = 2$ рад/с и $\omega_{OA} = 4$ рад/с. Определить угловую скорость зубчатого колеса 2, если радиус $r_1 = 30$ см и длина кривошипа OA равна 20 см. (2)

9.2.12



Кривошип OA вращается по закону $\varphi = 0,5t$. Определить угловую скорость колеса 1 планетарного механизма, если длина звена $OA = 0,2$ м и радиусы всех колес одинаковы. (0)

9.3. Угловое ускорение плоской фигуры

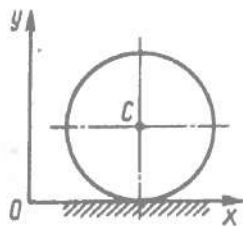
9.3.1

Зависит ли при плоскопараллельном движении угловое ускорение твердого тела от выбора полюса? (Нет)

9.3.2

Тело совершает плоскопараллельное движение согласно уравнениям $x_A = 2 \sin 4t$, $y_A = 2 \cos 4t$, $\varphi = 4t^2$. Определить угловое ускорение тела. (8)

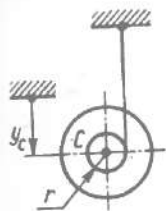
9.3.3



Колесо катится согласно уравнениям $x_C = 2t^2$, $y_C = 0,5$ м. Определить угловое ускорение ϵ колеса. (8)

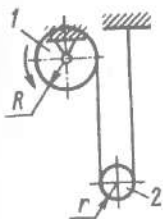
9.3.4

Центр C барабана, разматывающего нить, движется вертикально вниз по закону $y_C = 0,33t^2$. Определить угловое ускорение барабана, если радиус $r = 0,066$ м. (10)



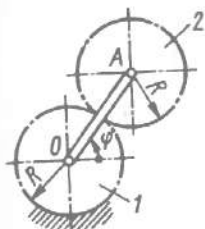
9.3.5

Барабан I вращается согласно закону $\varphi = 0,3t^2$. Определить угловое ускорение блока 2 , если радиусы $R = 0,1$ м, $r = 0,06$ м. (0,5)



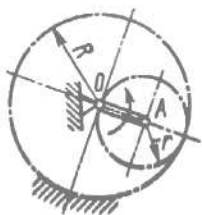
9.3.6

Кривошип OA вращается согласно закону $\varphi = 0,5t^2$. Определить угловое ускорение колеса 2 . (2)



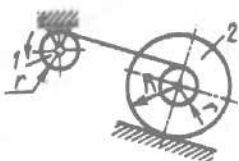
9.3.7

Кривошип OA вращается согласно закону $\varphi = 0,4t^2$. Определить угловое ускорение подвижной шестерни, если радиус $R = 2r = 0,2$ м. (0,8)



9.3.8

Барабан I вращается согласно закону $\varphi = 0,5t^2$, а ступенчатое колесо 2 катится по наклонной плоскости. Определить угловое ускорение колеса 2 , если радиусы $r = 0,1$ м, $R = 0,3$ м. (0,25)

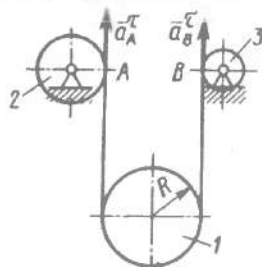


9.3.9



Стержень AB длиной 80 см движется в плоскости чертежа. В некоторый момент времени точки A и B стержня имеют ускорения $a_A = 5 \text{ м/с}^2$, $a_B = 10 \text{ м/с}^2$. Определить угловое ускорение стержня. (6,25)

9.3.10



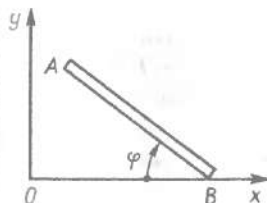
Точки A и B блоков 2 и 3 с неподвижными осями вращений имеют тангенциальные ускорения $a_A^\tau = 3 \text{ м/с}^2$ и $a_B^\tau = 1 \text{ м/с}^2$. Определить угловое ускорение подвижного блока 1, если его радиус $R = 0,5 \text{ м}$. (-2)

9.4. Скорость точек плоской фигуры

9.4.1

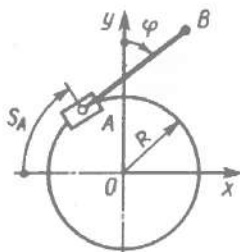
Равны ли проекции скоростей точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки? (Да)

9.4.2



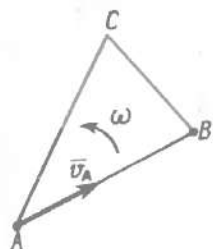
Стержень AB длиной 2 м движется в плоскости Oxy согласно уравнениям $x_B = 4 \cos 0,5 \pi t$, $y_B = 0$. $\varphi = 0,5 \pi t$. Определить в момент времени $t_1 = 0,5 \text{ с}$ проекцию вектора скорости точки A на ось Ox . (-2,22)

9.4.3



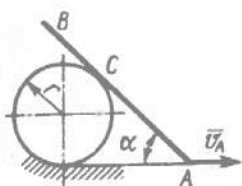
Точка A стержня AB перемещается по окружности радиуса $R = 1 \text{ м}$ согласно закону $s_A = 1,05 t$. Одновременно стержень вращается согласно закону $\varphi = t$. В момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$ определить проекцию скорости точки B на ось Oy , если длина $AB = 1 \text{ м}$. (-0,319)

9.4.4



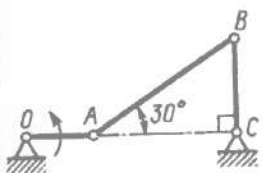
Скорость точки A плоской фигуры ABC $v_A = 2$ м/с, угловая скорость фигуры $\omega = 2$ рад/с, расстояние $AB = 1,5$ м. Определить скорость точки B . (3,61)

9.4.5



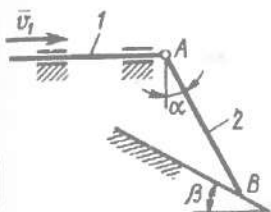
Стержень AB движется в вертикальной плоскости так, что его конец A скользит по горизонтальной прямой со скоростью $v_A = 0,2$ м/с, а в точке C скользит по диску радиуса r . Определить скорость точки C стержня в положении, когда угол $\alpha = 45^\circ$. (0,141)

9.4.6



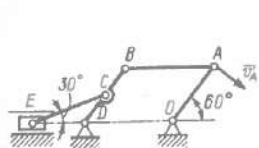
Для заданного положения шарнирного четырехзвенника определить скорость точки B , если точка A имеет скорость 1 м/с. (0,577)

9.4.7



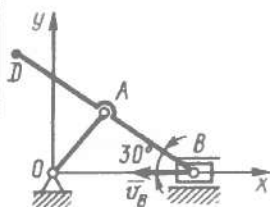
Стержень 1 в точке A шарнирно соединен со стержнем 2 , который в точке B скользит по наклонной плоскости. Определить скорость точки B стержня 2 в положении, когда углы $\alpha = \beta = 30^\circ$ и скорость v_1 стержня 1 равна 0,6 м/с. (0,346)

9.4.8



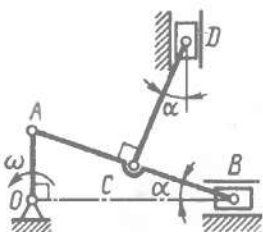
К шарнирному параллелограмму $OABD$ в точке C шарнирно присоединен шатун CE . Для заданного положения механизма определить скорость точки E ползуна, если длина $OA = BD = 20$ см, $BC = 0,5 BD$ и скорость точки A равна 0,4 м/с. (0,115)

9.4.9



Для заданного положения механизма определить мгновенную угловую скорость шатуна AB , если точка B имеет скорость $v_B = 0,4$ м/с, длина шатуна $BD = 0,5$ м, а вектор скорости точки D на ось Ox имеет проекцию $v_{Dx} = 0,2$ м/с. (2,4)

9.4.10



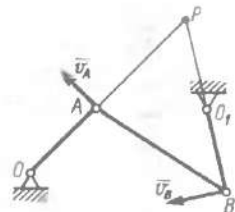
Кривошип OA длиной $0,2$ м вращается равномерно с угловой скоростью $\omega = 8$ рад/с. К шатуну AB в точке C шарнирно прикреплен шатун CD . Для заданного положения механизма определить скорость точки D ползуна, если угол $\alpha = 20^\circ$. (0,582)

9.5. Мгновенный центр скоростей

9.5.1

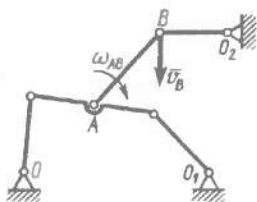
Диск радиуса $R = 50$ см катится по плоскости. Определить расстояние от геометрического центра диска до мгновенного центра скоростей. (0,5)

9.5.2



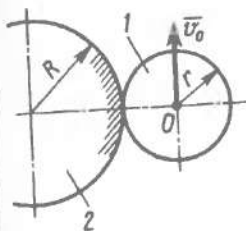
В данном положении механизма точка P является мгновенным центром скоростей звена AB . Определить расстояние BP , если скорости точек A и B равны соответственно $v_A = 10$ м/с, $v_B = 15$ м/с, а расстояние $AP = 60$ см. (0,9)

9.5.3



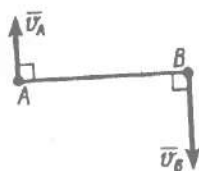
В данный момент времени скорость точки B равна 20 м/с, а угловая скорость звена AB равна 10 рад/с. Определить расстояние от точки B до мгновенного центра скоростей звена AB . (2)

9.5.4



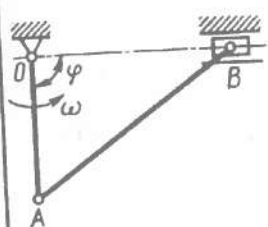
Цилиндр 1 радиуса $r = 13$ см катится по неподвижному цилиндру 2 радиуса $R = 20$ см. Определить расстояние от центра цилиндра O до его мгновенного центра скоростей. (0,13)

9.5.5



Стержень AB длиной 60 см движется в плоскости чертежа. В некоторый момент времени точки A и B стержня имеют скорости $v_A = 4$ м/с, $v_B = 2$ м/с. Определить расстояние от точки A до мгновенного центра скоростей. (0,4)

9.5.6



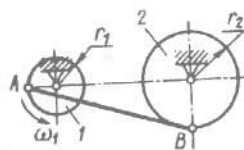
Кривошип OA механизма, вращаясь равномерно, образует в данный момент времени с направлением OB угол $\varphi = 90^\circ$. Определить расстояние от мгновенного центра скоростей шатуна AB до ползуна B . (∞)

9.5.7

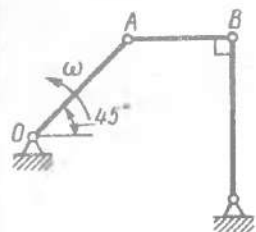


Кривошип OA вращается с постоянной угловой скоростью ω . Определить расстояние от точки A до мгновенного центра скоростей шатуна AB , если длина кривошипа $OA = 80$ мм, а длина шатуна $AB = 160$ мм. (0,16)

9.5.8

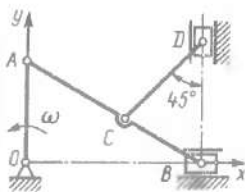


Шкив 1 радиуса $r_1 = 0,2$ м и диск 2 радиуса $r_2 = 0,5$ м шарнирно соединены штангой AB . Для положения, показанного на рисунке, определить расстояние от точки B до мгновенного центра скоростей штанги. (0,5)



9.5.9

Для изображенного положения механизма определить расстояние от точки A до мгновенного центра скоростей стержня AB , если кривошип OA вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, а длина $AB = 0,6$ м. (0,849)



9.5.10

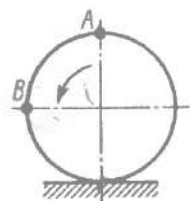
Для данного положения механизма определить расстояние от точки D до мгновенного центра скоростей звена CD , длина которого $CD = 0,6$ м. (0,424)

9.6. Определение скоростей с помощью мгновенного центра скоростей

9.6.1

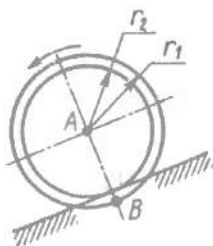
Скорость центра катящегося по плоскости колеса радиуса $0,5$ м равна 5 м/с. Определить скорость точки соприкосновения колеса с плоскостью. (0)

9.6.2



Определить скорость точки B колеса, если точка A колеса имеет скорость 2 м/с. (1,41)

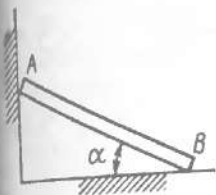
9.6.3



Скорость центра A ступенчатого колеса $v_A = 2$ м/с, радиусы $r_1 = 0,6$ м, $r_2 = 0,5$ м. Определить скорость точки B . (0,4)

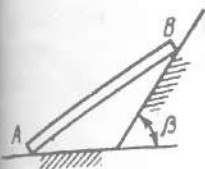
9.6.4

Брусок AB скользит, опираясь концами на стену и пол. При каком угле α в градусах скорость конца A будет в 2 раза больше скорости конца B ? (26,5)



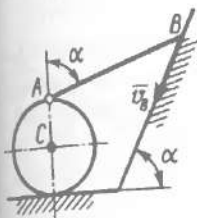
9.6.5

Брусок AB скользит, опираясь концами на горизонтальную и наклонную плоскости. При каком значении в градусах угла между бруском и горизонтальной плоскостью модули скоростей его концов будут одинаковыми, если угол $\beta = 60^\circ$. (30)



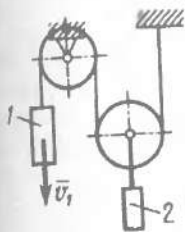
9.6.6

Конец B стержня AB скользит со скоростью $v_B = 1$ м/с по наклонной плоскости. Другой конец A шарнирно связан с роликом, который катится без скольжения. Определить скорость центра C ролика, если угол $\alpha = 60^\circ$. (0,5)



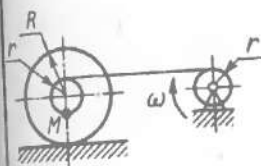
9.6.7

Скорость груза 1 $v_1 = 0,5$ м/с. Определить скорость груза 2. (0,25)



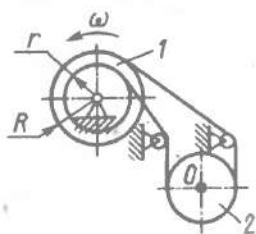
9.6.8

Угловая скорость барабана $\omega = 1$ рад/с. Определить скорость точки M ступенчатого катка, катящегося без скольжения, если радиусы $r = 0,1$ м, $R = 0,3$ м. (0,05)



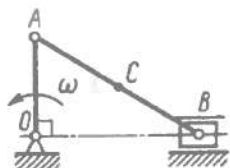
9.6.9

Барaban *I* лебедки вращается с угловой скоростью, соответствующей $n = 30$ об/мин. Определить скорость центра *O* поднимаемой трубы *2*, если радиусы $R = 0,3$ м, $r = 0,2$ м. (0,785)



9.6.10

Для данного положения механизма определить скорость точки *C* — середины шатуна *AB*, если угловая скорость $\omega = 1$ рад/с; длины звеньев $OA = 0,3$ м; $AB = 0,5$ м. (0,3)



9.6.11

Частота вращения коленчатого вала двигателя 4200 об/мин. Определить скорость движения поршня *B*, если в данный момент времени мгновенный центр скоростей *P* шатуна *AB* находится на расстояниях $AP = 0,18$ м, $BP = 0,10$ м; длина кривошипа $OA = 0,04$ м. (9,77)



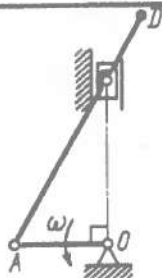
9.6.12

Кривошип *OA* длиной 0,5 м и шатун *AB* длиной 1,57 м в данный момент времени находятся на одной прямой. Определить угловую скорость шатуна, если кривошип вращается с угловой скоростью $\omega = 120\pi$. (120)

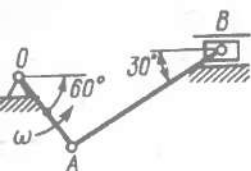


9.6.13

Определить угловую скорость кривошипа *OA* кривошипно-ползунного механизма в указанном положении, если скорость точки *D* шатуна $v_D = 1$ м/с, длина кривошипа $OA = 0,1$ м. (10)

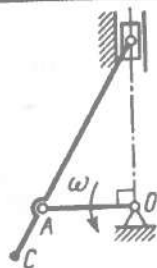


9.6.14



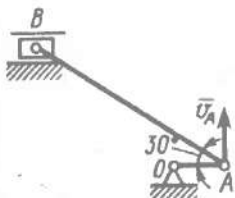
Определить угловую скорость шатуна AB кривошипно-ползунного механизма в указанном положении, если точка A имеет скорость $v_A = 3$ м/с. Длина шатуна $AB = 1$ м. (1,73)

9.6.15



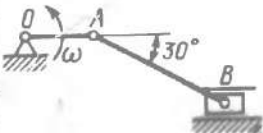
Определить угловую скорость кривошипа OA в указанном положении, если скорость точки C шатуна $v_C = 4$ м/с, длина кривошипа $OA = 0,2$ м. (20)

9.6.16



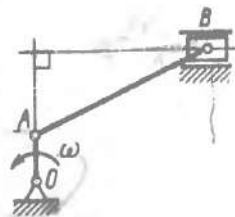
Определить угловую скорость шатуна AB кривошипно-ползунного механизма в указанном положении, если точка A имеет скорость $v_A = 3$ м/с, а длина шатуна $AB = 1$ м. (3,46)

9.6.17



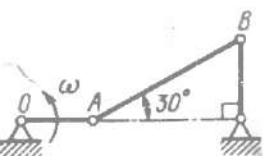
Определить угловую скорость шатуна AB кривошипно-ползунного механизма в указанном положении, если точка A имеет скорость $v_A = 3$ м/с, а длина шатуна $AB = 3$ м. (1,15)

9.6.18



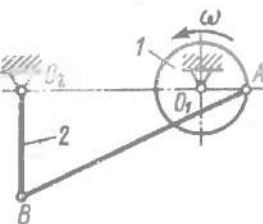
Определить угловую скорость кривошипа OA в указанном положении, если скорость ползуна $v_B = 2$ м/с, а длина кривошипа $OA = 0,1$ м. (20)

9.6.19



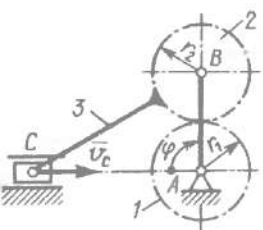
Определить для показанного на рисунке положения шарнирного четырехзвенника угловую скорость звена AB , длина которого $0,2$ м, если точка A имеет скорость 1 м/с. (5,77)

9.6.20



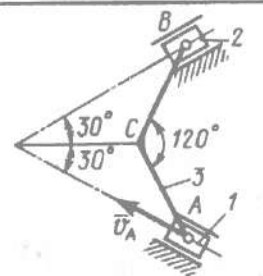
В механизме шкив 1 радиуса $r = 0,1$ м шарнирно соединен со стержнем 2 длиной $0,25$ м с помощью штанги AB . Для данного положения механизма определить угловую скорость штанги, если частота вращения шкива 1 равна 120 об/мин, а расстояние $O_1O_2 = 0,45$ м. (2,28)

9.6.21



На ось A независимо друг от друга насажены шестерня 1 и кривошип AB длиной 30 см. На оси B кривошипа установлена шестерня 2 радиуса $r_2 = 15$ см, к которой прикреплен шатун 3 . Определить угловую скорость шестерни 1 , когда угол $\varphi = 90^\circ$ и скорость v_C точки C ползуна равна $0,3$ м/с. (2)

9.6.22



Ползуны 1 и 2 , соединенные шарнирами A и B с шатуном 3 , движутся по неподвижным направляющим. Определить угловую скорость шатуна в момент, когда скорость точки A равна $0,2$ м/с, если длины $AC = BC = 0,2$ м. (1,0)

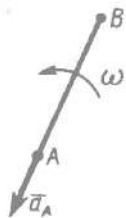
9.7. Ускорения точек плоской фигуры

9.7.1

Центр катящегося по плоскости колеса радиуса $0,5$ м движется согласно уравнению $s = 2t$. Определить ускорение точки соприкосновения колеса с плоскостью. (8)

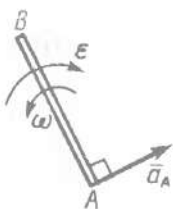
9.7.2

Стержень AB длиной 2 м находится в плоскопараллельном движении. Найти ускорение точки B , если ускорение точки A равно 1 м/с^2 , угловая скорость стержня $\omega = 1 \text{ рад/с}$, угловое ускорение $\epsilon = 0$. (3)



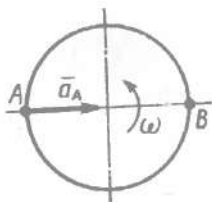
9.7.3

Стержень AB движется в плоскости. Ускорение точки A в данный момент времени $a_A = 1 \text{ м/с}^2$, угловая скорость $\omega = 2 \text{ рад/с}$, угловое ускорение $\epsilon = 2 \text{ рад/с}^2$. Определить ускорение точки B стержня, если длина $AB = 1 \text{ м}$. (5)



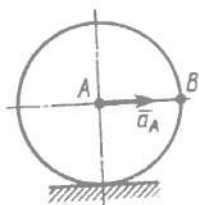
9.7.4

Тело находится в плоскопараллельном движении. Найти ускорение точки B , если ускорение точки A равно 3 м/с^2 , угловая скорость $\omega = 1 \text{ рад/с}$, угловое ускорение $\epsilon = 0$, расстояние $AB = 0,5 \text{ м}$. (2,5)



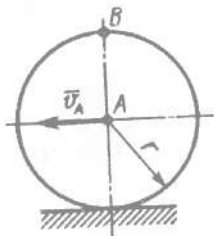
9.7.5

Колесо катится без скольжения. Определить ускорение точки B колеса в тот момент, когда скорость точки A равна нулю, а ускорение $a_A = 2 \text{ м/с}^2$. (2,83)

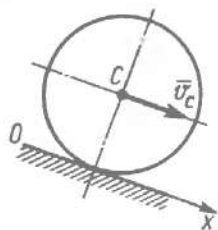


9.7.6

Колесо радиуса $r = 0,1 \text{ м}$ катится без скольжения. Определить ускорение точки B , если центр колеса A перемещается с постоянной скоростью $v_A = 2 \text{ м/с}$. (40)

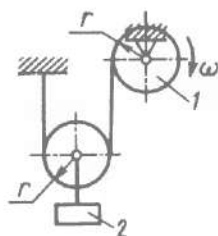


9.7.7



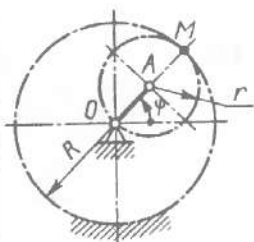
Скорость центра C колеса, катящегося без скольжения, постоянна. Какой угол в градусах с осью Ox составляет вектор ускорения точки, являющейся мгновенным центром скоростей колеса? (90)

9.7.8



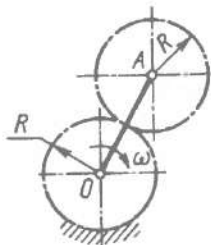
Барaban 1 вращается по закону $\varphi = 0,1 t^2$. Определить ускорение груза 2, если радиус $r = 0,2$ м. (0,02)

9.7.9



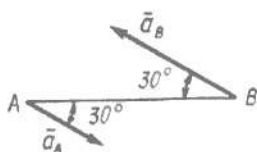
Кривошип OA вращается согласно закону $\varphi = 0,5 t$. Определить ускорение точки M подвижного колеса, если радиус $R = 2r = 0,2$ м. (0,05)

9.7.10



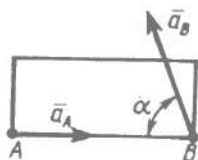
Кривошип планетарного механизма вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с. Определить ускорение точки, являющейся мгновенным центром скоростей подвижного колеса, если радиус $R = 0,1$ м. (0,2)

9.7.11



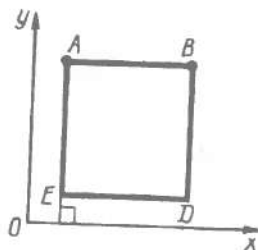
Стержень длиной $AB = 40$ см движется в плоскости чертежа. В некоторый момент времени точки A и B стержня имеют ускорения $a_A = 2$ м/с² и $a_B = 6$ м/с². Определить угловое ускорение стержня. (10)

9.7.12



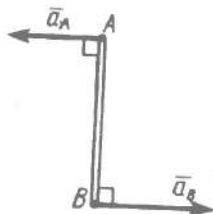
Тело находится в плоскопараллельном движении. Найти его угловую скорость, если ускорение точки A равно 1 м/с^2 , ускорение точки B равно 6 м/с^2 , расстояние $AB = 1 \text{ м}$, угол $\alpha = 60^\circ$. (2)

9.7.13



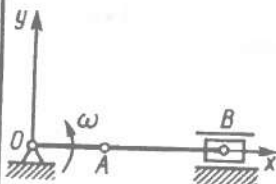
Квадратная пластина $ABDE$ движется в плоскости Oxy . Определить угловое ускорение пластины в указанном положении, если длина $AB = 0,5 \text{ м}$, а проекции ускорений точек A и B на ось Oy соответственно равны $a_{Ay} = 3 \text{ м/с}^2$, $a_{By} = 6 \text{ м/с}^2$. (4)

9.7.14



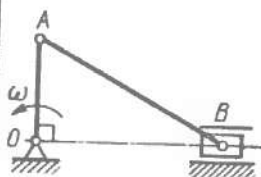
Стержень AB длиной 50 см движется в плоскости чертежа. В некоторый момент времени точки A и B стержня имеют ускорения $a_A = 2 \text{ м/с}^2$, $a_B = 3 \text{ м/с}^2$. Определить угловое ускорение стержня. (10)

9.7.15



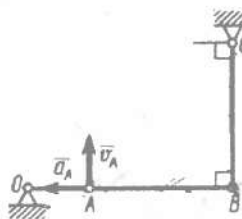
Кривошип OA равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ рад/с}$. Определить угловое ускорение шатуна AB , если в данный момент времени механизм занимает положение, показанное на рисунке. (0)

9.7.16



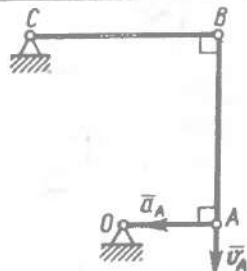
Определить ускорение ползуна B кривошипно-ползунного механизма в данном положении, если угловая скорость кривошипа $\omega = 1 \text{ рад/с} = \text{const}$; длины звеньев $OA = 0,3 \text{ м}$; $AB = 0,5 \text{ м}$. (0,225)

9.7.17



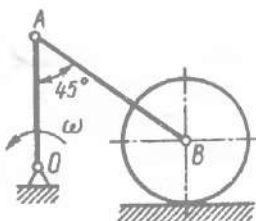
В указанном на рисунке положении шарнирного четырехзвенника скорость и ускорение точки A кривошипа OA равны: $v_A = 2$ м/с, $a_A = 20$ м/с². Определить ускорение точки B шатуна AB , если длины $AB = BC = 0,8$ м. (25)

9.7.18



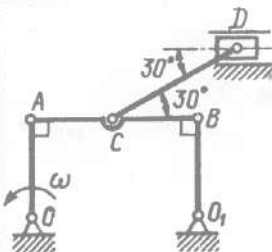
В указанном на рисунке положении шарнирного четырехзвенника скорость и ускорение точки A кривошипа OA равны: $v_A = 2$ м/с, $a_A = 40$ м/с². Определить угловое ускорение звена BC , если длины звеньев $AB = BC = 0,5$ м. (0)

9.7.19



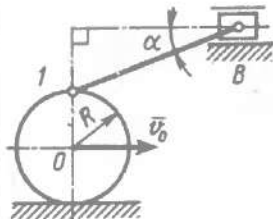
Определить угловое ускорение шатуна AB кривошипно-ползунного механизма в данном положении, если кривошип OA вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, а длины звеньев $OA = 0,3$ м, $AB = 0,45$ м. (94,3)

9.7.20



Кривошип OA шарнирного параллелограмма $OABO_1$ равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. Определить угловое ускорение шатуна CD в данном положении механизма, если длины звеньев $OA = 20$ см, $CD = 30$ см. (12,3)

9.7.21



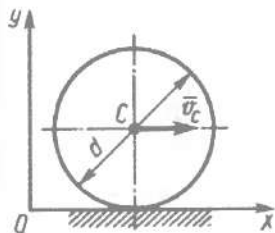
Для данного положения механизма определить ускорение ползуна B , если колесо I радиуса $R = 50$ см катится с постоянной скоростью его центра $v_0 = 5$ м/с; угол $\alpha = 30^\circ$. (28,9)

9.8. Мгновенный центр ускорений

9.8.1

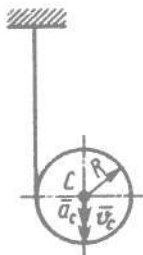
Тело движется в плоскости согласно уравнениям $x_B = 2 \cos 0,5 \pi t$, $y_B = 0$, $\varphi = 0,5 \pi t$. Определить в момент времени $t_1 = 0,5$ с расстояние от точки B до мгновенного центра ускорений. (1,41)

9.8.2



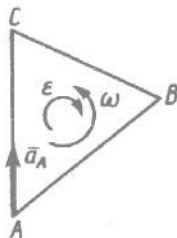
Колесо диаметра $d = 90$ см катится без скольжения так, что его точка C перемещается по закону $x_C = 20t$. Определить расстояние между мгновенным центром скоростей и мгновенным центром ускорения. (0,45)

9.8.3



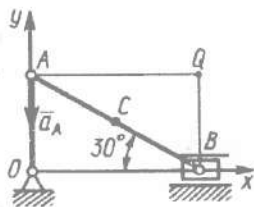
Центр цилиндра, на который намотана нить, движется по вертикали с ускорением $a_C = 6,6$ м/с²; скорость v_C в данный момент времени равна 0,66 м/с. Определить расстояние от центра C до мгновенного центра ускорений, если радиус $R = 0,066$ м. (0,047)

9.8.4



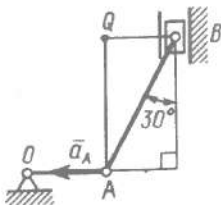
Треугольник ABC совершает плоскопараллельное движение. Определить расстояние от вершины A до мгновенного центра ускорений, если ускорение $a_A = 10$ м/с², угловая скорость в данный момент $\omega = 2$ рад/с и угловое ускорение $\epsilon = 3$ рад/с². (2)

9.8.5



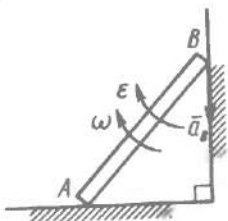
В данном положении кривошипно-ползунного механизма точка Q является мгновенным центром ускорений шатуна AB . Определить ускорение средней точки C шатуна, если его длина $AB = 0,6$ м, а ускорение $a_A = 10$ м/с². (5,77)

9.8.6



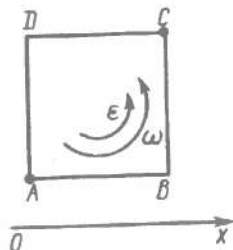
В данный момент времени внеосный кривошипно-ползунный механизм занимает положение, показанное на рисунке. Определить угловое ускорение шатуна AB , если точка Q является его мгновенным центром ускорений, длина $AB = 0,6$ м, ускорение $a_A = 10$ м/с². (19,2)

9.8.7



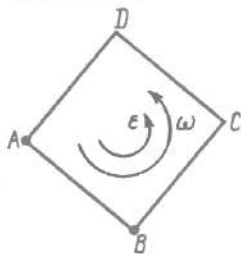
Конец A балки скользит вдоль пола, а конец B — вдоль стены. В данный момент времени балка имеет угловую скорость $\omega = 0,6$ рад/с и угловое ускорение $\epsilon = 0,36$ рад/с². Определить в рад угол между вектором ускорения \bar{a}_B и отрезком, соединяющим точку B с мгновенным центром ускорений. (0,785)

9.8.8



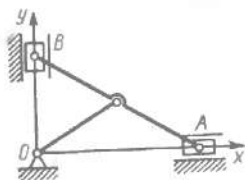
Квадрат $ABCD$ совершает плоскопараллельное движение и в данный момент времени имеет мгновенный центр ускорений в точке A , угловую скорость $\omega = 1$ рад/с и угловое ускорение $\epsilon = 1$ рад/с². Какой угол в градусах с осью Ox составляет вектор ускорения точки C ? (180)

9.8.9



Квадрат $ABCD$ со стороной, равной $0,1$ м, совершает плоскопараллельное движение и в данный момент времени имеет мгновенный центр ускорения в точке A , угловую скорость $\omega = 2$ рад/с и угловое ускорение $\epsilon = 3$ рад/с². Определить модуль ускорения точки B . (0,5)

9.8.10



Определить ускорение ползуна B эллипсографа, если в данный момент времени ускорение ползуна A равно 4 м/с² и расстояния от ползунков A и B до мгновенного центра ускорений соответственно равны: $AQ = 33$ см и $BQ = 53$ см. (6,42)

10.1. Сферическое движение. Векторы угловой скорости
и углового ускорения тела

10.1.1

Твердое тело движется вокруг неподвижной точки O согласно уравнениям: $\psi = \pi/2$; $\theta = \pi t$; $\varphi = \pi t$. В момент времени $t = 0,5$ с определить проекцию угловой скорости $\vec{\omega}$ на неподвижную ось Ox . (2,22)

10.1.2

Определить модуль угловой скорости сферического движения тела, если закон его движения задан уравнениями: $\psi = \pi \sin t$, $\theta = \pi \cos t$, $\varphi = \pi$. (3,14)

10.1.3

Закон сферического движения тела задан уравнениями $\psi = \pi t$, $\theta = \pi/3$, $\varphi = \pi t$. Определить модуль угловой скорости тела. (5,44)

10.1.4

Тело совершает сферическое движение. В момент времени $t = 2$ с определить косинус угла, который образует мгновенная ось вращения тела с осью Ox , если угловая скорость $\vec{\omega} = \pi \cos \pi t^2 \times \vec{i} + \pi \sin \pi t^2 \cdot \vec{j} + 2\pi t \vec{k}$. (0,408)

10.1.5

При сферическом движении тела его угловая скорость $\vec{\omega} = \pi \sin \pi t \cdot \vec{i} + \pi \cos \pi t \cdot \vec{j} + \pi \vec{k}$. Определить проекцию углового ускорения на ось Ox в момент времени $t = 1$ с. ($-9,87$)

10.1.6

При сферическом движении тела его угловая скорость $\vec{\omega} = \pi \sin t \times X \vec{i} + \pi \cos t \cdot \vec{j} + 100 \pi e^{-t} \vec{k}$. В момент времени $t = 10$ с определить проекцию углового ускорения на ось Oz . ($-1,43 \cdot 10^{-2}$)

10.1.7

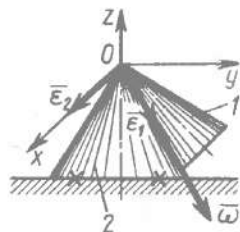
При сферическом движении тела заданы проекции его угловой скорости $\omega_x = \pi t$, $\omega_y = \pi t$, $\omega_z = 2 \pi t^2$. В момент времени $t = 3$ с определить модуль углового ускорения. (11,8)

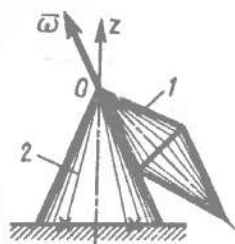
10.1.8

В момент времени $t = 2$ с определить значение углового ускорения тела, если при сферическом движении его угловая скорость $\vec{\omega} = 2 \sin^2 t \cdot \vec{i} + \sin 2 t \cdot \vec{j} + 5 \vec{k}$ [рад/с]. (2)

10.1.9

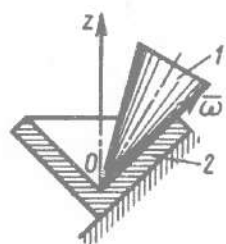
При качении конуса 1 по неподвижному конусу 2 в данный момент времени компоненты углового ускорения $\vec{\epsilon}_1$ и $\vec{\epsilon}_2$ (параллельная и перпендикулярная вектору угловой скорости $\vec{\omega}$) имеют значения: $\epsilon_1 = 0,1 \pi$; $\epsilon_2 = 0,2 \pi$. Определить угловое ускорение. (0,702)





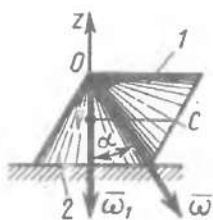
10.1.10

Двойной конус 1 катится по неподвижному конусу 2 с угловой скоростью $\omega = \pi \sin \theta, 1 \pi t$. В момент времени $t = 3$ с определить проекцию углового ускорения на мгновенную ось вращения. (0,580)



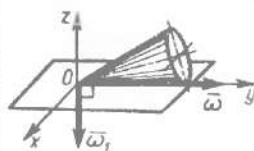
10.1.11

Конус 1 катится по внутренней поверхности неподвижного конуса 2 с угловой скоростью $\omega = 0,1 \pi t^2$. В момент времени $t = 2$ с определить проекцию углового ускорения на мгновенную ось вращения. (1,26)



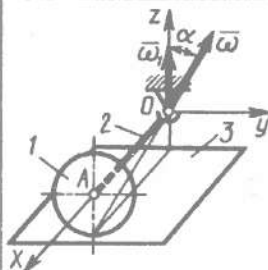
10.1.12

Конус 1 катится по неподвижному конусу 2 с постоянной по модулю угловой скоростью $\omega = \pi$. Перпендикуляр CN, опущенный из центра C основания конуса 1, вращается вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega_1 = 1,8$ рад/с. Определить угловое ускорение конуса 1, если угол $\alpha = 30^\circ$. (2,83)



10.1.13

При качении конуса без скольжения по неподвижной горизонтальной плоскости вектор мгновенной угловой скорости $\omega = 2\pi$ вращается вокруг вертикальной оси Oz с угловой скоростью $\omega_1 = 2$ рад/с. Определить модуль углового ускорения конуса. (12,6)



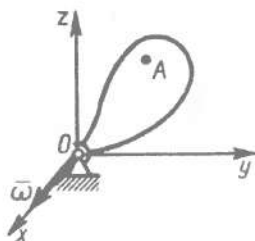
10.1.14

Колесо 1 катится без скольжения по горизонтальной плоскости 3 с постоянной по модулю угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Ось 2 колеса вращается вокруг вертикальной оси Oz с постоянной угловой скоростью $\omega_1 = 1,7$ рад/с. Определить угловое ускорение колеса 1, если угол $\alpha = 80^\circ$. (16,7)

10.2. Скорости и ускорения точек твердого тела, имеющего одну неподвижную точку

10.2.1

Тело вращается вокруг точки O . В данный момент времени мгновенная ось вращения совпадает с осью Ox , а положение точки M определяется координатами $x_M = 0$, $y_M = 0,2$ м, $z_M = 0$. Определить в градусах угол между вектором скорости точки M и осью Oy . (90)



10.2.2

Тело вращается вокруг неподвижной точки O с постоянной по модулю угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с. Определить модуль скорости точки A , если в данный момент времени ее координаты $x_A = 0$, $y_A = 0,3$ м, $z_A = 0,4$ м, а мгновенная ось вращения тела совпадает с осью Ox . (0,5)

10.2.3

Тело вращается вокруг неподвижной точки O ; мгновенная угловая скорость тела в некоторый момент времени $\vec{\omega} = 0,3\vec{i} + 0,4\vec{j}$. Определить в этот момент времени проекцию на ось Ox вектора скорости точки A тела, если ее координаты $x_A = 0,1$ м, $y_A = 0$, $z_A = 0,1$ м. (0,04)

10.2.4

При сферическом движении тела в некоторый момент времени его угловая скорость $\vec{\omega} = 2\vec{i} + 3\vec{j} + 5\vec{k}$. Определить в этот момент времени скорость точки A , имеющей координаты $x_A = 0$, $y_A = 0$, $z_A = 0,5$ м. (1,80)

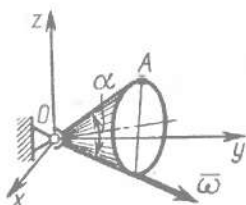
10.2.5

При сферическом движении тела проекции его угловой скорости заданы выражениями $\omega_x = \pi \sin t$, $\omega_y = \pi \cos t$, $\omega_z = 0$. Определить скорость точки A тела в момент времени (с) $t = \pi$, если при этом ее координаты $x_A = 0,4$ м; $y_A = 0,5$ м; $z_A = 0,3$ м. (1,57)

10.2.6

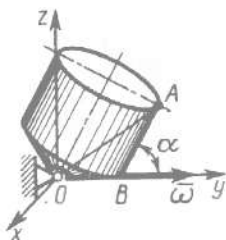
Определить скорость точки A тела при его сферическом движении в момент времени, когда координаты $x_A = 0,1$ м, $y_A = 0,3$ м, $z_A = 0,2$ м, а проекции мгновенной угловой скорости $\omega_x = \pi$, $\omega_y = 3\pi$, $\omega_z = 2\pi$. (0)

10.2.7



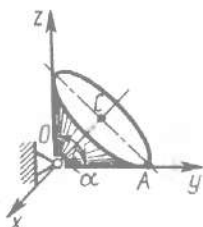
Конус вращается вокруг неподвижной точки O , катясь по плоскости Oxy с угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с. Определить скорость точки A , если $OA = 0,2$ м и $\alpha = 30^\circ$. (0,2)

10.2.8



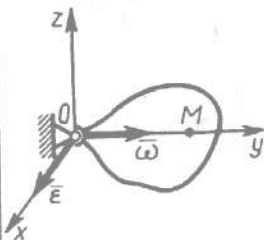
Тело вращается вокруг неподвижной точки O , катясь по плоскости Oxy с угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с. Определить скорость точки A , если расстояние $OA = 0,5$ м, $\alpha = 60^\circ$, $OB = AB$. (0,25)

10.2.9



Конус с углом при вершине $\alpha = 90^\circ$ и высотой $OC = 0,1$ м катится по горизонтальной плоскости, вращаясь вокруг точки O , скорость центра основания $v_C = 0,1$ м/с. Определить модуль осецистремительного ускорения точки A . (0)

10.2.10



Тело вращается вокруг неподвижной точки O с постоянной по модулю угловой скоростью. Определить косинус угла между вектором ускорения точки M и осью Oz , если в момент времени, когда вектор $\vec{\omega}$ совпадает с осью Oy , угловое ускорение $\vec{\epsilon}$ параллельно оси Ox . (1)

10.2.11

Тело совершает регулярную прецессию вокруг неподвижной точки O . Мгновенная ось вращения в данный момент времени совпадает с осью Ox . Определить косинус угла между вектором ускорения точки A , лежащей на мгновенной оси, и осью Oz . (1)

10.2.12

В некоторый момент времени известен вектор мгновенного углового ускорения тела, совершающего сферическое движение, $\vec{\epsilon} = \vec{i} - \vec{j} + \vec{k}$. Определить модуль вращательного ускорения точки A тела, если ее радиус-вектор в этот момент времени $\vec{r}_A = \vec{i} + \vec{j} + \vec{k}$. (2,83)

10.2.13

В некоторый момент времени известны вектор мгновенной угловой скорости тела, совершающего сферическое движение, $\vec{\omega} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + 2\vec{k}$ и вектор скорости точки A тела $\vec{v}_A = 4\vec{i} + 8\vec{j} - 4\vec{k}$. Определить проекцию осеостремительного ускорения на ось Oy . (16)

10.2.14

В некоторый момент времени известен вектор мгновенной угловой скорости тела, совершающего сферическое движение, $\vec{\omega} = \vec{i} + 2\vec{j} + 4\vec{k}$. Определить проекцию на ось Ox вектора осеостремительного ускорения точки A тела, если ее радиус-вектор в этот момент $\vec{r}_A = \vec{i} + 2\vec{j} + \vec{k}$. (-12)

10.2.15

Тело, совершающее сферическое движение, в некоторый момент времени имеет угловую скорость $\vec{\omega} = 2\vec{i} + 3\vec{k}$ и угловое ускорение $\vec{\epsilon} = 4\vec{j} + 5\vec{k}$. Определить ускорение точки M тела, если ее радиус-вектор в этот момент времени $\vec{r}_M = 0,1\vec{i} + 0,15\vec{k}$. (0,877)

10.3. Общий случай движения твердого тела

10.3.1

Тело движется в пространстве согласно уравнениям $x_M = 0$; $y_M = 20t$; $z_M = 20t - 4,9t^2$; $\theta = 0,5$ рад; $\psi = 3$ рад; $\varphi = 12(1 - e^{-0,25t})$. Определить модуль угловой скорости тела в момент времени $t = 4$ с. (1,10)

10.3.2

Моторная лодка перемещается по поверхности воды согласно закону: $x_M = 100$ м, $y_M = 6t$, $z_M = 0,2 \sin 2\pi t$, $\theta = 0,1 \cos 2\pi t$, $\dot{\psi} = 0$, $\varphi = 0$. Определить модуль углового ускорения лодки в момент времени $t = 1$ с. (1,26)

10.3.3

Тело совершает винтовое движение согласно уравнениям: $x_O = 0$, $y_O = 0$, $z_O = 5 - 0,3t$, $\theta = 0$, $\psi = 0$, $\varphi = 8t$. Определить скорость точки, находящейся на расстоянии 0,05 м от мгновенной оси вращения. Вектор мгновенной угловой скорости $\vec{\omega}$ параллелен скорости полюса \vec{v}_O . (0,5)

10.3.4

При выводе сверла из отверстия закон движения имеет вид: $x_O = 0$, $y_O = 0$, $z_O = 4t$, $\theta = 0$, $\psi = 0$, $\varphi = 25e^{-t}$, где точка O лежит на оси симметрии сверла. В момент времени $t = 3$ с определить в см/с скорость точки сверла, которая находится на расстоянии 0,6 см от оси вращения. (4,07)

10.3.5

Определить проекцию на неподвижную ось Ox скорости точки A свободного тела, если в момент времени $t = 1$ с ее радиус-вектор относительно полюса $\vec{OA} = 2\vec{i} + \vec{j} + 2\vec{k}$, мгновенная угловая скорость $\vec{\omega} = 2\vec{i} - \vec{j} + \vec{k}$, уравнения движения полюса $x_O = 2t$, $y_O = 8t$, $z_O = 5t^2$. (-1)

10.3.6

Уравнения движения точки O тела имеют вид: $x_O = 5t$, $y_O = -5t$, $z_O = -2t^2$. В момент времени $t = 2$ с определить проекцию скорости точки A тела на ось Oy , если в этот момент времени $\overline{OA} = \overline{i} + 4\overline{j} - 2\overline{k}$ и мгновенная угловая скорость $\overline{\omega} = 2\overline{i} + 2\overline{j} + \overline{k}$. (0)

10.3.7

При свободном движении тела в некоторый момент времени ускорение полюса $\overline{a}_O = 5\overline{i}$, угловая скорость $\overline{\omega} = \pi\overline{k}$ и угловое ускорение $\overline{\epsilon} = 0$. Определить проекцию ускорения точки M тела на ось Oy , если ее положение относительно полюса O задано радиусом-вектором $\overline{OM} = 0,5\overline{j}$. (4,93)

10.3.8

Тело совершает свободное движение. В момент времени, когда ускорение точки O , принятой за полюс, $\overline{a}_O = 2\overline{i} + 5\overline{j} + 5\overline{k}$, угловая скорость тела $\overline{\omega} = 0$ и угловое ускорение $\overline{\epsilon} = 2\overline{i} - 5\overline{k}$, определить ускорение точки M тела, если $\overline{OM} = 2\overline{i} - 5\overline{k}$. (7,35)

10.3.9

Тело совершает винтовое движение согласно уравнениям: $x_O = 0$, $y_O = 0$, $z_O = 0,05t$, $\theta = 0$, $\psi = 0$, $\varphi = \pi t$. Определить ускорение точки M , если ее расстояние до оси винта $OM = 0,012$ м. (0,118)

10.3.10

Закон винтового движения тела имеет вид: $x_O = 1$ м, $y_O = 2$ м, $z_O = t^2$, $\theta = 0$, $\psi = 0$, $\varphi = \pi t^2$. В момент времени $t = 1$ с определить ускорение точки M тела, находящейся на расстоянии $OM = 0,1$ м от оси винта. (4,47)

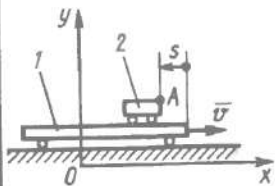
11.1. Уравнения движения точки

11.1.1

Платформа движется по горизонтали равномерно со скоростью 1 м/с. Относительно платформы в том же направлении движется точка по закону $s = 0,5t$. Найти координату x точки в момент времени $t = 4$ с, если при $t = 0$ $x = 0$. (6)

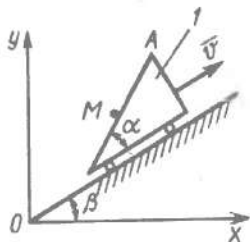
11.1.2

Платформа 1 движется по горизонтали равномерно со скоростью $v = 1$ м/с. Тело 2 относительно платформы движется по закону $s = 0,5t$. Найти закон движения тела 2, если при $t = 0$ $x_A = 0$. (0,5 t)



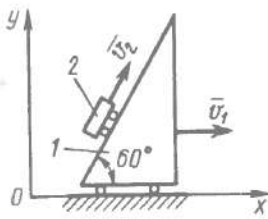
11.1.3

Тело 1 движется по наклонной плоскости равномерно со скоростью $v = 2$ м/с. Точка M относительно тела 1 движется согласно уравнению $AM = 0,5t$. Определить координату x_M точки M в момент времени $t = 2$ с, если при $t = 0$ координата $x_M = 0$, углы $\alpha = \beta = 30^\circ$. (2,96)

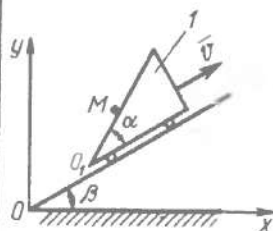


11.1.4

Тело 1 движется по горизонтали равномерно со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Тело 2 относительно тела 1 движется также равномерно со скоростью $v_2 = 4$ м/с. Пренебрегая размерами тела 2, найти его координату x_2 в момент времени $t = 0,5$ с, если при $t = 0$ координата $x_2 = 0$. (2)

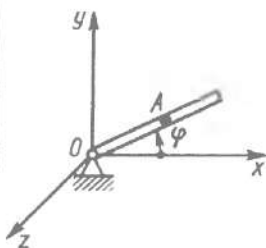


11.1.5



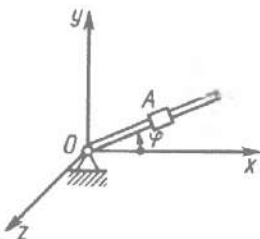
Тело I движется по наклонной плоскости равномерно со скоростью $v = 2$ м/с. Точка M относительно тела I движется согласно уравнению $O_1M = 0,5t$. Определить координату x_M точки M в момент времени $t = 1$ с, если при $t = 0$ $x_M = 0$, $\alpha = \beta = 30^\circ$. (1,98)

11.1.6



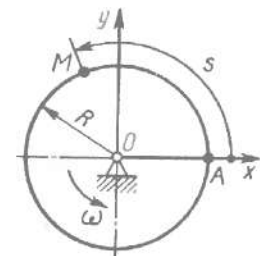
В трубке, вращающейся по закону $\varphi = 4t$ вокруг оси Oz , движется шарик по закону $OA = 5t^2$. Определить координату x_A шарика в момент времени $t = 0,25$ с. (0,169)

11.1.7



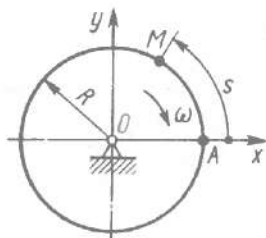
По стержню, вращающемуся по закону $\varphi = 2t$ вокруг оси Oz , движется ползун A по закону $OA = 3t^3$. Пренебрегая размерами ползуна, определить его координату y_A в момент времени $t = 0,5$ с. (0,316)

11.1.8



Точка M движется по диску радиуса $R = 0,5$ м согласно уравнению $AM = 2t^2$. Диск вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с. Определить дуговую координату s точки M в момент времени $t = 0,5$ с, если в начальный момент точка находилась на оси Ox . (1)

11.1.9

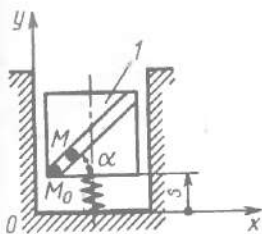


Точка M движется по диску радиуса $R = 0,5$ м согласно уравнению $AM = 2t^2$. Диск вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. Определить дуговую координату s точки M в момент времени $t = 1$ с, если в начальный момент точка находилась на оси Ox . (0,5)

11.2. Скорость точки

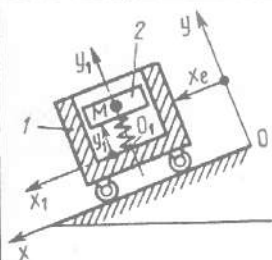
11.2.1

Тележка катится прямолинейно по закону $s = 2t$. Относительное движение точки M по тележке задано уравнениями $x_M = 3t$ и $y_M = 4t$. Определить абсолютную скорость точки M в момент времени $t = 1$ с. (6,40)



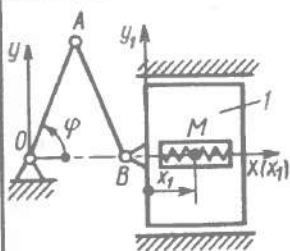
11.2.2

Определить абсолютную скорость в момент времени $t = 2$ с точки M , которая движется по диагонали прямоугольной пластины I по закону $M_0M = 0,3t^2$. Сама пластина движется вертикально в плоскости рисунка согласно уравнению $s = 1 + 0,5 \sin(\pi/2)t$. Угол $\alpha = 45^\circ$. (0,851)



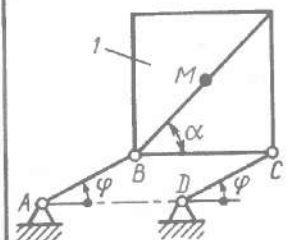
11.2.3

Тележка I движется по наклонной плоскости по закону $x_e = 0,5t^2$. Внутри тележки движется ползун 2 по закону $y_1 = 1 + 0,05 \times \sin 0,25\pi t$. Определить абсолютную скорость точки M ползуна 2 в момент времени $t = 0,1$ с. (0,107)



11.2.4

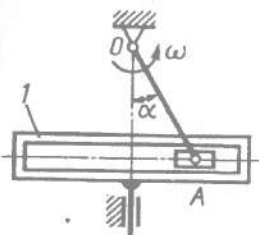
Кривошип OA вращается по закону $\varphi = \pi t/3$. Заданы длины стержней $OA = AB = 0,25$ м. Относительное движение точки M по ползуну I задано уравнением $x_1 = 0,3 + 0,1 \sin(\pi/6)t$. Определить модуль абсолютной скорости точки M в момент времени $t = 1$ с. (0,41)



11.2.5

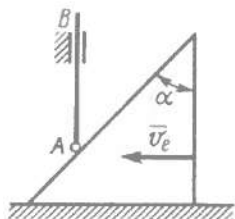
Определить абсолютную скорость точки M в момент времени $t = 1$ с, если ее движение по квадратной пластине I задано уравнением $BM = 0,1t^2$. Кривошины $AB = CD = 0,5$ м вращаются по закону $\varphi = 0,25\pi t$. (0,438)

11.2.6



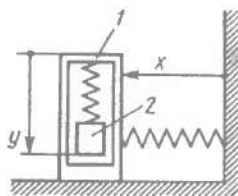
Кривошип $OA = 0,2$ м вращается вокруг оси O с угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с и приводит в движение кулису 1 , движущуюся поступательно. Найти скорость кулисы при угле $\alpha = 30^\circ$. (0,2)

11.2.7



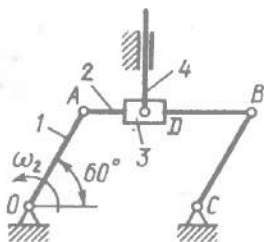
По грани призмы, движущейся со скоростью \bar{v}_e , скользит конец стержня AB . При каком угле α в градусах абсолютная скорость точки A будет равна скорости призмы v_e ? (45)

11.2.8



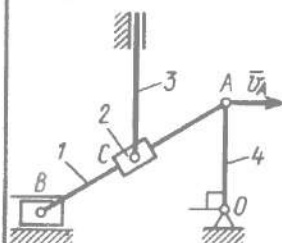
Тело 1 движется по закону $x = \sin \pi t$. Тело 2 движется относительно тела 1 по закону $y = \sin(\pi + \pi t)$. Найти абсолютную скорость тела 2 при $t = 1$ с. (4,44)

11.2.9



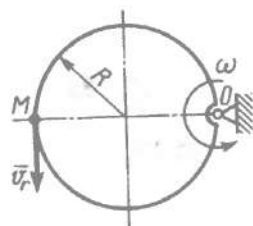
По шатуну 2 шарнирного параллелограмма $OABC$ скользит втулка 3 . К точке D втулки шарнирно прикреплен стержень 4 . Для данного положения механизма определить скорость стержня 4 , если скорость точки A кривошипа 1 равна 2 м/с. (1)

11.2.10



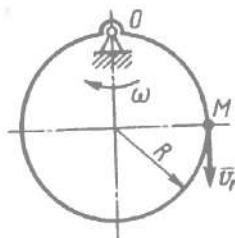
На шатун 1 кривошипно-ползунного механизма надета втулка 2 . К точке C втулки шарнирно прикреплен стержень 3 . Для данного положения механизма определить скорость стержня 3 , если длина $OA = 0,5AB$ и скорость точки A кривошипа 4 равна $v_A = 3$ м/с. (1,73)

11.2.11



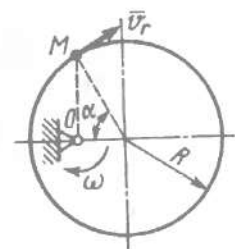
Точка M движется по ободу диска, радиус которого $R = 0,06$ м, со скоростью $v_r = 0,04$ м/с. Определить абсолютную скорость точки M в указанном положении, если закон вращения диска $\varphi = t$. (0,16)

11.2.12



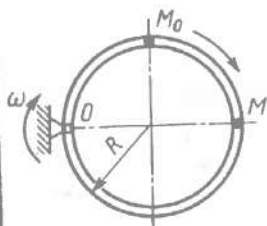
Точка M движется по ободу диска, радиус которого $R = 0,1$ м, согласно уравнению $OM = 0,3t$. Определить абсолютную скорость точки M в указанном положении, если закон вращения диска $\varphi = 0,4t$. (0,342)

11.2.13



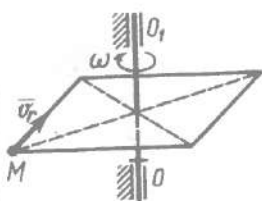
Диск радиуса $R = 0,04$ м вращается вокруг точки O в плоскости чертежа с угловой скоростью $\omega = 0,5t$. По ободу диска движется точка M с постоянной относительной скоростью $v_r = 0,3$ м/с. Определить абсолютную скорость точки M в момент времени $t = 2$ с, если угол $\alpha = 60^\circ$. (0,339)

11.2.14

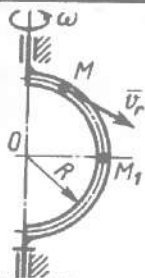


Кольцо вращается вокруг оси O , перпендикулярной плоскости чертежа, с постоянной угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. Находящийся в кольце шарик M движется по закону $M_0M = 0,1t$. Определить абсолютную скорость шарика в указанном на чертеже положении, если радиус $R = 0,1$ м. (0,5)

11.2.15

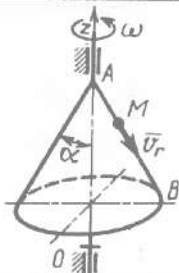


Квадратная плита вращается вокруг оси OO_1 с угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. Вдоль стороны плиты движется точка M с постоянной скоростью $v_r = 4$ м/с. Определить абсолютную скорость точки M в указанном на рисунке положении, если стороны квадрата равны 6 м. (17,5)



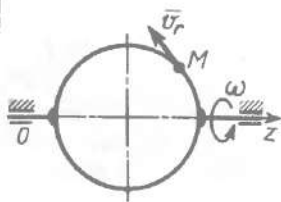
11.2.16

В трубке, имеющей форму полуокружности, движется шарик M с постоянной скоростью $v_r = 3$ м/с. Определить модуль абсолютной скорости шарика в положении M_1 , если трубка вращается с угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с, а радиус $R = 1$ м. (4,24)



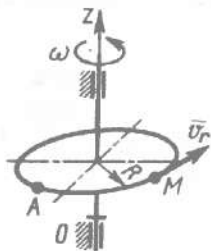
11.2.17

Конус вращается вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. По его образующей с постоянной скоростью $v_r = 4$ м/с движется точка M в направлении от A к B . Определить модуль абсолютной скорости этой точки в положении, когда расстояние $AM = 2$ м, если угол $\alpha = 30^\circ$. (5)



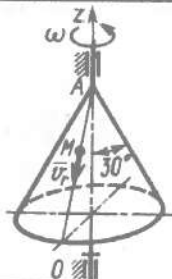
11.2.18

Диск вращается вокруг оси Oz . По его ободу движется точка M с постоянной относительной скоростью $v_r = 9$ м/с. Определить переносную скорость точки M в момент, когда ее абсолютная скорость равна 15 м/с. (12)



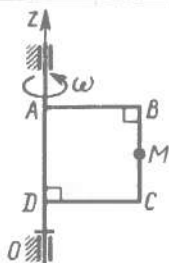
11.2.19

Диск вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 4 \sin 3t$. По его ободу движется точка M согласно уравнению $AM = 0,66 \sin 6t + 4$. Определить абсолютную скорость точки M в момент времени $t = 0,35$ с, если радиус $R = 1$ м. (3,97)



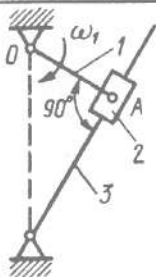
11.2.20

Конус, по образующей которого движется точка M согласно уравнению $AM = 2t$, вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 4 \sin 0,4t$. Определить модуль переносной скорости точки M в момент времени $t = 2$ с. (2,19)



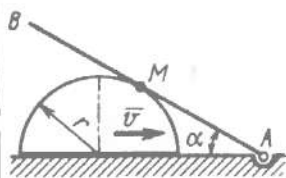
11.2.21

Пластина $ABCD$ вращается вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega = 4t$. По ее стороне BC в направлении от B к C движется точка M с постоянной скоростью 9 м/с. Определить модуль абсолютной скорости точки M в момент времени $t = 3$ с, если длина $AB = 1$ м. (15)



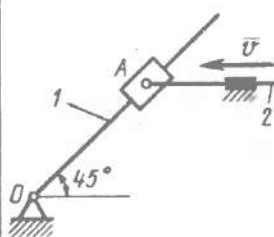
11.2.22

Кривошип I длиной $OA = 0,1$ м вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 5$ рад/с вокруг оси O . В положении, указанном на рисунке, определить скорость ползуна 2 относительно кулисы 3 . (0,5)



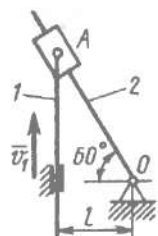
11.2.23

Тело I , имеющее форму полуцилиндра, скользит по горизонтальной плоскости со скоростью $v = 0,2$ м/с, поворачивая шарнирно закрепленный в точке A стержень AB . Определить относительную скорость точки касания M , если угол $\alpha = 30^\circ$. (0,173)



11.2.24 .

Стержень 2 кулисного механизма движется со скоростью $v = 1$ м/с. Для указанного положения механизма определить угловую скорость кулисы 1 , если расстояние $OA = 1$ м. (0,707)



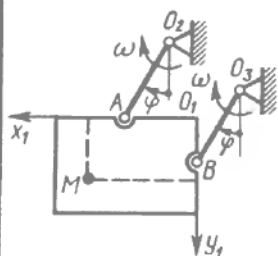
11.2.25

Стержень 1 кулисного механизма движется вверх со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Для заданного положения механизма определить угловую скорость кулисы 2 , если расстояние $l = 40$ см. (1,25)

11.3. Ускорение точки при поступательном переносном движении

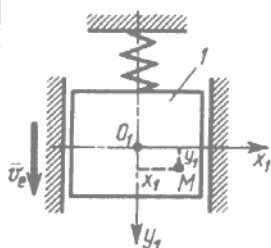
11.3.1

Тележка движется по горизонтальной оси. В данный момент времени ускорение тележки $a_e = 2 \text{ м/с}^2$. По тележке движется точка M согласно уравнениям $x_1 = 0,3t^2$ и $y_1 = 0,5t^2$. Определить абсолютное ускорение точки M . (2,78)



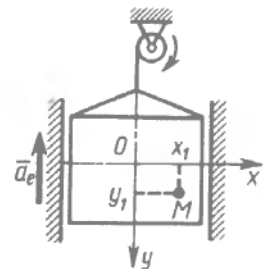
11.3.2

Пластина приводится в движение двумя кривошипными $AO_2 = BO_3 = 1 \text{ м}$, вращающимися с постоянной угловой скоростью $\omega = 2\pi$. По пластине движется точка M согласно уравнениям $x_1 = 0,2t^2$ и $y_1 = 0,3t^2$. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t = 1 \text{ с}$, если угол $\varphi = 30^\circ$. (38,3)



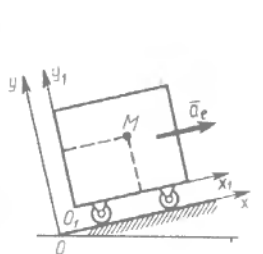
11.3.3

Пластина I совершает колебания со скоростью $v_e = (\pi/2) \sin(\pi/4)t$. По пластине движется точка M согласно уравнениям $x_1 = 0,2t^2$ и $y_1 = 0,3t$. Определить абсолютное ускорение точки M через 3 с после начала движения. (0,958)



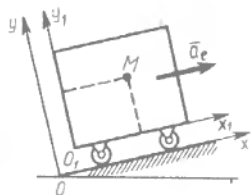
11.3.4

Кабина лифта поднимается с постоянным ускорением $a_e = 5 \text{ м/с}^2$. Внутри кабины в плоскости чертежа движется точка M по закону $x_1 = 0,5t^2$ и $y_1 = 0,3t^2$. Определить абсолютное ускорение точки M . (4,51)

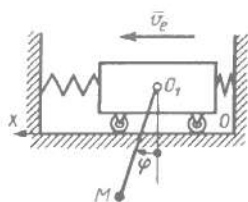


11.3.5

Тележка движется по наклонной плоскости с ускорением $a_e = 2 \text{ м/с}^2$. По тележке в плоскости чертежа движется точка M согласно уравнениям $x_1 = 3t^2$ и $y_1 = 4t^2$. Определить абсолютное ускорение точки. (11,3)

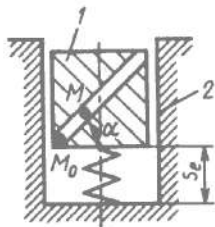


11.3.6



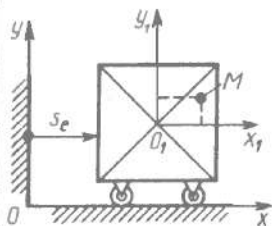
Тележка движется со скоростью $v_e = \sin(\pi/3)t$. Стержень O_1M длиной 1 м, закрепленный в центре тележки, движется по закону $\varphi = 0,5\pi t$. Определить абсолютное ускорение конца стержня (точки M) в момент времени $t = 0,5$ с. (1,93)

11.3.7



Тело 1 движется в вертикальной цилиндрической трубе 2 по закону $s_e = 1 + 0,3 \sin(\pi/3)t$. Шарик M движется по каналу внутри тела 1 по закону $M_0M = 0,1 t^3$. Определить абсолютное ускорение шарика в момент времени $t = 0,5$ с, если известен угол $\alpha = 45^\circ$. (0,484)

11.3.8

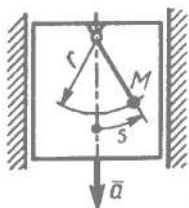


Тележка движется по закону $s_e = 0,5 t^3$. По тележке в плоскости чертежа движется точка M согласно уравнениям $x_1 = 0,3 t$ и $y_1 = 0,1 t^2$. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t = 1$ с. (3,01)

11.3.9

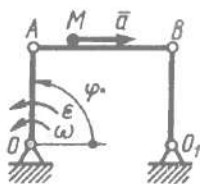
Относительное движение точки M определяется уравнениями $x_r = e^t$, $y_r = 2 \sin t$, а переносное поступательное движение — уравнениями $x_e = e^{-t}$; $y_e = 2 \cos t$. Оси абсолютной и относительной систем координат параллельны. Определить модуль абсолютного ускорения точки M в момент времени $t = 0$. (2,83)

11.3.10



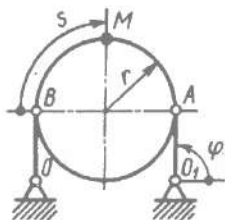
Точка M маятника движется по окружности радиуса $r = 0,1$ м согласно уравнению $s = 0,01 \sin 10 t$ в лифте, опускающемся с постоянным ускорением $a = 0,1$ м/с². Определить модуль абсолютного ускорения точки M в момент времени, когда координата $s = 0$. (0)

11.3.11



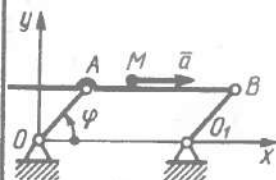
По стержню AB шарнирного параллелограмма $OABO_1$ движется точка M с ускорением $a = 0,4 \text{ м/с}^2$. Определить модуль абсолютного ускорения точки M в момент времени, когда угол $\varphi = 0,5\pi$, угловая скорость стержня OA длиной $0,1 \text{ м}$ равна $\omega = 4 \text{ рад/с}$, а угловое ускорение $\epsilon = 0,4 \text{ рад/с}^2$. (1,64)

11.3.12



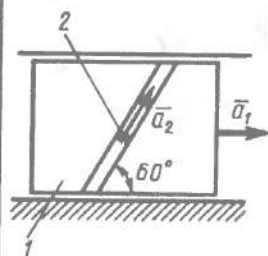
Звено O_1A вращается согласно уравнению $\varphi = 2t$. По ободу диска радиуса $r = 0,5 \text{ м}$ движется точка M по закону $s = 2rt$. Определить модуль абсолютного ускорения точки M в момент времени $t = 0,25\pi$. (4)

11.3.13



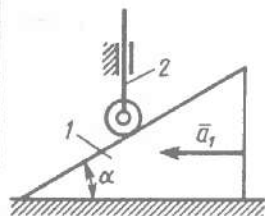
По стержню AB шарнирного параллелограмма $OABO_1$ движется точка M с ускорением $a = \cos t$. Стержень OA длиной 2 м вращается согласно уравнению $\varphi = t$. Определить модуль абсолютного ускорения точки M в момент времени $t = \pi$. (1)

11.3.14



Ползун 1 движется по горизонтальным направляющим с постоянным ускорением $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$. Точка 2 перемещается по отношению к ползуну с ускорением $a_2 = 3 \text{ м/с}^2$. Определить абсолютное ускорение точки. (6,08)

11.3.15

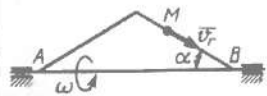


По горизонтальной плоскости движется кулачок 1 с ускорением $a_1 = 0,6 \text{ м/с}^2$. Определить ускорение толкателя 2 , если угол $\alpha = 30^\circ$. (0,346)

11.4.1

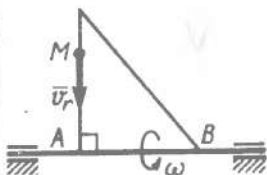
Точка M движется от начала координат со скоростью $v = 2$ м/с по стержню, образующему угол 30° с вертикальной осью вращения Oz . Угловая скорость $\omega = 4$ рад/с. Определить проекцию на ось Ox кориолисова ускорения точки M , когда стержень находится в плоскости Oyz . (–8)

11.4.2



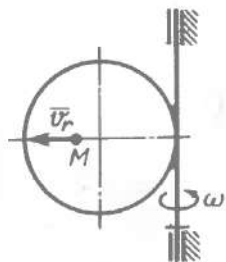
По стороне треугольника, вращающегося вокруг стороны AB с угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с, движется точка M с относительной скоростью $v_r = 2$ м/с. Определить модуль ускорения Кориолиса точки M , если угол $\alpha = 30^\circ$. (8)

11.4.3



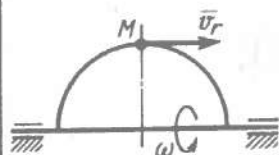
По стороне треугольника, вращающегося вокруг стороны AB с угловой скоростью $\omega = 8$ рад/с, движется точка M с относительной скоростью $v_r = 4$ м/с. Определить модуль ускорения Кориолиса точки M . (64)

11.4.4



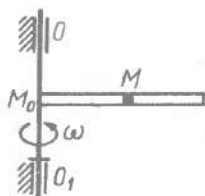
По диаметру диска, вращающегося вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\omega = 2t$, движется точка M с относительной скоростью $v_r = 4t$. Определить модуль ускорения Кориолиса точки M в момент времени $t = 2$ с. (64)

11.4.5



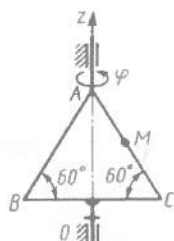
По ободу полукруга, вращающегося вокруг диаметра с угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с, движется точка M с относительной скоростью \bar{v}_r . Определить модуль ускорения Кориолиса точки M в указанном положении. (0)

11.4.6



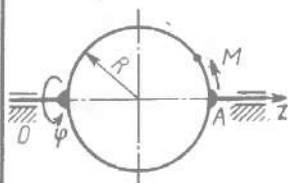
Трубка вращается вокруг оси OO_1 с угловой скоростью $\omega = 1,5$ рад/с. Шарик M движется вдоль трубки по закону $M_0M = 4t$. Найти модуль ускорения Кориолиса шарика. (12)

11.4.7



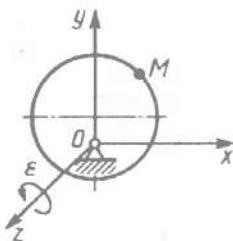
Пластина ABC вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 5t^2$, а по ее стороне AC движется точка M согласно уравнению $AM = 4t^3$. Определить ускорение Кориолиса точки M в момент времени $t = 0,5$ с. (15)

11.4.8



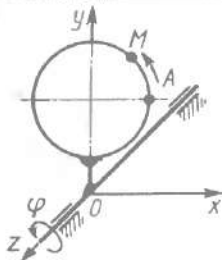
Диск вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 4 \sin 0,25 \pi t$. По ободу диска движется точка M согласно уравнению $AM = 0,25 \pi R t^2$. Определить ускорение Кориолиса точки M в момент времени $t = 1$ с, если радиус $R = 0,4$ м. (1,98)

11.4.9



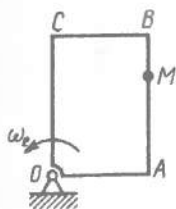
Диск-эксцентрик вращается равноускоренно из состояния покоя с угловым ускорением $\epsilon = 3$ рад/с² вокруг оси Oz . По его ободу равномерно движется точка M со скоростью $0,1$ м/с. Определить ускорение Кориолиса точки M в момент времени $t = 3$ с. (1,8)

11.4.10



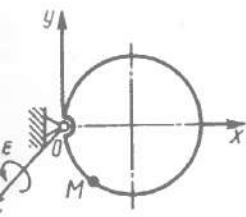
Диск вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 1,28 \sin \pi t$. По его ободу движется точка M согласно уравнению $AM = 15t^2$. Определить ускорение Кориолиса точки M в момент времени $t = 1/3$ с, если оси Ox и Oy расположены в плоскости диска. (40,2)

11.4.11



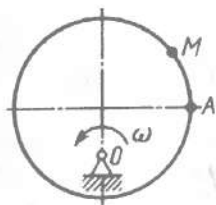
По стороне AB прямоугольной пластины, вращающейся в плоскости чертежа, движется точка M по закону $AM = 3 \sin(\pi/3) t$. Определить угловую скорость пластины ω_e в момент времени $t = 2$ с, если ускорение Кориолиса в точке M в этот момент равно 4π м/с². (4)

11.4.12



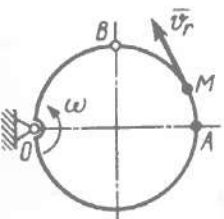
Диск вращается равноускоренно вокруг оси Oz с угловым ускорением $\epsilon = 2$ рад/с². С какой скоростью по ободу этого диска должна равномерно двигаться точка M , чтобы в момент времени $t = 1$ с ускорение Кориолиса этой точки было равно 20 м/с², если начальная угловая скорость диска равна 3 рад/с. (2)

11.4.13



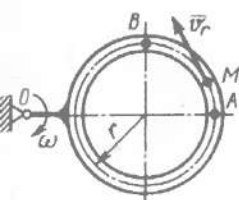
Диск-эксцентрик равномерно вращается в плоскости чертежа. По его ободу движется точка M по закону $AM = 4t^2$. Чему должна равняться угловая скорость диска ω , для того чтобы ускорение Кориолиса точки M в момент времени $t = 1$ с было равно 24 м/с²? (1,5)

11.4.14



По ободу диска, вращающегося в плоскости чертежа с угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с, движется точка M с относительной скоростью $v_r = 0,2$ м/с. Изменится ли модуль ускорения Кориолиса точки M при переходе ее из A в B ? (Нет)

11.4.15



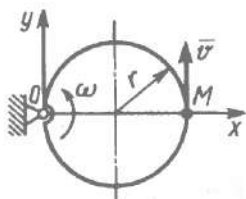
По кольцу радиуса $r = 0,5$ м, вращающемуся в плоскости чертежа вокруг оси O с угловой скоростью $\omega = \text{const}$, движется точка M со скоростью $v_r = \text{const}$. Изменится ли модуль ускорения Кориолиса точки M при переходе ее из A в B ? (Нет)

11.5. Определение ускорения точки

11.5.1

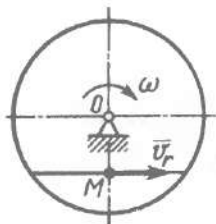
Точка M движется с постоянной скоростью $v = 1$ м/с от начала координат по стержню, вращающемуся в плоскости Oxy с постоянной угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с. Определить модуль ускорения точки M , когда расстояние $OM = 0,5$ м. (4,47)

11.5.2



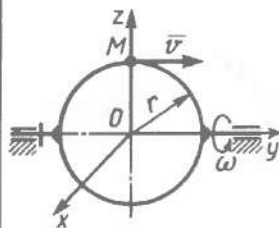
Кольцо радиуса $r = 0,5$ м вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с в плоскости чертежа. По кольцу перемещается точка M с постоянной скоростью $v = 2$ м/с. Определить модуль абсолютного ускорения точки M в указанном положении. (40)

11.5.3



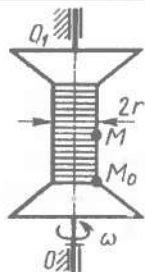
Точка M движется с относительной скоростью $v_r = 0,5t$ по хорде диска, вращающегося вокруг оси O , перпендикулярной плоскости диска, с угловой скоростью $\omega = 0,5$ рад/с. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t = 2$ с, если расстояние $OM = 0,02$ м. (1,11)

11.5.4



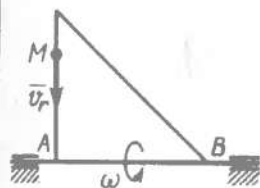
Точка M движется с постоянной скоростью $v = 2$ м/с по кольцу радиуса $r = 0,5$ м, который вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. Определить модуль абсолютного ускорения точки M в указанном положении. (16)

11.5.5



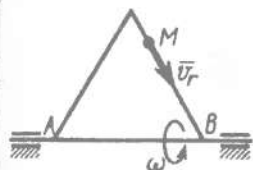
Катушка вращается вокруг оси OO_1 с угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с. Вдоль катушки перемещается точка M по закону $M_0M = 0,04t^2$. Определить абсолютное ускорение точки M , если радиус $r = 0,02$ м. (0,113)

11.5.6



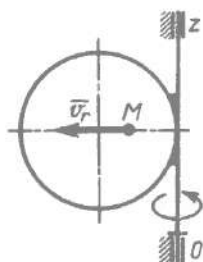
По стороне треугольника, вращающегося вокруг стороны AB с угловой скоростью ω , движется точка M с относительной скоростью $v_r = 3t^2$. Определить модуль относительного ускорения точки M в момент времени $t = 2$ с. (12)

11.5.7



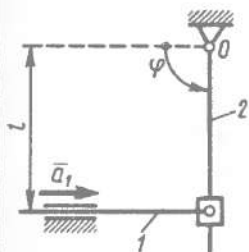
По стороне треугольника, вращающегося вокруг стороны AB с угловой скоростью ω , движется точка M с относительной скоростью $v_r = 2 \sin 4t$. Определить относительное ускорение точки M в момент времени $t = \pi/8$ с. (0)

11.5.8



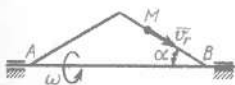
По диаметру диска, вращающегося вокруг оси Oz , движется точка M с относительной скоростью $v_r = 4t^3$. Определить модуль относительного ускорения точки M в момент времени $t = 1$ с. (12)

11.5.9



Стержень 1 кулисного механизма движется с постоянным ускорением $a_1 = 2$ м/с². Определить угловое ускорение кулисы 2 в данном положении механизма, если угол $\varphi = 90^\circ$ и расстояние $l = 0,5$ м. (4)

11.5.10



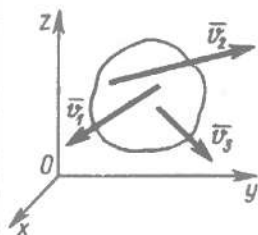
По стороне треугольника, вращающегося вокруг стороны AB с постоянной угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с, движется точка M с относительной скоростью \bar{v}_r . В момент времени, когда расстояние $MB = 0,5$ м, определить модуль переносного ускорения точки M , если угол $\alpha = 30^\circ$. (4)

12.1. Сложение поступательных движений

12.1.1

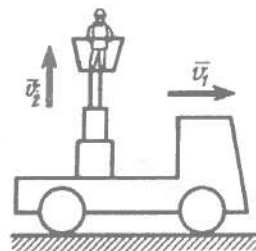
Тело одновременно участвует в двух поступательных движениях со скоростями $\vec{v}_1 = 5\vec{i} + 2\vec{j}$ и $\vec{v}_2 = -2\vec{i} + 3\vec{j}$. Определить модуль абсолютной скорости тела. (5,83)

12.1.2



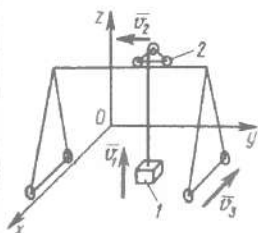
Тело одновременно участвует в трех поступательных движениях со скоростями $\vec{v}_1 = 4\vec{i} - 3\vec{j} + \vec{k}$, $\vec{v}_2 = -6\vec{i} + 5\vec{j} + 3\vec{k}$, $\vec{v}_3 = 2\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}$. Определить модуль абсолютной скорости тела. (5)

12.1.3



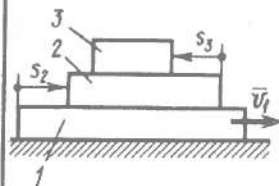
Автомобиль движется со скоростью $v_1 = 3,6$ км/ч, а монтажная вышка поднимается со скоростью $v_2 = 0,5$ м/с. Определить абсолютную скорость рабочего, который стоит на вышке неподвижно. (1,12)

12.1.4



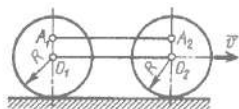
Подъем груза I осуществляется со скоростью $v_1 = 0,4$ м/с. Тележка 2 козловой крана движется со скоростью $v_2 = 0,3$ м/с, а скорость крана $v_3 = 0,2$ м/с. Определить абсолютную скорость груза I . (0,539)

12.1.5



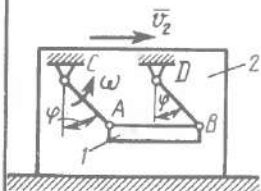
Тела 1, 2, 3 находятся в поступательном прямолинейном движении. Тело 1 движется со скоростью $v_1 = 3$ м/с, тела 2 и 3 – согласно законам $s_2 = 2t^2$, $s_3 = 3t^2$. Определить абсолютную скорость тела 3 в момент времени $t = 1$ с. (1)

12.1.6



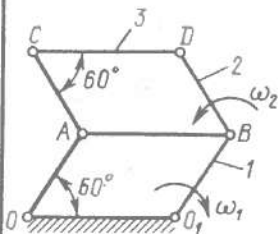
Спаренные колеса движутся со скоростью $v = 36$ км/ч. Определить абсолютную скорость коромысла A_1A_2 в момент времени, когда отрезки $O_1A_1 = O_2A_2 = 0,2$ м вертикальны. Радиус $R = 0,25$ м. (18)

12.1.7



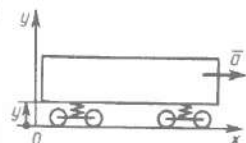
Тело 1 с помощью стержней $AC = BD = 3$ м шарнирно присоединено к телу 2. Определить абсолютную скорость тела 1 в момент времени, когда тело 2 движется со скоростью $v_2 = 10$ м/с, угол $\varphi = 45^\circ$ и угловая скорость стержней $\omega = 1,5$ рад/с. (13,6)

12.1.8



Определить модуль скорости поступательного движения звена 3 в указанном положении механизма, если звенья 1 и 2 длиной 0,5 м вращаются с абсолютными угловыми скоростями $\omega_1 = \omega_2 = 2$ рад/с. Фигуры $OABO_1$ и $ACDB$ являются параллелограммами. (1)

12.1.9



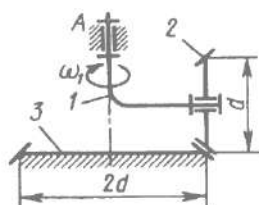
Кузов вагона совершает одновременно два поступательных движения: в продольном направлении движется с постоянным ускорением $a = 1$ м/с², а в вертикальном – колеблется согласно закону $y = 1 + 0,02 \sin 2\pi t$. Определить модуль максимального абсолютного ускорения вагона. (1,27)

12.2. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей

12.2.1

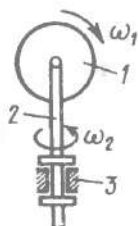
Тело одновременно участвует в двух вращательных движениях с угловыми скоростями $\vec{\omega}_1 = 2\vec{i} + 5\vec{j}$ и $\vec{\omega}_2 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$. Определить модуль абсолютной угловой скорости тела. (10)

12.2.2



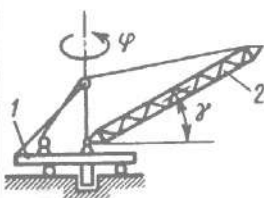
На изогнутой оси 1, которая вращается в шарнире A с угловой скоростью $\omega_1 = 6$ рад/с, свободно вращается коническое зубчатое колесо 2. Последнее находится в зацеплении с неподвижным зубчатым колесом 3. Определить модуль абсолютной угловой скорости колеса 2. (13,4)

12.2.3



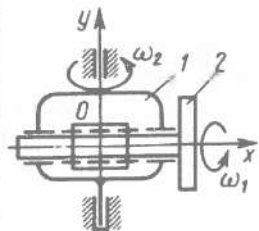
Диск 1 вращается в держателе 2 с частотой вращения 300 об/мин. Угловая скорость вращения держателя в подшипнике 3 равна $\omega_2 = 10$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости диска. (33,0)

12.2.4



Основание 1 подъемного крана поворачивается согласно уравнению $\varphi = 0,2t$. Угловая скорость подъема стрелы 2 равна $d\gamma/dt = 0,3$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости стрелы. (0,361)

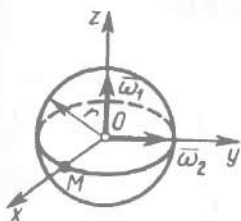
12.2.5



Вал 2 вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 2$ рад/с относительно корпуса 1. Определить косинус угла между вектором абсолютной угловой скорости вала и осью x, если корпус 1 вращается с угловой скоростью $\omega_2 = 4$ рад/с. (0,447)

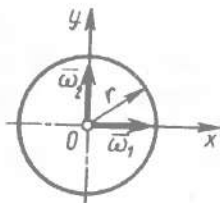
12.2.6

Сферическая оболочка радиуса $r = 0,5$ м участвует одновременно в двух вращательных движениях с угловыми скоростями $\omega_1 = 3$ рад/с и $\omega_2 = 4$ рад/с. Определить модуль скорости точки M оболочки в изображенном положении. (2,5)



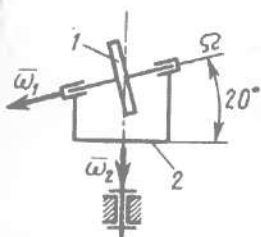
12.2.7

Диск радиуса $r = 0,5$ м участвует одновременно в двух вращательных движениях с угловыми скоростями $\omega_1 = \omega_2 = 2$ рад/с. Определить модуль скорости той точки диска, для которой этот модуль имеет максимальное значение. (1,41)



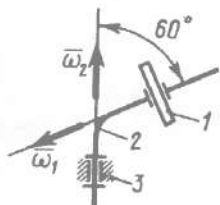
12.2.8

Диск I вращается вокруг оси Ω , которая в свою очередь поворачивается вокруг вертикальной оси. Угловые скорости $\omega_1 = 20$ рад/с, $\omega_2 = 10$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости диска I . (25,2)



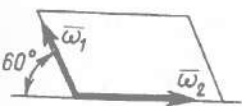
12.2.9

Диск I вращается на изогнутой оси 2 с угловой скоростью $\omega_1 = 4$ рад/с. Скорость вращения оси 2 в подшипнике 3 равна $\omega_2 = 4$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости диска. (4)



12.2.10

Пластинка участвует одновременно в двух вращательных движениях с угловыми скоростями $\omega_1 = 2$ рад/с и $\omega_2 = 4$ рад/с. Какой угол в градусах образует вектор абсолютной угловой скорости с вектором $\bar{\omega}_2$? (30)

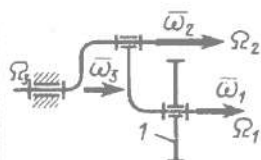


12.3. Сложение вращений вокруг параллельных осей

12.3.1

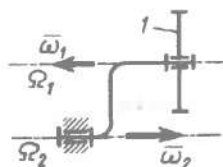
Тело одновременно находится в двух вращательных движениях вокруг параллельных осей Ω_1 и Ω_2 с угловыми скоростями $\omega_1 = 2$ рад/с и $\omega_2 = 3$ рад/с, векторы которых направлены в одну сторону. Определить модуль абсолютной угловой скорости движения тела. (5)

12.3.2



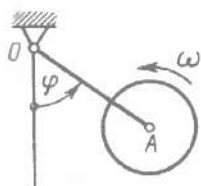
Колесо 1 одновременно находится в трех вращательных движениях вокруг параллельных осей $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$ с угловыми скоростями $\omega_1 = 5$ рад/с, $\omega_2 = 4$ рад/с, $\omega_3 = 3$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости колеса. (12)

12.3.3



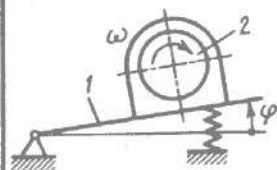
Колесо 1 одновременно находится в двух вращательных движениях вокруг осей Ω_1 и Ω_2 с угловыми скоростями $\omega_1 = 4$ рад/с и $\omega_2 = 3$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости колеса. (1)

12.3.4



Вращение кривошипа OA плоского механизма определяется уравнением $\varphi = \cos 2t$. Колесо вращается относительно кривошипа с угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. Определить модуль абсолютной угловой скорости колеса в момент времени $t = 2$ с. (4,51)

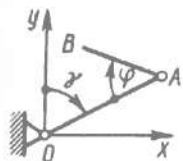
12.3.5



Платформа 1 совершает колебания по закону $\varphi = 0,1 \sin 10\pi t$. Якорь 2 двигателя вращается относительно статора с угловой скоростью $\omega = 7$ рад/с. Определить максимальное значение абсолютной угловой скорости якоря. (10,1)

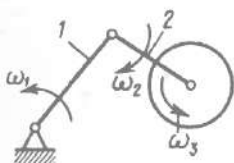
12.3.6

Углы плоского механизма изменяются согласно уравнениям $\varphi = 0,2t$, $\gamma = 0,1t^2$. Определить модуль абсолютной угловой скорости стержня AB в момент времени $t = 2$ с. (1,2)



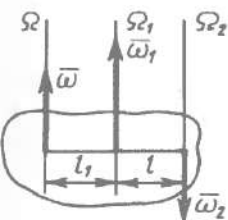
12.3.7

В плоском механизме диск вращается относительно стержня 2 с угловой скоростью $\omega_3 = 2$ рад/с, а стержень 2 относительно стержня 1 – с угловой скоростью $\omega_2 = 4$ рад/с. При какой угловой скорости ω_1 стержня 1 абсолютное движение диска будет поступательным? (2)



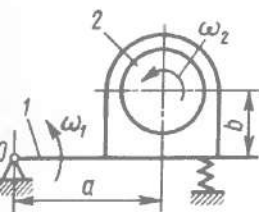
12.3.8

Тело одновременно находится в двух вращательных движениях вокруг осей вращения Ω_1 и Ω_2 с угловыми скоростями $\omega_1 = 4$ рад/с, $\omega_2 = 2$ рад/с. Определить расстояние l_1 в см между осью Ω_1 и мгновенной осью Ω абсолютного вращения тела, если расстояние $l = 50$ см. (50)



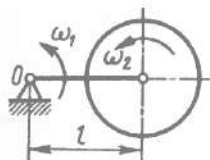
12.3.9

Платформа 1, совершая колебательное движение, имеет угловую скорость ω_1 . Якорь 2 двигателя вращается относительно статора с угловой скоростью $\omega_2 = \omega_1$. Определить расстояние в см от мгновенной оси вращения якоря до точки O , если $a = 40$ см, $b = 30$ см. (25)



12.3.10

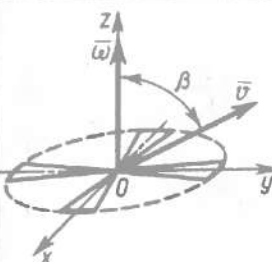
Стержень длиной $l = 0,5$ м вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 4$ рад/с, а диск относительно стержня – с угловой скоростью $\omega_2 = 2$ рад/с. На каком расстоянии от мгновенной оси вращения диска находится точка O ? (0,167)



12.4. Общий случай сложения движений твердого тела

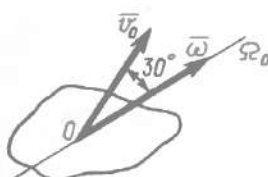
12.4.1

Тело имеет скорость поступательного движения $v = 7$ м/с и угловую скорость $\bar{\omega}$. Определить модуль скорости поступательного движения кинематического винта, если угол между векторами \bar{v} и $\bar{\omega}$ равен 70° . (2,39)



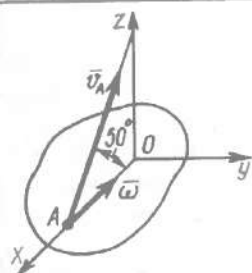
12.4.2

Скорость вертолета $v = 12$ м/с. Вектор угловой скорости $\bar{\omega}$ его несущего винта образует с вектором \bar{v} угол $\beta = 80^\circ$. Сложное движение несущего винта приводится к кинематическому винту. Определить поступательную скорость кинематического винта. (2,08)



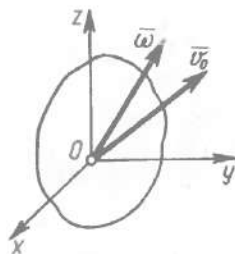
12.4.3

Векторы скорости полюса \bar{v}_0 и угловой скорости $\bar{\omega}$ тела образуют угол 30° . Определить, на каком расстоянии от оси Ω_0 находится ось кинематического винта, если $v_0 = 6$ м/с, $\omega = 6$ рад/с. (0,5)



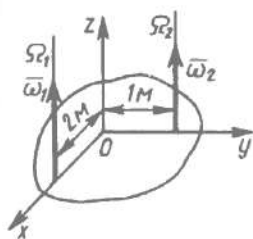
12.4.4

Тело находится в сложном движении: угловая скорость $\omega = 0,7$ рад/с, скорость полюса $v_A = 2$ м/с. Определить расстояние от оси кинематического винта до плоскости Oxz . (2,19)



12.4.5

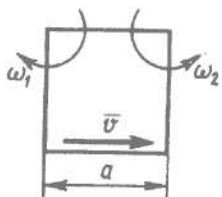
Тело находится в свободном движении: скорость полюса $\bar{v}_Q = 5\bar{i} + 6\bar{j} + 7\bar{k}$, вращательная скорость $\bar{\omega} = \bar{i} - 2\bar{j} + 3\bar{k}$. Определить модуль скорости поступательного движения кинематического винта тела. (3,74)



12.4.6

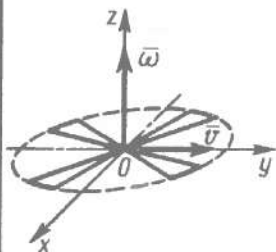
Тело участвует в двух вращательных движениях вокруг параллельных осей Ω_1 и Ω_2 с угловыми скоростями $\omega_1 = 1$ рад/с, $\omega_2 = 3$ рад/с. Определить модуль абсолютной скорости точки O тела. (3,61)

12.4.7



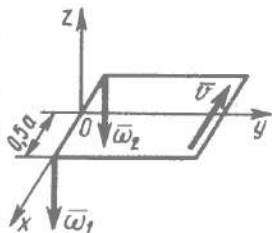
Квадратная пластина со стороной $a = 0,5$ м участвует одновременно в поступательном движении со скоростью $v = 3$ м/с и двух вращательных движениях с угловыми скоростями $\omega_1 = \omega_2 = 4$ рад/с. Определить модуль абсолютной поступательной скорости пластины. (3,61)

12.4.8



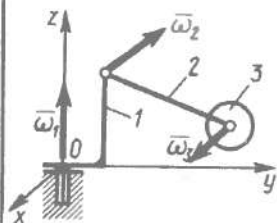
Скорость вертолета $v = 12$ м/с, а угловая скорость его несущего винта $\omega = 15$ рад/с. Определить координату x точки пересечения мгновенной оси вращения винта с плоскостью Oxy . (-0,8)

12.4.9



Квадратная пластина со стороной $a = 1$ м участвует одновременно в поступательном движении со скоростью $v = 4$ м/с и двух вращательных движениях с угловыми скоростями $\omega_1 = \omega_2 = 2$ рад/с. Определить расстояние от точки O до мгновенной оси вращения пластины. (1)

12.4.10



Определить модуль абсолютной угловой скорости диска 3, если его угловая скорость относительно детали 2 $\omega_3 = 0,5$ рад/с, угловая скорость детали 2 относительно детали 1 равна $\omega_2 = 0,2$ рад/с, а угловая скорость детали 1 равна $\omega_1 = 0,1$ рад/с, причем $\bar{\omega}_2 \parallel \bar{\omega}_3 \parallel Ox$. (0,316)

Динамика

13 ГЛАВА

ДИНАМИКА ТОЧКИ

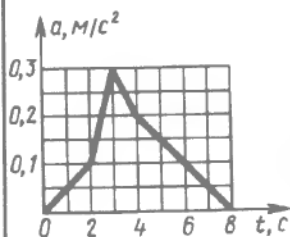
13.1. Определение сил по заданному движению

13.1.1

Точка массой $m = 4$ кг движется по горизонтальной прямой с ускорением $a = 0,3t$. Определить модуль силы, действующей на точку в направлении ее движения в момент времени $t = 3$ с. (3,6)

13.1.2

Ускорение движения точки массой $m = 27$ кг по прямой задано графиком функции $a = a(t)$. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к точке в момент времени $t = 5$ с. (4,05)



13.1.3

Деталь массой $m = 0,5$ кг скользит вниз по лотку. Под каким углом к горизонтальной плоскости должен располагаться лоток, для того чтобы деталь двигалась с ускорением $a = 2$ м/с²? Угол выразить в градусах. (11,8)

13.1.4

Точка массой $m = 14$ кг движется по горизонтальной оси Ox с ускорением $a_x = \ln t$. Определить модуль силы, действующей на точку в направлении движения в момент времени $t = 5$ с. (22,5)

13.1.5

Трактор, двигаясь с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$ по горизонтальному участку пути, перемещает нагруженные сани массой 600 кг . Определить силу тяги на крюке, если коэффициент трения скольжения саней $f = 0,04$. (835)

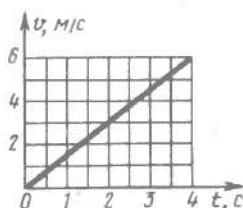


13.1.6

Тело массой $m = 50 \text{ кг}$, подвешенное на тросе, поднимается вертикально с ускорением $a = 0,5 \text{ м/с}^2$. Определить силу натяжения троса. (516)

13.1.7

Скорость движения точки массой $m = 24 \text{ кг}$ по прямой задана графиком функции $v = v(t)$. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку. (36)



13.1.8

Материальная точка массой $m = 12 \text{ кг}$ движется по прямой со скоростью $v = e^{0,1t}$. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку в момент времени $t = 50 \text{ с}$. (178)

13.1.9

Определить модуль равнодействующей сил, действующих на материальную точку массой $m = 3 \text{ кг}$ в момент времени $t = 6 \text{ с}$, если она движется по оси Ox согласно уравнению $x = 0,04t^3$. (4,32)

13.1.10

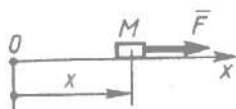
Материальная точка массой 1,4 кг движется прямолинейно по закону $x = 6t^2 + 6t + 3$. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к точке. (16,8)

13.1.11

Материальная точка массой $m = 10$ кг движется по оси Ox согласно уравнению $x = 5 \sin 0,2t$. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку в момент времени $t = 7$ с. (1,97)

13.1.12

Тело M массой 2 кг движется прямолинейно по закону $x = 10 \sin 2t$ под действием силы \vec{F} . Найти наибольшее значение этой силы. (80)



13.1.13

Материальная точка массой $m = 6$ кг движется в горизонтальной плоскости Oxy с ускорением $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$. Определить модуль силы, действующей на нее в плоскости движения. (30)

13.1.14

Материальная точка массой m движется в плоскости Oxy согласно уравнениям $x = bt$, $y = ct$, где b и c — постоянные. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к точке. (0)

13.1.15

Материальная точка массой $m = 7$ кг движется в горизонтальной плоскости Oxy со скоростью $\vec{v} = 0,4t\vec{i} + 0,5t\vec{j}$. Определить модуль силы, действующей на нее в плоскости движения. (4,48)

13.1.16

Движение материальной точки массой $m = 9$ кг в плоскости Oxy определяется радиусом-вектором $\vec{r} = 0,6t^2\vec{i} + 0,5t^2\vec{j}$. Определить модуль равнодействующей всех сил, приложенных к точке. (14,1)

13.1.17

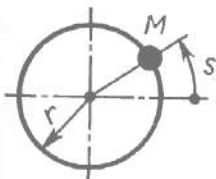
Движение материальной точки массой $m = 8$ кг происходит в горизонтальной плоскости Oxy согласно уравнениям $x = 0,05t^3$ и $y = 0,3t^2$. Определить модуль равнодействующей приложенных к точке сил в момент времени $t = 4$ с. (10,7)

13.1.18

Материальная точка массой $m = 16$ кг движется по окружности радиуса $R = 9$ м со скоростью $v = 0,8$ м/с. Определить проекцию равнодействующей сил, приложенных к точке, на главную нормаль к траектории. (1,14)

13.1.19

Материальная точка M массой $1,2$ кг движется по окружности радиуса $r = 0,6$ м согласно уравнению $s = 2,4t$. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к материальной точке. (11,5)



13.1.20

Материальная точка массой $m = 18$ кг движется по окружности радиуса $R = 8$ м согласно уравнению $s = e^{0,3t}$. Определить проекцию равнодействующей сил, приложенных к точке, на касательную к траектории в момент времени $t = 10$ с. (32,5)

13.1.21

Материальная точка массой $m = 20$ кг движется по окружности радиуса $R = 6$ м согласно уравнению $s = \ln t$. Определить проекцию равнодействующей сил, приложенных к точке, на нормаль к траектории в момент времени $t = 0,5$ с. (13,3)

13.1.22

Материальная точка массой $m = 14$ кг движется по окружности радиуса $R = 7$ м с постоянным касательным ускорением $a_t = 0,5$ м/с. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку, в момент времени $t = 4$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (10,6)

13.1.23

Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по окружности радиуса $r = 2$ м со скоростью $v = 2t$. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к точке, в момент времени $t = 1$ с. (2,83)

13.1.24

Материальная точка массой $m = 22$ кг движется по окружности радиуса $R = 10$ м согласно уравнению $s = 0,3t^2$. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку, в момент времени $t = 5$ с. (23,8)

13.2. Определение параметров прямолинейного движения по заданным силам

13.2.1

Тело движется вниз по гладкой плоскости, которая наклонена под углом $\alpha = 25^\circ$ к горизонту. Определить ускорение тела. (4,15)

13.2.2

Материальная точка массой $m = 5$ кг движется под действием сил $F_1 = 3$ Н и $F_2 = 10$ Н. Определить проекцию ускорения точки на ось Ox . (1,13)



13.2.3

Тело движется вниз по наклонной шероховатой плоскости, которая образует с горизонтом угол 40° . Определить ускорение тела, если коэффициент трения скольжения $f = 0,3$. (4,05)

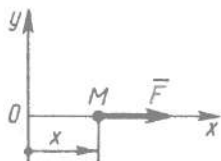
13.2.4

Материальная точка массой $m = 9$ кг движется в пространстве под действием силы $\vec{F} = 5\vec{i} + 6\vec{j} + 7\vec{k}$. Определить модуль ускорения точки. (1,17)

13.2.5

Моторная лодка массой $m = 200$ кг после остановки мотора движется прямолинейно, преодолевая сопротивление воды. Сила сопротивления $R = 4v^2$. Определить ускорение лодки, когда ее скорость $v = 5$ м/с. (-0,5)

13.2.6



Материальная точка M массой m движется по горизонтальной оси Ox под действием силы $F = 2m(x + 1)$. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее координата $x = 0,5$ м. (3)

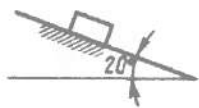
13.2.7

На материальную точку массой $m = 200$ кг, которая находится на горизонтальной поверхности, действует вертикальная подъемная сила $F = 10t^2$. Определить время t , при котором начнется движение точки. (14,0)

13.2.8

Тело массой $m = 20$ кг падает по вертикали, сила сопротивления воздуха $R = 0,04v^2$. Определить максимальную скорость падения тела. (70,0)

13.2.9



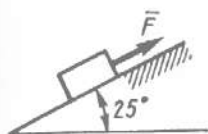
По наклонной плоскости из состояния покоя начинает скользить тело массой $m = 1$ кг. Определить максимальную скорость тела, если сила сопротивления движению $R = 0,08v$. (41,9)

13.2.10

Материальная точка массой $m = 50$ кг из состояния покоя движется по гладкой горизонтальной направляющей под действием силы $F = 50$ Н, вектор которой образует постоянный угол $\alpha = 20^\circ$ с направляющей. Определить путь, пройденный точкой за время $t = 20$ с. (188)

13.2.11

Материальная точка движется из состояния покоя вниз по гладкой плоскости, которая наклонена под углом 10° к горизонту. Определить, за какое время точка пройдет путь 30 м. (5,93)

**13.2.12**

Тело массой $m = 200$ кг из состояния покоя движется вверх по гладкой наклонной плоскости под действием силы $F = 1$ кН. Определить время, за которое тело переместится на расстояние 8 м. (4,33)

13.2.13

Материальная точка массой $m = 900$ кг движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 270t$, которая направлена по той же прямой. Определить скорость точки в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 10$ м/с. (25)

13.2.14

Материальная точка массой $m = 25$ кг начала движение из состояния покоя по горизонтальной прямой под действием силы $F = 20t$, которая направлена по той же прямой. Определить путь, пройденный точкой за 4 с. (8,53)

13.2.15

Материальная точка массой $m = 100$ кг движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 10t$, которая направлена по той же прямой. Определить время, за которое скорость точки увеличится с 5 до 25 м/с. (20)

13.2.16

Тело массой $m = 12$ кг из состояния покоя движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 0,6t$, которая направлена по той же прямой. Определить путь, пройденный телом по истечении 10 с после начала движения. (8,33)

13.2.17

Материальная точка массой $m = 0,2$ кг движется вдоль оси Ox под действием силы $F_x = -0,4t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 2$ с, если ее начальная скорость $v_{x0} = 6$ м/с. (2)

13.2.18

Определить путь, пройденный материальной точкой массой m по оси Ox за время $t = 1$ с, если она движется под действием силы $F_x = 12 mt^2$. В момент времени $t_0 = 0$ координата $x_0 = 3$ м, скорость $v_{x0} = 6$ м/с. (10)

13.2.19

Тело массой 1 кг падает по вертикали, сила сопротивления воздуха $R = 0,03v$. Определить максимальную скорость падения тела. (327)

13.2.20

Материальная точка массой $m = 2$ кг движется по горизонтальной оси Ox под действием силы $F_x = 5 \cos 0,5 t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 4$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$. (4,55)

13.2.21

Точка массой m движется по оси Ox под действием силы $F_x = 6m \sin 2t$. В начальный момент времени скорость точки $v_{0x} = 3$ м/с. Определить постоянную интегрирования в уравнении скорости. (6)

13.2.22

Материальная точка массой $m = 7$ кг из состояния покоя движется по оси Ox под действием силы $F_x = 7e^t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 2$ с. (6,39)

13.2.23

На материальную точку массой $m = 20$ кг, которая движется по горизонтальной прямой, действует сила сопротивления $R = 0,2v^2$. За сколько секунд скорость точки уменьшится с 10 до 5 м/с? (10)

13.2.24

На материальную точку массой $m = 250$ кг, которая движется по горизонтальной прямой, действует сила сопротивления $R = 5v^2$. Определить скорость точки в момент времени $t = 6$ с, если при $t_0 = 0$ ее скорость $v_0 = 20$ м/с. (5,88)

13.2.25

Материальная точка массой $m = 4$ кг движется по горизонтальной прямой. Через сколько секунд скорость точки уменьшится в 10 раз, если сила сопротивления движению $R = 0,8v$? (11,5)

13.3. Определение параметров криволинейного движения по заданным силам

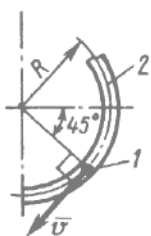
13.3.1

Материальная точка массой $m = 10$ кг движется по криволинейной траектории под действием силы $F = 0,4t$. Определить касательное ускорение точки в момент времени $t = 40$ с, когда угол между силой и вектором скорости равен 30° . (1,39)



13.3.2

Материальная точка M массой $m = 6$ кг перемещается в горизонтальной плоскости по криволинейной траектории под действием силы $F = 8$ Н. Определить касательное ускорение точки. (0,857)

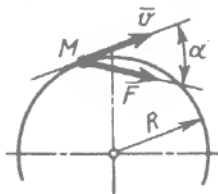


13.3.3

Материальная точка 1 массой $m = 30$ кг движется в вертикальной плоскости по трубке 2 , изогнутой по дуге окружности радиуса $R = 12$ м. Определить касательное ускорение точки в указанном положении. (6,94)

13.3.4

Внутри гладкой трубки, изогнутой по окружности радиуса $R = 2$ м, в горизонтальной плоскости из состояния покоя движется материальная точка массой $m = 42$ кг под действием силы $F = 21$ Н. Определить горизонтальную составляющую реакции трубки в момент времени $t = 7$ с, если направление силы совпадает с вектором скорости. (257)



13.3.5

Материальная точка M массой $m = 8$ кг движется в горизонтальной плоскости по окружности радиуса $R = 18$ м. Определить угол α в градусах между силой F и скоростью \vec{v} в момент времени, когда скорость точки $v = 3$ м/с, а касательное ускорение $a_\tau = 0,5$ м/с². (45)

13.3.6

Материальная точка движется по криволинейной траектории под действием силы, тангенциальная составляющая которой $F_{\tau} = 0,2t^2$, а нормальная составляющая $F_n = 8$ Н. Определить массу точки, если в момент времени $t = 10$ с ее ускорение $a = 0,7$ м/с². (30,8)

13.3.7

Материальная точка массой $m = 5$ кг движется по криволинейной траектории под действием силы, проекция которой на касательную $F_{\tau} = 7$ Н, на нормаль $F_n = 0,1t^2$. Определить модуль ускорения точки в момент времени $t = 12$ с. (3,20)

13.3.8

Материальная точка движется по криволинейной траектории под действием силы $\vec{F} = 9\vec{\tau} + 8\vec{n}$. Определить массу точки, если ее ускорение $a = 0,5$ м/с². (24,1)

13.3.9

Материальная точка массой $m = 2$ кг движется по криволинейной траектории под действием силы $\vec{F} = 3\vec{\tau} + 4\vec{n}$. Определить модуль ускорения точки. (2,5)

13.3.10

Материальная точка движется по криволинейной траектории под действием силы $\vec{F} = 15\vec{\tau} + 0,3t\vec{n}$. Определить массу точки, если в момент времени $t = 20$ с ее ускорение $a = 0,6$ м/с². (26,9)

13.3.11

Материальная точка массой $m = 4$ кг движется по криволинейной траектории под действием силы $\vec{F} = 0,4t\vec{i} + 3\vec{j}$. Определить модуль ускорения точки в момент времени $t = 10$ с. (1,25)

13.3.12

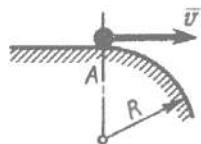
Материальная точка массой $m = 2$ кг движется в плоскости Oxy под действием силы, проекции которой $F_x = 2 \sin 0,5 \pi t$ и $F_y = 5 \cos \pi t$. Определить модуль ускорения точки в момент времени $t = 1$ с. (2,69)

13.3.13

Материальная точка массой $m = 18$ кг движется в горизонтальной плоскости по криволинейной траектории под действием силы $F = 25$ Н. Определить радиус кривизны траектории в момент времени, когда скорость точки $v = 4$ м/с, а векторы скорости и силы образуют между собой угол 55° . (14,1)

13.3.14

Тело движется по горизонтальной поверхности и в точке A отрывается от нее. Определить минимальную скорость тела в момент отрыва, если радиус $R = 6$ м. (7,67)



13.3.15

На горизонтальном диске на расстоянии 2 м от его вертикальной оси вращения находится тело. Определить угловую скорость равномерного вращения диска, превышение которой приведет к скольжению тела по диску, если коэффициент трения скольжения $f = 0,3$. (1,21)

13.3.16

Космическая станция движется по круговой орбите радиуса $R = 7 \cdot 10^6$ м вокруг Земли. Определить скорость станции в км/с, если масса Земли равна $5,976 \cdot 10^{24}$ кг, гравитационная постоянная равна $6,672 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг². (7,55)

13.3.17

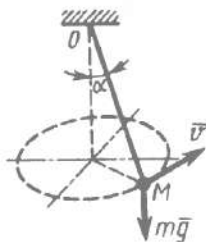
Материальная точка массой $m = 11$ кг движется по криволинейной траектории под действием равнодействующей силы $F = 20$ Н. Определить скорость точки в момент времени, когда радиус кривизны траектории $\rho = 15$ м и угол между силой и вектором скорости равен 35° . (3,96)

13.3.18

Материальная точка массой $m = 16$ кг движется в плоскости по криволинейной траектории под действием равнодействующей силы $F = 0,3t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 20$ с, когда радиус кривизны траектории $\rho = 12$ м и угол между векторами силы и скорости $\alpha = 50^\circ$. (1,86)

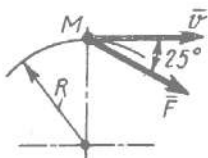
13.3.19

Определить скорость точки M конического маятника, который при длине нити $OM = 1$ м описывает конус с углом при вершине $\alpha = 45^\circ$. (2,63)



13.3.20

Материальная точка M массой $m = 1,6$ кг движется из состояния покоя в горизонтальной плоскости по окружности радиуса $R = 12$ м под действием силы $F = 0,2t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 18$ с, если сила образует постоянный угол 25° с вектором скорости. (3,38)

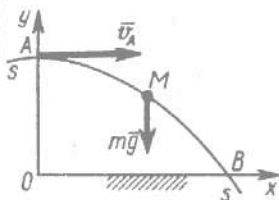


13.3.21

Материальная точка массой $m = 12$ кг движется из состояния покоя по направляющей радиуса R , расположенной в горизонтальной плоскости. Определить скорость точки в момент времени $t = 4$ с после начала движения, если на нее действует сила $F = 22$ Н, которая образует постоянный угол 40° с касательной к траектории точки. (5,62)

13.3.22

Материальная точка M движется по параболе $s - s$ в вертикальной плоскости под действием силы тяжести. Определить скорость точки в положении B , если в положении A ее скорость $v_A = 30$ м/с, а высота $OA = 600$ м. (113)



13.3.23

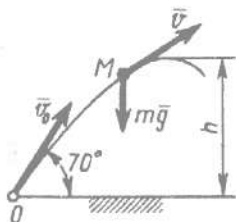
Материальная точка массой $m = 15$ кг движется из состояния покоя по гладкой направляющей радиуса R , расположенной в горизонтальной плоскости, под действием силы $F = 0,5 t$. Определить скорость точки в момент времени $t = 30$ с, если сила образует постоянный угол 50° с вектором скорости. (9,64)

13.3.24

Материальная точка массой $m = 14$ кг движется из состояния покоя по гладкой направляющей радиуса R , расположенной в горизонтальной плоскости. Определить путь, пройденный точкой за время $t = 5$ с после начала движения, если на нее действует сила $F = 24$ Н, которая образует постоянный угол 45° с касательной к траектории точки. (15,2)

13.3.25

Материальная точка M движется в вертикальной плоскости под действием силы тяжести. Определить максимальную высоту подъема h в км, если в начальный момент скорость точки $v_0 = 600$ м/с. (16,2)



13.4. Свободные незатухающие колебания

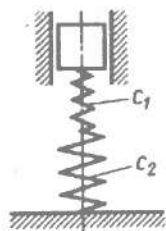
13.4.1

Груз массой $m = 25$ кг подвешен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 800$ Н/м и находится в свободном прямолинейном вертикальном колебательном движении. Определить модуль ускорения груза в момент времени, когда центр тяжести груза находится на расстоянии 5 см от положения статического равновесия. (1,6)

13.4.2

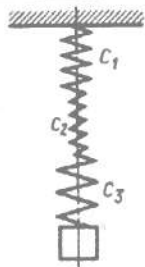
Груз массой $m = 20$ кг подвешен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 400$ Н/м и находится в свободном прямолинейном вертикальном колебательном движении. Определить, на каком расстоянии от положения статического равновесия находится центр тяжести груза в момент времени, когда его ускорение равно 3 м/с². (0,15)

13.4.3



Определить приведенный коэффициент жесткости в Н/см двух последовательно соединенных пружин с коэффициентами жесткости $c_1 = 2$ Н/см и $c_2 = 18$ Н/см. (1,8)

13.4.4

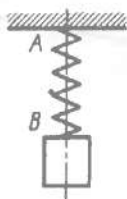


Коэффициенты жесткости пружин $c_1 = 2$ Н/м, $c_2 = 4$ Н/м и $c_3 = 6$ Н/м. Определить коэффициент жесткости пружинной подвески. (1,09)

13.4.5

Дифференциальное уравнение колебательного движения груза массой $m = 0,5$ кг, подвешенного к пружине, имеет вид $\ddot{y} + 60y = 0$. Определить коэффициент жесткости пружины. (30)

13.4.6

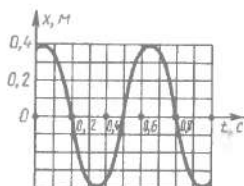


Определить максимальное удлинение пружины AB в см при свободных вертикальных колебаниях груза, если он прикреплен в точке B к недеформированной пружине и отпускается из состояния покоя. Статическая деформация пружины под действием груза равна 2 см. (4)

13.4.7

Тело массой $m = 10$ кг подвешено к пружине и совершает свободные вертикальные колебания с периодом $T = 0,8$ с. Определить коэффициент жесткости пружины. (617)

13.4.8



Материальная точка массой $m = 5$ кг подвешена к пружине и находится в свободном вертикальном колебательном движении, закон которого задан графиком функции $x = x(t)$. Определить коэффициент жесткости пружины. (548)

13.4.9

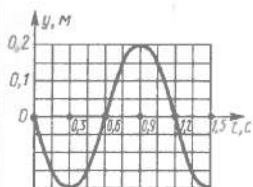
Определить период свободных вертикальных колебаний груза массой $m = 80$ кг, который прикреплен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 2$ кН/м. (1,26)

13.4.10

Определить период свободных вертикальных колебаний тела, подвешенного к пружине, если статическая деформация пружины $\lambda = 20$ см. (0,897)

13.4.11

Тело подвешено к пружине и совершает свободные вертикальные колебания с периодом $T = 0,5$ с. Определить массу точки, если коэффициент жесткости пружины $c = 200$ Н/м. (1,27)

13.4.12

Тело, подвешенное к пружине, совершает свободные вертикальные колебания, заданные графиком функции $y = y(t)$. Определить массу тела, если коэффициент жесткости пружины $c = 300$ Н/м. (122)

13.4.13

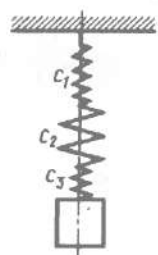
Период свободных вертикальных колебаний груза, подвешенного на пружине с коэффициентом жесткости $c = 2$ кН/м, равен $T = \pi$ с. Определить массу груза. (500)

13.4.14

Дифференциальное уравнение колебательного движения груза, подвешенного к пружине, имеет вид $\ddot{x} + 20x = 0$. Определить массу груза, если коэффициент жесткости пружины $c = 150$ Н/м. (7,5)

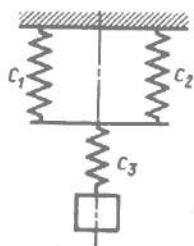
13.4.15

Определить угловую частоту свободных вертикальных колебаний тела, подвешенного к пружине, если в статическом положении тела деформация пружины равна 14 см. (8,37)



13.4.16

Определить угловую частоту свободных вертикальных колебаний груза массой $m = 5$ кг, подвешенного на трех пружинах, если их коэффициенты жесткости $c_1 = c_2 = c_3 = 490$ Н/м. (5,72)



13.4.17

Определить угловую частоту свободных вертикальных колебаний груза массой $m = 2$ кг, если коэффициенты жесткости пружин $c_1 = c_2 = c_3 = 300$ Н/м. (10)

13.4.18

Дифференциальное уравнение $\ddot{y} + 9y = 0$ описывает свободные вертикальные колебания материальной точки. Определить угловую частоту колебаний. (3)

13.4.19

Тело, подвешенное к пружине с коэффициентом жесткости $c = 700$ Н/м, совершает свободные вертикальные колебания с амплитудой 0,2 м. Определить массу тела, если колебания начались из положения статического равновесия с начальной скоростью 4 м/с. (1,75)

13.4.20

Тело массой $m = 0,3$ кг подвешено к пружине и совершает свободные вертикальные колебания с амплитудой 0,4 м. Определить коэффициент жесткости пружины, если колебания начались из положения статического равновесия с начальной скоростью 3 м/с. (16,9)

13.4.21

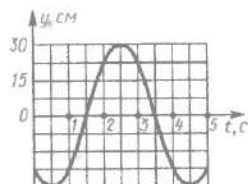


Определить частоту свободных вертикальных колебаний груза массой $m = 10$ кг, подвешенного на двух пружинах, если их приведенный коэффициент жесткости равен $3,6$ Н/см. (0,955)

13.4.22

Колебание материальной точки задано уравнением $x = 20 \cos 4t + 30 \sin 4t$, где x — в см. Определить амплитуду колебаний в см. (36,1)

13.4.23



Определить модуль начальной скорости материальной точки, при которой ее свободные колебания будут соответствовать закону движения, заданному графиком функции $y = y(t)$. (-1,05)

13.4.24

Груз массой $m = 9$ кг подвешен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 90$ Н/м и совершает свободные вертикальные колебания с амплитудой $0,1$ м. Определить начальную скорость груза, если колебания начались из положения статического равновесия. (0,316)

13.4.25

Груз массой $m = 3$ кг подвешен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 300$ Н/м и находится в свободном прямолинейном вертикальном колебательном движении. Определить амплитуду колебаний груза в см, если в момент времени $t_0 = 0$ его скорость $v_0 = 2$ м/с, а смещение от положения статического равновесия $x_0 = 0,3$ м. (36,1)

13.5. Свободные затухающие колебания

13.5.1

Решение дифференциального уравнения затухающих колебаний материальной точки имеет вид $x = e^{-0,2t} (C_1 \cos 3t + C_2 \sin 3t)$. Определить постоянную интегрирования C_1 , если в момент времени $t_0 = 0$ координата точки $x_0 = 0,2$ м. (0,2)

13.5.2

Решение дифференциального уравнения затухающих колебаний материальной точки имеет вид $x = e^{-0,5t} (C_1 \cos 3t + C_2 \sin 3t)$. Определить постоянную интегрирования C_2 , если постоянная интегрирования $C_1 = 1,5$ и в момент времени $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$. (0,25)

13.5.3

Дифференциальное уравнение движения материальной точки имеет вид $m\ddot{x} + 4\dot{x} + 2x = 0$. Найти максимальное значение массы точки, при котором движение будет аperiодическим. (2)

13.5.4

Груз подвешен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 200$ Н/м и движется по прямой согласно уравнению $y = Ae^{-0,9t} \times \sin(5t + \alpha)$. Определить массу груза. (7,75)

13.5.5

На материальную точку массой $m = 6$ кг, которая находится в колебательном движении, действует сила сопротивления $\bar{R} = -\mu\bar{v}$. Определить коэффициент μ , если закон движения точки имеет вид $x = Ae^{-0,1t} \sin(7t + \alpha)$. (1,2)

13.5.6

Груз массой $m = 2$ кг прикреплен к пружине, коэффициент жесткости которой $c = 30$ Н/м, и выведен из состояния равновесия. Определить, находится ли точка в колебательном движении, если сила сопротивления движению $\vec{R} = -0,1 \vec{v}$. (Да)

13.5.7

Дифференциальное уравнение движения материальной точки имеет вид $2\ddot{x} + \mu\dot{x} + 50x = 0$. Найти минимальное значение коэффициента μ сопротивления среды, при котором движение будет аperiodическим. (20)

13.5.8

Определить, находится ли материальная точка в колебательном движении, если дифференциальное уравнение движения имеет вид $\ddot{x} + 2\dot{x} + 2x = 0$. (Да)

13.5.9

Дифференциальное уравнение движения материальной точки имеет вид $3\ddot{x} + 12\dot{x} + cx = 0$. Найти максимальное значение коэффициента жесткости c , при котором движение будет аperiodическим. (12)

13.5.10

Определить, находится ли материальная точка в колебательном движении, если дифференциальное уравнение движения имеет вид $\ddot{x} + 5\dot{x} + 5x = 0$. (Нет)

13.5.11

На материальную точку массой $m = 10$ кг, которая находится в колебательном движении, действует сила сопротивления $\vec{R} = -\mu\vec{v}$. Определить коэффициент μ , если период затухающих колебаний $T_1 = 2$ с, а отношение последующего максимального отклонения точки к предыдущему в ту же сторону равно 0,85. (1,63)

13.5.12

Дифференциальное уравнение движения материальной точки имеет вид $3\ddot{x} + \mu\dot{x} + 48x = 0$. Найти наименьшее значение коэффициента μ сопротивления среды, при котором движение системы будет апериодическим. (24)

13.5.13

Решение дифференциального уравнения затухающих колебаний тела имеет вид $x = Ae^{-0,8t} \sin(4t + a)$. Определить коэффициент жесткости пружины, к которой прикреплено тело, если его масса $m = 10$ кг. (166)

13.5.14

Дифференциальное уравнение движения материальной точки имеет вид $5\ddot{x} + 20\dot{x} + cx = 0$. Найти наибольшее значение коэффициента жесткости c , при котором движение точки будет апериодическим. (20)

13.5.15

Затухающие колебания материальной точки описываются уравнением $x = Ae^{-0,2t} \sin(0,5t + a)$. Определить угловую частоту свободных колебаний этой точки в случае, если силы сопротивления отсутствуют (0,539)

13.5.16

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки имеет вид $\ddot{x} + 8\dot{x} + 25x = 0$. Найти угловую частоту затухающих колебаний. (3)

13.5.17

Груз массой $m = 2$ кг подвешен к пружине с коэффициентом жесткости $c = 30$ Н/м и находится в колебательном движении. Определить угловую частоту затухающих колебаний, если сила сопротивления движению груза $\bar{R} = -4\dot{v}$. (3,74)

13.5.18

Уравнение движения материальной точки имеет вид $x = e^{-0,05t} \times (0,3 \cos 4t + 0,5 \sin 4t)$. Для того чтобы выразить уравнение движения в виде $x = A e^{-\eta t} \sin(k_1 t + a)$, определить величину A . (0,583)

13.5.19

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки имеет вид $\ddot{x} + 6\dot{x} + 50x = 0$. Определить период затухающих колебаний. (0,981)

13.5.20

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки имеет вид $\ddot{x} + 8\dot{x} + 25x = 0$. Найти период затухающих колебаний. (2,09)

13.5.21

Колебательное движение материальной точки задано уравнением $x = 0,7 e^{-0,4t} \sin(1,5t + 0,6)$. Определить период свободных колебаний точки в том случае, когда силы сопротивления отсутствуют. (4,05)

13.5.22

Колебательное движение материальной точки описывается уравнением $y = 6 e^{-0,3t} \sin(8t + 0,3)$. Определить период затухающих колебаний точки. (0,785)

13.5.23

Дифференциальное уравнение затухающих колебаний имеет вид $\ddot{x} + 0,6\dot{x} + 16x = 0$. Определить отношение последующего максимального отклонения точки к предыдущему в ту же сторону. (0,624)

13.5.24

Затухающие колебания материальной точки описываются уравнением $x = 0,12 e^{0,1t} \sin(18t + 0,2)$. Определить отношение последующего максимального отклонения точки к предыдущему в ту же сторону. (0,966)

13.5.25

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки имеет вид $\ddot{x} + 4\dot{x} + 20x = 0$. Найти логарифмический декремент колебаний, рассматривая максимальные отклонения после полупериода колебаний. (1,57)

13.6. Вынужденные колебания

13.6.1

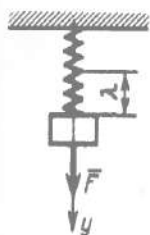
Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки дано в виде $\ddot{x} + 10x = 1,5 \sin(5t + 0,4)$. Определить массу точки, если максимальное значение вынуждающей силы $F_0 = 60$ Н. (40)

13.6.2

На тело, которое подвешено к пружине, действует вертикальная вынуждающая сила $F = 30 \sin 20t$. Определить коэффициент динамичности, если угловая частота собственных колебаний тела $k = 25$ рад/с. (2,78)

13.6.3

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки имеет вид $\ddot{y} + 36y = 50 \sin(5t + 0,8)$. Определить коэффициент динамичности. (3,27)



13.6.4

Статическое удлинение пружины под действием груза $\lambda = 9,81$ см. Определить коэффициент динамичности, если на груз действует вертикальная вынуждающая сила $F = 15 \sin 5t$. (1,33)

13.6.5

На тело массой $m = 3$ кг, которое подвешено к пружине, действует вертикальная вынуждающая сила $F = 10 \sin 5t$. Определить коэффициент жесткости пружины, если коэффициент динамичности $\eta = 4$. (100)

13.6.6

На тело массой $m = 50$ кг, которое подвешено к пружине, действует вертикальная вынуждающая сила $F = 200 \sin 10 t$. Определить коэффициент жесткости пружины в кН/м, если амплитуда вынужденных колебаний равна $0,04$ м. (10)

13.6.7

Дифференциальное уравнение движения вертикальных колебаний тела имеет вид $\ddot{x} + 16x = 20 \sin(6t + 0,7)$. Определить коэффициент жесткости пружины, к которой подвешено тело, если максимальное значение вынуждающей силы $F_0 = 80$ Н. (64)

13.6.8

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки дано в виде $5\ddot{x} + 320x = 90 \sin 7t$. Определить угловую частоту собственных колебаний точки. (8)

13.6.9

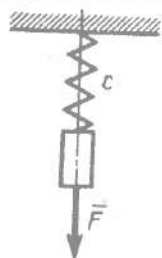
На тело, которое подвешено к пружине, действует вертикальная вынуждающая сила $F = 40 \sin 10 t$. Определить угловую частоту собственных колебаний, если коэффициент динамичности $\eta = 3$. (12,2)

13.6.10

На тело массой $m = 0,5$ кг, которое подвешено к пружине с коэффициентом жесткости $c = 600$ Н/м, действует вертикальная вынуждающая сила $F = 25 \sin pt$. Определить, при какой угловой частоте p вынуждающей силы амплитуда вынужденных колебаний тела будет равна $0,05$ м. (14,1)

13.6.11

Дифференциальное уравнение колебаний материальной точки дано в виде $\ddot{x} + 81x = 12 \sin 5t$. Определить амплитуду вынужденных колебаний. (0,214)



13.6.12

На груз массой $m = 0,1$ кг, подвешенный на пружине с коэффициентом жесткости $c = 0,5$ Н/см, действует вынуждающая сила $F = 0,3 \sin t$. Определить амплитуду вынужденных колебаний в мм. (6,01)

13.6.13

Груз массой $m = 18$ кг, подвешенный к пружине с коэффициентом жесткости $c = 360$ Н/м, совершает вертикальные колебания под действием вертикальной вынуждающей силы $F = 36 \sin 3t$. Определить амплитуду вынужденных колебаний. (0,182)

13.6.14

Материальная точка массой $m = 5$ кг совершает колебания согласно уравнению $y = 0,4 \sin kt + 0,2 \sin pt$, где угловая частота собственных колебаний $k = 20$ рад/с, а вынуждающей силы $p = 10$ рад/с. Определить максимальное значение вынуждающей силы. (300)

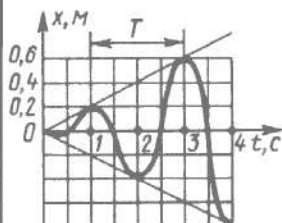
13.6.15

Дифференциальное уравнение движения вертикальных колебаний тела, подвешенного к пружине с коэффициентом жесткости $c = 24$ Н/м, имеет вид $\ddot{x} + 8x = 1,2 \sin(4t + 0,3)$. Определить максимальное значение вынуждающей силы. (3,6)

13.6.16

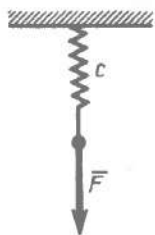
Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки массой $m = 4$ кг дано в виде $\ddot{x} + 7\dot{x} = 0,5 \sin(3t + 0,6)$. Определить максимальное значение вынуждающей силы. (2)

13.6.17



Вынужденные колебания материальной точки массой $m = 1$ кг в случае резонанса заданы графиком функции $x = x(t)$. Определить максимальное значение действующей на точку вынуждающей силы $F = F_0 \sin pt$. (1,26)

13.6.18



Тело массой $m = 0,5$ кг подвешено к концу пружины с коэффициентом жесткости $c = 200$ Н/м и совершает вынужденные колебания под действием вынуждающей силы $F = 15 \sin pt$. Определить угловую частоту вынуждающей силы, при которой наступит резонанс. (20)

13.6.19

Определить амплитуду вынужденных колебаний материальной точки, если дифференциальное уравнение ее движения имеет вид $\ddot{x} + 6\dot{x} + 30x = 4 \sin 2t$. (0,140)

13.6.20

Определить коэффициент динамичности, если дифференциальное уравнение вынужденных колебаний точки $\ddot{y} + 8\dot{y} + 250y = 6 \sin 10t$. (1,47)

13.6.21

На тело массой $m = 10$ кг, которое подвешено к пружине с коэффициентом жесткости $c = 150$ Н/м, действуют вертикальная вынуждающая сила $F = 10 \sin pt$ и сила сопротивления $\bar{R} = -8\dot{y}$. Определить максимальную амплитуду установившихся вынужденных колебаний, которую можно достичь, изменяя значения угловой частоты вынуждающей силы. (0,324)

13.6.22

Тело массой $m = 5$ кг подвешено к пружине с коэффициентом жесткости $c = 50$ Н/м. Сила сопротивления движению $\bar{R} = -4\dot{y}$. Определить, при какой угловой частоте вертикальной вынуждающей силы коэффициент динамичности будет максимальным. (3,11)

13.6.23

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки массой $m = 12$ кг имеет вид $\ddot{y} + 8\dot{y} + 60y = 15 \sin 3t$. Сила сопротивления движению точки $R = -\mu\dot{y}$. Определить коэффициент μ . (96)

13.6.24

Дифференциальное уравнение колебательного движения материальной точки массой $m = 3$ кг имеет вид $\ddot{x} + 4\dot{x} + 30x = 15 \sin 8t$. Определить максимальное значение вынуждающей силы. (45)

13.6.25

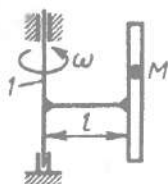
Тело массой $m = 5$ кг подвешено к пружине. Определить коэффициент жесткости пружины, если дифференциальное уравнение прямолинейного поступательного движения тела имеет вид $\ddot{x} + 6\dot{x} + 40x = 5 \sin 15t$. (200)

13.7. Относительное движение

13.7.1

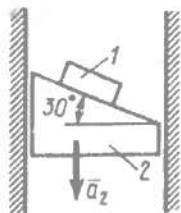
Локомотив массой $m = 8 \cdot 10^4$ кг движется по рельсам, продолженным по экватору с востока на запад, со скоростью 20 м/с. Определить модуль кориолисовой силы инерции локомотива, если угловая скорость Земли $\omega = 0,0000729$ рад/с. Локомотив считать материальной точкой. (233)

13.7.2



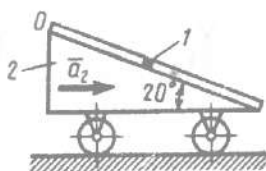
Шарик M массой $m = 0,2$ кг движется со скоростью $v = 19,62$ м/с относительно вертикальной трубки, которая на расстоянии $l = 0,5$ м прикреплена к вертикальному валу l . Вал вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 5$ рад/с. Определить переносную силу инерции шарика. (2,5)

13.7.3



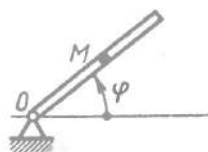
Груз 1 массой $m_1 = 1$ кг спускается вниз по наклонной плоскости тела 2 . Тело 2 движется в вертикальных направляющих вниз с ускорением $a_2 = 2$ м/с². Определить силу давления груза 1 на тело 2 . (6,76)

13.7.4



Шарик 1 массой m_1 движется из состояния относительного покоя в точке O по гладкому цилиндрическому каналу тела 2 . Тело 2 движется по горизонтальной плоскости с постоянным ускорением $a_2 = 3,5$ м/с². Определить скорость относительного движения шарика в момент $t = 5$ с. (0,331)

13.7.5



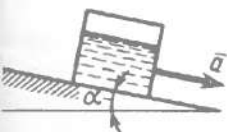
Трубка вращается вокруг оси O по закону $\varphi = t^2$. В трубке движется шарик M массой $m = 0,1$ кг по закону $OM = 0,2t^3$. Определить модуль кориолисовой силы инерции шарика в момент времени $t = 1$ с. (0,24)

13.7.6



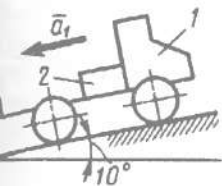
Кабина 2 лифта движется вверх с ускорением $a_2 = 0,5g$. Определить силу натяжения пружины, если подвешенный груз 1 весом 100 Н находится в состоянии относительного покоя. (150)

13.7.7



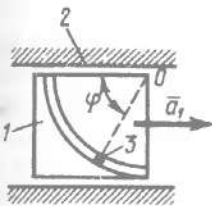
С каким ускорением a должен двигаться сосуд, наполненный водой, чтобы свободная поверхность воды стала параллельной наклонной плоскости, если угол наклона плоскости $\alpha = 20^\circ$? (3,36)

13.7.8



Грузовой автомобиль 1 движется на подъеме с постоянным замедлением $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$. Определить силу давления груза 2 массой 200 кг на переднюю стенку кузова автомобиля. (59,3)

13.7.9



Тело 1 движется по прямолинейным направляющим 2. Внутри тела имеется канал в форме дуги окружности, по которому перемещается шарик 3 массой m . Определить ускорение, a_1 тела 1, если при угле $\varphi = 60^\circ$ шарик находится в состоянии относительного покоя. (5,66)

13.7.10



Штатив с математическим маятником движется по наклонной плоскости вниз с ускорением $a = g \sin \alpha$. Определить угол β в положении относительного покоя шарика, если угол $\alpha = 10^\circ$. (0)

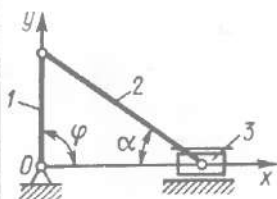
14.1. Теорема о движении центра масс

14.1.1

Положение центра масс C механической системы массой $m = 50$ кг определяется радиусом-вектором $\vec{r}_C = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$. Определить статический момент масс этой системы относительно плоскости Oxy . (250)

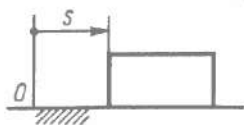
14.1.2

Определить координату x_C центра масс кривошипно-ползунного механизма при углах $\varphi = 90^\circ$ и $\alpha = 30^\circ$, если масса кривошипа 1 равна 4 кг, а масса шатуна 2 равна 8 кг. Шатун 2 длиной 0,8 м считать однородным стержнем. Массой ползуна 3 пренебречь. (0,231)



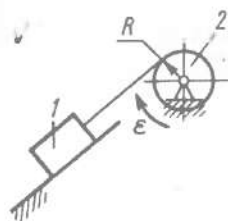
14.1.3

Тело массой $m = 2$ кг движется по горизонтальным направляющим согласно закону $s = 2t^2 + 1$. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на тело. (8)



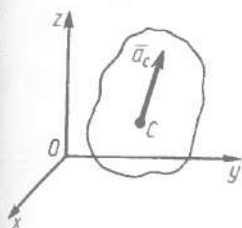
14.1.4

Тело 1 массой $m = 50$ кг поднимается по наклонной плоскости с помощью троса, наматываемого на барабан 2 радиуса $R = 0,4$ м. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на тело 1, если угловое ускорение барабана $\epsilon = 5$ рад/с². (100)



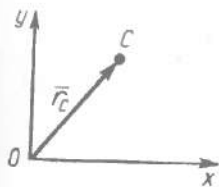
14.1.5

Механическая система движется так, что проекции ускорения ее центра масс C на оси координат равны $a_{Cx} = 1 \text{ м/с}^2$, $a_{Cy} = 2 \text{ м/с}^2$, $a_{Cz} = 4 \text{ м/с}^2$. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на систему, если масса системы $m = 40 \text{ кг}$. (183)



14.1.6

Движение центра масс механической системы определяется радиусом-вектором $\vec{r}_C = 2 \cos \pi t \vec{i} + 2 \sin \pi t \vec{j}$. Определить проекцию на ось Oy главного вектора внешних сил в момент времени $t = 0,5 \text{ с}$, если масса системы $m = 10 \text{ кг}$. (-197)



14.1.7

Диск массой $m = 20 \text{ кг}$ вращается равномерно вокруг неподвижной оси с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ рад/с}$. Определить модуль главного вектора внешних сил, приложенных к диску, если его центр тяжести удален от оси вращения на расстояние $OC = 0,5 \text{ см}$. (10)



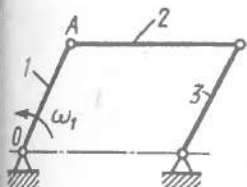
14.1.8

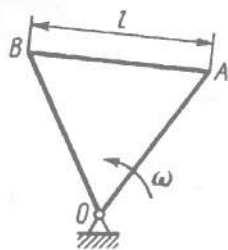
Центр масс колеса C движется по окружности радиуса $R = 1,3 \text{ м}$ согласно закону $s = 4t$. Определить модуль главного вектора внешних сил, приложенных к колесу, если его масса $m = 15 \text{ кг}$. (185)



14.1.9

Кривошип 1 шарнирного параллелограмма вращается равномерно с угловой скоростью $\omega_1 = 5 \text{ рад/с}$. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на звено 2, если его масса $m = 8 \text{ кг}$, длина $OA = 0,4 \text{ м}$. (80)

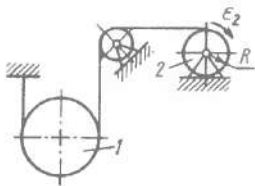




14.1.10

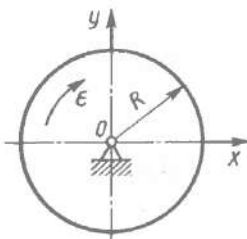
Однородный равносторонний треугольник OAB массой $m = 5$ кг вращается равномерно вокруг неподвижной оси. Определить его угловую скорость ω , если главный вектор внешних сил, действующих на него, равен 300 Н, а длина $l = 0,4$ м. (16,1)

14.1.11



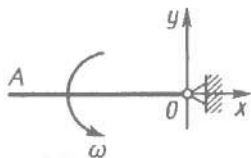
Шкив 2 радиуса $R = 0,2$ м, вращаясь с угловым ускорением $\epsilon_2 = 10$ рад/с², поднимает однородный цилиндр I , масса которого $m = 50$ кг. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на цилиндр. (50)

14.1.12



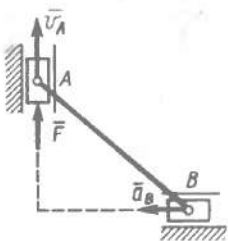
Однородный диск радиуса $R = 0,5$ м, масса которого $m = 20$ кг, вращается с постоянным угловым ускорением $\epsilon = 10$ рад/с². Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на диск. (0)

14.1.13

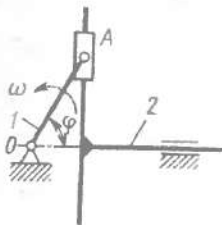


Однородный стержень OA массой $m = 10$ кг вращается равномерно с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на стержень, если его длина $OA = 1$ м. (500)

14.1.14



Ползун A движется под действием силы \vec{F} с постоянной скоростью \vec{v}_A . Определить реакцию направляющей на ползун A в тот момент времени, когда ускорение ползуна B равно $a_B = 4$ м/с², если масса однородного стержня AB равна 5 кг. Массой ползунков пренебречь. (10)



14.1.15

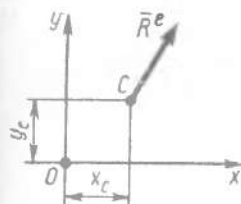
Кривошип I длиной $OA = 0,25$ м, вращаясь равномерно с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, приводит в движение кулису 2 , масса которой $m = 5$ кг. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на кулису в момент времени, когда угол $\varphi = 60^\circ$. (62,5)

14.1.16

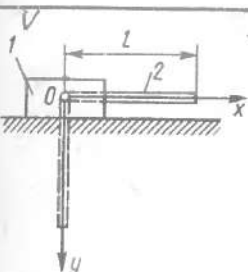


Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на шатун AB кривошипно-ползунного механизма в момент времени, когда угол $\varphi = 180^\circ$, а точки A и B имеют ускорения $a_A = 10$ м/с², $a_B = 14$ м/с². Шатун массой $m = 5$ кг считать однородным стержнем. (60)

14.1.17



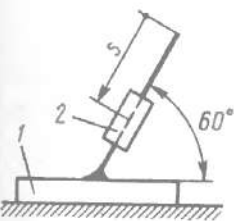
Определить проекцию ускорения центра масс C механической системы на ось Oy в момент времени, когда координата $y_C = 0,8$ м, если масса системы $m = 10$ кг, а главный вектор приложенных внешних сил $\vec{R}^e = 3\vec{i} + 6t\vec{j}$. В начальный момент времени центр масс системы находился в точке O в покое. (1,2)



14.1.18

Тело I массой 4 кг может двигаться по горизонтальной направляющей. На какое расстояние переместится тело I , когда однородный стержень 2 массой 2 кг и длиной $l = 0,6$ м, опускаясь под действием силы тяжести, займет вертикальное положение. В начальный момент система находилась в покое. (0,1)

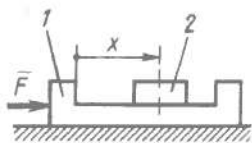
14.1.19



Тело I массой $m_1 = 0,7$ кг может двигаться по горизонтальной направляющей. Определить модуль ускорения тела I в момент времени $t = 0,25$ с, если относительно него под действием внутренних сил системы движется тело 2 массой $m_2 = 0,1$ кг согласно уравнению $s = \sin 4t$. (0,841)

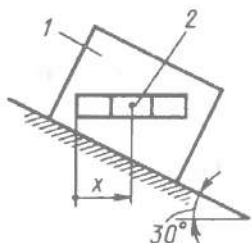
14.1.20

На тело 1 действует постоянная сила $F = 10 \text{ Н}$. Определить ускорение этого тела в момент времени $t = 0,5 \text{ с}$, если относительно него под действием внутренних сил системы движется тело 2 согласно уравнению $x = \cos \pi t$. Массы тел: $m_1 = 4 \text{ кг}$, $m_2 = 1 \text{ кг}$. Тела движутся поступательно. (2)



14.1.21

Определить ускорение тела 1, скользящего по гладкой наклонной плоскости, если в горизонтальных направляющих относительно него под действием внутренних сил системы движется тело 2 согласно уравнению $x = t^2$. Массы тел: $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$. Тела движутся поступательно. (4,04)



14.2. Импульс силы. Количество движения

14.2.1

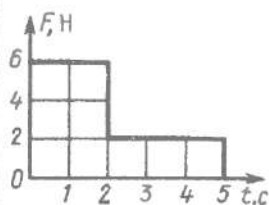
Постоянная по модулю и направлению сила действует на тело в течение 10 с. Найти модуль ее импульса за это время, если проекции силы на оси координат $F_x = 3 \text{ Н}$, $F_y = 4 \text{ Н}$. (50)

14.2.2

Модуль постоянной по направлению силы изменяется по закону $F = 5 + 9t^2$. Найти модуль импульса этой силы за промежуток времени $\tau = t_2 - t_1$, где $t_2 = 2 \text{ с}$, $t_1 = 0$. (34)

14.2.3

Модуль постоянной по направлению силы изменяется по закону, показанному на рисунке. Определить модуль импульса этой силы за промежуток времени $\tau = t_2 - t_1$, где $t_2 = 5 \text{ с}$, $t_1 = 0$. (18)



14.2.4

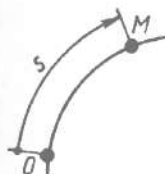
На материальную точку M действует сила $\vec{F} = 3t^2\vec{i} + 4t\vec{j}$. Определить проекцию импульса силы на ось Ox за промежуток времени $\tau = t_2 - t_1$, где $t_2 = 2$ с, $t_1 = 0$. (8)

14.2.5

Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по прямой с постоянным ускорением $a = 5$ м/с². Определить импульс равнодействующей приложенных к точке сил за промежуток времени $\tau = t_2 - t_1$, где $t_2 = 4$ с, $t_1 = 2$ с. (10)

v

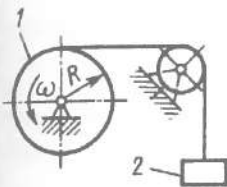
14.2.6



Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по закону $s = 2 + 0,5e^{2t}$. Определить модуль количества движения точки в момент времени $t = 1$ с. (7,39)

14.2.7

Шкив 1 радиуса $R = 0,4$ м, вращаясь с угловой скоростью $\omega = 2,5$ рад/с, поднимает груз 2 массой $m = 10$ кг. Определить модуль количества движения груза. (10)



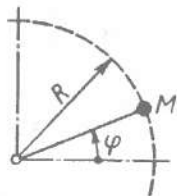
14.2.8

Материальная точка массой $m = 0,5$ кг движется согласно векторному уравнению $\vec{r} = 2 \sin \pi t \vec{i} + 3 \cos \pi t \vec{j}$. Определить проекцию количества движения точки на ось Ox в момент времени $t = 0,5$ с. (0)

14.2.9

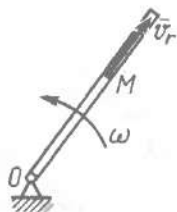
Материальная точка массой 2 кг движется в плоскости Oxy согласно уравнениям $x = \sin \pi t$, $y = 0,5t^2$. Определить модуль количества движения точки в момент времени $t = 1,5$ с. (3)

14.2.10



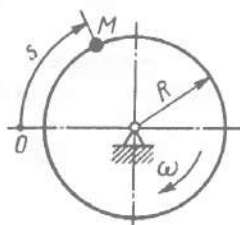
Материальная точка M массой 0,5 кг движется по окружности радиуса $R = 2$ м. Определить количество движения этой точки в момент времени $t = \pi$ с, если угол $\varphi = 5 \sin 2t$. (10)

14.2.11



Трубка вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Относительно трубки движется шарик M массой $m = 0,2$ кг со скоростью $v_r = 4$ м/с. Определить модуль количества движения шарика в момент времени, когда расстояние $OM = 0,4$ м. (1,13)

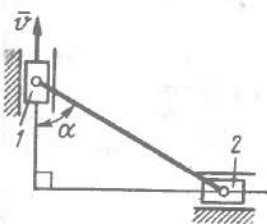
14.2.12



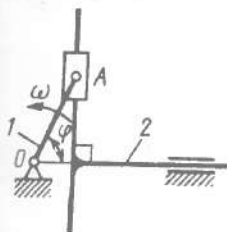
Диск радиуса $R = 0,4$ м вращается с угловой скоростью $\omega = 25$ рад/с. По ободу диска движется точка M согласно закону $s = 1 + 2t^2$. Определить модуль количества движения этой точки в момент времени $t = 2$ с, если ее масса $m = 1$ кг. (18)

14.2.13

Определить модуль количества движения ползуна 2, масса которого $m_2 = 1$ кг, в момент времени, когда угол $\alpha = 60^\circ$, если ползун 1 движется со скоростью $v = 2$ м/с. (1,15)

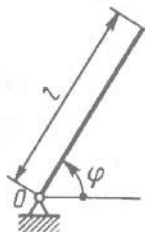


14.2.14



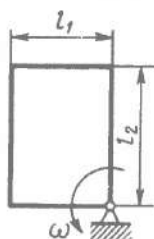
Кривошип 1 длиной $OA = 0,25$ м, вращаясь с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, приводит в движение кулису 2 массой 6 кг. Определить модуль количества движения кулисы в момент времени, когда угол $\varphi = 60^\circ$. (13,0)

14.2.15



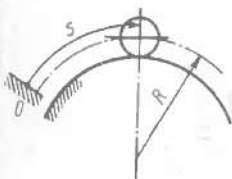
Однородный стержень массой $m = 10$ кг и длиной $l = 1$ м вращается по закону $\varphi = 5t^2$. Определить модуль количества движения этого стержня в момент времени $t = 2$ с. (100)

14.2.16



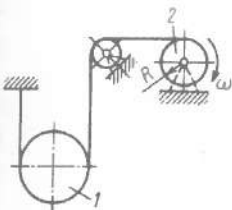
Однородная прямоугольная пластина массой $m = 12$ кг вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определить модуль количества движения пластины, если размеры $l_1 = 0,6$ м, $l_2 = 0,8$ м. (60)

14.2.17

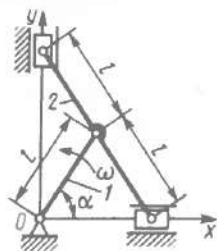


Центр масс колеса движется по окружности радиуса $R = 2$ м согласно закону $s = 5 \sin 2t$. Определить модуль количества движения колеса в момент времени $t = \pi$ с, если его масса равна 4 кг. (40)

14.2.18



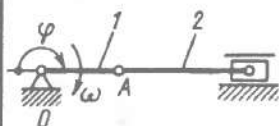
Шкив 2 радиуса $R = 0,2$ м, вращаясь с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с, поднимает однородный цилиндр 1 массой $m = 50$ кг. Определить модуль количества движения цилиндра 1. (100)



14.2.19

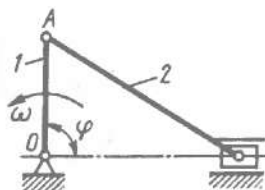
Определить проекцию на ось Oy вектора количества движения однородного стержня 2 массой $m = 4$ кг в момент времени, когда кривошип 1 вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с и угол $\alpha = 60^\circ$. Длина $l = 0,2$ м. (4)

14.2.20



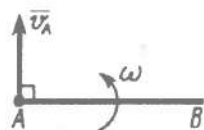
Кривошип 1 длиной $OA = 0,2$ м вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с. Определить модуль количества движения шатуна 2 массой $m = 5$ кг в момент времени, когда угол $\varphi = 180^\circ$. Шатун 2 считать однородным стержнем. (10)

14.2.21



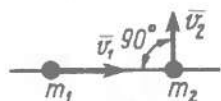
Кривошип 1 длиной $OA = 0,2$ м вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с. Определить модуль количества движения шатуна 2 массой $m = 6$ кг в момент времени, когда угол $\varphi = 90^\circ$. Шатун 2 считать однородным стержнем. (24)

14.2.22



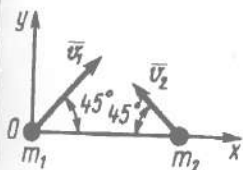
Определить модуль количества движения однородного стержня длиной $AB = 1$ м, массой $m = 5$ кг, совершающего плоскопараллельное движение в тот момент времени, когда его угловая скорость $\omega = 4$ рад/с, а скорость точки A равна 4 м/с. (30)

• 14.2.23



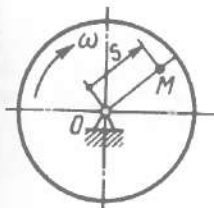
Определить модуль главного вектора количества движения системы двух материальных точек, массы которых $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, в момент времени, когда скорости $v_1 = 3$ м/с, $v_2 = 2$ м/с. (5)

14.2.24



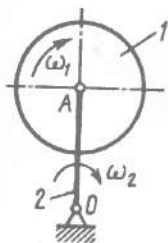
Определить проекцию на ось Oy главного вектора количества движения системы двух материальных точек, массы которых $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 2$ кг, в момент времени, когда их скорости $v_1 = 2$ м/с, $v_2 = 1$ м/с. (7,07)

14.2.25



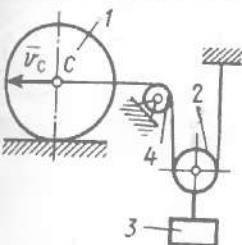
Диск вращается с угловой скоростью $\omega = 8$ рад/с. По радиусу диска движется точка M массой $m = 1$ кг по закону $s = 0,2t$. Определить модуль количества движения этой механической системы в момент времени $t = 0,5$ с. (0,825)

14.2.26



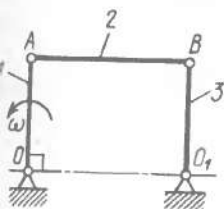
Кривошип 2 длиной $OA = 1$ м вращается с угловой скоростью $\omega_2 = 10$ рад/с. Относительно кривошипа вращается однородный диск 1 массой $m_1 = 10$ кг с угловой скоростью ω_1 . Определить модуль количества движения системы, считая кривошип 2 однородным стержнем массой $m_2 = 5$ кг. (125)

14.2.27



Определить модуль количества движения механической системы, если центр масс C цилиндра 1 движется со скоростью $v_C = 4$ м/с, а массы тел 1, 2 и 3 равны соответственно $m_1 = 40$ кг, $m_2 = 10$ кг, $m_3 = 12$ кг. Тела 2 и 4 — однородные диски. (166)

14.2.28



Звено 1 длиной $OA = 1$ м шарнирного параллелограмма $OABO_1$ вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с. Определить модуль количества движения механизма в указанном положении. Звенья 1, 2 и 3 считать однородными стержнями, массы которых $m_1 = m_2 = m_3 = 4$ кг. (160)

14.3. Теорема об изменении количества движения

14.3.1

Материальная точка массой 0,5 кг движется по прямой. Определить модуль импульса равнодействующей всех сил, действующих на точку за первые 2 с, если она движется по закону $s = 4t^3$. (24)

14.3.2

На материальную точку массой 1 кг действует сила постоянного направления, значение которой изменяется по закону $F = 5 \cos \pi t$. Определить скорость этой точки в момент времени $t = 0,5$ с, если начальная скорость точки $v_0 = 1,5$ м/с. (3,09)



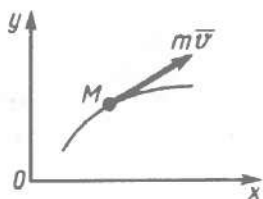
14.3.3

На материальную точку массой 2 кг действует сила постоянного направления, значение которой изменяется по закону $F = 6t^2$. Определить скорость этой точки в момент времени $t = 2$ с, если начальная скорость точки $v_0 = 2$ м/с. (10)



14.3.4

Количество движения материальной точки M изменяется по закону $m\vec{v} = 5\vec{i} + 12t\vec{j}$. Определить проекцию на ось Oy равнодействующей сил, приложенных к точке. (12)



14.3.5

На материальную точку массой $m = 4$ кг действует сила $\vec{F} = 4\vec{i} + t\vec{j}$. Определить проекцию на ось Oy скорости точки в момент времени $t = 2$ с, если движение начинается из состояния покоя. (0,5)

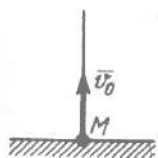
14.3.6

Материальная точка M массой 1 кг движется по прямой под действием постоянной силы \vec{F} . Скорость точки за промежуток времени $\tau = t_2 - t_1$, где $t_2 = 3$ с, $t_1 = 0$, изменилась от $v_0 = 2$ м/с до $v = 5$ м/с. Определить модуль силы \vec{F} . (1)



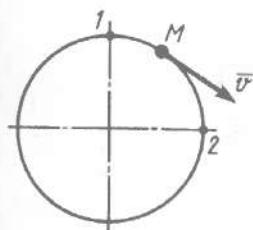
14.3.7

Материальная точка M движется по вертикали под действием только силы тяжести. Определить, через какое время эта точка достигнет максимальной высоты, если ее начальная скорость $v_0 = 9,81$ м/с. (1)



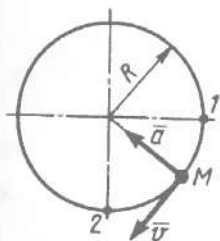
14.3.8

Материальная точка M массой $m = 1$ кг равномерно движется по окружности со скоростью $v = 4$ м/с. Определить модуль импульса равнодействующей всех сил, действующих на эту точку за время ее движения из положения 1 в положение 2. (5,66)



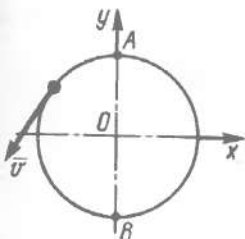
14.3.9

Материальная точка M массой $m = 1$ кг равномерно движется по окружности радиуса $R = 0,5$ м со скоростью \vec{v} . Ускорение точки $a = 8$ м/с². Определить модуль импульса равнодействующей всех сил, действующих на эту точку за время ее движения из положения 1 в положение 2. (2,83)



14.3.10

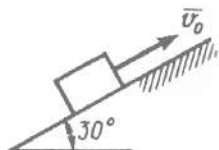
Материальная точка массой $0,5$ кг движется по окружности с постоянной скоростью $v = 2$ м/с. Найти проекцию на ось Ox импульса равнодействующей всех сил, действующих на точку, за время ее движения из положения A в положение B . (2)



14.3.11

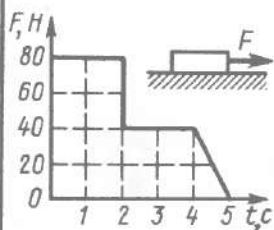
Поезд движется по горизонтальному прямому участку пути. При торможении развивается сила сопротивления, равная 0,2 веса поезда. Через какое время поезд остановится, если его начальная скорость 20 м/с. (10,2)

14.3.12



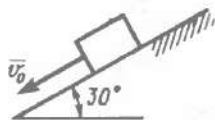
Телу, которое скользит по гладким наклонным направляющим, сообщили начальную скорость $v_0 = 4$ м/с. Определить, через какое время тело достигнет максимальной высоты подъема. (0,815)

14.3.13



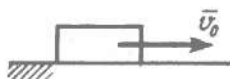
Тело массой $m = 10$ кг скользит по горизонтальной плоскости под действием силы \vec{F} постоянного направления, значение которой меняется по закону, показанному на рисунке. Определить скорость тела в момент времени $t = 5$ с, если коэффициент трения скольжения $f = 0,2$, начальная скорость $v_0 = 0$. (16,2)

14.3.14



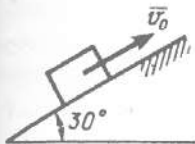
Телу, которому сообщили начальную скорость $v_0 = 5$ м/с скользит по гладким наклонным направляющим. Определить, через какое время скорость этого тела будет равна 9,81 м/с. (0,981)

14.3.15



Телу, которому сообщили начальную скорость $v_0 = 5$ м/с, скользило по шероховатой горизонтальной плоскости и остановилось через 1 с. Найти коэффициент трения скольжения. (0,510)

14.3.16

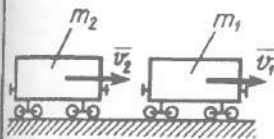


Тело, которому сообщили начальную скорость $v_0 = 20$ м/с, скользило по шероховатой наклонной плоскости и остановилось. Найти время движения до остановки, если коэффициент трения скольжения $f = 0,1$. (3,48)

14.3.17

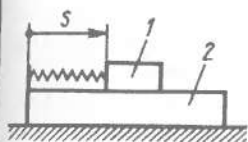
Модуль вектора количества движения механической системы изменяется по закону $Q = 4t^2$. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на систему, в момент времени $t = 2$ с, если вектор количества движения и главный вектор внешних сил параллельны. (16)

14.3.18



По горизонтальному участку пути движутся два вагона, массы которых $m_1 = 6 \times 10^4$ кг, $m_2 = 2 \cdot 10^4$ кг и скорости $v_1 = 1$ м/с, $v_2 = 3$ м/с. Второй вагон догоняет первый и сцепляется с ним. Пренебрегая сопротивлением движению, определить скорость вагонов после сцепления. (1,5)

14.3.19

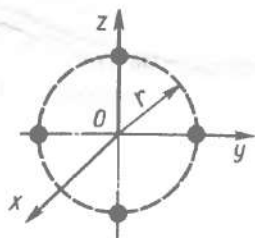


Тело 1 массой 2 кг под действием пружины движется относительно тела 2 массой 8 кг по закону $s = 0,2 + 0,05 \cos \pi t$. Тело 2 может скользить по горизонтальным направляющим. Определить скорость тела 2 в момент времени $t = 2$ с, если оно начало двигаться из состояния покоя. (0)

14.4. Моменты инерции

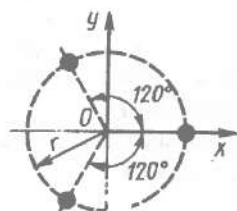
14.4.1

Определить момент инерции относительно плоскости Oxy материальной точки массой 2 кг, если ее координаты $x = 0,8$ м, $y = 0,6$ м, $z = 0,4$ м. (0,32)



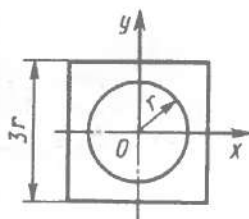
14.4.2

Определить момент инерции относительно плоскости Oxy механической системы, состоящей из четырех одинаковых материальных точек, если масса каждой точки $m = 1,5$ кг, а радиус $r = 0,4$ м. (0,48)



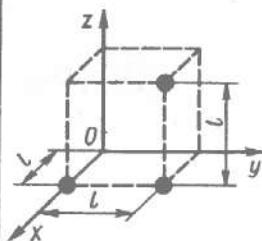
14.4.3

Определить момент инерции относительно оси Oy механической системы, состоящей из трех одинаковых материальных точек, если радиус $r = 0,6$ м, а масса каждой точки $m = 3$ кг. (1,62)



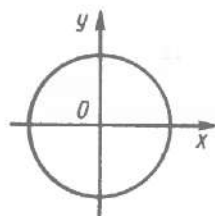
14.4.4

Определить момент инерции относительно центральной оси Oy однородной тонкой квадратной пластины массой $m = 0,3$ кг, имеющей отверстие радиуса $r = 0,04$ м. ($4,89 \cdot 10^{-4}$)



14.4.5

Определить полярный момент инерции механической системы, состоящей из трех одинаковых материальных точек, относительно начала координат O , если расстояние $l = 0,3$ м, а масса каждой точки $m = 0,5$ кг. (0,27)



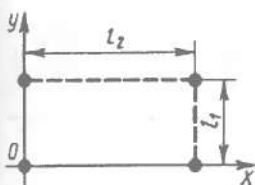
14.4.6

Определить момент инерции однородного диска относительно центра O , если его момент инерции относительно оси Ox равен $3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (6)

14.4.7

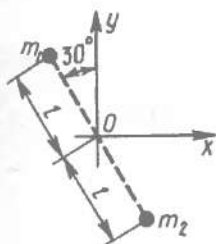
Определить центробежный момент инерции I_{xy} материальной точки массой 0,5 кг относительно осей Ox , Oy , если координаты точки $x = 0,4$ м, $y = -0,5$ м, $z = 0,4$ м. (-0,1)

14.4.8



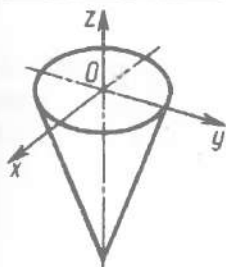
Определить центробежный момент инерции механической системы, состоящей из четырех одинаковых материальных точек, относительно осей Ox , Oy , если расстояния $l_1 = 0,4$ м, $l_2 = 0,8$ м, а масса каждой точки $m = 2$ кг. (0,64)

14.4.9



Определить центробежный момент инерции механической системы, состоящей из двух материальных точек, относительно осей Ox , Oy . Массы точек $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, расстояние $l = 0,5$ м. (-0,325)

14.4.10

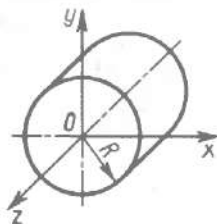


Определить центробежный момент инерции I_{yz} однородного конуса относительно осей Oy , Oz . (0)

14.4.11

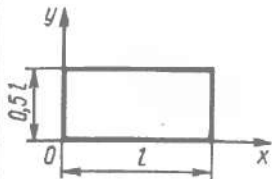


Определить радиус инерции тела массой $m = 150$ кг относительно оси Oz , если его момент инерции относительно этой оси равен $1,5$ кг \cdot м². (0,1)



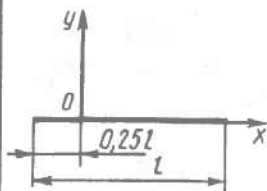
14.4.12

Определить радиус инерции однородного цилиндра относительно оси Oz , если его радиус $R = 0,4$ м. (0,283)



14.4.13

Определить радиус инерции тонкой однородной прямоугольной пластины относительно оси Oy , если размер $l = 0,3$ м. (0,173)



14.4.14

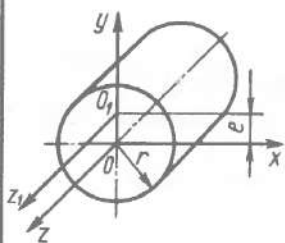
Определить момент инерции тонкого однородного стержня массой $m = 2$ кг относительно оси Oy , если длина $l = 1$ м. (0,292)

14.4.15

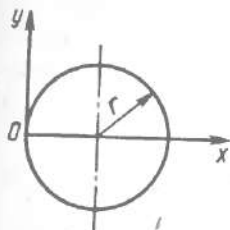
Определить момент инерции однородного диска относительно оси, касающейся его обода и расположенной перпендикулярно плоскости диска. Масса диска $m = 1$ кг, его радиус $R = 0,2$ м. (0,06)

14.4.16

Определить момент инерции однородного цилиндра массой $m = 70$ кг относительно оси O_1z_1 , параллельной центральной оси Oz , если радиус $r = 0,1$ м, а расстояние $e = 0,05$ м. (0,525)

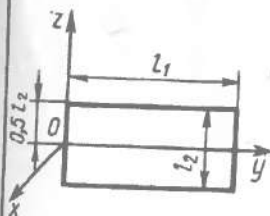


14.4.17



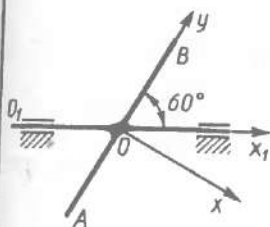
Определить момент инерции тонкого однородного диска массой $m = 4$ кг относительно оси Oy , если радиус $r = 0,2$ м. (0,2)

14.4.18



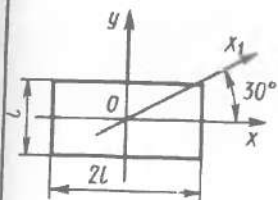
Определить момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластины массой $m = 3$ кг относительно оси Ox , если размеры $l_1 = 0,4$ м, $l_2 = 0,2$ м. (0,17)

14.4.19



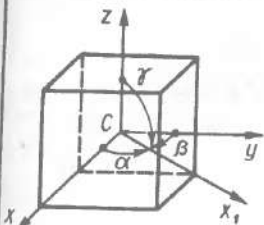
Определить момент инерции однородного стержня AB относительно оси O_1x_1 , если его момент инерции относительно главной центральной оси Ox равен $0,3$ кг \cdot м². (0,225)

14.4.20



Определить момент инерции однородной тонкой пластины массой $m = 3$ кг относительно центральной оси Ox_1 , если размер $l = 0,2$ м. ($1,75 \cdot 10^{-2}$)

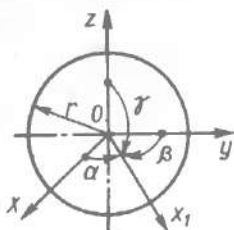
14.4.21



Определить момент инерции однородного куба относительно центральной оси Cx_1 , если моменты инерции относительно главных центральных осей Cx , Cy , Cz равны $0,1$ кг \cdot м², а углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $\gamma = 90^\circ$. (0,1)

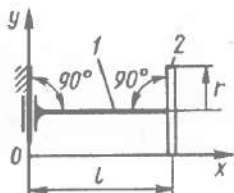
14.4.22

Определить момент инерции тонкого однородного диска массой $m = 0,8$ кг и радиуса $r = 0,1$ м относительно оси Ox_1 , если углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, $\gamma = 90^\circ$. ($2,5 \cdot 10^{-3}$)



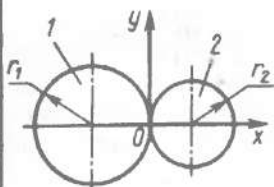
14.4.23

Механическая система состоит из однородного тонкого стержня 1 массой $m_1 = 0,4$ кг и однородного тонкого диска 2 массой $m_2 = 2$ кг. Определить момент инерции этой системы относительно оси Oy , если радиус $r = 0,1$ м, а длина $l = 0,3$ м. (0,195)



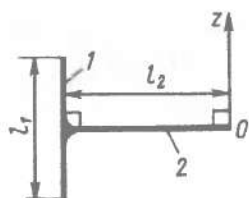
14.4.24

Механическая система состоит из двух тонких однородных сферических оболочек 1 и 2 радиуса $r_1 = 0,6$ м и $r_2 = 0,4$ м. Определить момент инерции этой системы относительно оси Oy , если массы оболочек $m_1 = 80$ кг, $m_2 = 40$ кг. (70,4)



14.4.25

Определить момент инерции конструкции, состоящей из однородных стержней 1 и 2, относительно оси Oz , если массы стержней $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 1$ кг, а размеры $l_1 = 0,6$ м, $l_2 = 0,9$ м. (1,89)



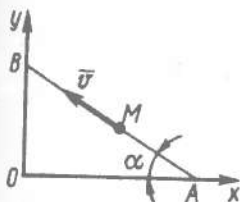
14.5. Момент количества движения

14.5.1

Материальная точка массой $m = 0,5$ кг движется по оси Oy согласно уравнению $y = 5t^2$. Определить момент количества движения этой точки относительно центра O в момент времени $t = 2$ с. (0)

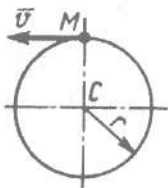
14.5.2

Материальная точка M массой $m = 0,5$ кг движется со скоростью $v = 2$ м/с по прямой AB . Определить момент количества движения точки относительно начала координат, если расстояние $OA = 1$ м и угол $\alpha = 30^\circ$. (0,5)



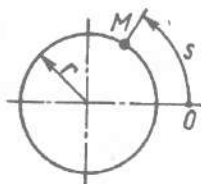
14.5.3

Материальная точка M массой $m = 1$ кг движется равномерно по окружности со скоростью $v = 4$ м/с. Определить момент количества движения этой точки относительно центра C окружности радиуса $r = 0,5$ м. (2)



14.5.4

Движение материальной точки M массой $m = 0,5$ кг происходит по окружности радиуса $r = 0,5$ м согласно уравнению $s = 0,5 t^2$. Определить момент количества движения этой точки относительно центра окружности в момент времени $t = 1$ с. (0,25)

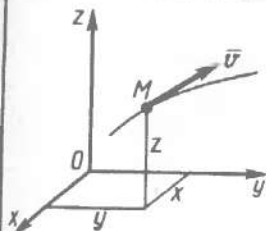


14.5.5

Определить момент количества движения материальной точки массой $m = 1$ кг относительно начала координат в положении, когда ее координаты $x = y = 1$ м и проекции скорости $v_x = v_y = 1$ м/с. (0)

14.5.6

Материальная точка M массой $m = 0,5$ кг движется по кривой. Даны координаты точки: $x = y = z = 1$ м и проекции скорости $v_x = 1$ м/с, $v_y = 2$ м/с, $v_z = 4$ м/с. Определить момент количества движения этой точки относительно оси Ox . (1)



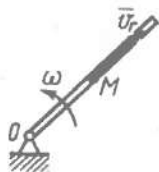
14.5.7

Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по закону: $x = 2t$, $y = t^3$, $z = t^4$. Определить момент количества движения этой точки относительно оси Oy в момент времени $t = 2$ с. (-96)

14.5.8

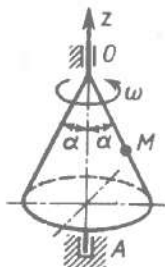
Скорость материальной точки массой $m = 1$ кг определяется выражением $\vec{v} = 2t\vec{i} + 4t\vec{j} + 5\vec{k}$. Определить модуль момента количества движения точки относительно начала координат в момент времени $t = 2$ с, когда ее координаты $x = 2$ м, $y = 3$ м, $z = 3$ м. (10,0)

14.5.9



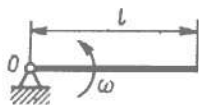
Трубка равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. По трубке движется шарик массой $m = 1$ кг. Определить момент количества движения шарика относительно оси вращения трубки, когда расстояние $OM = 0,5$ м и скорость шарика относительно трубки $v_r = 2$ м/с. (2,5)

14.5.10



Конус вращается равномерно вокруг оси Az с угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. По образующей конуса движется материальная точка M массой 1 кг. Определить момент количества движения материальной точки относительно оси Oz в положении, когда расстояние $OM = 1$ м, если угол $\alpha = 30^\circ$. (1)

14.5.11



Однородный стержень длиной $l = 1$ м и массой $m = 6$ кг вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определить кинетический момент стержня относительно центра O . (20)

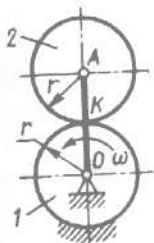
14.5.12

Тонкостенная труба массой $m = 10$ кг катится по горизонтальной плоскости с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определить кинетический момент цилиндра относительно мгновенной оси вращения, если радиус $r = 10$ см. (2)



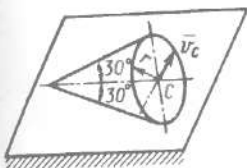
14.5.13

Кривошип OA вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 6$ рад/с. Колесо 2 катится по неподвижному колесу 1. Определить кинетический момент колеса 2 относительно его мгновенного центра скоростей K , если радиус $r = 0,15$ м. Колесо 2 считать однородным диском массой $m = 3$ кг. (1,22)



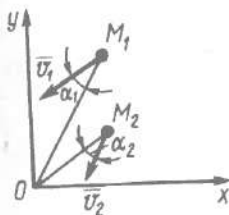
14.5.14

Конус катится по неподвижной плоскости без скольжения. Скорость центра основания конуса $v_C = 0,9$ м/с, радиус $r = 30$ см. Определить модуль кинетического момента конуса относительно мгновенной оси вращения, если его момент инерции относительно этой оси равен $0,3$ кг·м². (1,04)



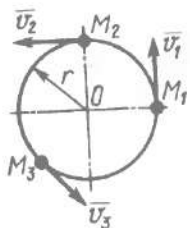
14.5.15

В плоскости Oxy движутся материальные точки M_1 и M_2 , массы которых $m_1 = m_2 = 1$ кг. Определить кинетический момент данной системы материальных точек относительно точки O в положении, когда скорости $v_1 = 2v_2 = 4$ м/с, расстояния $OM_1 = 2OM_2 = 4$ м и углы $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$. (6)

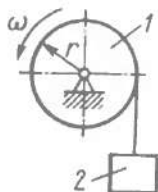


14.5.16

Материальные точки M_1, M_2, M_3 , массы которых $m_1 = m_2 = m_3 = 2$ кг, движутся по окружности радиуса $r = 0,5$ м. Определить кинетический момент системы материальных точек относительно центра O окружности, если их скорости $v_1 = 2$ м/с, $v_2 = 4$ м/с, $v_3 = 6$ м/с. (12)

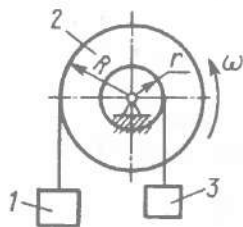


14.5.17



Цилиндр 1 вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с. Его момент инерции относительно оси вращения $I = 2$ кг \cdot м², радиус $r = 0,5$ м. Груз 2 имеет массу $m_2 = 1$ кг. Определить кинетический момент механической системы относительно оси вращения. (45)

14.5.18



На барабан 2, момент инерции которого относительно оси вращения $I = 0,05$ кг \cdot м², намотаны нити, к которым прикреплены грузы 1 и 3 массой $m_1 = 2m_3 = 2$ кг. Определить кинетический момент системы тел относительно оси вращения, если угловая скорость $\omega = 8$ рад/с, радиусы $R = 2r = 20$ см. (1,12)

14.6. Теорема об изменении кинетического момента

14.6.1

Материальная точка массой $m = 0,5$ кг движется в плоскости согласно уравнениям $x = 2t$, $y = 4t^2$. Определить момент равнодействующей всех приложенных к этой точке сил относительно начала координат в момент времени $t = 1$ с. (8)

14.6.2

Материальная точка массой $m = 0,5$ кг движется по закону $\vec{r} = 2\vec{i} + (4t^2 + 5)\vec{j}$. Определить момент равнодействующей всех приложенных к этой точке сил относительно начала координат. (8)

14.6.3

Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по закону $x = 2t$, $y = t^3$, $z = t^4$. Определить момент равнодействующей всех приложенных к этой точке сил относительно оси Ox в момент времени $t = 1$ с. (6)

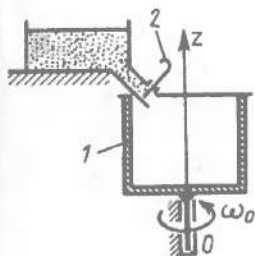
14.6.4

Вал 1, момент инерции которого относительно оси вращения $I_1 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 40 \text{ рад/с}$, вал 2 находится в покое. Найти угловую скорость валов после их сцепления, если момент инерции вала 2 относительно оси вращения равен $I_2 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (8)



14.6.5

Резервуар 1, момент инерции которого относительно вертикальной оси Oz равен $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, вращается с угловой скоростью $\omega_0 = 18 \text{ рад/с}$. После открытия задвижки 2 он заполняется сыпучим материалом. Определить угловую скорость заполненного резервуара, если его момент инерции равен $3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (6)

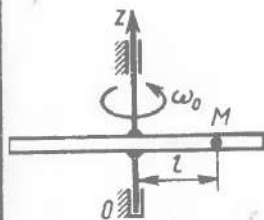


14.6.6

Спортсмен, прыгая с трамплина в воду, делает в воздухе сальто. В момент отрыва от трамплина он сообщает себе угловую скорость $\omega_0 = 1,5 \text{ рад/с}$ вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр масс. При этом момент инерции спортсмена относительно оси вращения $I_0 = 13,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить угловую скорость спортсмена, когда он во время полета, поджимая руки и ноги, уменьшил момент инерции до $I = 5,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (3,75)

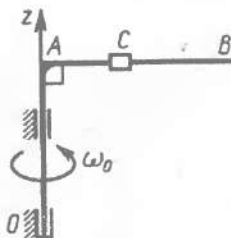
14.6.7

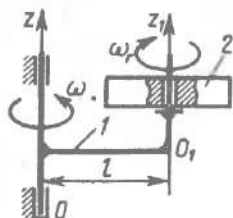
Трубка вращается вокруг вертикальной оси Oz , ее момент инерции $I_z = 0,075 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. По трубке под действием внутренних сил системы движется шарик M массой $m = 0,1 \text{ кг}$. Когда шарик находится на оси Oz , угловая скорость $\omega_0 = 4 \text{ рад/с}$. При каком расстоянии l угловая скорость равна 3 рад/с ? (0,5)



14.6.8

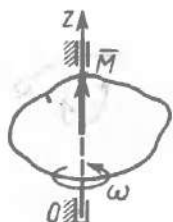
По стержню AB движется ползун C согласно закону $AC = 0,2 + 1,2t$. Ползун считать материальной точкой массой $m = 1 \text{ кг}$. Момент инерции вала OA со стержнем $I_z = 2,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить угловую скорость вала в момент времени $t = 1 \text{ с}$, если начальная угловая скорость $\omega_0 = 10 \text{ рад/с}$. (5,70)





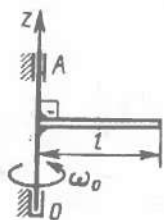
14.6.9

Внутренними силами системы маховик 2 массой 20 кг, центральный момент инерции которого $I_{z1} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, раскручивается до относительной угловой скорости $\omega_r = 40 \text{ рад/с}$. Определить угловую скорость ω держателя 1, если его момент инерции $I_z = 4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, размер $l = 1 \text{ м}$. (1,6)



14.6.10

Тело вращается вокруг вертикальной оси Oz под действием пары сил с моментом $M = 16t$. Определить момент инерции тела относительно оси Oz , если известно, что в момент времени $t = 3 \text{ с}$ угловая скорость $\omega = 2 \text{ рад/с}$. При $t = 0$ тело находилось в покое. (36)

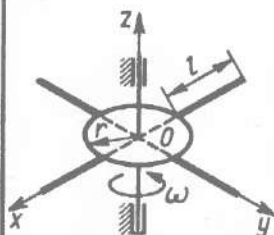


14.6.11

Однородный стержень массой $m = 3 \text{ кг}$ и длиной $l = 1 \text{ м}$ вращается вокруг вертикальной оси Oz с угловой скоростью $\omega_0 = 24 \text{ рад/с}$. К валу OA прикладывается постоянный момент сил торможения. Определить модуль этого момента, если стержень останавливается через 4 с после начала торможения. (6)

14.6.12

Тело вращается вокруг вертикальной оси Oz под действием двух пар сил с моментами $\vec{M}_1 = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$ и $\vec{M}_2 = 4\vec{i} + 6\vec{j} + 4\vec{k}$. Момент инерции тела относительно оси Oz равен $3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить угловую скорость тела в момент времени $t = 2 \text{ с}$, если в начальный момент тело не вращалось. (6)



14.6.13

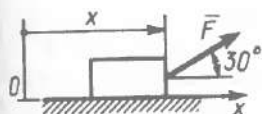
Однородный диск радиуса $r = 0,1 \text{ м}$ и массой 5 кг соединен с четырьмя стержнями длиной $l = 0,5 \text{ м}$ и массой 1 кг каждый. Система тел начинает вращаться под действием внешних сил с угловой скоростью $\omega = 3t$. Определить момент внешних сил относительно оси Oz . (1,79)

15.1. Работа и мощность силы

15.1.1

Ненагруженную пружину, коэффициент жесткости которой $c = 100$ Н/м, растянули на 0,02 м. Определить работу силы упругости пружины. $(-0,02)$

15.1.2



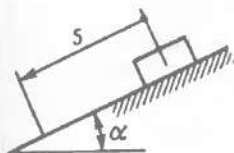
На тело действует постоянная по направлению сила $F = 4x^3$. Определить работу этой силы при перемещении тела из положения с координатой $x = 0$ в положение с координатой $x = 1$ м. $(0,866)$

15.1.3

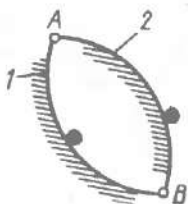


Материальная точка M массой m движется прямолинейно по горизонтальной плоскости по закону $s = t^4$ под действием силы $F = 12t^2$. Определить работу этой силы при перемещении ее точки приложения из начального положения, где $s = 0$, в положение, где $s = 4$ м. (64)

15.1.4

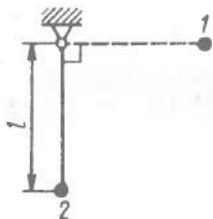


Тело скользит вниз по шероховатой плоскости. Зависит ли работа силы трения скольжения на расстоянии s от изменения угла наклона плоскости α ? (Да)



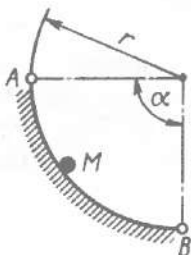
15.1.5

Тяжелая материальная точка может перемещаться в вертикальной плоскости из положения A в положение B по дуге окружности 1 или по дуге окружности 2 . Будет ли работа силы тяжести точки одинакова при этих перемещениях? (Да)



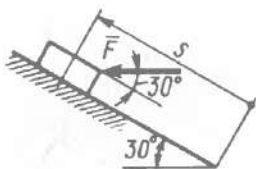
15.1.6

Груз массой $m = 0,4$ кг подвешен на нити длиной $l = 1$ м. Какую работу совершает сила тяжести груза при перемещении его в вертикальной плоскости из положения 2 в положение 1 . ($-3,92$)



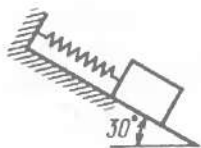
15.1.7

Материальная точка M , масса которой $m = 0,1$ кг, скользит вниз по дуге окружности радиуса $r = 1$ м с центральным углом $\alpha = 90^\circ$. Определить работу, совершенную силой тяжести точки M при перемещении из положения A в положение B . ($0,981$)



15.1.8

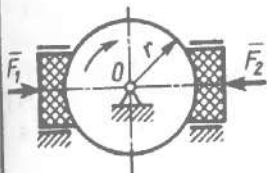
Определить работу, совершенную постоянной силой $F = 1$ Н при подъеме тела на расстояние $s = 1$ м по наклонной плоскости. ($0,866$)



15.1.9

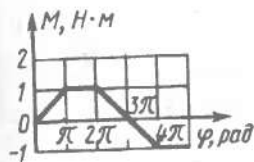
Тело массой $m = 0,1$ кг подвешено к концу нерастянутой пружины и отпущено без начальной скорости. Определить работу силы тяжести за первую половину периода колебаний, если коэффициент жесткости пружины $c = 50$ Н/м. ($9,62 \cdot 10^{-3}$)

15.1.10



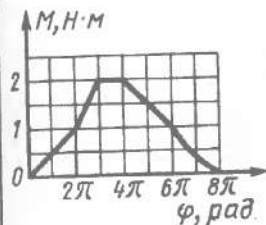
К диску, который вращается вокруг оси O , прижимаются две тормозные колодки с силами $F_1 = F_2 = 100$ Н. Вычислить работу сил трения скольжения при торможении диска радиуса $r = 0,1$ м за 10 оборотов. Коэффициент трения скольжения тормозной колодки о диск $f = 0,3$. (-377)

15.1.11



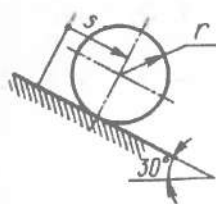
На вал машины действует пара сил с моментом M , закон изменения которого представлен графиком функции $M = f(\varphi)$. Определить работу, совершенную парой сил за первые два оборота вала. (4,71)

15.1.12



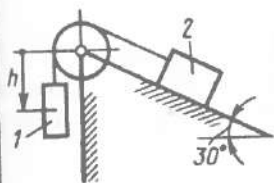
На вал машины действует пара сил с моментом, закон изменения которого представлен графиком функции $M = f(\varphi)$. Определить работу, совершенную этой парой сил за первые два оборота вала. (14,1)

15.1.13

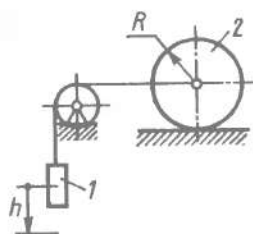


Цилиндр, масса которого $m = 1$ кг, радиус $r = 0,173$ м, катится без скольжения. Определить суммарную работу силы тяжести и силы сопротивления качению, если ось цилиндра переместилась на расстояние $s = 1$ м и коэффициент трения качения $\delta = 0,01$ м. (4,41)

15.1.14

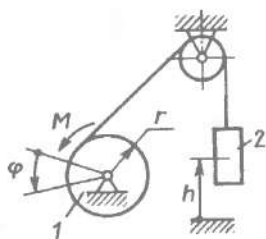


Тело 1 массой $m_1 = 4$ кг опускается на расстояние $h = 1$ м, поднимая скользящее по наклонной плоскости тело 2 массой $m_2 = 2$ кг. Определить работу, совершенную силами тяжести на этом перемещении. (29,4)



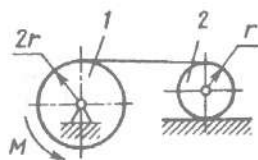
15.1.15

Груз 1 массой $m_1 = 2$ кг приводит в движение каток 2 массой $m_2 = 1$ кг. Коэффициент трения качения $\delta = 0,01$ м. Определить работу внешних сил системы при опускании груза 1 на высоту $h = 1$ м, если радиус катка $R = 0,1$ м. (18,6)



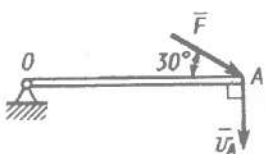
15.1.16

На барабан 1, радиус которого $r = 0,1$ м, действует пара сил с моментом $M = 40 + \varphi^2$. Определить работу, совершенную парой сил и силой тяжести груза 2, масса которого $m_2 = 40$ кг, при подъеме груза на высоту $h = 0,3$ м. (11,3)



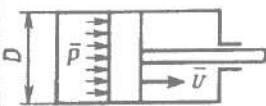
15.1.17

К барабану 1 приложена пара сил с постоянным моментом $M = 10$ Н·м. Цилиндр 2 массой $m_2 = 10$ кг катится без скольжения, коэффициент трения качения $\delta = 0,01$ м. Определить работу внешних сил системы при повороте барабана 1 на 10 оборотов. (567)



15.1.18

На точку A кривошипа, который вращается вокруг горизонтальной оси O, действует в вертикальной плоскости сила $F = 100$ Н. Определить мощность силы \vec{F} , если скорость \vec{v}_A точки A равна 4 м/с. (200)



15.1.19

На поршень гидроцилиндра действует давление масла $p = 10$ Н/мм². Диаметр поршня $D = 100$ мм, его скорость $v = 0,2$ м/с. Определить в кВт мощность силы давления масла. (15,7)

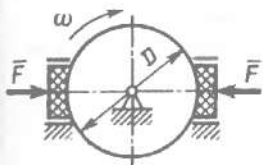
15.1.20

Моторная лодка движется по реке со скоростью 8 м/с. Сила тяги двигателя равна 3500 Н. Определить в кВт мощность силы тяги двигателя. (28)

15.1.21

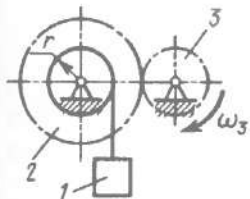
Однородный цилиндр массой 40 кг катится прямолинейно без скольжения по горизонтальной плоскости с угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. Коэффициент трения качения $\delta = 0,01$ м. Определить мощность сил сопротивления качению. (-15,7)

15.1.22



К диску диаметра $D = 20$ см, который вращается с угловой скоростью $\omega = 100$ рад/с, прижимаются две колодки с силой $F = 200$ Н каждая. Определить мощность силы трения, если коэффициент трения скольжения тормозной колодки о диск $f = 0,2$. (-800)

15.1.23



Для подъема груза l массой $m_1 = 200$ кг используется лебедка. Зубчатое колесо 3, соединенное с валом электродвигателя, вращается равномерно с угловой скоростью $\omega_3 = 30$ рад/с. Определить в кВт мощность электродвигателя, если число зубьев колес $z_2 = 2 z_3$ и радиус барабана $r = 0,1$ м. (2,94)

15.1.24

На вал двигателя действует крутящий момент $M = 80 (1 - \omega/400)$. Определить в кВт мощность двигателя в момент времени, когда вал двигателя имеет угловую скорость, равную 200 рад/с. (8)

15.2. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки

15.2.1

Материальная точка массой $m = 1$ кг движется по окружности со скоростью $v = 1$ м/с. Определить кинетическую энергию этой точки. (0,5)

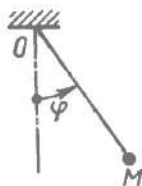
15.2.2

Прямолинейное движение материальной точки массой $m = 4$ кг задано уравнением $s = 4t + 2t^2$. Определить кинетическую энергию этой точки в момент времени $t = 2$ с. (288)

15.2.3

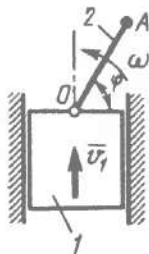
Груз массой $m = 5$ кг, подвешенный к вертикальной пружине, совершает свободные колебания по закону $y = 0,1 \sin(14t + 1,5\pi)$. Определить наибольшее значение кинетической энергии груза. (4,9)

15.2.4



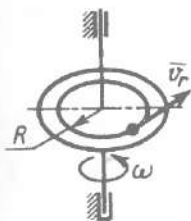
Материальная точка M массой $m = 0,5$ кг прикреплена к гибкой нити длиной $OM = 2$ м и совершает вместе с нитью колебания в вертикальной плоскости согласно уравнению $\varphi = (\pi/6) \sin 2\pi t$. Определить кинетическую энергию материальной точки в нижнем ее положении. (10,8)

15.2.5



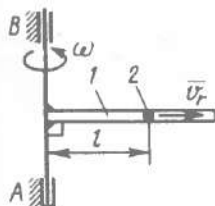
Тело I движется вертикально вверх со скоростью $v_1 = 1$ м/с. К стержню 2 длиной $OA = 0,2$ м, который вращается вокруг горизонтальной оси O с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, прикреплен точечный груз A массой $0,1$ кг. Определить кинетическую энергию груза при $\varphi = 60^\circ$. (0,35)

15.2.6



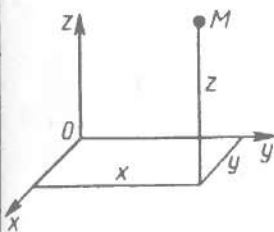
По горизонтальной платформе на неизменном расстоянии $R = 1$ м от оси вращения с относительной скоростью $v_r = 3$ м/с перемещается материальная точка массой $m = 0,2$ кг. Найти ее кинетическую энергию, если платформа вращается с угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с. (2,5)

15.2.7



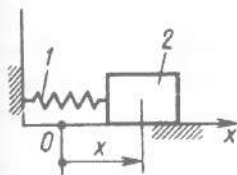
Трубка 1 вращается равномерно с угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с вокруг оси AB . Внутри трубки движется шарик 2 массой $m_2 = 0,5$ кг. Определить кинетическую энергию шарика в момент, когда он, находясь на расстоянии $l = 0,5$ м от оси, имеет относительную скорость $v_r = 0,2$ м/с. (0,26)

15.2.8



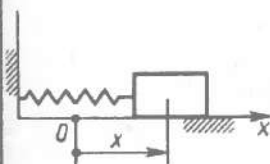
Материальная точка M массой $m = 0,2$ кг находится в поле силы тяжести на высоте $z = 10$ м. Определить потенциальную энергию материальной точки, если при $z = 0$ потенциальная энергия ее равна нулю. (19,6)

15.2.9



Груз 2 совершает свободные колебания согласно закону $x = 0,1 \sin 10 t$. Жесткость пружины 1 равна 100 Н/м. Определить потенциальную энергию груза при $x = 0,05$ м, если при $x = 0$ его потенциальная энергия равна нулю. (0,125)

15.2.10



Груз массой 1 кг совершает свободные колебания согласно закону $x = 0,1 \sin 10 t$. Коэффициент жесткости пружины $c = 100$ Н/м. Определить полную механическую энергию груза при $x = 0,05$ м, если при $x = 0$ потенциальная энергия равна нулю. (0,5)

15.3. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и твердого тела при поступательном движении

15.3.1

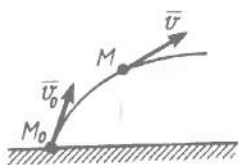
Какую работу совершают действующие на материальную точку силы, если ее кинетическая энергия уменьшается с 50 до 25 Дж? (-25)

15.3.2

Свободное падение материальной точки массой m начинается из состояния покоя. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить путь, пройденный точкой к моменту времени, когда она имеет скорость 3 м/с. (0,459)

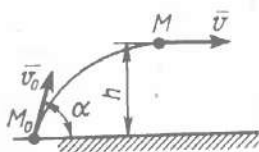
15.3.3

Материальная точка массой $m = 0,5$ кг брошена с поверхности Земли с начальной скоростью $v_0 = 20$ м/с и в положении M имеет скорость $v = 12$ м/с. Определить работу силы тяжести при перемещении точки из положения M_0 в положение M . (-64)



15.3.4

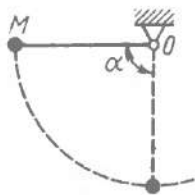
Материальная точка массой m брошена с поверхности Земли под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с. Определить наибольшую высоту h подъема точки. (34,4)



15.3.5

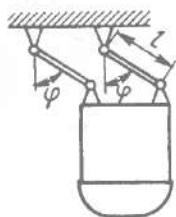
Тело массой $m = 2$ кг от толчка поднимается по наклонной плоскости с начальной скоростью $v_0 = 2$ м/с. Определить работу силы тяжести на пути, пройденном телом до остановки. (-4)

15.3.6



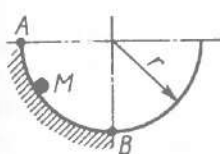
Материальная точка M массой m , подвешенная на нити длиной $OM = 0,4$ м к неподвижной точке O , отведена на угол $\alpha = 90^\circ$ от положения равновесия и отпущена без начальной скорости. Определить скорость этой точки во время ее прохождения через положение равновесия. (2,80)

15.3.7



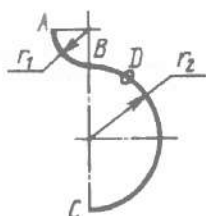
Кабина качелей подвешена на двух стержнях длиной $l = 0,5$ м. Определить скорость кабины при прохождении ею нижнего положения, если в начальный момент стержни были отклонены на угол $\varphi = 60^\circ$ и отпущены без начальной скорости. (2,21)

15.3.8



Материальная точка M массой m движется под действием силы тяжести по внутренней поверхности полуцилиндра радиуса $r = 0,2$ м. Определить скорость материальной точки в точке B поверхности, если ее скорость в точке A равна нулю. (1,98)

15.3.9



По проволоке ABC , расположенной в вертикальной плоскости и изогнутой в виде дуг окружностей радиусов $r_1 = 1$ м, $r_2 = 2$ м, может скользить без трения кольцо D массой m . Определить скорость кольца в точке C , если его скорость в точке A равна нулю. (9,90)

15.3.10



По горизонтальной плоскости движется тело массой $m = 2$ кг, которому была сообщена начальная скорость $v_0 = 4$ м/с. До остановки тело прошло путь, равный 16 м. Определить модуль силы трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр}}$ между телом и плоскостью. (1)

15.3.11

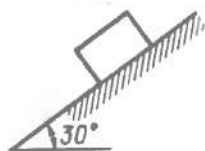


Тело массой $m = 100$ кг начинает движение из состояния покоя по горизонтальной шероховатой плоскости под действием постоянной силы \vec{F} . Пройдя путь, равный 5 м, скорость тела становится равной 5 м/с. Определить модуль силы \vec{F} , если сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = 20$ Н. (270)

15.3.12

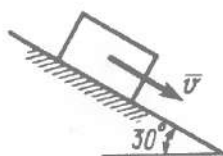
Хоккеист, находясь на расстоянии 10 м от ворот, клюшкой сообщает шайбе, лежащей на льду, скорость 8 м/с. Шайба, скользя по поверхности льда, влетает в ворота со скоростью 7,7 м/с. Определить коэффициент трения скольжения между шайбой и поверхностью льда. ($2,40 \cdot 10^{-2}$)

15.3.13



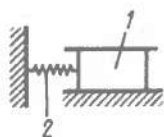
По наклонной плоскости спускается без начальной скорости тело массой $m = 1$ кг. Определить кинетическую энергию тела в момент времени, когда оно прошло путь, равный 3 м, если коэффициент трения скольжения между телом и наклонной плоскостью $f = 0,2$. (9,62)

15.3.14



По наклонной плоскости спускается без начальной скорости груз массой m . Какую скорость \bar{v} будет иметь груз, пройдя путь, равный 4 м от начала движения, если коэффициент трения скольжения между грузом и наклонной плоскостью равен 0,15? (5,39)

15.3.15



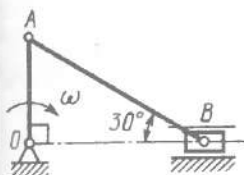
К ползуну 1 массой $m = 1$ кг прикреплена пружина 2. Пружину сжимают из свободного состояния на величину 0,1 м, после чего груз отпускают без начальной скорости. Определить жесткость пружины, если груз, пройдя путь, равный 0,1 м, приобретает скорость 1 м/с. (100)

15.4. Кинетическая энергия твердого тела

15.4.1

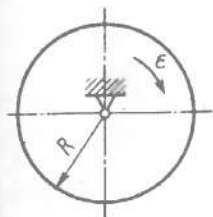
Частота вращения рабочего колеса вентилятора равна 90 об/мин. Определить кинетическую энергию колеса, если его момент инерции относительно оси вращения равен $2,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (97,7)

15.4.2



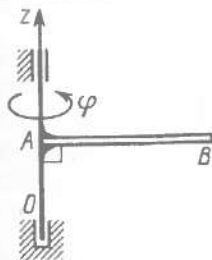
Для указанного положения механизма определить кинетическую энергию шатуна AB массой $m = 1 \text{ кг}$, если кривошип OA длиной $0,5 \text{ м}$ вращается вокруг оси O с угловой скоростью $\omega = 2 \text{ рад/с}$. (0,5)

15.4.3



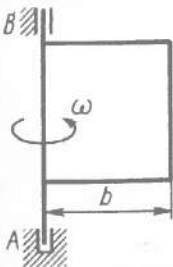
Однородный диск массой $m = 30 \text{ кг}$ радиуса $R = 1 \text{ м}$ начинает вращаться из состояния покоя равноускоренно с постоянным угловым ускорением $\epsilon = 2 \text{ рад/с}^2$. Определить кинетическую энергию диска в момент времени $t = 2 \text{ с}$ после начала движения. (120)

15.4.4



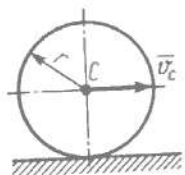
Однородный стержень, масса которого $m = 3 \text{ кг}$ и длина $AB = 1 \text{ м}$, вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 2t^3$. Определить кинетическую энергию стержня в момент времени $t = 1 \text{ с}$. (18)

15.4.5



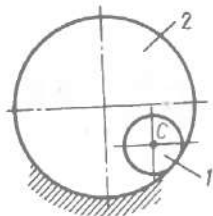
Однородная прямоугольная пластина массой $m = 18 \text{ кг}$ вращается вокруг оси AB с угловой скоростью $\omega = 4 \text{ рад/с}$. Определить кинетическую энергию пластины, если длина $b = 1 \text{ м}$. (48)

15.4.6



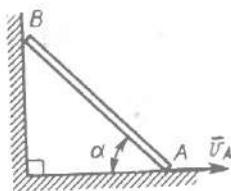
Диск массой $m = 2$ кг радиуса $r = 1$ м катится по плоскости, его момент инерции относительно оси, проходящей через центр C перпендикулярно плоскости рисунка, $I_C = 2$ кг \cdot м². Определить кинетическую энергию диска в момент времени, когда скорость его центра $v_C = 1$ м/с. (2)

15.4.7



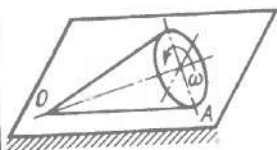
Однородный цилиндр 1 массой $m = 16$ кг катится без скольжения по внутренней цилиндрической поверхности 2. Определить кинетическую энергию цилиндра в момент времени, когда скорость его центра масс C равна 2 м/с. (48)

15.4.8



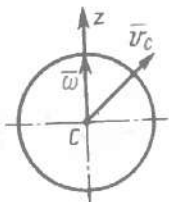
Однородный стержень AB длиной 2 м и массой $m = 6$ кг при своем движении скользит концами A и B по горизонтальной и вертикальной плоскостям. Определить кинетическую энергию стержня в момент времени, когда угол $\alpha = 45^\circ$ и скорость точки A равна $v_A = 1$ м/с. (2)

15.4.9



Прямой круговой конус катится без скольжения по горизонтальной плоскости, имея угловую скорость $\omega = 5$ рад/с во вращательном движении вокруг мгновенной оси вращения. Момент инерции конуса относительно оси OA равен $0,04$ кг \cdot м². Определить кинетическую энергию конуса. (0,5)

15.4.10



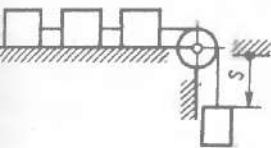
Шар массой $m = 5$ кг свободно движется в пространстве: скорость \bar{v}_C центра C шара равна 4 м/с, а его угловая скорость $\bar{\omega}$ вращения вокруг мгновенной оси Cz равна 10 рад/с. Определить кинетическую энергию шара, если его момент инерции относительно оси Cz равен $0,5$ кг \cdot м². (65)

15.5. Кинетическая энергия механической системы

15.5.1

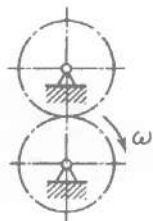
Чему равна кинетическая энергия зубчатой передачи двух цилиндрических колес с числом зубьев $z_2 = 2z_1$, если их момент инерции относительно осей вращения $I_2 = 2I_1 = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, а угловая скорость колеса 1 равна 10 рад/с . (75)

15.5.2



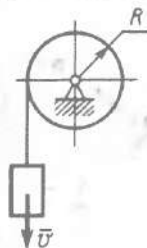
Четыре груза массой $m = 1 \text{ кг}$ каждый, соединенные гибкой нитью, переброшенной через неподвижный невесомый блок, движутся согласно закону $s = 1,5 t^2$. Определить кинетическую энергию системы грузов в момент времени $t = 2 \text{ с}$. (72)

15.5.3



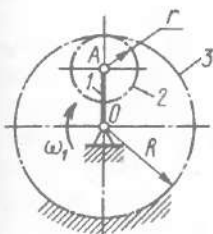
Определить кинетическую энергию системы, состоящей из двух одинаковых зубчатых колес массой $m = 1 \text{ кг}$ каждый, вращающихся с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ рад/с}$. Радиус инерции каждого колеса относительно оси вращения равен $0,2 \text{ м}$. (4)

15.5.4



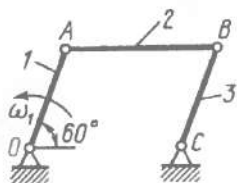
Груз массой $m = 4 \text{ кг}$, опускаясь вниз, приводит с помощью нити во вращение цилиндр радиуса $R = 0,4 \text{ м}$. Момент инерции цилиндра относительно оси вращения $I = 0,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить кинетическую энергию системы тел в момент времени, когда скорость груза $v = 2 \text{ м/с}$. (10,5)

15.5.5



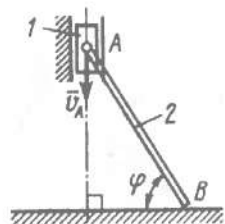
Кривошип 1, вращаясь с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ рад/с}$, приводит в движение колесо 2 массой 1 кг , которое можно считать однородным диском. Момент инерции кривошипа относительно оси вращения равен $0,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить кинетическую энергию механизма, если радиус $R = 3r = 0,6 \text{ м}$. (17)

15.5.6



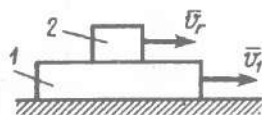
Кривошип 1 шарнирного параллелограмма длиной $OA = 0,4$ м вращается равномерно вокруг оси O с угловой скоростью $\omega_1 = 10$ рад/с. Моменты инерции кривошипов 1 и 3 относительно их осей вращения равны $0,1$ кг \cdot м², масса шатуна 2 $m_2 = 5$ кг. Определить кинетическую энергию механизма. (50)

15.5.7



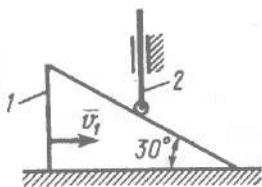
Ползун 1 массой 2 кг соединен шарниром с однородным стержнем 2 длиной $AB = 1$ м и массой 6 кг. Конец B стержня скользит по горизонтальной плоскости. Определить кинетическую энергию системы тел, когда скорость $v_A = 1$ м/с и угол $\varphi = 60^\circ$. (5)

15.5.8



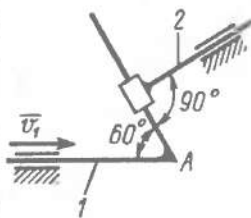
Пластина 1 массой 40 кг движется поступательно и прямолинейно со скоростью $v_1 = 1$ м/с. Тело 2 массой 10 кг движется по отношению к пластине поступательно со скоростью $v_r = 0,4$ м/с. Определить кинетическую энергию системы тел, если векторы \vec{v}_1 и \vec{v}_r параллельны. (29,8)

15.5.9



Призма 1 массой $m_1 = 5$ кг движется по горизонтальной плоскости со скоростью $v_1 = 1$ м/с. Масса толкателя 2 равна 1 кг. Определить кинетическую энергию механизма. (2,67)

15.5.10



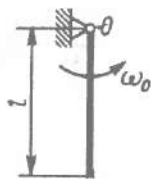
Стержень 1 массой $m_1 = 4$ кг, изогнутый в точке A под углом 60° , движется в горизонтальных направляющих со скоростью $v_1 = 1$ м/с и приводит в движение стержень 2 массой $m_2 = 2$ кг. Стержни соединены между собой втулкой. Определить кинетическую энергию системы стержней. (2,75)

**15.6. Теорема об изменении кинетической энергии
твёрдого тела**

15.6.1

Однородный диск радиуса 0,4 м может вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через точку его обода. Какую начальную угловую скорость надо сообщить диску, чтобы он повернулся на четверть оборота? (5,72)

15.6.2



Какую начальную угловую скорость ω_0 надо сообщить однородному стержню длиной $l = 3$ м, чтобы он, вращаясь вокруг горизонтальной оси O , сделал пол-оборота? (4,43)

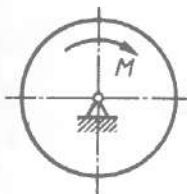
15.6.3

Телу с вертикальной неподвижной осью вращения сообщена угловая скорость $\omega_0 = 2,24$ рад/с. Момент инерции тела относительно оси вращения $I = 8$ кг · м². На какой угол повернется тело до остановки, если на него действует постоянный момент трения подшипников $M = 1$ Н · м? (20,1)

15.6.4

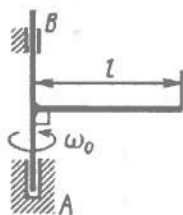
Ротору массой $m = 314$ кг и радиусом инерции относительно оси вращения, равным 1 м, сообщена угловая скорость $\omega_0 = 10$ рад/с. Предоставленный самому себе, он остановился, сделав 100 оборотов. Определить момент трения в подшипниках, считая его постоянным. (25)

15.6.5



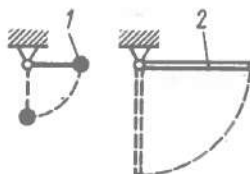
К ротору, момент инерции которого относительно оси вращения равен 3 кг · м², приложен постоянный момент пары сил $M = 9$ Н · м. Определить угловое ускорение ротора. (3)

15.6.6



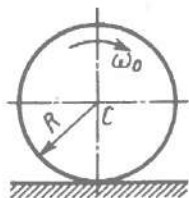
К валу AB жестко прикреплен горизонтальный однородный стержень длиной $l = 2$ м и массой $m = 12$ кг. Валу сообщена угловая скорость $\omega_0 = 2$ рад/с. Предоставленный самому себе, он остановился, сделав 20 оборотов. Определить момент трения в подшипниках, считая его постоянным. (0,255)

15.6.7



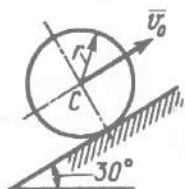
Математический маятник 1 массой m и длиной l и однородный стержень 2 массой m и длиной $2l$ отпускают без начальной скорости из заданных на рисунке положений. Укажите номер тела, скорость центра масс которого будет больше в нижнем положении. (1)

15.6.8



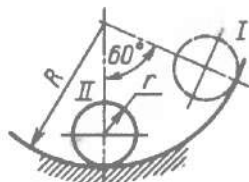
Тонкостенный цилиндр массой m и радиуса $R = 0,5$ м катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Определить путь, пройденный центром C цилиндра до остановки, если в начальный момент времени угловая скорость цилиндра $\omega_0 = 4$ рад/с. Коэффициент трения качения $\delta = 0,01$ м. (20,4)

15.6.9



Однородный диск массой m и радиуса r катится без скольжения по наклонной плоскости вверх. В начальный момент времени скорость центра диска $v_0 = 4$ м/с. Определить путь, пройденный центром C диска до остановки. (2,45)

15.6.10

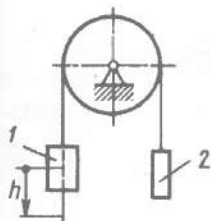


Тонкое кольцо радиуса $r = 0,1$ м катится без скольжения из состояния покоя I по внутренней поверхности горизонтального цилиндра радиуса $R = 0,6$ м. Определить скорость центра кольца в нижнем положении II. (1,57)

15.7. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

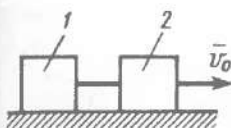
15.7.1

Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой подвешены грузы массой 2 и 4 кг. Определить ускорение грузов. (3,27)



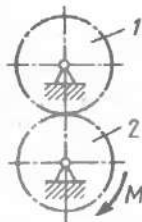
15.7.2

Грузы 1 и 2 массой $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг подвешены к концам гибкой нити, перекинутой через блок. Определить скорость груза 1 в момент времени, когда он опустился на высоту $h = 3$ м. Движение грузов начинается из состояния покоя. (4,43)



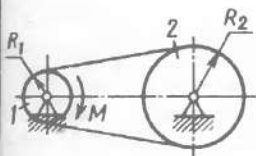
15.7.3

Грузы 1 и 2 одинаковой массы m , соединенные между собой гибкой нитью, движутся по горизонтальной плоскости, имея начальную скорость $v_0 = 2$ м/с. Определить коэффициент трения скольжения, если тела останавливаются, пройдя путь, равный 4 м. ($5,10 \cdot 10^{-2}$)



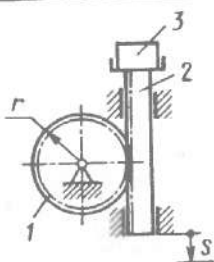
15.7.4

Одинаковые зубчатые колеса 1 и 2 массой 2 кг каждый приводятся в движение из состояния покоя постоянным моментом пары сил $M = 1$ Н·м. Определить угловую скорость колес после двух оборотов, если радиус инерции каждого из колес относительно оси вращения равен 0,2 м. (12,5)



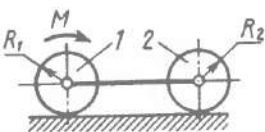
15.7.5

Ременная передача начинает движение из состояния покоя под действием постоянного момента пары сил $M = 2,5$ Н·м. Моменты инерции шкивов относительно их осей вращения $I_2 = 2I_1 = 1$ кг·м². Определить угловую скорость шкива 1 после трех оборотов, если радиусы шкивов $R_2 = 2R_1$. (11,2)



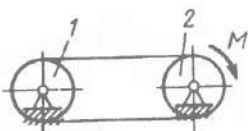
15.7.6

Момент инерции зубчатого колеса I относительно оси вращения равен $0,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Общая масса рейки 2 и груза 3 равна 100 кг . Определить скорость рейки при ее перемещении на расстояние $s = 0,2 \text{ м}$, если вначале система находилась в покое. Радиус колеса $r = 0,1 \text{ м}$. (1,89)



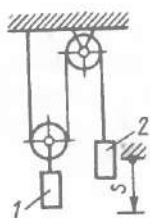
15.7.7

Однородные цилиндрические катки 1 и 2 массой 20 кг каждый приводятся в движение из состояния покоя постоянным моментом пары сил $M = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить скорость осей катков при их перемещении на расстояние 3 м , если радиусы $R_1 = R_2 = 0,2 \text{ м}$. (1)



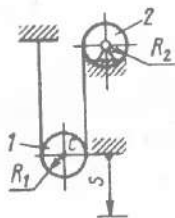
15.7.8

Движение шкива 2 ременной передачи начинается из состояния покоя под действием постоянного момента $M = 0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$. После трех оборотов одинаковые по массе и размерам шкивы 1 и 2 имеют угловую скорость 2 рад/с . Определить момент инерции одного шкива относительно его оси вращения. (2,36)



15.7.9

Определить скорость груза 2 в момент времени, когда он опустился вниз на расстояние $s = 4 \text{ м}$, если массы грузов $m_1 = 2 \text{ кг}$, $m_2 = 4 \text{ кг}$. Система тел вначале находилась в покое. (7,23)



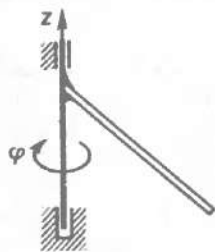
15.7.10

Одинаковые блоки 1 и 2 массой $m_1 = m_2$ и радиусами $R_1 = R_2$, представляющие собой однородные диски, начинают движение из состояния покоя под действием силы тяжести. Определить скорость центра C блока 1 после того, как он опустился вниз на расстояние $s = 1 \text{ м}$. (2,37)

16.1. Дифференциальные уравнения вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси

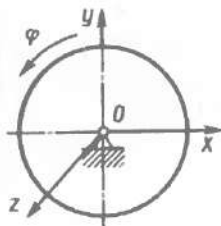
16.1.1

По заданному уравнению вращения $\varphi = 5t^2 - 2$ пластинки, осевой момент инерции которой $I_z = 0,125 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, определить главный момент внешних сил, действующих на пластинку. (1,25)



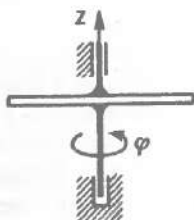
16.1.2

По заданному уравнению вращения $\varphi = 2(t^2 + 1)$ наклонного стержня с осевым моментом инерции $I_z = 0,05 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ определить главный момент внешних сил, действующих на тело. (0,2)



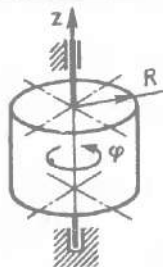
16.1.3

Диск вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = t^3$. Определить модуль момента пары сил, приложенной к диску, в момент времени $t = 1 \text{ с}$, если момент инерции диска относительно оси вращения равен $2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (12)



16.1.4

По заданному уравнению вращения $\varphi = 3t^2 - t$ стержня с осевым моментом инерции $I_z = 1/6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ определить главный момент внешних сил, действующих на стержень. (1)



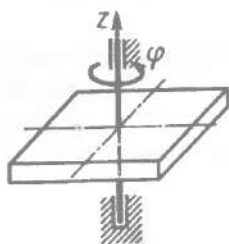
16.1.5

По заданному уравнению вращения $\varphi = t^3 - 5t^2$ однородного цилиндра радиуса $R = 1,41$ м, массой $m = 60$ кг определить главный момент внешних сил, действующих на тело, в момент времени $t = 2$ с. (119)



16.1.6

Конус, масса которого $m = 10$ кг, а радиус основания $R = 1$ м, вращается вокруг оси симметрии по закону $\varphi = 4 \sin 2t$. Определить главный момент приложенных к конусу внешних сил относительно оси вращения в момент времени $t = \pi/4$ с, если момент инерции конуса $I_z = 0,3 mR^2$. (-48)

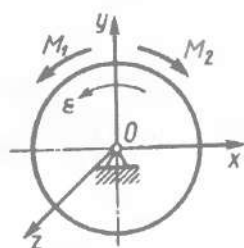


16.1.7

По заданному уравнению вращения $\varphi = 2 \sin(\pi t/2)$ однородной прямоугольной плиты с моментом инерции относительно оси вращения $I_z = 10$ кг·м² определить главный момент внешних сил, действующих на тело, в момент времени $t = 1$ с. (-49,3)

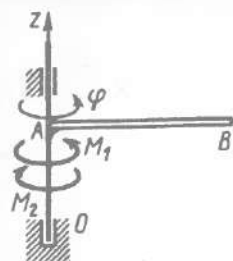
16.1.8

Вал двигателя вращается с угловой скоростью $\omega = 90e^{-20t} + 85(1 - e^{-20t})$. Определить главный момент внешних сил, действующих на вал, в момент времени $t = 0,1$ с, если его момент инерции относительно оси вращения равен 1 кг·м². (-13,5)



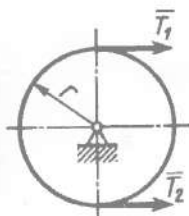
16.1.9

Диск вращается вокруг центральной оси с угловым ускорением $\epsilon = 4$ рад/с² под действием пары сил с моментом M_1 и момента сил сопротивления $M_2 = 6$ Н·м. Определить модуль момента M_1 пары сил, если момент инерции диска относительно оси вращения равен 6 кг·м². (30)



16.1.10

Однородный стержень, масса которого $m = 2$ кг и длина $AB = 1$ м, вращается вокруг оси Oz под действием пары сил с моментом M_1 и момента сил сопротивления $M_2 = = 12$ Н·м по закону $\varphi = 3t^2$. Определить модуль момента M_1 приложенной пары сил в момент времени $t = 1$ с. (16)



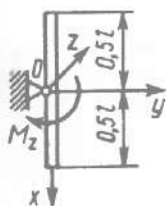
16.1.11

Определить угловое ускорение диска радиуса $r = 0,3$ м массой $m = 50$ кг, если натяжения ведущей и ведомой ветвей ремня соответственно равны $T_1 = 2T_2 = 100$ Н. Радиус инерции диска относительно оси вращения равен $0,2$ м. (7,5)



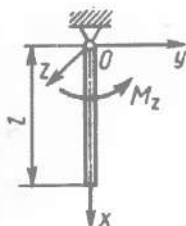
16.1.12

Определить угловое ускорение однородного тонкого диска радиуса $R = 0,6$ м, массой 4 кг, вращающегося вокруг вертикальной оси Az под действием момента $M_z = 1,8$ Н·м. (5)



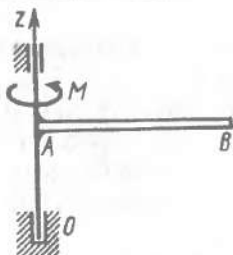
16.1.13

Определить угловое ускорение однородного стержня массой $m = 4$ кг и длиной $l = = 1$ м, вращающегося вокруг оси Oz , если к стержню приложен вращающий момент $M_z = = 3$ Н·м. (9)



16.1.14

Определить угловое ускорение вращения вокруг оси Oz однородного стержня массой $m = 3$ кг и длиной $l = 1$ м. На стержень действует пара сил с моментом $M_z = 2$ Н·м. (2)



16.1.15

Однородный стержень, масса которого $m = 8$ кг и длина $AB = 1,5$ м, вращается вокруг оси Oz под действием пары сил с моментом $M = 12 \sin(3\pi/4) t$. Определить угловое ускорение стержня в момент времени $t = \sqrt{2}/3$ с. (2)

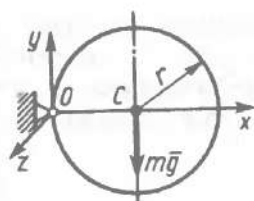
16.1.16

При разгоне на ротор двигателя действует пара сил с моментом $M = 100(1 - \omega/200)$. Определить максимальное значение углового ускорения ротора, если его момент инерции относительно оси вращения равен $2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (50)

16.1.17

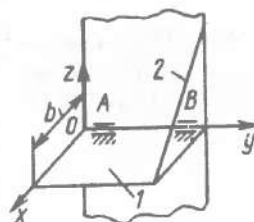
На этапе разгона на ротор двигателя действует пара сил с моментом $M = 40(1 - t/10)$. Определить максимальное значение углового ускорения ротора, если его момент инерции относительно оси вращения равен $0,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (80)

16.1.18

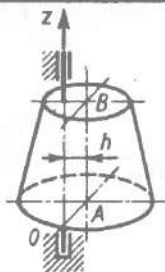


Однородный диск радиуса $r = 0,1$ м под действием силы тяжести начинает вращение в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси Oz из положения, когда его радиус OC горизонтален. В этот момент времени определить угловое ускорение диска. (65,4)

16.1.19



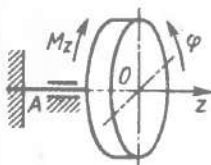
Однородная прямоугольная плита 1 массой m укреплена с помощью петель A и B и удерживается в горизонтальном положении тросом 2 . Определить угловое ускорение плиты в момент обрыва троса, если ширина плиты $b = 1$ м. (14,7)



16.1.20

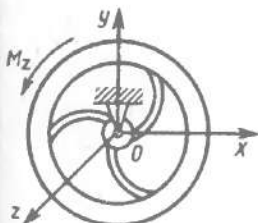
Усеченный конус массой $m = 4$ кг вращается с угловым ускорением $\epsilon = 6$ рад/с² вокруг нецентральной оси Oz под действием пары сил с моментом $M = 24$ Н·м. Определить момент инерции конуса относительно его центральной оси AB , если расстояние между осями $h = 0,2$ м. (3,84)

16.1.21



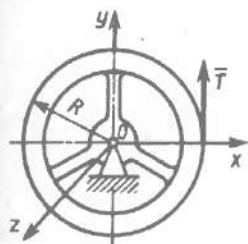
Определить относительно оси z момент инерции ротора, закрепленного на консоли AO и совершающего крутильные колебания по закону $\varphi = 3 \sin(\pi/4)t$. Движение происходит под действием восстанавливающего момента $M_z = -\pi^2 \varphi$. (16)

16.1.22



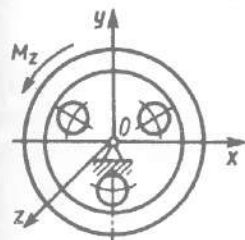
Маховик массой $m = 5$ кг вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 9t^2 + 2$. Определить радиус инерции маховика, если его вращение вызвано действием вращающего момента $M_z = 180$ Н·м. (1,41)

16.1.23



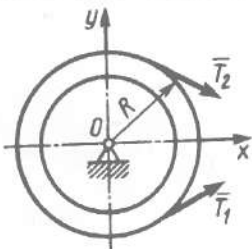
Определить радиус инерции шкива, масса которого $m = 50$ кг и радиус $R = 0,5$ м, если под действием силы натяжения троса $T = 18t$ он вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = t^3/3 + 3t$. (0,3)

16.1.24



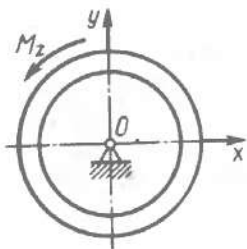
Маховик массой $m = 3$ кг под действием вращающего момента $M_z = 9t$ вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 2t^3$. Определить радиус инерции маховика. (0,5)

16.1.25



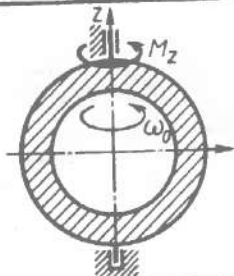
Определить радиус инерции шкива массой $m = 5$ кг и радиуса $R = 0,4$ м, если под действием сил натяжения ремня $T_1 = 2T_2 = 10$ Н он вращается с угловой скоростью $\omega = 10t$. (0,2)

16.1.26



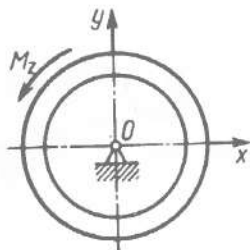
Определить угловую скорость маховика, масса которого $m = 12$ кг и радиус инерции $i = 1,73$ м, через 3 с после начала движения. На маховик действует вращающий момент $M_z = 6$ Н·м. (0,501)

16.1.27



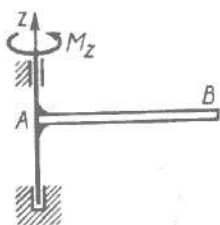
Определить, с какой угловой скоростью будет вращаться через 1 с после приложения момента пары сил $M_z = 3t^2$ кольцо с осевым моментом инерции $I_z = 0,375$ кг·м², если в начальный момент оно имело угловую скорость $\omega_0 = 16$ рад/с. (18,7)

16.1.28

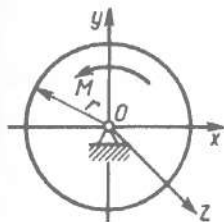


На какой угол повернется за 1 с маховик, масса которого $m = 1,5$ кг и радиус инерции $i = 0,1$ м, если он начинает вращаться из состояния покоя под действием главного момента внешних сил $M_z = 0,15$ Н·м? (5)

16.1.29

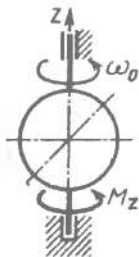


Однородный стержень $AB = 1$ м вращается вокруг оси z из состояния покоя под действием пары сил с моментом $M_z = 4t$. Определить в рад угол поворота стержня в момент времени $t = 2$ с, если его масса $m = 2$ кг. (8)



16.1.30

Однородный диск, масса которого $m = 80$ кг и радиус $r = 0,5$ м, вращается вокруг горизонтальной оси Oz под действием пары сил с моментом $M = 20t^2$. Определить угловую скорость диска в момент времени $t = 6$ с, если его начальная угловая скорость $\omega_0 = 0$. (144)

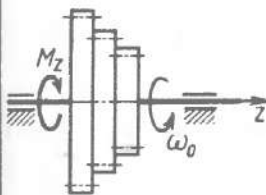


16.1.31

Однородный шар с моментом инерции $I_z = 4$ кг·м² вращается с угловой скоростью $\omega_0 = 4,5$ рад/с. Определить, за какое время под действием вращающего момента $M_z = 1,2$ Н·м угловая скорость шара удвоится. (15)

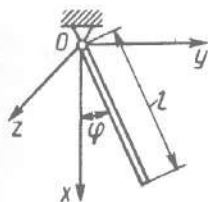
16.1.32

К ведущему валу привода, имеющему приведенный момент инерции $I_z = 0,5$ кг·м², от двигателя приложен постоянный момент $M_1 = 72$ Н·м и от ведомого вала — момент сил сопротивления $M_2 = -0,02 \omega^2$, где ω — угловая скорость ведущего вала, рад/с. Определить наибольшую угловую скорость ведущего вала. (60)



16.1.33

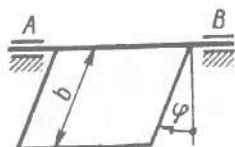
Определить момент инерции блока зубчатых колес, если он, вращаясь равнозамедленно под действием момента сил сопротивления $M_z = 8\pi$ Н·м, остановился через 6 с. Начальная угловая скорость блока $\omega_0 = 12\pi$ рад/с. (4)



16.1.34

Однородный стержень массой m и длиной $l = 1$ м может вращаться вокруг горизонтальной оси Oz . Стержень отклонили от положения равновесия на малый угол φ и отпустили без начальной угловой скорости. Определить угловую частоту малых колебаний стержня. (3,84)

16.1.35



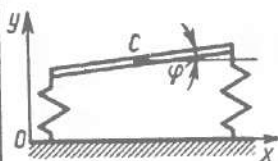
Однородная прямоугольная пластина массой $m = 10$ кг может вращаться вокруг горизонтальной оси AB . Пластину отклонили от положения равновесия на малый угол φ и пустили без начальной угловой скорости. Определить период малых колебаний пластины, если размер $b = 0,5$ м. (1,16)

16.2. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела

16.2.1

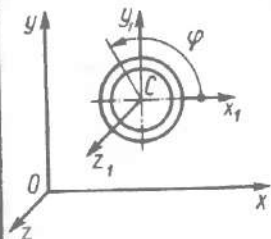
Диск массой $m = 1$ кг летит в вертикальной плоскости согласно уравнениям: $x_C = 0$; $y_C = 14(1 - e^{-0,981t}) - 10t$; $\varphi = 3t$. В момент времени $t = 0,5$ с определить значение главного вектора внешних сил. (8,25)

16.2.2



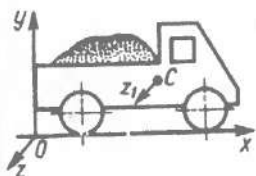
Движение однородного стержня массой $m = 3$ кг описывается уравнениями: $x_C = 1,2$ м, $y_C = 0,001 \cos 314t$, $\varphi = 0,01 \cos 314t$. В момент времени $t = 0$ определить проекцию вектора внешних сил на ось Oy . (-296)

16.2.3



Обруч летит в вертикальной плоскости согласно уравнениям: $x_C = 3$ м, $y_C = 4t - 4,9t^2$, $\varphi = 28(1 - e^{-0,1t})$. В момент времени $t = 0,3$ с определить значение главного момента внешних сил, действующих на обруч, если его момент инерции $I_{Cz_1} = 0,113$ кг · м². $(-3,07 \cdot 10^{-2})$

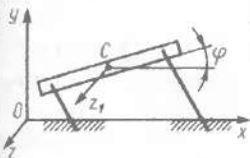
16.2.4



Машина движется согласно уравнениям: $x_C = 10t$, $y_C = 1,5 + 0,1 \sin 2\pi t$, $\varphi = 0,1 \sin 2\pi t$. В момент времени $t = 11,1$ с определить модуль главного момента внешних сил относительно оси Cz_1 , если момент инерции машины $I_{Cz_1} = 7500$ кг · м². $(1,74 \cdot 10^4)$

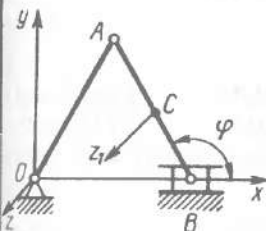
16.2.5

Вибролоток совершает плоскопараллельное галолирующее движение по закону: $x_C = 2 + 0,001 \cos 157t$; $y_C = 1 + 0,005 \cos 157t$; $\varphi = (35 + \cos 157t) 10^{-3}$. Определить максимальное значение момента внешних сил относительно оси Cz_1 , если момент инерции $I_{Cz_1} = 0,83 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (20,5)



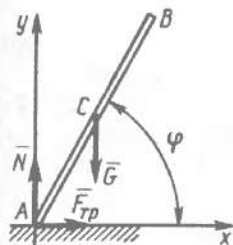
16.2.6

Движение шатуна AB с моментом инерции $I_{Cz_1} = 0,15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ описывается уравнениями: $x_C = 1,5 \cos \pi t$; $y_C = 0,5 \sin \pi t$; $\varphi = \pi(1 - t)$. В момент времени $t = 5 \text{ с}$ определить сумму моментов сил, действующих на шатун относительно оси Cz_1 . (0)



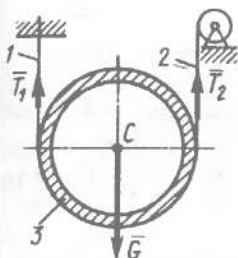
16.2.7

Однородный стержень массой $m = 3 \text{ кг}$, отпущенный из состояния покоя, начинает падать, скользя по шероховатой горизонтальной плоскости. При угле $\varphi = 60^\circ$ определить проекцию ускорения центра масс C на ось Ax , если нормальная реакция $N = 18,17 \text{ Н}$, а коэффициент трения скольжения $f = 0,1$. (0,606)



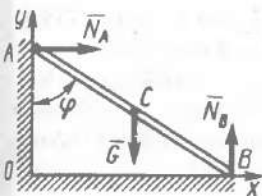
16.2.8

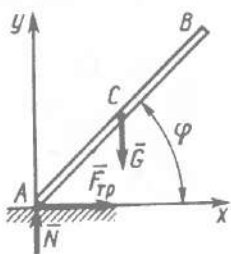
Подъем трубы 3 массой $m = 700 \text{ кг}$ осуществляется вертикальными канатами 1 и 2. Определить ускорение центра масс C , если натяжения канатов $T_1 = 3504 \text{ Н}$ и $T_2 = 4133 \text{ Н}$. (1,1)



16.2.9

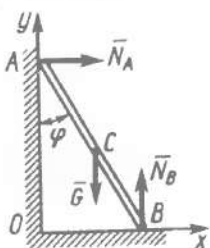
На гладкий пол и гладкую стену под углом $\varphi = 60^\circ$ опирающийся стержень массой $m = 3 \text{ кг}$ начинает скользить с ускорением центра масс $\vec{a}_C = \vec{i} - 5,5\vec{j}$. Определить значение нормальной реакции в точке A . (3)





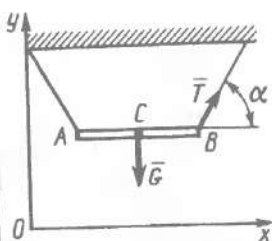
16.2.10

Стержень AB массой 2 кг, скользя по горизонтальной шероховатой плоскости, начинает падать в вертикальной плоскости. При угле $\varphi = 45^\circ$ определить нормальную реакцию \bar{N} , если проекция на ось Ay ускорения центра масс $\ddot{y}_C = -5,64 \text{ м/с}^2$. (8,34)



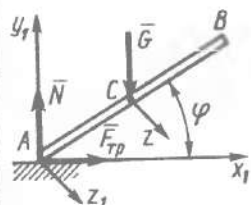
16.2.11

Стержень AB длиной 1 м и массой 2 кг, опирающийся на вертикальную гладкую стену под углом $\varphi = 30^\circ$, начинает скользить. Определить нормальную реакцию N_B в точке B , если проекция ускорения центра масс C на ось Oy имеет значение $\ddot{y}_C = -1,84 \text{ м/с}^2$. (15,9)



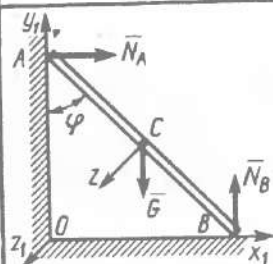
16.2.12

Однородный стержень длиной $AB = 1,6 \text{ м}$ и массой $m = 25 \text{ кг}$ подвешен на двух веревках в горизонтальном положении. Определить угловое ускорение стержня в момент времени непосредственно после обрыва левой веревки, если при этом натяжение правой веревки $T = 65 \text{ Н}$, а угол $\alpha = 60^\circ$. (8,44)



16.2.13

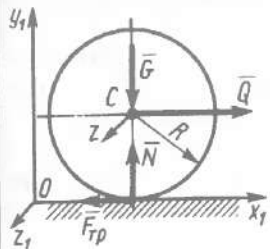
При движении стержня AB длиной 0,5 м в плоскости Ax_1y_1 в заданный момент времени угол $\varphi = 30^\circ$, нормальная реакция $N = 12 \text{ Н}$, сила трения $F_{\text{тр}} = 1,2 \text{ Н}$. Определить модуль углового ускорения ϵ , если момент инерции $I_{Cz} = 0,08 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (30,6)



16.2.14

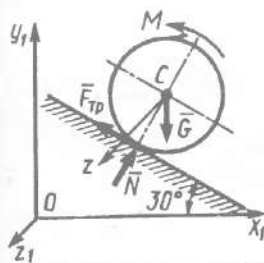
Однородный стержень AB длиной 1 м и массой $m = 2 \text{ кг}$ из состояния покоя под углом $\varphi = 45^\circ$ к вертикали начинает скользить по гладкой стене и гладкому полу. Определить угловое ускорение ϵ стержня, если в точках A и B нормальные реакции $N_A = 7,3 \text{ Н}$ и $N_B = 12,2 \text{ Н}$. (10,4)

16.2.15



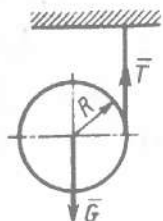
К колесу массой $m = 20$ кг приложили горизонтальную силу $Q = 120$ Н. При этом сила трения $F_{\text{тр}} = 40$ Н. Определить модуль углового ускорения ϵ колеса, если его радиус $R = 0,3$ м и момент инерции $I_{Cz} = 0,9$ кг \cdot м². (13,3)

16.2.16



По наклонной плоскости перемещается цилиндр массой $m = 300$ кг и радиуса $R = 0,15$ м. К цилиндру приложена пара сил с моментом $M = 75$ Н \cdot м. Определить модуль углового ускорения цилиндра, если его момент инерции $I_{Cz} = 3,4$ кг \cdot м², а сила трения $F_{\text{тр}} = 255$ Н. (10,9)

16.2.17



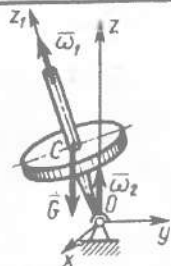
Однородный цилиндр массой $m = 6$ кг и радиуса $R = 0,08$ м падает в вертикальной плоскости, разматывая нить, натяжение которой $T = 19,6$ Н. Определить угловую скорость цилиндра ω в момент времени $t = 0,4$ с, если при $t_0 = 0$ угловая скорость равна нулю. (32,7)

16.3. Элементарная теория гироскопа

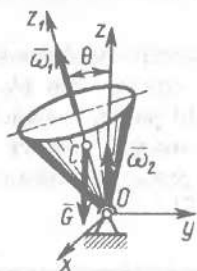
16.3.1

При движении гироскопа угловая скорость вращения $\vec{\omega}_1 = -2\vec{j} + 120\vec{k}$, а прецессии $\vec{\omega}_2 = 3\vec{k}$. Определить момент силы тяжести, если момент инерции гироскопа относительно оси симметрии равен $0,01$ кг \cdot м². ($6,00 \cdot 10^{-2}$)

16.3.2

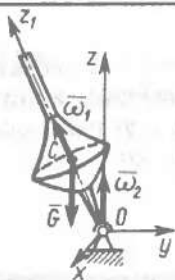


Определить угловую скорость ω_2 прецессии гироскопа, если угловая скорость вращения его вокруг оси симметрии $\omega_1 = 150$ рад/с, вес $G = 10$ Н, момент инерции $I_{z_1} = 0,005$ кг \cdot м² и расстояние $OC = 0,04$ м. (0,533)



16.3.3

Волчок совершает регулярную прецессию с угловыми скоростями $\omega_1 = 100$ рад/с, $\omega_2 = 1,4$ рад/с; между векторами $\bar{\omega}_1$ и $\bar{\omega}_2$ угол $\theta = 5^\circ$. Определить модуль момента силы тяжести \bar{G} относительно точки O , если момент инерции $I_{z_1} = 0,001$ кг · м². ($1,22 \cdot 10^{-2}$)



16.3.4

Определить, с какой угловой скоростью ω_1 должен вращаться волчок вокруг оси Oz_1 , чтобы при расстоянии от его центра масс C до неподвижной точки O , равном $0,1$ м, весе $G = 1$ Н и моменте инерции $I_{z_1} = 0,002$ кг · м² угловая скорость прецессии ω_2 была равна $0,1$ рад/с. (500)

16.3.5

Регулярная прецессия волчка происходит с угловой скоростью $\omega_2 = 2$ рад/с при угловой скорости вращения $\omega_1 = 200$ рад/с вокруг оси симметрии Oz_1 . Вес волчка 5 Н, а расстояние от неподвижной точки O до центра тяжести C равно $0,1$ м. Определить момент инерции I_{z_1} . ($1,25 \cdot 10^3$)

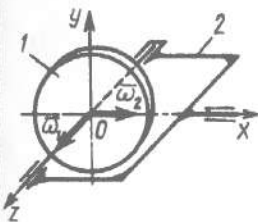
16.3.6

Движение гироскопа у поверхности Земли характеризуется угловой скоростью вращения $\bar{\omega}_1 = -2\bar{i} + 40\bar{k}$ и угловой скоростью прецессии $\bar{\omega}_2 = 0,25\bar{k}$. Определить расстояние от неподвижной точки O до центра тяжести C , если момент инерции $I_{OC} = 0,004$ кг · м² и масса гироскопа $m = 1$ кг. ($4,08 \cdot 10^{-3}$)

16.3.7

Гироскоп, масса которого равна $0,1$ кг, а момент инерции $I_{z_1} = 0,001$ кг · м², совершает прецессию у поверхности планеты с угловыми скоростями $\omega_1 = 30$ рад/с и $\omega_2 = 0,054$ рад/с. Определить ускорение свободного падения у поверхности планеты, если расстояние от центра масс гироскопа до неподвижной точки равно $0,01$ м. (1,62)

16.3.8



Однородный диск 1 с моментом инерции $I_z = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ вращается вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega_1 = 100 \text{ рад/с}$. Соответственно рама 2 вращается вокруг оси Ox с угловой скоростью $\omega_2 = 0,5 \text{ рад/с}$. Определить гироскопический момент. (75)

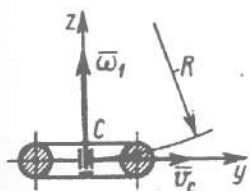
16.3.9

Быстрое вращение вала с моментом инерции $I_z = 10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ осуществляется с угловой скоростью $\bar{\omega}_1 = 250\bar{k}$. Подшипники, в которых закреплен вал, вращаются вместе с основанием с угловой скоростью $\bar{\omega}_2 = 5\bar{k}$. Определить гироскопический момент. (0)

16.3.10

Переднее колесо велосипеда перемещается с угловой скоростью $\omega_1 = 20 \text{ рад/с}$. В некоторый момент времени передняя вилка отклоняется влево с угловой скоростью $\omega_2 = 2 \text{ рад/с}$. Определить гироскопический момент, если момент инерции переднего колеса $I_1 = 0,16 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (6,4)

16.3.11

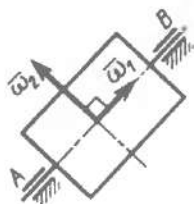


Центр C колеса автомобиля перемещается со скоростью $v_C = 10 \text{ м/с}$. Угловая скорость вращения $\omega_1 = 33 \text{ рад/с}$. Определить гироскопический момент на повороте радиуса $R = 50 \text{ м}$, если момент инерции колеса относительно оси симметрии $I_1 = 1,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (11,9)

16.3.12

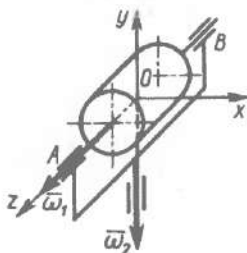
Винт судна вращается с угловой скоростью 70 рад/с . Момент инерции винта равен $1200 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить модуль гироскопического момента, который действует на корабль, если он переходит от прямолинейного движения на движение по дуге окружности радиуса $R = 500 \text{ м}$ со скоростью 10 м/с . ($1,68 \cdot 10^3$)

16.3.13



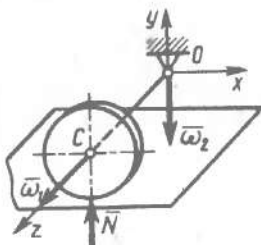
Молотильный барабан комбайна вращается вокруг оси AB с угловой скоростью $\omega_1 = 90$ рад/с. Момент инерции относительно оси AB равен $4,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Из-за неровности поверхности поля корпус получает угловую скорость $\omega_2 = 0,8$ рад/с. Определить модуль гироскопического момента. (324)

16.3.14



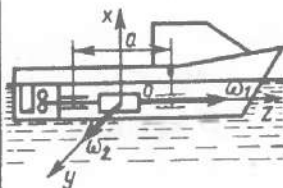
Вал вращается вокруг центральной оси инерции Oz с угловой скоростью $\omega_1 = 120$ рад/с. Его момент инерции $I_{Oz} = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Корпус подшипников A и B вращается вокруг оси Oy с угловой скоростью $\omega_2 = 10$ рад/с. Определить динамические реакции в подшипниках, если $AB = 0,5$ м. (960)

16.3.15



Колесо массой $m = 100$ кг катится по плоскости вокруг точки O с компонентами угловой скорости $\omega_1 = 30$ рад/с и $\omega_2 = 2,5$ рад/с. Определить дополнительную реакцию N от гироскопического момента, если момент инерции $I_{Oz} = 1,12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ и расстояние $OC = 1,1$ м. (76,4)

16.3.16



Винт и вал моторной лодки имеют момент инерции $I_z = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Расстояние между подшипниками $a = 0,8$ м. Определить максимальные гироскопические реакции на подшипники при вращении винта с угловой скоростью $\omega_1 = 250$ рад/с при качке с угловой скоростью $\omega_2 = 0,1 \sin t$. (46,9)

16.3.17

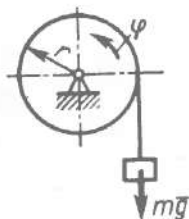
Вал с моментом инерции $I_{Oz} = 0,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ установлен перпендикулярно продольной оси судна. Его угловая скорость $\omega_1 = 151$ рад/с. Определить гироскопические давления на подшипники, если расстояние между ними $0,5$ м и угловая скорость боковой качки $\omega_2 = 0,5$ рад/с ($\vec{\omega}_2 \perp \vec{\omega}_1$). (75,5)

17.1. Метод кинестатики для материальной точки

17.1.1

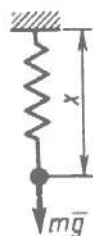
Материальная точка массой $m = 2$ кг скользит по негладкой горизонтальной плоскости под действием силы $F = 10$ Н, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Определить ускорение материальной точки, если коэффициент трения скольжения $f = 0,1$. (3,60)

17.1.2



Груз массой $m = 60$ кг подвешен на нити, которая наматывается на барабан, вращающийся согласно уравнению $\varphi = 0,6 t^2$. Определить натяжение каната, если радиус $r = 0,4$ м. (617)

17.1.3



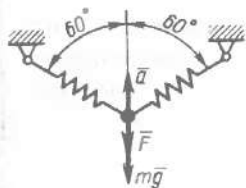
Материальная точка массой $m = 0,6$ кг колеблется в вертикальном направлении согласно закону $x = 25 + 3 \sin 20 t$, где x — в см. Определить модуль реакции пружины в момент времени $t = 2$ с. (11,3)

17.1.4



Материальная точка массой $m = 1$ кг совершает затухающие колебания в вертикальном направлении. В момент времени, когда ускорение точки $a = 14$ м/с² и скорость ее $v = 2$ м/с, определить реакцию пружины, если сила сопротивления демпфера $\vec{R} = -0,1 \vec{v}$. (23,6)

17.1.5



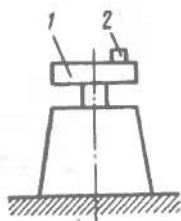
Материальная точка массой $m = 12$ кг подвешена на двух одинаковых пружинах. На нее действует сила $F = 20$ Н. Определить модуль усилия в одной пружине, если в данном положении материальная точка имеет ускорение $a = 3$ м/с². (174)

17.1.6



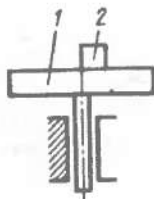
Автомобиль, масса которого $m = 8 \cdot 10^3$ кг, двигаясь по мосту, тормозит с замедлением $a = 6$ м/с². Принимая автомобиль за материальную точку, определить в кН модуль горизонтальной нагрузки на опору O моста. (48)

17.1.7



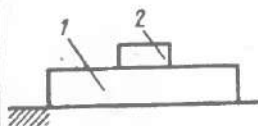
Горизонтальная платформа 1 вибростенда совершает в вертикальном направлении гармонические колебания с амплитудой 8 мм и частотой 8 Гц. К платформе прикреплен датчик 2 массой 50 г. Определить максимальное значение силы, которая стремится оторвать датчик от платформы. (0,520)

17.1.8



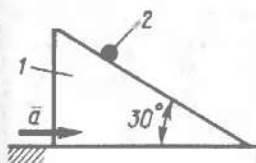
Горизонтальная виброплатформа 1, на которой лежит деталь 2, совершает гармонические колебания в вертикальном направлении с амплитудой 1 мм. Частоту колебаний можно менять, сохраняя ту же амплитуду. Определить максимальную частоту, при которой деталь 2 еще не отрывается от платформы 1. (15,8)

17.1.9



Вибролоток 1 совершает гармонические колебания по горизонтальной направляющей с амплитудой 0,981 см. Определить максимальное значение угловой частоты колебаний в рад/с, при которой деталь 2 еще не скользит по лотку. Коэффициент трения скольжения детали по лотку $f = 0,1$. (10)

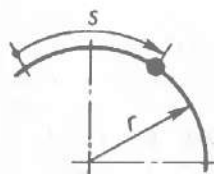
17.1.10



Определить, с каким ускорением \bar{a} надо двигать клин 1 по горизонтальной направляющей, чтобы материальная точка 2 не скользила по наклонной поверхности клина. (5,66)

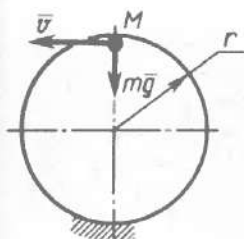
17.1.11

Какой наибольшей скорости может достичь материальная точка массой $m = 1$ кг, которая спускается по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$, если на нее действует суммарная сила сопротивления движению $R = 0,11v$, где v – скорость движения, м/с? (44,6)



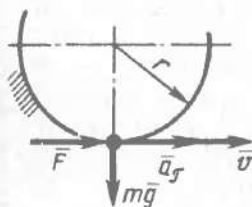
17.1.12

Материальная точка массой $m = 10$ кг движется по окружности радиуса $r = 3$ м согласно закону движения $s = 4t^3$. Определить модуль силы инерции материальной точки в момент времени $t = 1$ с. (537)



17.1.13

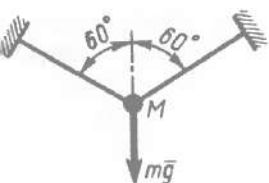
Материальная точка M движется в вертикальной плоскости по внутренней поверхности цилиндра радиуса $r = 9,81$ м. Определить минимальную скорость \bar{v} точки, при которой в указанном положении не произойдет ее отрыва от цилиндра. (9,81)



17.1.14

Материальная точка массой $m = 0,1$ кг скользит по негладкой, вертикально расположенной направляющей радиуса $r = 0,4$ м. В самом нижнем положении скорость точки $v = 4$ м/с, а касательное ускорение $a_t = 7$ м/с². Определить мгновенное значение силы \bar{F} , если коэффициент трения $f = 0,1$. (1,20)

17.1.15

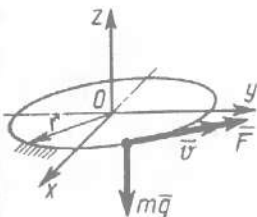


Материальная точка M массой $m = 2$ кг удерживается в равновесии двумя наклонными нитями. Определить натяжение одной нити в момент времени непосредственно после обрыва второй. (9,81)

17.1.16

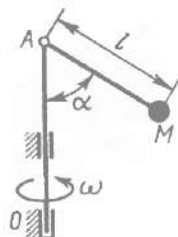
Луна движется вокруг Земли на расстоянии 384 400 км от центра Земли с орбитальной скоростью 163 м/с. Масса Луны равна $7,35 \cdot 10^{22}$ кг. Определить силу, с которой Земля притягивает Луну, считая Луну материальной точкой. ($5,08 \cdot 10^{18}$)

17.1.17



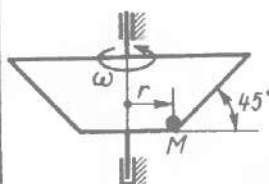
По негладкой направляющей радиуса $r = 0,5$ м, расположенной в горизонтальной плоскости, скользит материальная точка массой $m = 1,5$ кг с постоянной скоростью $v = 2$ м/с под действием силы \vec{F} . Определить модуль силы \vec{F} , если коэффициент трения скольжения $f = 0,15$. (2,85)

17.1.18



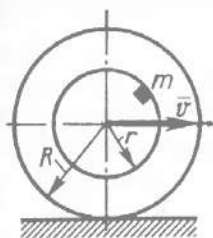
Определить в градусах угол α отклонения стержня AM с точечной массой M на конце от вертикальной оси вращения, если вал OA совместно со стержнем AM равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 4,47$ рад/с, а длина $l = 0,981$ м. Массой стержня AM пренебречь. (60)

17.1.19



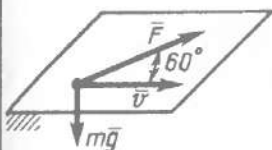
Чаша вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси. Определить наибольшее значение угловой скорости, при которой материальная точка M еще не начнет подниматься по стенке чаши. Коэффициент трения скольжения между точкой M и стенкой чаши $f = 0,1$, радиус $r = 0,2$ м. (7,74)

17.1.20



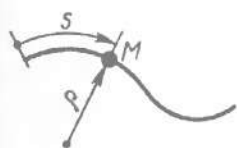
Автомашина движется по прямому участку пути со скоростью $v = 140$ км/ч. К ободу диска колеса на расстоянии $r = 20$ см прикреплен балансировочный груз массой $m = 80$ г. Определить максимальную силу давления груза на обод колеса. Радиус колеса $R = 35$ см. Колебания колеса не учитывать. (198)

17.1.21



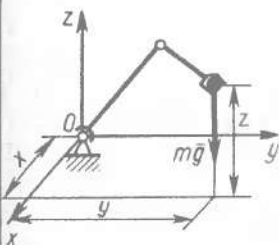
Материальная точка массой $m = 2$ кг скользит со скоростью \vec{v} по негладкой горизонтальной плоскости под действием силы $F = 15$ Н, расположенной в той же плоскости. Определить модуль силы инерции материальной точки, если коэффициент трения скольжения равен 0,3. (13,1)

17.1.22



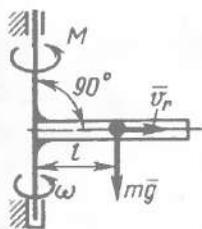
Материальная точка M массой $m = 4$ кг движется согласно закону $s = 0,5t^2 + 0,5 \sin 4t$. В момент времени $t = 5$ с радиус кривизны траектории точки $\rho = 4$ м. Определить в этот момент времени модуль силы инерции материальной точки. (42,2)

17.1.23

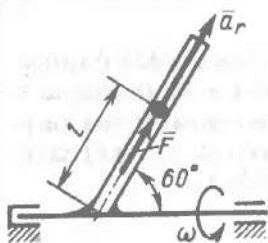


Манипулятор перемещает деталь массой $m = 1$ кг, которую можно считать материальной точкой, согласно уравнениям движения $x = 6t$, $y = 5t^2$, $z = 4t^2$. Определить модуль силы, с которой деталь действует на схват манипулятора. (20,4)

17.1.24



Трубка вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с под действием пары сил с моментом M . Внутри трубки движется материальная точка массой $m = 0,1$ кг. В момент времени, когда $l = 0,2$ м и относительная скорость точки $v_r = 2$ м/с, определить момент M . (0,08)



17.1.25

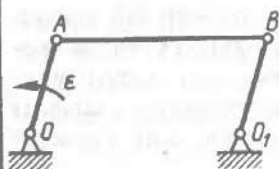
Трубка вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с вокруг горизонтальной оси. По трубке движется материальная точка массой $m = 0,2$ кг с относительным ускорением $a_r = 4$ м/с². Определить модуль силы \vec{F} в момент времени, когда $l = 0,2$ м, а трубка находится в вертикальной плоскости. (2,38)

17.2. Главный вектор и главный момент сил инерции

17.2.1

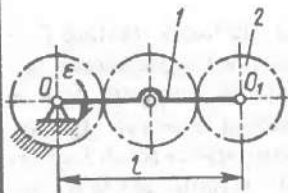
Тело массой 20 кг движется поступательно с ускорением 20 м/с². Определить модуль главного вектора сил инерции. (400)

17.2.2



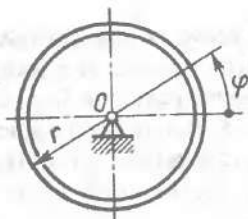
Кривошип OA длиной $0,1$ м шарнирного параллелограмма $OABO_1$ начинает вращаться из состояния покоя с постоянным угловым ускорением $\epsilon = 2$ рад/с². Определить модуль равнодействующей сил инерции стержня AB массой 2 кг в момент времени $t = 1$ с. (0,894)

17.2.3



Водило 1 длиной $l = 0,8$ м планетарного механизма вращается с постоянным угловым ускорением $\epsilon = 10$ рад/с². Колесо 2 массой 2 кг при этом движется поступательно. Центр масс колеса 2 совпадает с точкой O_1 . Определить главный момент сил инерции колеса 2 относительно центра O . (12,8)

17.2.4

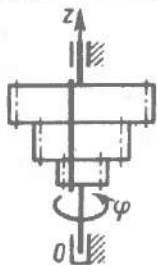


Определить главный момент сил инерции колеса относительно центра масс O , если колесо вращается вокруг него по закону $\varphi = 2t^2$, а масса колеса, равная 2 кг, равномерно распределена по ободу радиуса $r = 20$ см. (-0,32)



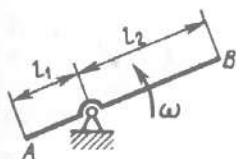
17.2.5

Однородный цилиндр массой 40 кг вращается вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega = 50t$. Определить главный момент сил инерции цилиндра относительно оси Oz , если радиус цилиндра $R = 0,15$ м. (22,5)



17.2.6

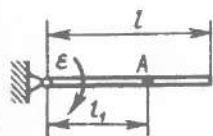
Блок шестерен, масса которого 0,3 кг и радиус инерции $\rho = 0,1$ м, вращается относительно оси Oz по закону $\varphi = 25t^2$. Определить главный момент сил инерции блока относительно оси Oz . (-0,15)



17.2.7.

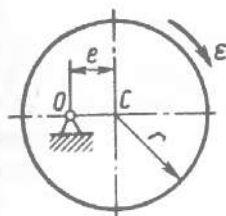
Тонкий однородный стержень AB массой $m = 1$ кг вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 5$ рад/с вокруг оси, перпендикулярной стержню. Определить модуль главного вектора сил инерции стержня, если размеры $l_1 = 0,2$ м, $l_2 = 0,4$ м. (2,5)

17.2.8



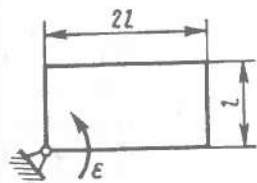
Однородный тонкий стержень длиной $l = 1,5$ м вращается с угловым ускорением ϵ вокруг оси, перпендикулярной стержню. Найти размер l_1 , определяющий положение центра A приведения сил инерции, относительно которого главный момент сил инерции равен нулю. (1)

17.2.9



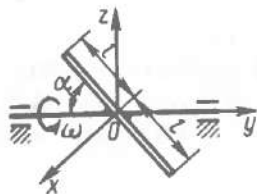
Определить главный момент сил инерции однородного диска радиуса $r = 0,2$ м массой $m = 2$ кг относительно оси вращения O , смещенной на расстояние $e = 0,1$ м от центра масс C . Диск вращается равноускоренно с угловым ускорением $\epsilon = 10$ рад/с². (0,6)

17.2.10



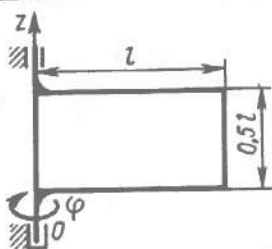
Однородная прямоугольная пластина массой 1 кг вращается с угловым ускорением $\epsilon = 30 \text{ рад/с}^2$ вокруг оси, перпендикулярной плоскости пластины. Определить главный момент сил инерции относительно оси вращения, если размер $l = 0,1 \text{ м}$. (-0,5)

17.2.11



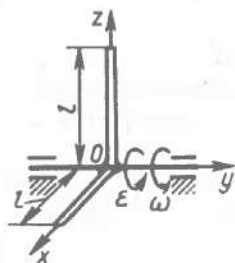
Тонкий однородный стержень массой $m = 5 \text{ кг}$ вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 100 \text{ рад/с}$. Определить проекцию вектора главного момента сил инерции на ось Ox , если угол $\alpha = 45^\circ$, размер $l = 0,25 \text{ м}$. (-521)

17.2.12



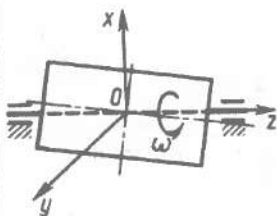
Однородная тонкая прямоугольная пластина массой 3 кг вращается вокруг оси Oz по закону $\varphi = 3t^2$. Определить главный момент сил инерции пластины относительно оси Oz , если размер $l = 0,5 \text{ м}$. (1,5)

17.2.13



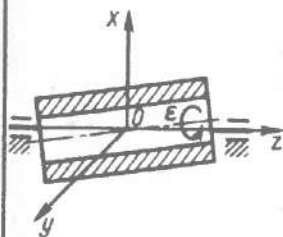
Два одинаковых однородных стержня вращаются вокруг оси Oy , имея в данный момент времени угловую скорость $\omega = 10 \text{ рад/с}$ и угловое ускорение $\epsilon = 100 \text{ рад/с}^2$. Определить модуль главного вектора сил инерции стержней, если масса каждого стержня 2 кг, а длина $l = 0,4 \text{ м}$. (80)

17.2.14



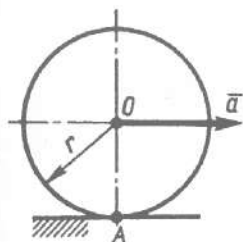
Тонкая пластина вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 200 \text{ рад/с}$. Ее центр тяжести находится на оси вращения, а центробежный момент инерции относительно осей в плоскости пластины равен $I_{xz} = -2,5 \times 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить главный момент сил инерции относительно оси Oy . (-100)

17.2.15



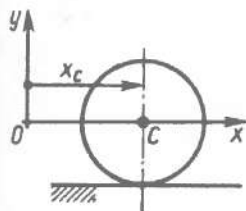
Труба вращается вокруг центральной оси Oz с угловым ускорением $\epsilon = 180 \text{ рад/с}^2$. Центробежные моменты инерции трубы равны $I_{xz} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $I_{yz} = 0$. Определить главный момент сил инерции относительно оси Ox . (0,288)

17.2.16



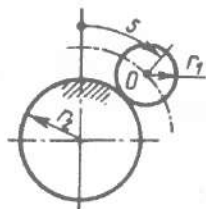
Однородный цилиндр радиуса $r = 0,2 \text{ м}$ катится по плоскости. Определить главный момент сил инерции относительно точки A , если масса цилиндра $m = 5 \text{ кг}$, а ускорение его центра масс $a = 4 \text{ м/с}^2$. (6)

17.2.17



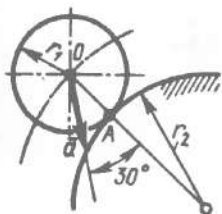
Однородный цилиндр массой $m = 10 \text{ кг}$ катится по плоскости согласно закону $x_c = 0,1 \sin 0,25 \pi t$. Определить модуль главного вектора сил инерции цилиндра в момент времени $t = 1 \text{ с}$. (0,436)

17.2.18



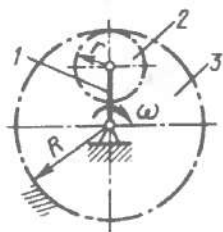
Однородный диск радиуса $r_1 = 12 \text{ см}$ массой 10 кг катится по окружности радиуса $r_2 = 20 \text{ см}$. Центр O диска перемещается согласно уравнению $s = 50t^2$, где s — в см. Определить модуль главного вектора сил инерции диска в момент времени $t = 1 \text{ с}$. (32,8)

17.2.19



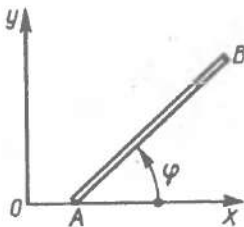
Однородный цилиндр радиуса $r_1 = 0,24 \text{ м}$ массой 20 кг катится по окружности радиуса r_2 . Ускорение центра O цилиндра $a = 60 \text{ м/с}^2$. Определить главный момент сил инерции цилиндра, принимая за центр приведения точку A . (-216)

17.2.20



Кривошип 1 вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с и приводит в движение однородное колесо 2 массой $m = 4$ кг, которое катится по внутренней поверхности колеса 3. Определить модуль главного вектора сил инерции колеса 2, если радиусы $R = 40$ см, $r = 15$ см. (16)

17.2.21



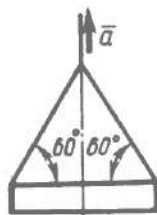
Однородный стержень, длина которого $AB = 50$ см и масса $m = 10$ кг, движется в плоскости Oxy согласно уравнениям $x_A = 4t^2$, $y_A = 0$, $\varphi = 6t^2$. Определить главный момент сил инерции стержня относительно его центра масс. (-2,5)

17.3. Метод кинетостатики для твердого тела и механической системы

17.3.1

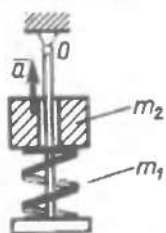
Тело массой 10 кг движется поступательно по горизонтальной плоскости. Каждая точка тела движется по окружности радиуса 0,5 м с постоянной скоростью 1,5 м/с. Определить модуль горизонтальной составляющей главного вектора внешних сил, действующих на тело. (45)

17.3.2



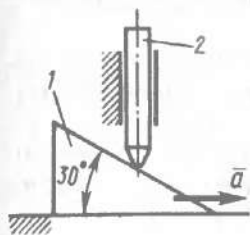
Строительную деталь массой $m = 600$ кг поднимают с ускорением $a = 1,5$ м/с². Определить в кН силу натяжения наклонных ветвей подъемных канатов. (3,92)

17.3.3



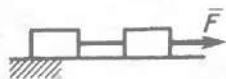
По вертикальному стержню массой $m_1 = 5$ кг под действием пружины скользит ползун массой $m_2 = 8$ кг. Определить реакцию шарнира O в момент времени, когда ускорение ползуна $a = 50$ м/с². (528)

17.3.4



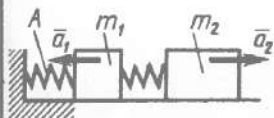
Клин 1 движется с ускорением $a = 4 \text{ м/с}^2$. Определить силу давления толкателя 2 на клин, если масса толкателя $m = 2 \text{ кг}$. (28,0)

17.3.5



Два одинаковых тела массой 1 кг каждый соединены между собой нитью и движутся по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 40 \text{ Н}$. Коэффициент трения скольжения тел по плоскости $f = 0,1$. Определить натяжение нити. (20)

17.3.6



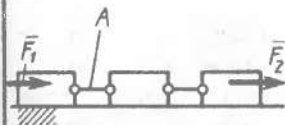
В процессе колебаний тела с массами $m_1 = 10 \text{ кг}$ и $m_2 = 20 \text{ кг}$ движутся по горизонтальной направляющей, имея в некоторый момент времени ускорения $a_1 = 20 \text{ м/с}^2$ и $a_2 = 30 \text{ м/с}^2$. Определить модуль усилия, развиваемого в этот момент пружиной A. (400)

17.3.7



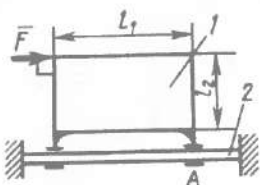
Двухступенчатая ракета в момент пуска с поверхности Земли в вертикальном направлении развивает реактивную силу $R = 90 \text{ кН}$. Массы ступеней ракеты равны $m_1 = 200 \text{ кг}$, $m_2 = 100 \text{ кг}$. Определить силу давления в кН между ступенями ракеты в момент пуска. (30)

17.3.8



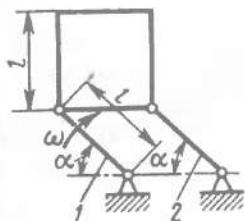
Три тела с одинаковыми массами соединены стержнями и движутся по горизонтальной направляющей под действием сил $F_1 = 3 \text{ кН}$ и $F_2 = 12 \text{ кН}$. Определить усилие в стержне A. ($2 \cdot 10^3$)

17.3.9



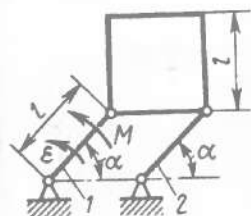
Однородная прямоугольная пластина 1, масса которой 6 кг, расположена в вертикальной плоскости и движется без трения по направляющей 2 под действием силы $F = 100$ Н. Определить модуль реакции подшипников скольжения А, если размеры $l_1 = 250$ мм, $l_2 = 150$ мм. (59,4)

17.3.10



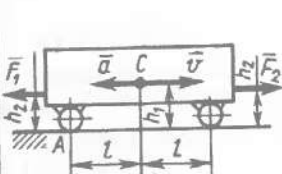
Механизм расположен в горизонтальной плоскости. Стержень 1, вращаясь с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, приводит в движение однородную квадратную пластину массой 5 кг. Определить модуль реакции стержня 2 в момент времени, когда угол $\alpha = 45^\circ$. Размер $l = 0,3$ м. (150)

17.3.11



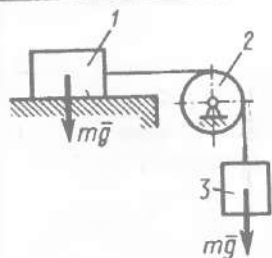
Механизм расположен в горизонтальной плоскости. Стержень 1 вращается с угловым ускорением $\epsilon = 40$ рад/с² под действием пары сил с моментом M и приводит в движение однородную квадратную пластину массой 5 кг. Определить модуль реакции стержня 2, когда угол $\alpha = 45^\circ$. Размер $l = 0,3$ м. (60)

17.3.12

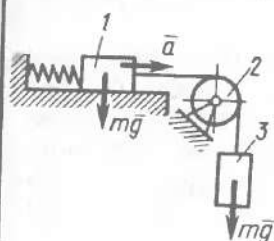


При торможении поезда центр масс C вагона имеет ускорение $a = 5$ м/с². На сцепки вагона действуют силы от соседних вагонов $F_1 = 10$ кН, $F_2 = 30$ кН. Определить в кН силу давления колес А на путь. Масса вагона $m = 3 \cdot 10^4$ кг, размеры $h_1 = 2,8$ м, $h_2 = 1,6$ м, $l = 5$ м. Колебаниями пренебречь. (102)

17.3.13

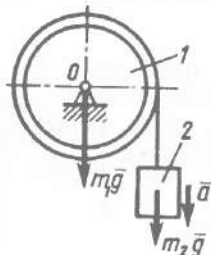


Тело 1 скользит по гладкой горизонтальной плоскости под действием силы тяжести тела 3. Определить натяжение нити, если тела 1 и 3 имеют массу $m = 3$ кг каждый. Массой блока 2 пренебречь. (14,7)



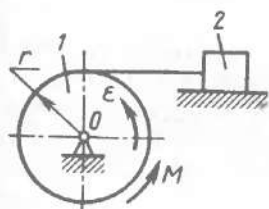
17.3.14

В рассматриваемый момент времени тела 1 и 3, массы которых одинаковы и равны $m = 0,6$ кг, движутся с ускорением $a = 3$ м/с². Определить в этот момент времени модуль реакции шарнира блока 2. Массой блока 2 пренебречь. (5,78)



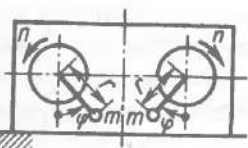
17.3.15

Определить модуль реакции шарнира O, если груз 2 массой $m_2 = 5$ кг под действием силы тяжести опускается с ускорением $a = 3$ м/с². Масса блока 1 равна $m_1 = 10$ кг, а его центр масс расположен на оси вращения. (132)



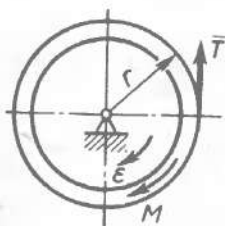
17.3.16

Барабан 1 радиуса $r = 20$ см под действием пары сил с моментом M вращается с постоянным угловым ускорением $\epsilon = 2$ рад/с². Определить модуль реакции в шарнире O, если коэффициент трения скольжения тела 2 по плоскости $f = 0,1$, а масса груза 2 равна 4 кг. Массой барабана пренебречь. (5,52)



17.3.17

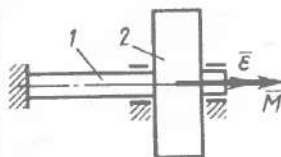
Вибратор состоит из двух синхронно вращающихся пневмотурбин. К валам турбин прикреплены корректирующие массы $m = 0,5$ кг на расстоянии $r = 10$ см. Определить в кН максимальную динамическую нагрузку, действующую на основание, если частота вращения турбин $n = 1000$ об/мин. (1,10)



17.3.18

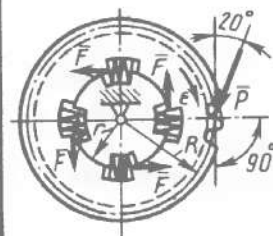
Колесо радиуса $r = 0,2$ м вращается с угловым ускорением $\epsilon = 20$ рад/с². На колесо действует пара сил с моментом $M = 1,5$ Н·м и сила T . Момент инерции колеса относительно его оси вращения равен $0,05$ кг·м². Определить модуль силы T . (2,5)

17.3.19



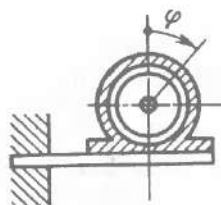
На колесо 2 действует пара сил с моментом $M = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$, его угловое ускорение $\epsilon = 500 \text{ рад/с}^2$, момент инерции относительно оси вращения $I = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить модуль момента пары сил, действующей на колесо 2 от закрутки торсионного вала 1. (600)

17.3.20



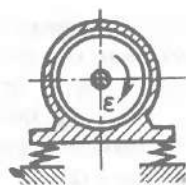
Венец зубчатого колеса имеет массу $m = 30 \text{ кг}$, радиус инерции $\rho = 0,25 \text{ м}$, радиус делительной окружности $R = 0,3 \text{ м}$, радиус $r = 0,15 \text{ м}$. Определить усилие F одной пружины, если угловое ускорение венца $\epsilon = 40 \text{ рад/с}^2$, а сила в зацеплении $P = 800 \text{ Н}$. Пружины одинаковы. (251)

17.3.21



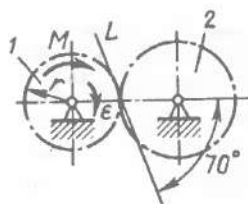
Определить момент сил реакции в заделке абсолютно жесткой консоли, вызванный силами инерции ротора электродвигателя, если при пуске двигателя ротор начинает вращаться согласно уравнению $\varphi = 200t^2$. Момент инерции ротора относительно его оси вращения равен $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (-2400)

17.3.22



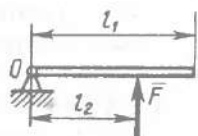
В момент пуска электродвигателя его ротору сообщено угловое ускорение $\epsilon = 30 \text{ рад/с}^2$. Определить в этот момент угловое ускорение корпуса, если момент инерции ротора относительно его оси вращения $I_1 = 24 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, а момент инерции корпуса относительно той же оси $I_2 = 20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. (36)

17.3.23



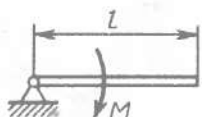
Зубчатое колесо 1 вращается под действием пары сил с моментом $M = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$, с угловым ускорением $\epsilon = 200 \text{ рад/с}^2$, его масса $m = 5 \text{ кг}$, радиус инерции $\rho = 0,07 \text{ м}$, радиус делительной окружности $r = 0,1 \text{ м}$. Определить модуль силы, действующей по линии зацепления L на зубчатое колесо 2. (54,3)

17.3.24



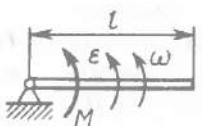
Однородный стержень длиной $l_1 = 1,5$ м начинает вращаться в горизонтальной плоскости из состояния покоя под действием силы \vec{F} . Определить, при каком расстоянии l_2 в начальный момент движения реакция в шарнире O равна нулю? (1)

17.3.25



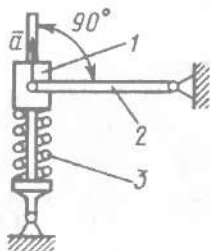
Однородный стержень длиной $l = 0,6$ м начинает вращаться в горизонтальной плоскости из состояния покоя под действием пары сил с моментом $M = 40$ Н·м. Определить модуль силы реакции шарнира в начальный момент движения. (100)

17.3.26



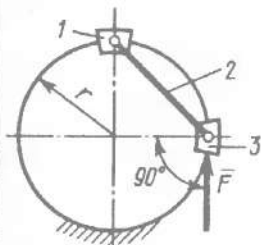
Однородный стержень длиной $l = 0,5$ м, массой 4 кг вращается в горизонтальной плоскости под действием пары сил с моментом M . Определить модуль силы реакции шарнира в момент времени, когда угловая скорость стержня $\omega = 10$ рад/с и угловое ускорение $\epsilon = 100$ рад/с². (141)

17.3.27



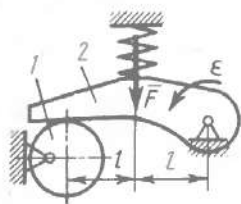
Ползун 1 массой 3 кг под действием сжатой пружины 3 начинает двигаться из состояния покоя с ускорением $a = 10$ м/с². Механизм расположен в горизонтальной плоскости. Масса однородного тонкого стержня 2 равна 3 кг. Определить усилие пружины. (40)

17.3.28



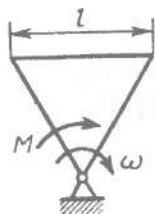
Ползуны 1 и 3, скользящие равноускоренно с касательным ускорением $a_\tau = 4$ м/с² по гладкому кольцу радиуса r , расположенному в горизонтальной плоскости, соединены однородным стержнем 2, масса которого $m = 2$ кг. Пренебрегая массами ползунков, определить силу F . (5,33)

17.3.29



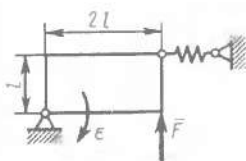
Механизм расположен в горизонтальной плоскости. Определить силу давления между кулачком 1 и рычагом 2, если пружина развивает усилие $F = 150$ Н, угловое ускорение рычага $\epsilon = 5000$ рад/с², его момент инерции относительно оси вращения $I = 6 \cdot 10^{-4}$ кг · м², $l = 0,04$ м. (37,5)

17.3.30



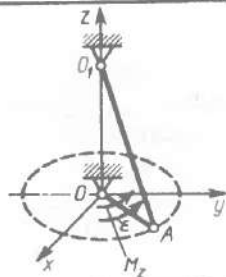
Однородная равносторонняя треугольная пластина массой $m = 5$ кг вращается в вертикальной плоскости под действием пары сил с моментом M , с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определить модуль реакции шарнира в положении пластины, когда эта реакция наибольшая. Размер $l = 0,3$ м. (136)

17.3.31



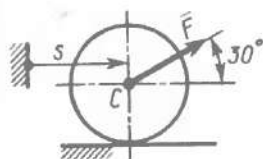
Прямоугольная пластина вращается в горизонтальной плоскости под действием пружины и силы $F = 50$ Н. В указанном положении угловое ускорение $\epsilon = 50$ рад/с². Момент инерции пластины относительно ее оси вращения равен $0,02$ кг · м², $l = 0,1$ м. Определить модуль реакции пружины. (110)

17.3.32



Кривошип OA длиной $0,6$ м вращается с угловым ускорением $\epsilon = 10$ рад/с² под действием пары сил с моментом M_z и приводит в движение однородный тонкий стержень O_1A массой 10 кг. Определить момент M_z пары сил. Массой кривошипа OA пренебречь. (12)

17.3.33



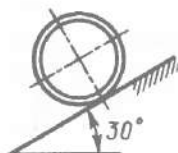
Однородный цилиндр массой 400 кг под действием силы \vec{F} катится по горизонтальной плоскости. Центр масс C цилиндра движется согласно уравнению $s = 0,5 t^2$. Определить модуль силы \vec{F} . (693)

17.3.34



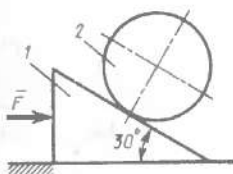
Однородный цилиндр массой $m = 40$ кг начинает катиться со скольжением по горизонтальной плоскости из состояния покоя под действием пары сил с моментом $M = 10$ Н·м. Определить угловое ускорение цилиндра, если коэффициент трения скольжения равен 0,1, радиус $r = 0,2$ м. (2,69)

17.3.35



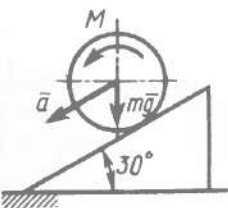
По наклонной плоскости под действием силы тяжести катится без скольжения тонкостенная труба. Определить ускорение центра масс трубы. (2,45)

17.3.36



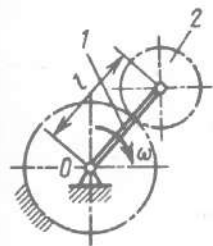
Определить значение силы \bar{F} , при которой однородный цилиндр 2 не будет перемещаться относительно призмы 1, скользящей по горизонтальной плоскости. Масса призмы $m_1 = 10$ кг, цилиндра $m_2 = 2$ кг, коэффициент трения скольжения $f = 0,1$. В начальный момент времени оба тела покоились. (79,7)

17.3.37



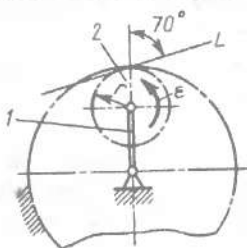
По неподвижной призме катится цилиндр массой $m = 10$ кг под действием силы тяжести и пары сил с моментом M . Ускорение центра масс цилиндра $a = 6$ м/с². Определить горизонтальную составляющую реакции опорной плоскости на призму. (52,0)

17.3.38



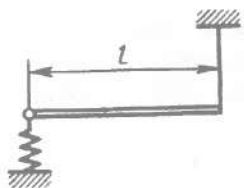
Водило 1 длиной $l = 0,5$ м, массой $m_1 = 1$ кг, которое можно считать однородным стержнем, вращается в горизонтальной плоскости с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Подвижное зубчатое колесо 2 имеет массу $m_2 = 3$ кг. Определить модуль реакции шарнира O. (175)

17.3.39



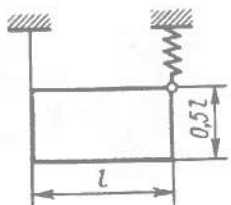
Водило 1, вращаясь в горизонтальной плоскости, сообщает угловое ускорение $\epsilon = 400$ рад/с зубчатому колесу 2, которое можно считать однородным цилиндром радиуса $r = 0,1$ м, массой 1 кг. Определить модуль силы в зацеплении, действующей по линии зацепления L . (21,3)

17.3.40



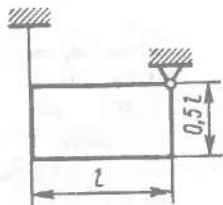
Однородный стержень длиной $l = 1$ м удерживается в горизонтальном равновесном положении с помощью нити и пружины. Определить угловое ускорение стержня в момент обрыва нити. (-29,4)

17.3.41



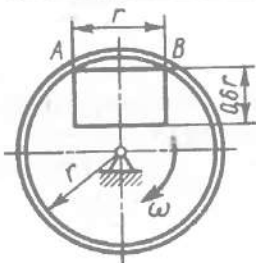
Однородная прямоугольная пластина удерживается в горизонтальном равновесном положении с помощью пружины и нити. Определить угловое ускорение пластины в момент времени непосредственно после перерезания нити, если размер $l = 1$ м. (23,5)

17.3.42



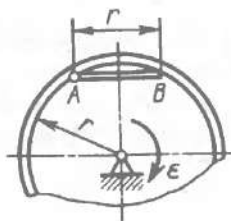
Однородная прямоугольная пластина удерживается с помощью нити в горизонтальном равновесном положении. Определить угловое ускорение пластины в момент времени непосредственно после перерезания нити, если размер $l = 1$ м. (11,8)

17.3.43



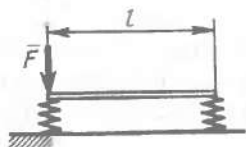
Однородная прямоугольная пластина массой 2 кг вращается вместе с барабаном вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Пластина лежит на горизонтальном дне барабана, опираясь в точках A и B на цилиндрическую стенку. Определить модуль реакции в точке A , если $r = 0,25$ м. (16,3)

17.3.44



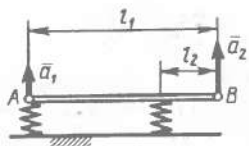
Диск начинает вращаться в горизонтальной плоскости из состояния покоя с угловым ускорением $\epsilon = 400 \text{ рад/с}^2$. Один конец однородного стержня массой $0,3 \text{ кг}$ закреплен в шарнире A , а второй опирается на обод. Определить в начальный момент движения модуль реакции в точке B , если $r = 0,2 \text{ м}$. (9,24)

17.3.45



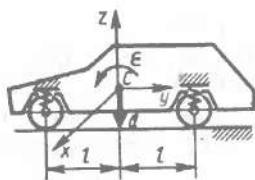
Однородный стержень начинает двигаться в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием силы $F = 20 \text{ Н}$. Масса стержня 5 кг , его длина $l = 0,6 \text{ м}$. Определить угловое ускорение стержня в начальный момент движения. (40)

17.3.46



Однородный стержень массой 8 кг колеблется в вертикальной плоскости. В некоторый момент времени его точки A и B имеют ускорения $a_1 = 3 \text{ м/с}^2$, $a_2 = 6 \text{ м/с}^2$. Определить в этот момент реакцию правой пружины. Размеры $l_1 = 1 \text{ м}$, $l_2 = 0,3 \text{ м}$. (84,6)

17.3.47



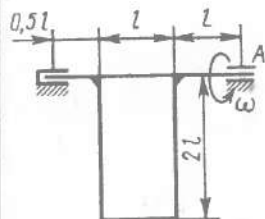
В некоторый момент колебаний кузова массой 1000 кг ускорение центра масс C равно $a = 2 \text{ м/с}^2$, угловое ускорение $\epsilon = 1,6 \text{ рад/с}^2$. Определить в кН реакцию переднего моста на кузов, если момент инерции кузова $I_{Cx} = 1300 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, размер $l = 1,5 \text{ м}$. (3,21)

17.4. Определение динамических реакций подшипников

17.4.1

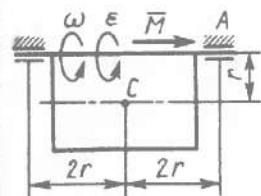
Тело вращается вокруг главной центральной оси инерции Oz с угловой скоростью ω и угловым ускорением ϵ . Центробежный момент инерции тела I_{xy} не равен нулю. Будут ли равны нулю динамические реакции подшипников? (Да)

17.4.2



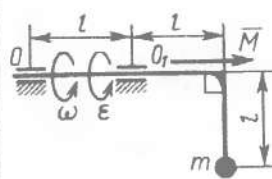
Однородная прямоугольная пластина вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 60$ рад/с. Масса пластины равна 0,4 кг, размер $l = 10$ см. Определить модуль динамической реакции подшипника А. (57,6)

17.4.3



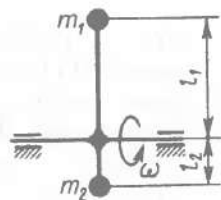
Однородное цилиндрическое тело массой $m = 10$ кг вращается под действием пары сил с моментом \bar{M} . Определить модуль динамической нагрузки на подшипник А в момент времени, когда угловая скорость $\omega = 5$ рад/с, угловое ускорение $\epsilon = 50$ рад/с². Точка С — центр масс тела, размер $r = 0,2$ м. (55,9)

17.4.4



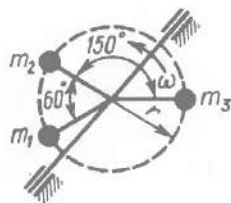
Материальная точка массой $m = 0,5$ кг вращается под действием пары сил с моментом \bar{M} вокруг оси OO_1 . Определить модуль динамической реакции подшипника O_1 в момент времени, когда угловая скорость $\omega = 5$ рад/с, а угловое ускорение $\epsilon = 40$ рад/с², если размер $l = 0,15$ м. (7,08)

17.4.5



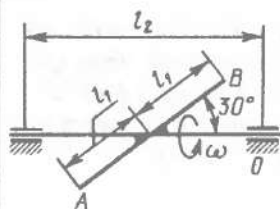
Груз массой $m_1 = 2$ кг, прикрепленный к стержню длиной $l_1 = 0,5$ м, вращается с постоянной угловой скоростью ω . Определить массу m_2 груза, который следует прикрепить к стержню длиной $l_2 = 0,2$ м, чтобы динамические реакции подшипников были равны нулю. Грузы принять за материальные точки. (5)

17.4.6



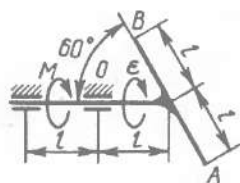
К валу, который вращается с постоянной угловой скоростью ω , прикреплены три точечных груза, расположенных в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Чему должна быть равна масса m_3 , чтобы динамические реакции подшипников были равны нулю, если массы $m_1 = m_2 = 2$ кг. (3,46)

17.4.7



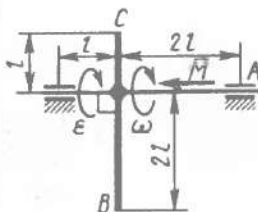
Однородный стержень AB массой 1 кг равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определить модуль динамической реакции подшипника O , если размеры $l_1 = 0,3$ м, $l_2 = 0,8$ м. (1,62)

17.4.8



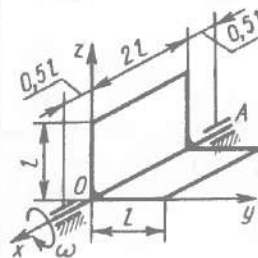
Однородный стержень AB массой 4 кг начинает вращаться из состояния покоя с угловым ускорением $\epsilon = 120$ рад/с² под действием пары сил с моментом M . Определить модуль динамической нагрузки на подшипник O в начальный момент движения, если размер $l = 0,4$ м. (27,7)

17.4.9



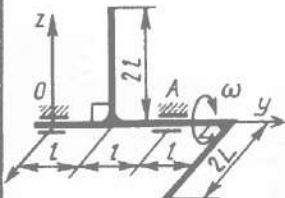
Однородный стержень BC массой 3 кг вращается под действием пары сил с моментом M . Определить модуль динамической реакции подшипника A в момент времени, когда угловая скорость $\omega = 10$ рад/с, а угловое ускорение $\epsilon = 100$ рад/с², если размер $l = 0,3$ м. (21,2)

17.4.10



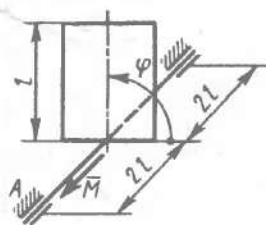
Тонкостенный однородный уголок, масса которого 4 кг, вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с. Определить модуль динамической реакции подшипника A , если размер $l = 0,2$ м. (56,6)

17.4.11



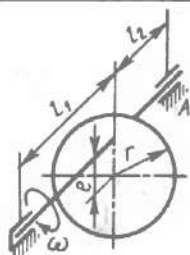
Два одинаковых стержня массой $m = 1$ кг каждый прикреплены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях к валу, который вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 8$ рад/с. Определить модуль динамической реакции подшипника A , если размер $l = 0,2$ м. (20,2)

17.4.12



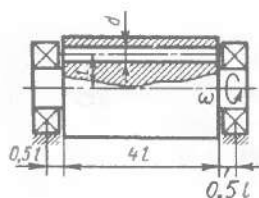
Однородная прямоугольная пластина массой 6 кг вращается под действием пары сил с моментом \bar{M} согласно уравнению $\varphi = 5t^3$. Ось вращения перпендикулярна плоскости пластины. Определить модуль динамической реакции подшипника A в момент времени $t = 1$ с. Размер $l = 0,2$ м. (68,1)

17.4.13



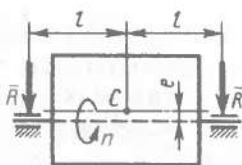
Однородный диск массой $m = 8$ кг равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Плоскость диска перпендикулярна оси вращения. Определить модуль динамической нагрузки на подшипник A , если размеры $l_1 = 80$ см, $l_2 = 40$ см, $e = 10$ см, $r = 20$ см. (53,3)

17.4.14



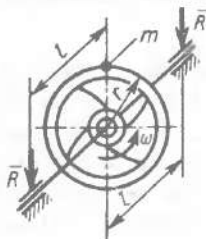
Вал, в котором просверлено отверстие диаметром $d = 1$ см, вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 200$ рад/с. Определить модуль динамической реакции одного подшипника, если размер $l = 5$ см, плотность материала вала $\gamma = 7,8$ г/см³. (123)

17.4.15

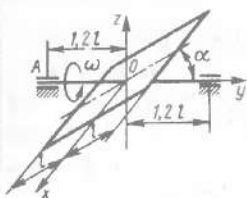


Частота вращения ротора электродвигателя массой 400 кг равна 3000 об/мин. На сколько мм допустимо смещение e главной центральной оси инерции ротора от оси вращения, чтобы динамическая реакция подшипника не превышала значения $R = 400$ Н. Точка C — центр масс ротора. (0,0203)

17.4.16

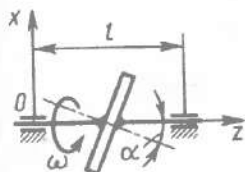


Определить необходимую массу m груза, устанавливаемого на обод тонкого рабочего колеса вентилятора для устранения дисбаланса. До балансировки динамические реакции подшипников при угловой скорости колеса $\omega = 120$ рад/с были равны $R = 300$ Н. Радиус $r = 0,3$ м. (0,139)



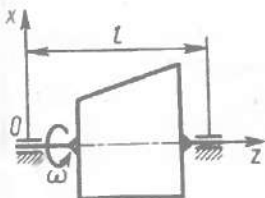
17.4.17

Однородная прямоугольная пластина массой 6 кг вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 24$ рад/с. Ось вращения образует угол $\alpha = 30^\circ$ с осью симметрии пластины. Определить модуль динамической реакции подшипника A, если размер $l = 0,2$ м. (41,6)



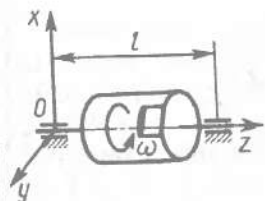
17.4.18

Ось симметрии однородного диска расположена в плоскости Oxz и образует угол α с осью вращения, так что центробежный момент инерции диска $I_{xz} = 4 \cdot 10^{-4}$ кг \cdot м². Определить модуль динамической реакции подшипника O, если диск вращается с угловой скоростью $\omega = 90$ рад/с, $l = 0,15$ м. (21,6)



17.4.19

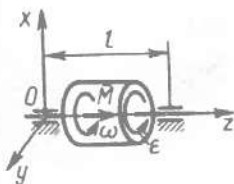
Тонкая пластина вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 60$ рад/с. Ее центр масс расположен на оси вращения, а центробежный момент инерции относительно координатных осей в плоскости пластины $I_{xz} = 2 \times 10^{-3}$ кг \cdot м². Определить динамическую реакцию подшипника O, если $l = 0,2$ м. (36)



17.4.20

Тело вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 100$ рад/с. Его центр масс расположен на оси вращения, а центробежные моменты инерции $I_{xz} = I_{yz} = 0,003$ кг \cdot м². Определить модуль динамической реакции подшипника O, если размер $l = 0,3$ м. (141)

17.4.21



Ротор вращается под действием пары сил с моментом \bar{M} с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с и ускорением $\epsilon = 60$ рад/с² вокруг оси Oz. Центробежные моменты инерции ротора $I_{xz} = 0$, $I_{yz} = 5 \cdot 10^{-3}$ кг \cdot м². Определить модуль динамической реакции подшипника O, если $l = 0,25$ м. (2,33)

18.1. Связи и их уравнения. Число степеней свободы системы

18.1.1

Твердое тело совершает движение, имея одну закрепленную точку. Определить число степеней свободы этого тела. (3)

18.1.2

Материальные точки 1 и 2 движутся в пространстве. На материальную точку 1 наложена связь, уравнение которой имеет вид $x^2 + y^2 + z^2 - 25 = 0$. Связь, наложенная на точку 2, имеет вид $x^2 + y^2 + z^2 - 25t^2 \leq 0$. Укажите номер точки, на которую наложена голономная неударяющая связь. (2)

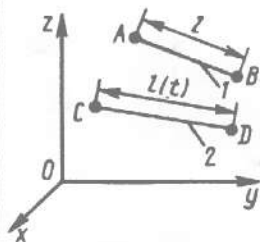
18.1.3

Уравнения связей для материальных точек A, B и C, D , соединенных соответственно стержнями 1 и 2 постоянной $l = \text{const}$ и переменной $l(t)$ длины, имеют вид:

$$(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2 - l^2 = 0;$$

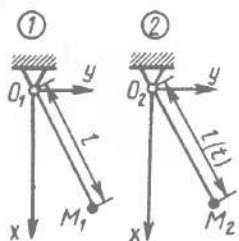
$$(x_D - x_C)^2 + (y_D - y_C)^2 + (z_D - z_C)^2 - [l(t)]^2 = 0.$$

Укажите номер стержня, накладывающего на точки голономную стационарную связь. (1)

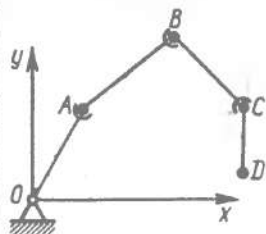


18.1.4

Уравнения связей для материальных точек M_1 и M_2 математических маятников постоянной $l = \text{const}$ и переменной $l(t)$ длины имеют вид: $x^2 + y^2 - l^2 \leq 0$; $x^2 + y^2 - [l(t)]^2 \leq 0$. На каком рисунке на точку наложена голономная нестационарная связь? (2)

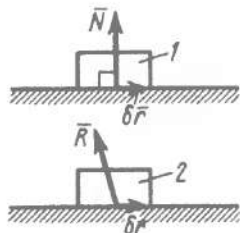


18.1.5



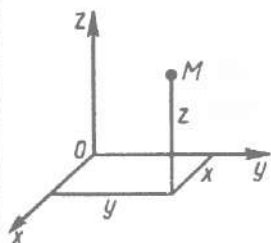
Материальные точки O , A , B , C и D соединены между собой невесомыми жесткими стержнями постоянной длины. Точка O неподвижна, а точки A , B , C и D движутся в плоскости Oxy . Определить число стационарных голономных связей, наложенных на движение точек этими стержнями. (4)

18.1.6



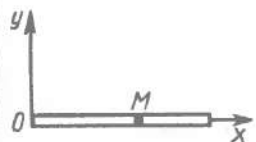
Тела 1 и 2 могут скользить по горизонтальной неподвижной плоскости. Элементарная работа реакции связи первого тела $\delta A = \bar{N}\delta\bar{r} = 0$, а второго тела $\delta A = \bar{R}\delta\bar{r} \neq 0$. Укажите номер тела, на которое наложена идеальная связь. (1)

18.1.7



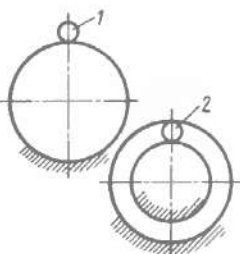
Материальная точка M свободно движется в пространстве. Определить число степеней свободы материальной точки. (3)

18.1.8



Материальная точка M движется в плоскости Oxy по трубке, расположенной вдоль оси Ox . Определить число степеней свободы этой точки. (1)

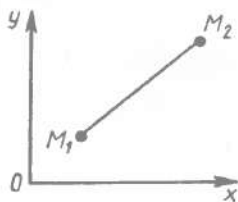
18.1.9



Шарик 1 катится по поверхности гладкого неподвижного цилиндра, а шарик 2 движется между двумя неподвижными цилиндрическими поверхностями. Укажите номер шарика, на который наложена удерживающая связь. (2)

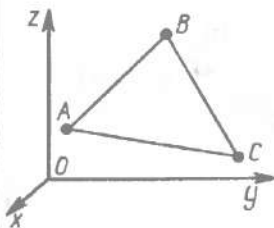
18.1.10

Материальные точки M_1 и M_2 , соединенные жестким невесомым стержнем, движутся в плоскости чертежа. Определить число степеней свободы системы материальных точек. (3)



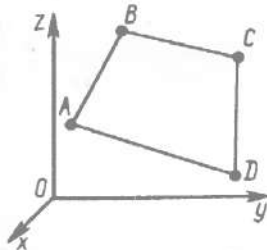
18.1.11

Материальные точки A , B и C , соединенные между собой невесомыми стержнями постоянной длины, движутся в пространстве. Определить число степеней свободы системы материальных точек. (6)



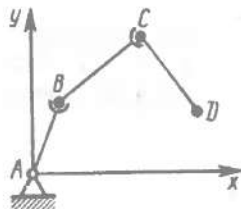
18.1.12

Материальные точки A , B , C и D , соединенные между собой невесомыми жесткими стержнями постоянной длины, движутся в пространстве. Определить число степеней свободы системы материальных точек. (6)



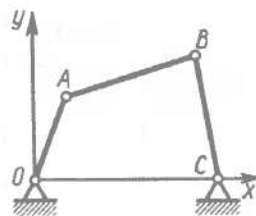
18.1.13

Материальные точки A , B , C и D соединены между собой невесомыми жесткими стержнями постоянной длины. Точка A неподвижна, а точки B , C и D движутся в плоскости Ax . Определить число степеней свободы системы материальных точек. (3)



18.1.14

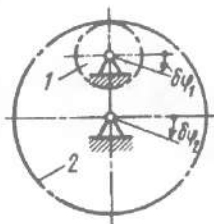
Определить число степеней свободы шарнирного четырехзвенника, если длины звеньев $OA = l_1$, $AB = l_2$ и $BC = l_3$. (1)



18.2. Возможные перемещения системы

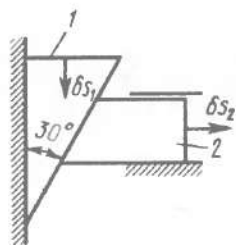
18.2.1

Определить отношение между возможными перемещениями точек A и B прямолинейного стержня AB , которые образуют с направлением стержня соответственно углы 30 и 60° . (0,577)



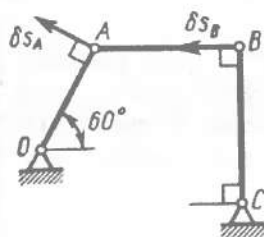
18.2.2

Определить отношение между возможными перемещениями $\delta\varphi_1$ зубчатого колеса 1 и $\delta\varphi_2$ зубчатого колеса 2, если числа зубьев равны $z_1 = 30$, $z_2 = 90$. (3)



18.2.3

Определить отношение между возможными перемещениями δs_1 клина 1 и δs_2 клина 2. (1,73)

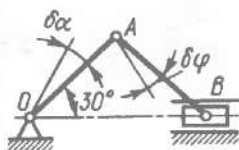


18.2.4

Определить отношение между возможными перемещениями δs_A и δs_B точек A и B шатуна AB шарнирного четырехзвенника. (1,15)

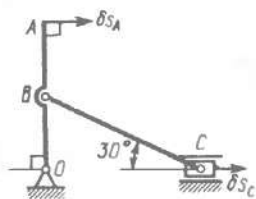
18.2.5

Определить отношение между возможными угловыми перемещениями $\delta\varphi$ шатуна AB и $\delta\alpha$ кривошипа OA , если длины $OA = AB$. (1)



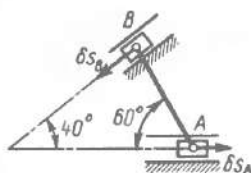
18.2.6

Определить отношение между возможными перемещениями δs_A точки A кривошипа OA и δs_C точки C ползуна, если длины $OB = AB$. (2)



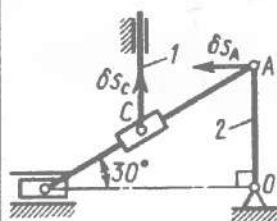
18.2.7

Определить отношение между возможными перемещениями δs_A и δs_B точек A и B шатуна AB механизма эллипсографа. (0,347)



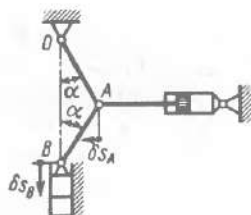
18.2.8

Определить отношение между возможными перемещениями δs_A точки A кривошипа 2 и δs_C точки C толкателя 1. (1,73)



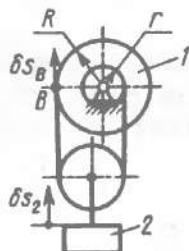
18.2.9

Определить отношение между возможными перемещениями δs_A и δs_B точек A и B шатуна механизма прессы, если длины $OA = AB$ и угол $\alpha = 30^\circ$. (1,73)



18.2.10

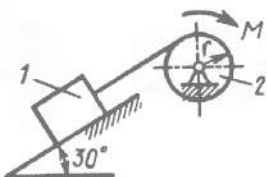
Определить отношение между возможными перемещениями δs_B точки B барабана 1 и δs_2 груза 2 дифференциального вбродта, если радиусы $R = 2r = 20$ см. (4)



18.3. Принцип возможных перемещений

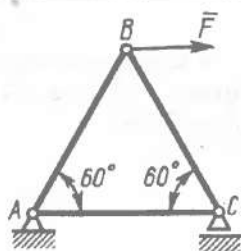
18.3.1

Зубчатая передача состоит из двух колес с числом зубьев $z_2 = 2z_1$. На колесо 1 действует пара сил с моментом $M_1 = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить в случае равновесия передачи модуль момента пары сил, действующей на колесо 2. (20)



18.3.2

Определить момент M пары сил, который необходимо приложить к барабану 2 радиуса $r = 20 \text{ см}$ для равномерного подъема груза 1 весом 200 Н. (20)

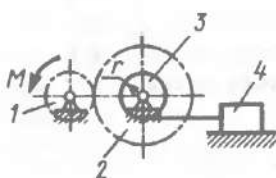


18.3.3

Определить усилие в стержне AC плоской фермы, если к узлу B приложена горизонтальная сила $F = 6 \cdot 10^3 \text{ Н}$. ($3 \cdot 10^3$)

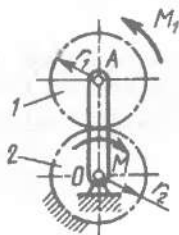
18.3.4

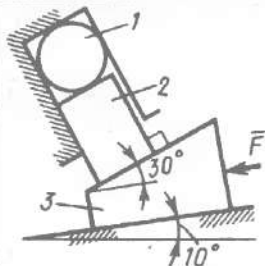
Механизм, состоящий из зубчатых колес 1, 2 с числом зубьев $z_2 = 2z_1$ и барабана 3, жестко скрепленного с колесом 2, равномерно перемещает груз 4 весом $4 \cdot 10^3 \text{ Н}$. Определить момент M пары сил, если коэффициент трения скольжения груза $f = 0,2$ и радиус барабана $r = 10 \text{ см}$. (40)



18.3.5

К зубчатому колесу 1 приложена пара сил с моментом $M_1 = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить момент M пары сил, который необходимо приложить к кривошипу OA, для того чтобы механизм находился в равновесии, если радиусы $r_1 = r_2$. (80)

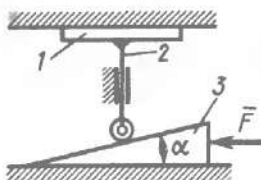




18.3.6

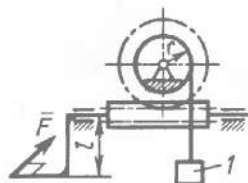
На тело 3 действует сила $F = 460$ Н параллельно его плоскости опоры. Определить модуль силы давления тела 2 на сжимаемое тело 1 при равновесии системы. (920)

18.3.7



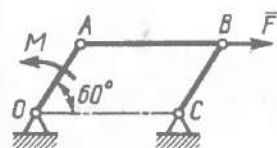
На клин 3 действует сила $F = 100$ Н. Определить с какой силой толкатель 2 прижимает деталь 1 к опорной плоскости в положении равновесия, если угол $\alpha = 11^\circ$. (514)

18.3.8



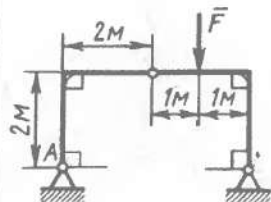
Передачное отношение червячной передачи лебедки равно 50. Определить модуль силы \bar{F} , которую необходимо приложить к рукоятке длиной $l = 0,2$ м для равномерного подъема груза 1 весом $4 \cdot 10^3$ Н. Радиус барабана $r = 0,12$ м. (48)

18.3.9



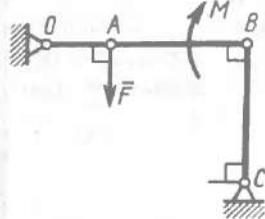
К шатуну AB шарнирного параллелограмма $OABC$ приложена горизонтальная сила $F = 50$ Н. Определить модуль момента M пары сил, которую необходимо приложить к кривошипу OA длиной 10 см, для того чтобы уравновесить механизм. (4,33)

18.3.10



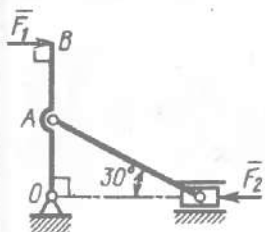
На первую часть трехшарнирной арки действует вертикальная сила $F = 8 \cdot 10^3$ Н. Определить модуль вертикальной составляющей реакции шарнира A . ($2 \cdot 10^3$)

18.3.11



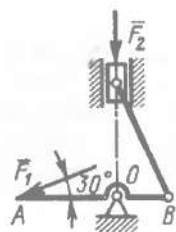
Определить модуль уравнивающей силы \bar{F} , приложенной к кривошипу OA в точке A шарнирного четырехзвенника $OABC$, если на шатун $AB = 0,4$ м действует пара сил с моментом $M = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (100)

18.3.12



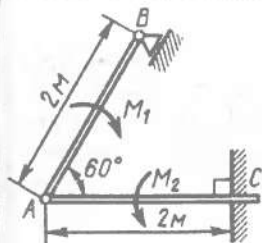
Определить модуль силы \bar{F}_2 , которую необходимо приложить к ползуну, для того чтобы механизм находился в равновесии, если сила $F_1 = 100 \text{ Н}$ и длина $OA = AB$. (200)

18.3.13



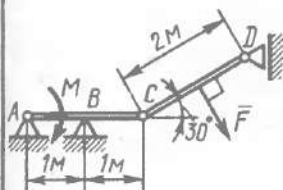
Определить модуль силы \bar{F}_1 , которую необходимо приложить к кривошипу AB , для того чтобы механизм находился в равновесии, если сила $F_2 = 100 \text{ Н}$ и расстояние $OA = 2 OB$. (100)

18.3.14



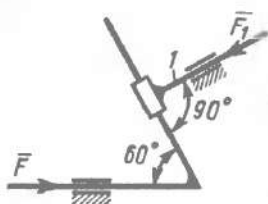
Горизонтальная балка AC заделана концом C в вертикальную стену и нагружена парой сил с моментом $M_2 = 600 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Балка AB , опирающаяся на подвижную опору своим концом B , нагружена парой сил с моментом $M_1 = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить модуль момента заделки. (400)

18.3.15



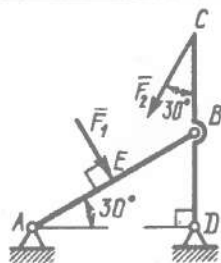
Балки AC и CD соединены между собой шарниром C . Горизонтальная балка AC , опирающаяся на ребро B призмы, нагружена парой сил с моментом $M = 2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Балка CD нагружена посередине силой $F = 4 \cdot 10^3 \text{ Н}$. Определить модуль реакции опоры B . ($8,93 \times 10^3$)

18.3.16



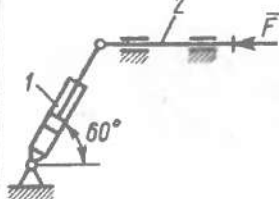
Найти модуль уравновешивающей силы \bar{F} , если к стержню 1 стержневого механизма приложена сила $F_1 = 400$ Н. (346)

18.3.17



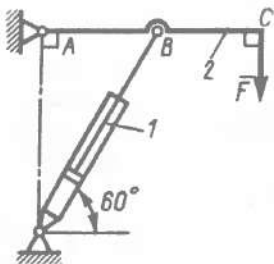
Стержни AB и CD , соединенные между собой и с неподвижным основанием шарнирами, нагружены силами $F_1 = 200$ Н и $F_2 = 600$ Н. Определить модуль горизонтальной составляющей реакции шарнира A , если длины $AE = BE = BC = BD = 1$ м. (500)

18.3.18



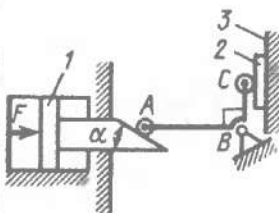
С помощью гидроцилиндра 1 удерживается в равновесии стрела 2, на конце которой приложена вертикальная сила $F = 400$ Н. Определить в кН силу давления масла на поршень гидроцилиндра, если длина $AB = BC$. (0,924)

18.3.19



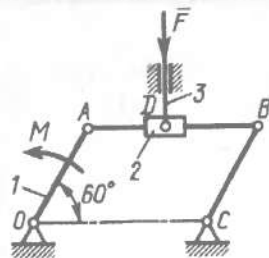
На стержень 2 механизма действует горизонтальная сила $F = 3$ кН. Определить в кН силу давления масла на поршень гидроцилиндра 1 в положении равновесия системы. (6)

18.3.20



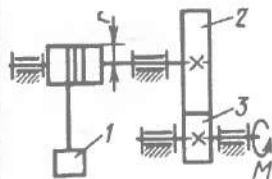
На поршень 1 действует сила $F = 250$ Н. Определить, с какой силой рычаг ABC прижимает деталь 2 к основанию 3 в положении равновесия системы, если угол $\alpha = 30^\circ$ и расстояния $AB = 0,8$ м, $BC = 0,4$ м. (866)

18.3.21



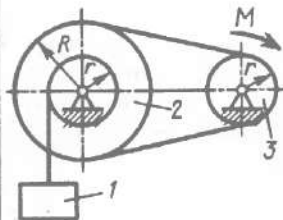
На шатун AB шарнирного параллелограмма $OABC$ надета втулка 2, к которой с помощью шарнира D прикреплен вертикальный стержень 3. Определить в случае равновесия механизма момент M пары сил, если сила $F = 400$ Н и длина кривошипа $OA = 0,2$ м. (40)

18.3.22



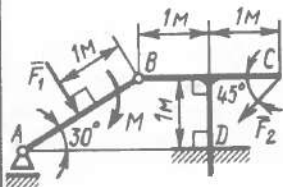
Определить момент M пары сил, который необходимо приложить к валу зубчатого колеса 3 для равномерного подъема груза 1 весом 900 Н. Радиус барабана $r = 0,2$ м, числа зубьев колес $z_2 = 2z_3$. (90)

18.3.23



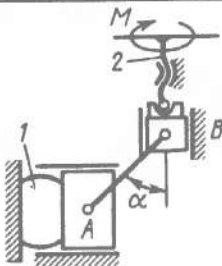
Определить модуль момента M пары сил, который необходимо приложить к шкиву 3 для равномерного подъема груза 1 весом 900 Н. Радиусы шкивов $R = 2r = 40$ см. (90)

18.3.24



Стержень AB нагружен силой $F_1 = 800$ Н и парой сил с моментом $M = 70$ Н·м. На точку C стержня BCD действует сила $F_2 = 280$ Н. Определить модуль горизонтальной составляющей реакции опоры D . (202)

18.3.25

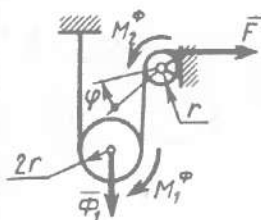


На винт 2 с шагом $h = 1$ см действует пара сил с моментом $M = 1$ Н·м. Определить силу давления на сжимаемый предмет 1 в положении равновесия механизма прессы, при котором угол $\alpha = 45^\circ$. (628)

19.1. Определение обобщенных сил инерции в системах с одной и двумя степенями свободы

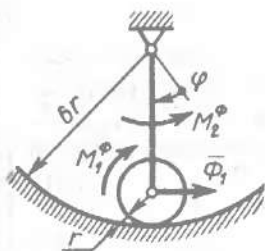
19.1.1

Могут ли элементарные работы сил инерции в общем уравнении динамики, составленном для механической системы с одной степенью свободы, иметь разные знаки? (Нет)



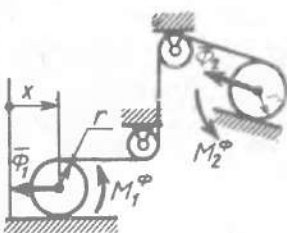
19.1.2

Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате φ , если сила инерции $\Phi_1 = 0,5$ Н, моменты сил инерции $M_1^\Phi = 0,2$ Н·м, $M_2^\Phi = 0,1$ Н·м, радиус $r = 0,2$ м. (-0,2)



19.1.3

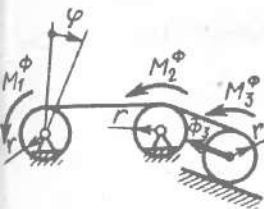
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате φ , если сила инерции $\Phi_1 = 0,5$ Н, моменты сил инерции $M_1^\Phi = 0,05$ Н·м и $M_2^\Phi = 0,5$ Н·м, радиус $r = 0,1$ м. (-1)



19.1.4

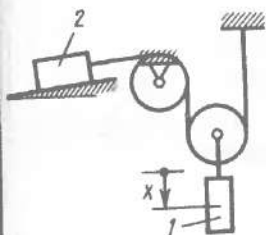
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x , если силы инерции $\Phi_1 = \Phi_2 = 10$ Н, моменты сил инерции $M_1^\Phi = M_2^\Phi = 1$ Н·м, радиус $r = 0,1$ м. (-40)

19.1.5



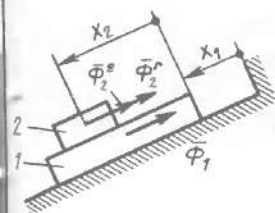
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате φ , если сила инерции $\Phi_3 = 10$ Н, моменты сил инерции $M_1^\varphi = M_2^\varphi = M_3^\varphi = 1$ Н·м, радиус $r = 0,1$ м. (-3)

19.1.6



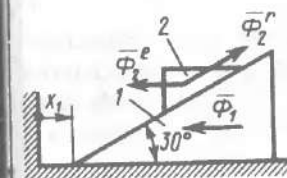
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x . Массы тел $m_1 = m_2 = 1$ кг, ускорение $\ddot{x} = 1$ м/с², массами блоков пренебречь. (-5)

19.1.7



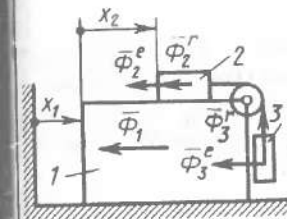
Определить обобщенную силу инерции соответствующую обобщенной координате x_1 . Сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 10$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = \Phi_2^r = 5$ Н. (-20)

19.1.8



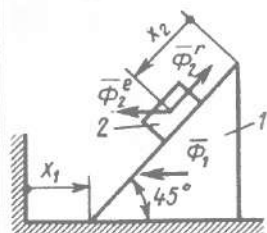
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x_1 , если сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 10$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = 5$ Н, $\Phi_2^r = 10$ Н. (-6,34)

19.1.9



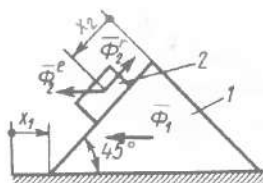
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x_2 , если сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 4$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = 2$ Н, $\Phi_2^r = 1$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 3 соответственно $\Phi_3^e = 2$ Н, $\Phi_3^r = 1$ Н. (-4)

19.1.10



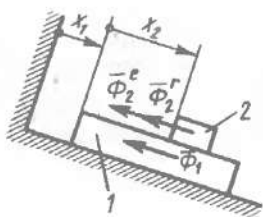
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x_2 , если сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 5$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = 1$ Н, $\Phi_2^r = 8$ Н. (-7,29)

19.1.11



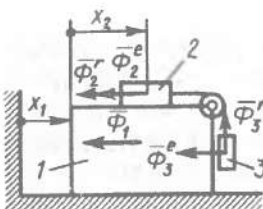
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x_1 , если сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 5$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = 1$ Н, $\Phi_2^r = 8$ Н. (-0,344)

19.1.12



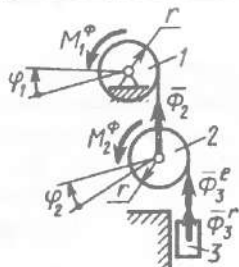
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x_2 , если сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 8$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = 5$ Н, $\Phi_2^r = 5$ Н. (-10)

19.1.13



Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате x_1 , если сила инерции тела 1 $\Phi_1 = 4$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 2 соответственно $\Phi_2^e = 2$ Н, $\Phi_2^r = 1$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 3 соответственно $\Phi_3^e = 2$ Н, $\Phi_3^r = 1$ Н. (-9)

19.1.14



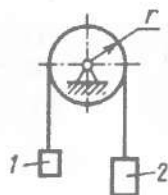
Определить обобщенную силу инерции, соответствующую обобщенной координате φ_1 , если сила инерции тела 2 $\Phi_2 = 0,4$ Н, переносная и относительная силы инерции тела 3 соответственно $\Phi_3^e = 0,2$ Н, $\Phi_3^r = 0,1$ Н, моменты сил инерции $M_1^\Phi = 0,4$ Н·м, $M_2^\Phi = 0,1$ Н·м, радиус $r = 0,2$ м. (-0,54)

**19.2. Применение общего уравнения динамики
для описания движения системы тел**

19.2.1

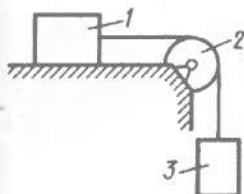
Содержит ли общее уравнение динамики, записанное для системы с идеальными связями, силы реакции связей? (Нет)

19.2.2



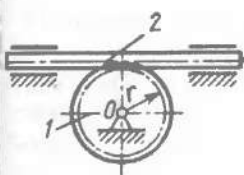
Грузы 1 и 2, массы которых $m_2 = 2m_1$, прикреплены к тросу, переброшенному через блок радиуса r . Пренебрегая массой блока, определить ускорение грузов. (3,27)

19.2.3



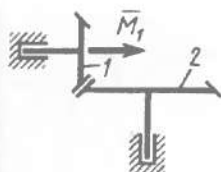
Два груза, массы которых $m_1 = m_2 = 2$ кг, соединены между собой нитью, переброшенной через блок 2, массой которого можно пренебречь. Определить ускорение грузов, если коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью $f = 0,1$. (4,41)

19.2.4



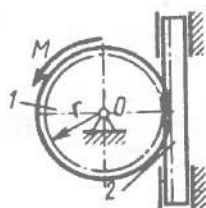
К зубчатой рейке 2 массой $m = 2,5$ кг приложена переменная сила $F = 9t^2$. Определить угловое ускорение шестерни 1 в момент времени $t = 1$ с, если радиус $r = 0,4$ м, момент инерции относительно оси вращения $I_1 = 2$ кг·м². (1,5)

19.2.5



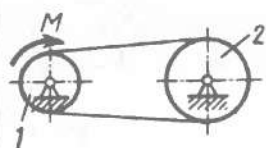
Определить угловое ускорение ϵ конического зубчатого колеса 1, если радиусы колес $r_1 = 0,15$ м, $r_2 = 0,3$ м, моменты инерции относительно осей вращения $I_1 = 0,02$ кг·м², $I_2 = 0,04$ кг·м², момент пары сил $M_1 = 0,15$ Н·м. (5)

19.2.6



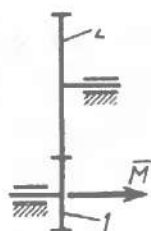
Шестерня 1 перемещает рейку 2. Определить угловое ускорение шестерни, если к ней приложена пара сил с моментом $M = 1,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$, масса рейки $m_2 = 1 \text{ кг}$, момент инерции шестерни относительно оси вращения $I_1 = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, радиус шестерни $r = 0,1 \text{ м}$. (21)

19.2.7



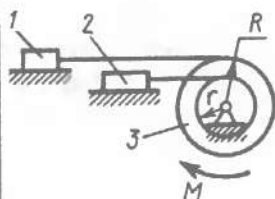
Определить угловое ускорение ϵ_1 шкива 1, если заданы радиусы шкивов $r_1 = 0,05 \text{ м}$, $r_2 = 0,1 \text{ м}$, моменты инерции относительно осей вращения $I_1 = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $I_2 = 0,02 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, момент пары сил $M = 0,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (10)

19.2.8



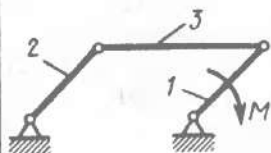
Определить угловое ускорение ϵ_1 зубчатого колеса 1, если радиусы колес $r_1 = 0,1 \text{ м}$, $r_2 = 0,2 \text{ м}$, моменты инерции относительно осей вращения $I_1 = 0,02 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $I_2 = 0,04 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, момент пары сил $M = 0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (10)

19.2.9



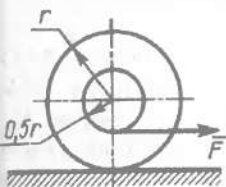
Определить угловое ускорение барабана 3, если его момент инерции относительно оси вращения $I_3 = 0,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, момент пары сил, действующей на барабан, $M = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$, массы тел $m_1 = m_2 = 10 \text{ кг}$, радиусы $R = 0,2 \text{ м}$, $r = 0,1 \text{ м}$. (1)

19.2.10



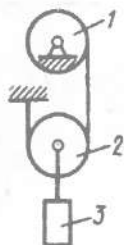
Пара сил с постоянным моментом $M = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$ приводит в движение механизм, расположенный в горизонтальной плоскости. Кривошипы 1 и 2 — однородные стержни длиной $l = 0,2 \text{ м}$ и массой $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$, масса $m_3 = 2 \text{ кг}$. Определить угловое ускорение кривошипа 1. (7,5)

19.2.11



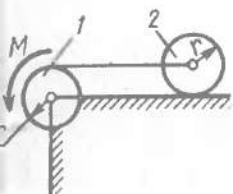
На катушку массой 2 кг с радиусом инерции $\rho = 6$ см намотана нить, которую тянут с силой $F = 0,5$ Н. Определить угловое ускорение катушки, полагая, что качение происходит без скольжения, радиус $r = 8$ см. (1)

19.2.12



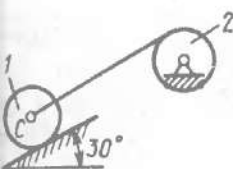
Тела 1 и 2 — однородные диски, массы и радиусы которых одинаковы. Определить ускорение тела 3, если его масса $m_3 = m_2 = m_1$. (4,36)

19.2.13



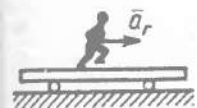
Определить угловое ускорение барабана 1, если к нему приложена пара сил с постоянным моментом $M = 0,2$ Н · м, массы тел $m_1 = m_2 = 1$ кг, моменты инерции относительно центральных осей $I_1 = I_2 = 0,02$ кг · м², радиус $r = 0,2$ м. (2,5)

19.2.14



Определить ускорение центра C катка 1, если тела 1 и 2 — однородные сплошные цилиндры с одинаковыми массами и радиусами. (2,45)

19.2.15



По горизонтальной платформе массой $m_2 = 425$ кг бежит человек с ускорением $a_r = 2$ м/с² относительно платформы. Масса человека $m_1 = 75$ кг. Определить модуль ускорения платформы. (0,3)

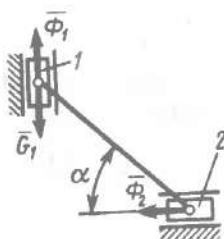
19.3. Применение общего уравнения динамики для определения внешних воздействий и параметров механических систем

19.3.1

Зависит ли число дифференциальных уравнений движения механической системы, составленных с помощью общего уравнения динамики, от числа степеней свободы этой системы? (Да)

19.3.2

Определить силу тяжести G_1 ползуна 1, если в момент времени, когда угол $\alpha = 45^\circ$, силы инерции ползунков $\Phi_1 = \Phi_2 = 10$ Н. (20)



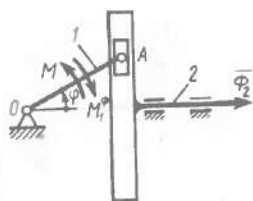
19.3.3

Определить модуль момента M пары сил, действующей на кривошип 1, если в момент времени, когда кривошип 1 перпендикулярен направляющим ползуна 2, сила инерции ползуна $\Phi_2 = 10$ Н. Длина кривошипа $l = 0,1$ м. (1)



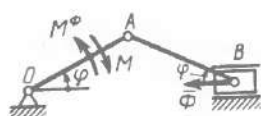
19.3.4

Определить модуль момента M пары сил, если в момент времени, когда угол $\varphi = 30^\circ$, главный момент сил инерции кривошипа $M_1^\Phi = 0,2$ Н·м, главный вектор сил инерции кулисы $\Phi_2 = 1$ Н. Длина кривошипа $OA = 0,2$ м. Механизм расположен в горизонтальной плоскости. (0,3)

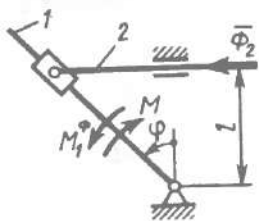


19.3.5

Определить модуль момента M пары сил, если в момент времени, когда угол $\varphi = 30^\circ$, главный момент сил инерции кривошипа $M^\Phi = 0,2$ Н·м, главный вектор сил инерции ползуна $\Phi = 1$ Н. Длины звеньев $OA = AB = 0,1$ м. Механизм расположен в горизонтальной плоскости. (0,3)

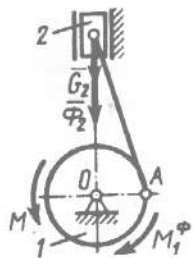


19.3.6



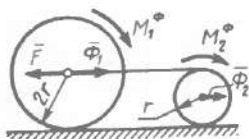
Кулисный механизм расположен в горизонтальной плоскости. Определить момент M пары сил, действующей на кривошип 1, если в момент времени, когда угол $\varphi = 45^\circ$, главный момент сил инерции кривошипа $M_1^\Phi = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, главный вектор сил инерции кулисы $\Phi_2 = 1 \text{ Н}$, расстояние $l = 0,1 \text{ м}$. (0,3)

19.3.7



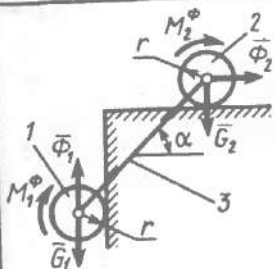
Определить модуль момента M пары сил, действующей на диск 1, радиус которого $OA = 0,1 \text{ м}$, если в момент времени, когда радиус OA перпендикулярен направляющим ползуна 2, момент сил инерции диска $M_1^\Phi = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, сила инерции ползуна $\Phi_2 = 1 \text{ Н}$, сила тяжести ползуна $G_2 = 1 \text{ Н}$. (0,3)

19.3.8



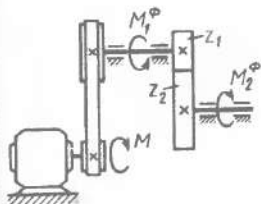
Определить модуль силы \vec{F} , если главные векторы сил инерции катков $\Phi_1 = 4 \text{ Н}$, $\Phi_2 = 1 \text{ Н}$, главные моменты сил инерции $M_1^\Phi = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_2^\Phi = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, радиус $r = 0,1 \text{ м}$. (9)

19.3.9



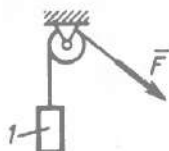
Определить силу тяжести G_1 катка 1, если в момент времени, когда угол $\alpha = 45^\circ$, главные векторы сил инерции $\Phi_1 = \Phi_2 = 10 \text{ Н}$, главные моменты сил инерции $M_1^\Phi = M_2^\Phi = 0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Радиус $r = 0,1 \text{ м}$, массой тела 3 пренебречь. (30)

19.3.10



Определить модуль момента M пары сил, приводящей в движение редуктор, если главные моменты сил инерции $M_1^\Phi = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_2^\Phi = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Передаточное отношение ременной передачи $i = 0,5$, числа зубьев шестерен $z_1 = 50$, $z_2 = 100$. (0,3)

19.3.11



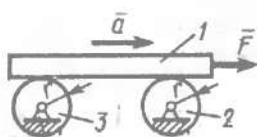
Определить модуль силы \vec{F} , под действием которой тело 1 массой $m_1 = 10$ кг поднимается с постоянным ускорением $a = 1$ м/с². (108)

19.3.12



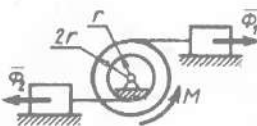
Определить модуль силы \vec{F} , под действием которой тело 1 массой $m = 1$ кг поднимается по шероховатой наклонной плоскости с постоянным ускорением $a = 1$ м/с². Коэффициент трения скольжения $f = 0,1$. (6,75)

19.3.13



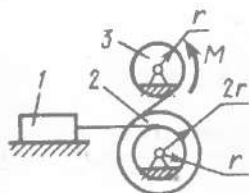
Балка 1 массой $m_1 = 200$ кг лежит на валах 2 и 3, моменты инерции которых относительно оси вращения $I_1 = I_2 = 0,1$ кг · м². Определить силу F , которую необходимо приложить к балке, чтобы сообщить ей ускорение $a = 1$ м/с², если радиус $r = 0,1$ м. (220)

19.3.14

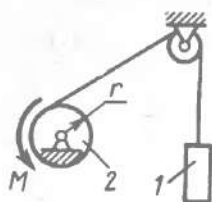


Определить модуль момента M пары сил, действующей на барабан, если силы инерции тел $\Phi_1 = 2$ Н, $\Phi_2 = 1$ Н, радиус $r = 0,1$ м. (0,5)

19.3.15

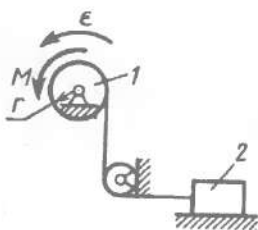


Определить модуль постоянного момента M пары сил, если груз 1, масса которого $m_1 = 10$ кг, движется с ускорением 1 м/с². Моменты инерции тел 2 и 3 относительно осей вращения $I_2 = 0,04$ кг · м², $I_3 = 0,02$ кг · м², радиус $r = 0,1$ м. (1,1)



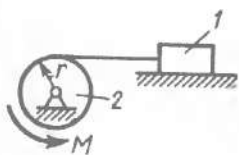
19.3.16

Определить модуль момента M пары сил, если тело 1 поднимается с ускорением 1 м/с^2 , массы тел $m_1 = m_2 = 2 \text{ кг}$, радиус барабана 2 , который можно считать однородным цилиндром, $r = 0,2 \text{ м}$. (4,52)



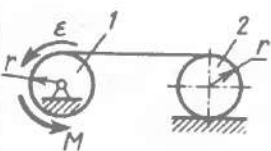
19.3.17

Определить модуль постоянного момента M пары сил, если угловое ускорение барабана $\epsilon = 1 \text{ рад/с}^2$, массы тел $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$, радиус $r = 0,2 \text{ м}$, барабан 1 считать однородным цилиндром. (0,06)



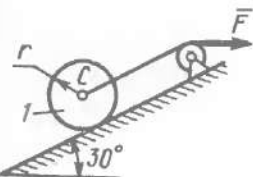
19.3.18

Определить модуль момента M пары сил, если тело 1 массой 1 кг движется с постоянным ускорением 1 м/с^2 . Момент инерции барабана 2 относительно оси вращения $I_2 = 0,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, радиус $r = 0,1 \text{ м}$. (1,1)



19.3.19

Определить модуль постоянного момента M пары сил, при действии которой барабан 1 вращается с угловым ускорением $\epsilon = 1 \text{ рад/с}^2$. Барабан 1 и каток 2 — однородные цилиндры одинакового радиуса $r = 0,2 \text{ м}$, массы тел $m_1 = m_2 = 2 \text{ кг}$. (0,07)

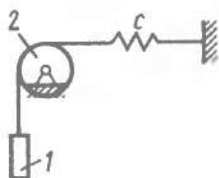


19.3.20

Определить модуль силы \vec{F} , под действием которой центр C однородного сплошного катка 1 , масса которого $m_1 = 20 \text{ кг}$, а радиус $r = 0,4 \text{ м}$, движется вверх с постоянным ускорением $a_C = 1 \text{ м/с}^2$. (128)

19.3.21

Определить угловую частоту свободных вертикальных колебаний тела I , если его масса $m_1 = 0,5$ кг, масса блока $m_2 = 1$ кг, коэффициент жесткости пружины $c = 100$ Н/м. Блок считать однородным диском. (10)



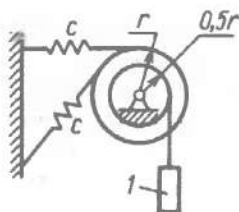
19.3.22

Определить угловую частоту свободных вертикальных колебаний тела I , если его масса $m = 1$ кг, коэффициент жесткости пружины $c = 100$ Н/м. (20)



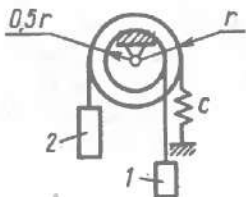
19.3.23

Определить период свободных вертикальных колебаний груза I , если его масса $m = 4$ кг, коэффициент жесткости каждой пружины $c = 100$ Н/м, радиус $r = 0,2$ м. (0,446)



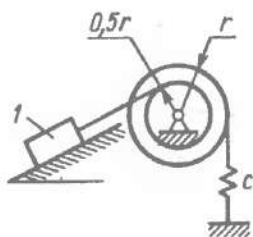
19.3.24

Определить угловую частоту свободных вертикальных колебаний тела I , если массы тел $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, коэффициент жесткости пружины $c = 100$ Н/м. (6,67)



19.3.25

Определить угловую частоту свободных колебаний тела I , если его масса $m = 1$ кг, коэффициент жесткости пружины $c = 1$ Н/см. (20)

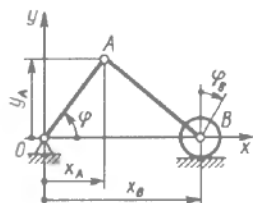


20.1. Обобщенные координаты

20.1.1

Футбольный мяч находится в свободном полете, определить число его обобщенных координат. (6)

20.1.2



Колесо приводится в движение с помощью кривошипно-ползунного механизма. Определить, сколько из показанных координат: x_A , y_A , x_B , y_B , φ , φ_B , можно принять одновременно в качестве обобщенных. (1)

20.1.3



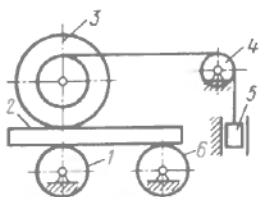
Деталь в форме кольца катится со скольжением по лотку. Определить число обобщенных координат детали. (2)

20.1.4



Тело 1 может свободно двигаться по горизонтальной плоскости. Тело 2 связано с телом 1 пружиной. Предполагая, что движение системы происходит в плоскости рисунка, определить число обобщенных координат. (2)

20.1.5



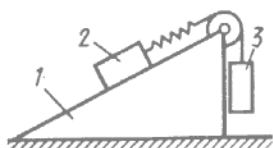
Механическая система состоит из катка 3, колес 1 и 6, бруса 2, блока 4 и груза 5. Определить число обобщенных координат этой системы. (2)

20.1.6



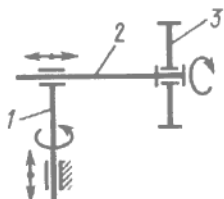
Система трех стержней, связанных шарнирами, может двигаться в одной вертикальной плоскости. Определить число обобщенных координат системы. (3)

20.1.7



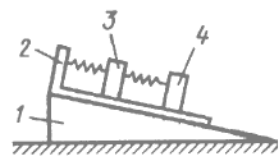
Призма 1 может свободно двигаться по горизонтальной плоскости. Тела 2 и 3 связаны между собой пружиной и могут перемещаться относительно призмы. Предполагая, что движение системы происходит в плоскости рисунка, определить число обобщенных координат. (3)

20.1.8



Механизм состоит из вертикальной оси 1, горизонтального стержня 2 и колеса 3. Определить число обобщенных координат колеса 3. (4)

20.1.9



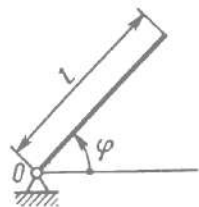
Призма 1 может двигаться по горизонтальной плоскости. Тело 2 скользит по ее верхней грани. Тела 3 и 4 связаны между собой и с телом 2 пружинами. Определить число обобщенных координат системы, если все тела движутся в одной вертикальной плоскости. (4)

20.2. Обобщенные силы систем с одной степенью свободы

20.2.1

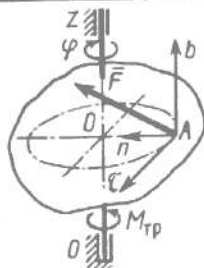
Потенциальная энергия механической системы $\Pi = 15\varphi^2$, где φ — в рад. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , в момент времени, когда угол $\varphi = 90^\circ$. (—47,1)

20.2.2



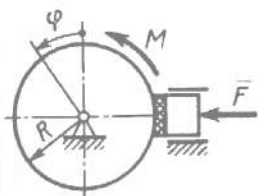
Однородный стержень длиной $l = 3$ м и массой $m = 30$ кг вращается в вертикальной плоскости. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , в момент времени, когда угол $\varphi = 45^\circ$. (—312)

20.2.3



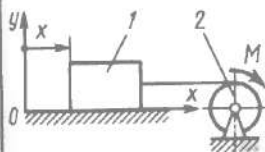
Тело вращается вокруг оси Oz под действием силы $\vec{F} = 30\vec{r} + 25\vec{a} + 40\vec{b}$, которая приложена в точке A . Расстояние $OA = 0,2$ м. Момент сил сопротивления подшипников равен $M_{тр} = 0,8$ Н·м. Определить обобщенную силу, соответствующую углу φ поворота тела. (5,2)

20.2.4



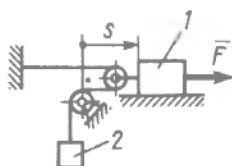
К цилиндру, который вращается под действием пары сил с моментом $M = 20$ Н·м, прижимается тормозная колодка силой $F = 100$ Н. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , если коэффициент трения скольжения между колодкой и цилиндром $f = 0,4$, а $R = 0,4$ м. (4)

20.2.5



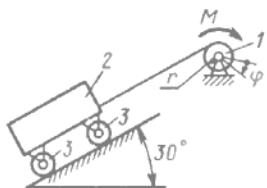
Тело 1 массой $m = 30$ кг и цилиндр 2 радиуса $R = 0,25$ м соединены нерастяжимым тросом. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x , если коэффициент трения скольжения между телом 1 и поверхностью $f = 0,2$, а к цилиндру приложена пара сил с моментом $M = 25$ Н·м. (41,1)

20.2.6



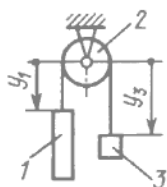
Тело 1 и груз 2, массы которых $m_1 = m_2 = 15$ кг, соединены нитью. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате s , если сила $F = 350$ Н. (55,7)

20.2.7



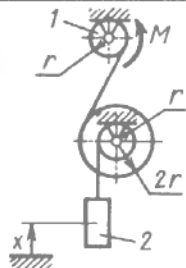
Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , если на барабан 1 радиуса $r = 0,1$ м действует пара сил с постоянным моментом $M = 50$ Н·м, масса кузова тележки $m_2 = 40$ кг, масса каждого из четырех колес $m_3 = 1$ кг. (28,4)

20.2.8



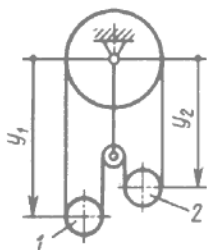
Грузы 1 и 3 массой $m_1 = 30$ кг и $m_3 = 10$ кг присоединены к нерастяжимому тросу, который переброшен через блок 2. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате y_1 . (196)

20.2.9



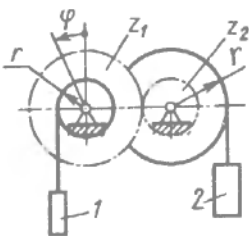
На барабан 1 радиуса $r = 0,1$ м действует пара сил с моментом $M = 50$ Н·м. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x груза 2, масса которого $m = 100$ кг. (19)

20.2.10



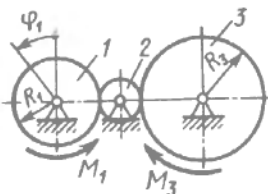
Трос охватывает цилиндры 1 и 2 массой $m_1 = 24$ кг и $m_2 = 16$ кг. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате y_2 . (-78,5)

20.2.11



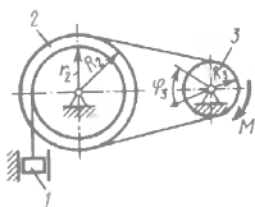
Параллельные валы, на которых находятся барабаны радиусов r и $2r$, соединены зубчатой передачей с числами зубьев $z_1 = 60$ и $z_2 = 40$. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , если массы грузов $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, радиус $r = 0,1$ м. (6,87)

20.2.12



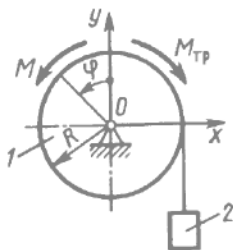
Фрикционная передача состоит из колес 1, 2, 3. К колесам 1 и 3 приложены пары сил с моментами $M_1 = 15$ Н·м и $M_3 = 5$ Н·м. Выбрав в качестве обобщенной координаты угол φ_1 поворота колеса 1, определить соответствующую ему обобщенную силу, если радиусы $R_1 = 0,3$ м и $R_3 = 0,5$ м. (12)

20.2.13



К шкиву 3 ременной передачи приложена пара сил с моментом $M = 25$ Н·м. Выбрав в качестве обобщенной координаты угол φ_3 поворота колеса 3, определить соответствующую ему обобщенную силу, если масса груза 1 равна 10 кг, а радиусы $R_2 = 0,5$ м, $r_2 = 0,4$ м, $R_3 = 0,2$ м. (9,30)

20.2.14



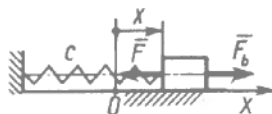
К цилиндру 1 приложена пара сил с моментом $M = 120$ Н·м и момент сил трения $M_{\text{тр}} = 10$ Н·м. К концу нерастяжимой нити привязан груз 2 массой $m_2 = 40$ кг. Выбирая в качестве обобщенной координаты угол φ , определить обобщенную силу, если радиус $R = 0,3$ м. (-7,72)

20.2.15



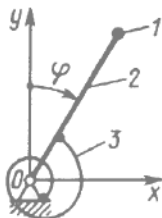
Груз массой $m = 6$ кг подвешен на пружине, при деформации которой возникает восстанавливающая сила $F = -300y$. Определить в см координату y , при которой обобщенная сила Q_y равна нулю. Точка А является концом пружины в недеформированном состоянии. (19,6)

20.2.16



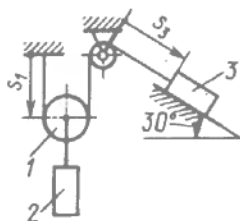
Сила $F_b = 40 \cos 3t$, коэффициент жесткости пружины $c = 300$ Н/м. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x в момент времени $t = 2$ с, если координата $x = 0,1$ м. (8,41)

20.2.17



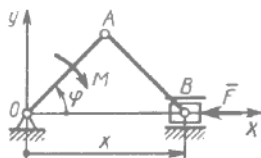
Стержень 2 длиной 0,5 м вместе с присоединенным точечным грузом 1 массой $m_1 = 20$ кг колеблется в вертикальной плоскости. На стержень действует пружина 3 с моментом силы $M = -80\varphi$. Определить обобщенную силу соответствующую координате φ , когда угол $\varphi = \pi/6$. (7,16)

20.2.18



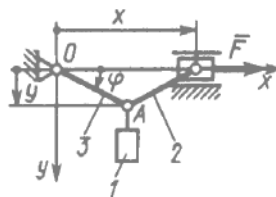
Тела 1, 2, 3, массы которых $m_1 = m_2 = m_3 = 5$ кг, соединены нерастяжимой нитью. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате s_1 . (49,1)

20.2.19



На кривошип OA действует пара сил с моментом $M = 1,5$ Н·м, а на ползун B — сила $F = 20$ Н. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , в момент времени, когда $\varphi = 45^\circ$, если расстояния $OA = AB = 0,2$ м. (4,16)

20.2.20



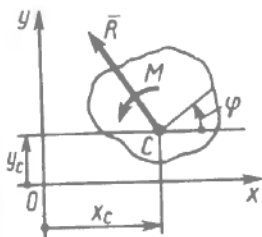
Два стержня 2 и 3 одинаковой длины $l = 0,5$ м соединены шарниром A . Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , в момент времени, когда угол $\varphi = 25^\circ$, если сила $F = 100$ Н, а масса груза 1 равна 5 кг. (-20,0)

20.3. Обобщенные силы систем с несколькими степенями свободы

20.3.1

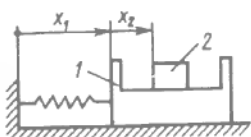
Сумма элементарных работ всех сил, приложенных к некоторой механической системе, записана в виде $\delta A = 20 \delta q_1 + 30 \delta q_2 + 60 \delta q_3$, где q_1, q_2, q_3 — обобщенные координаты, м. Найти обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате q_2 . (30)

20.3.2



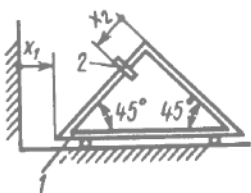
Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , если плоская система сил, действующая на тело, приведена к главному вектору $\vec{R} = -6\vec{i} + 9\vec{j}$ и главному моменту $M = 14 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (14)

20.3.3



Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x_2 , если заданы массы тел $m_1 = 10 \text{ кг}$, $m_2 = 5 \text{ кг}$. (0)

20.3.4



Определить обобщенную силу, соответствующую координате x_1 , если заданы массы тел $m_1 = 1 \text{ кг}$, $m_2 = 0,1 \text{ кг}$. (0)

20.3.5

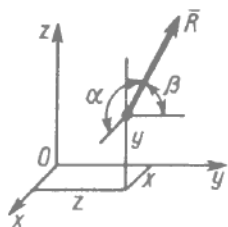
Потенциальная энергия консервативной системы $\Pi = 3x_1^2 + 2x_2$. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x_2 . (-2)

20.3.6

Потенциальная энергия консервативной системы $\Pi = (18 + 24s) \cos \varphi$, где s и φ — обобщенные координаты. Определить обобщенную силу, соответствующую координате s , в момент времени, когда $s = 0,5$ м и угол $\varphi = 2$ рад. (9,99)

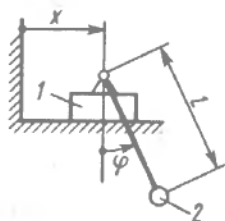
20.3.7

Модуль равнодействующей системы сил, действующей на материальную точку, $|\bar{R}| = 50$ Н. Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате y , если углы $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 70^\circ$. (17,1)



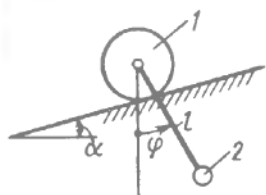
20.3.8

Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , в момент времени, когда угол отклонения маятника $\varphi = 30^\circ$, если его длина $l = 0,5$ м, массы тел $m_1 = 10$ кг, $m_2 = 1$ кг. (-2,45)



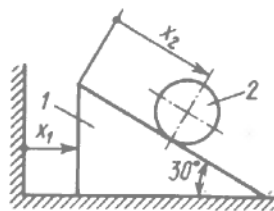
20.3.9

Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате φ , в момент времени, когда угол отклонения маятника $\varphi = 30^\circ$, если его длина $l = 1$ м, массы тел $m_1 = 10$ кг, $m_2 = 1$ кг, угол $\alpha = 15^\circ$. (-4,91)

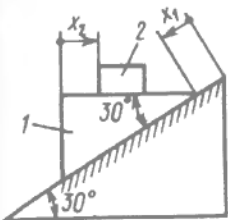


20.3.10

Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x_2 , если заданы массы тел $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 2$ кг. (9,81)

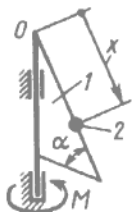


20.3.11



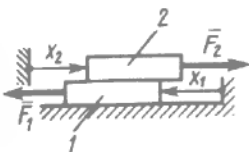
Определить обобщенную силу, соответствующую обобщенной координате x_1 , если массы тел $m_1 = 8$ кг, $m_2 = 2$ кг. (49,1)

20.3.12



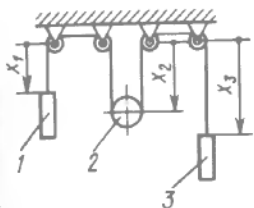
Пара сил с постоянным моментом $M = 1$ Н·м вращает треугольную пластину l с углом $\alpha = 60^\circ$. Точка 2 массой $m = 0,1$ кг движется по стороне пластины. Определить обобщенную силу, соответствующую координате x . (0,850)

20.3.13



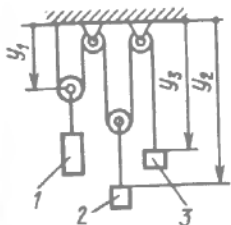
На пластины l и 2 , массы которых $m_1 = m_2 = 10$ кг, действуют силы $F_1 = 50$ Н и $F_2 = 30$ Н. Определить обобщенную силу, соответствующую координате x_1 , если коэффициент трения скольжения между всеми поверхностями $f = 0,15$. (5,86)

20.3.14



Грузы 1 , 3 и цилиндр 2 , массы которых $m_1 = 100$ кг, $m_3 = 150$ кг, $m_2 = 220$ кг, движутся в вертикальной плоскости. Выбрав координаты x_1 и x_3 в качестве обобщенных, определить обобщенную силу, соответствующую координате x_3 . (392)

20.3.15



Грузы 1 , 2 , 3 , массы которых $m_1 = 12$ кг, $m_2 = 6$ кг, $m_3 = 4$ кг, перемещаются в вертикальной плоскости. Выбрав координаты y_1 и y_2 в качестве обобщенных, определить обобщенную силу, соответствующую координате y_1 . (39,2)

20.4. Кинетический потенциал

20.4.1

Может ли кинетический потенциал механической системы определяться функцией $f(x, \dot{x}) = 12\dot{x} + 2x^2$? (Нет)

20.4.2

Может ли кинетический потенциал консервативной системы определяться функцией вида $f(x, \dot{x}) = 4\dot{x}^2 - 4x^2$? (Да)

20.4.3

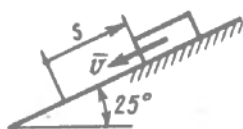
Может ли кинетический потенциал механической системы определяться функцией $f(x, \dot{x}) = 4\dot{x}^3 + 2x^2$? (Нет)

20.4.4

В некоторый момент времени обобщенная координата $\varphi = 3$ рад, а обобщенная скорость $\dot{\varphi} = 2$ рад/с. Определить при этом модуль кинетического потенциала механической системы, если известно, что кинетическая энергия системы $T = 10\dot{\varphi}^2$, а потенциальная энергия $\Pi = 2\varphi^2$. (22)

20.4.5

Тело массой $m = 20$ кг скользит по гладкой поверхности вниз. Определить кинетический потенциал тела в момент времени, когда координата тела $s = 2$ м и скорость $v = 3$ м/с. Принять потенциальную энергию тела Π_0 равной нулю в положении, когда координата $s = 0$. (-75,8)



20.4.6



Материальная точка M массой $m = 1$ кг поднимается вертикально. Определить скорость \bar{v} подъема в момент времени, когда кинетический потенциал точки равен нулю и она находится на высоте $h = 6$ м, если при $h = 0$ потенциальная энергия $\Pi_0 = 0$. (10,8)

20.4.7



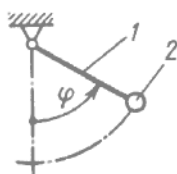
Тело I массой 60 кг движется со скоростью $v = 1$ м/с. Момент инерции цилиндра радиуса $r = 0,2$ м относительно оси вращения $I_A = 2$ кг·м². Определить кинетический потенциал системы, когда тело I находится на высоте $y = 1$ м, если потенциальная энергия системы равна нулю при $y = 0$. (-534)

20.4.8



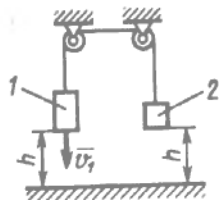
На тело массой $m = 1$ кг действует сила упругости пружины $F = -100x$. Определить кинетический потенциал тела, когда координата $x = 0,1$ м и скорость $v = 1$ м/с. Принять потенциальную энергию силы упругости $\Pi_0 = 0$ при $x = 0$. (0)

20.4.9



Груз 2 прикреплен к стержню 1 и движется в вертикальной плоскости. Потенциальная энергия маятника $\Pi = 9,81(1 - \cos \varphi)$, кинетическая энергия $T = 0,8\dot{\varphi}^2$. Определить кинетический потенциал в момент времени, когда угол $\varphi = 60^\circ$ и угловая скорость $\dot{\varphi} = 1$ рад/с. (-4,11)

20.4.10



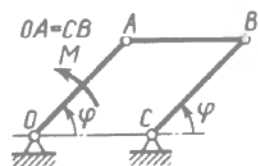
Определить кинетический потенциал тел 1 и 2 , массы которых $m_1 = 10$ кг и $m_2 = 5$ кг. Скорость $v_1 = 3$ м/с и оба тела находятся на высоте $h = 2$ м над горизонтальной поверхностью, на которой потенциальная энергия тел принимается $\Pi_0 = 0$. (-227)

**20.5. Уравнение Лагранжа второго рода
для систем с одной степенью свободы**

20.5.1

Кинетическая энергия механической системы $T = 8\dot{\varphi}^2$, обобщенная сила $Q_\varphi = 16 - \varphi$, где φ — обобщенная координата, рад. Определить угловое ускорение $\ddot{\varphi}$ в момент времени, когда $\varphi = 8$ рад. (0,5)

20.5.2



Механизм движется в вертикальной плоскости. Кинетическая энергия $T = 2\dot{\varphi}^2$, обобщенная сила, соответствующая координате φ , равна $Q_\varphi = M - 8 \cos \varphi$. Определить момент M пары сил, приложенной к кривошипу OA , когда угловое ускорение $\ddot{\varphi} = 2$ рад/с² и угол $\varphi = 0,25\pi$ рад. (13,7)

20.5.3

Обобщенная сила механической системы $Q_\varphi = -20 \sin \varphi$, где Q_φ — в Н·м; φ — обобщенная координата, рад. Определить угловое ускорение $\ddot{\varphi}$ в момент времени, когда угол $\varphi = 3$ рад, если кинетическая энергия системы $T = 5\dot{\varphi}^2 + 30 \sin \varphi \cdot \dot{\varphi}$. (-0,282)

20.5.4

Кинетический потенциал системы, выраженный через ее обобщенную координату y и обобщенную скорость \dot{y} , равен $L = \dot{y}^2 + 2y$. Определить ускорение \ddot{y} . (1)

20.5.5

Кинетический потенциал системы $L = 2\dot{\varphi}^2 + 4\varphi + 1$ выражен через обобщенную координату φ и обобщенную скорость $\dot{\varphi}$. Определить угловое ускорение $\ddot{\varphi}$. (1)

20.5.6

Кинетический потенциал механической системы определяется выражением $L = 14\dot{\varphi}^2 + 2\varphi$, где φ — обобщенная координата, рад. Вычислить обобщенную скорость $\dot{\varphi}$ через 2 с после начала движения, если $\dot{\varphi}|_{t=0} = 2$ рад/с. (2,14)

20.5.7

Кинетический потенциал механической системы определяется выражением $L = 16\dot{x}^2 + 20x$. Определить значение обобщенной координаты x в момент времени $t = 3$ с, если в начале движения $x|_{t=0} = 0$, $\dot{x}|_{t=0} = 2$ м/с. (8,81)

20.5.8

Кинетическая энергия механической системы $T = 2\dot{x}^2$, потенциальная энергия $\Pi = 4x$. Определить обобщенную скорость системы \dot{x} в момент времени $t = 3$ с, если $\dot{x}|_{t=0} = 13$ м/с. (10)

20.5.9

Кинетическая энергия механической системы $T = 12\dot{x}^2$, потенциальная энергия $\Pi = -2gx$, где x — обобщенная координата, м. Определить ускорение \ddot{x} . (0,818)

20.5.10

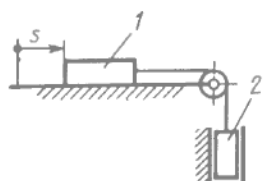
Кинетическая энергия механической системы $T = 1,5\dot{s}^2$, потенциальная энергия $\Pi = 150s^2$. Определить ускорение \ddot{s} в момент времени, когда координата $s = 0,01$ м. (-1)

20.5.11



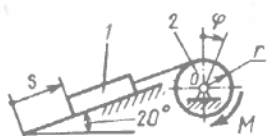
Кинетическая энергия диска, выраженная через обобщенную скорость $\dot{\varphi}$, равна $T = 12\dot{\varphi}^2$. Определить угловое ускорение диска, если на него действует пара сил с моментом $M = 6 \text{ Н} \cdot \text{м}$. (0,25)

20.5.12



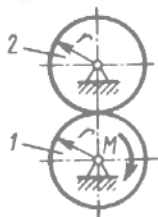
Кинетическая энергия системы $T = 6\dot{s}^2$, масса тел $m_1 = m_2 = 6 \text{ кг}$. Определить ускорение тела 1, если коэффициент трения скольжения между горизонтальной поверхностью и телом 1 равен $f = 0,2$. (3,92)

20.5.13



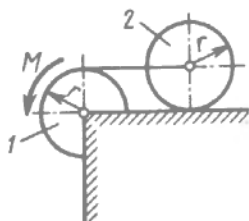
Механическая система, состоящая из тела 1 массой $m = 20 \text{ кг}$ и цилиндра 2 с моментом инерции относительно оси вращения $I_O = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, имеет кинетическую энергию $T = 35\dot{s}^2$. Определить ускорение тела 1, если момент пары сил $M = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$, радиус $r = 0,2 \text{ м}$. (0,470)

20.5.14



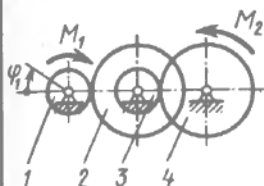
Определить угловое ускорение диска 1, если на него действует пара сил с моментом $M = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Массы и радиусы однородных дисков 1 и 2 одинаковы: $m = 10 \text{ кг}$, $r = 0,2 \text{ м}$. (1)

20.5.15



Определить угловое ускорение катка 2, катящегося без скольжения, если на блок 1 действует пара сил с моментом $M = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Каток 2 считать однородным цилиндром массой $m = 4 \text{ кг}$ и радиусом $r = 0,5 \text{ м}$. (0,4)

20.5.16



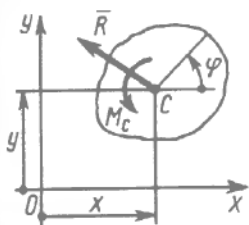
Радиусы колес 1 и 3, 2 и 4 соответственно равны: $r_1 = r_3 = 10$ см, $r_2 = r_4 = 15$ см. Моменты сил $M_1 = 5$ Н·м, $M_2 = 9$ Н·м. Определить угловое ускорение $\ddot{\varphi}_1$ колеса 1, если кинетическая энергия системы $T = 2\dot{\varphi}_1^2$. (0,25)

20.6. Уравнение Лагранжа второго рода для систем с несколькими степенями свободы

20.6.1

Кинетическая энергия системы $T = 0,25\dot{x}_1^2 + 0,25(\dot{x}_1^2 + \dot{x}_1\dot{x}_2 + \dot{x}_2^2)$. Из дифференциального уравнения движения системы, соответствующего обобщенной координате x_2 , определить ускорение \ddot{x}_2 в момент времени, когда ускорение $\ddot{x}_1 = 5$ м/с², а обобщенная сила $Q_{x_2} = 2,5$ Н. (2,5)

20.6.2

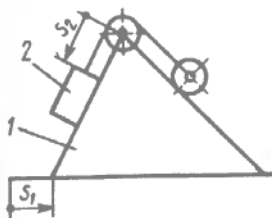


На тело, которое находится в плоскопараллельном движении, действует система сил, главный вектор которой $\bar{R} = -6\bar{i} + 4\bar{j}$ и главный момент $M_C = 4$ Н·м. Определить ускорение \ddot{y} точки C тела, если его кинетическая энергия $T = 4\dot{x}^2 + 4\dot{y}^2 + 0,5\dot{\varphi}$. (0,5)

20.6.3

Кинетическая энергия механической системы $T = 0,5\dot{s}_1^2 + \dot{s}_2^2 + \dot{s}_1\dot{s}_2$ выражена через обобщенные скорости \dot{s}_1 и \dot{s}_2 . Обобщенные силы соответственно равны $Q_{s_1} = -3$ Н, $Q_{s_2} = 2$ Н. Определить ускорение \ddot{s}_2 . (5)

20.6.4



Кинетическая энергия механической системы $T = 200\dot{s}_1^2 + 167\dot{s}_2^2 - 45,2\dot{s}_1\dot{s}_2$, где \dot{s}_1 и \dot{s}_2 — обобщенные скорости. Обобщенная сила, соответствующая координате s_2 , равна $Q_2 = 265$ Н. Определить ускорение \ddot{s}_2 тела 2, если ускорение тела 1 равно $\ddot{s}_1 = 0,1$ м/с². (0,807)

20.6.5

Кинетическая энергия механической системы, выраженная через обобщенные скорости \dot{x} и \dot{y} , равна $T = 0,5\dot{x}^2 + 2\dot{y}^2$. Обобщенные силы равны $Q_x = 3$ Н, $Q_y = 4$ Н. Определить отношение ускорений \ddot{x}/\ddot{y} . (3)

20.6.6

Кинетическая энергия механической системы $T = 10\dot{x}_1^2 + 4\dot{x}_2^2$, потенциальная энергия $\Pi = 5x_1^2 + 8x_2^2$. Будут ли дифференциальные уравнения движения системы взаимно независимыми? (Да)

20.6.7

Кинетическая энергия механической системы $T = 2\dot{x}^2 + 10\dot{x}\dot{\varphi} + 2\dot{\varphi}^2$, потенциальная энергия $\Pi = 12(x + 5\varphi)^2$. Будут ли дифференциальные уравнения движения системы взаимно независимыми? (Нет)

20.6.8

Для механической системы с двумя обобщенными координатами φ и s кинетическая энергия $T = 0,02\dot{\varphi}^2 + 5\dot{s}^2$, потенциальная энергия $\Pi = -50s$. Определить ускорение \ddot{s} . (5)

20.6.9

Кинетическая $T = 0,5m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)$ и потенциальная $\Pi = -9,8mz$ энергии материальной точки массой m выражены соответственно через обобщенные скорости \dot{x} , \dot{y} , \dot{z} и обобщенную координату z . Определить ускорение \ddot{z} . (9,8)

20.6.10

Кинетическая $T = 6\dot{x}^2 + 8\dot{y}^2 + 10\dot{z}^2$ и потенциальная $\Pi = -(6x + 8y + 10z)$ энергии механической системы выражены соответственно через обобщенные скорости \dot{x} , \dot{y} , \dot{z} и обобщенные координаты x , y , z . Определить ускорение \ddot{z} . (0,5)

20.6.11

Кинетическая энергия консервативной системы $T = \dot{x}_1^2 + 0,75\dot{x}_2^2 - x_1x_2$, потенциальная энергия $\Pi = -x_1 - x_2$. Из дифференциального уравнения, соответствующего обобщенной координате x_1 , определить ускорение \ddot{x}_1 в момент времени, когда обобщенная координата $x_2 = 0,5$ м. (0,25)

20.6.12

Кинетическая энергия консервативной системы $T = \dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + 2x_1x_2$, потенциальная энергия $\Pi = 0,5x_1^2 + x_2$. Из дифференциального уравнения движения системы, соответствующего обобщенной координате x_2 , определить ускорение \ddot{x}_2 в момент времени, когда обобщенная координата $x_1 = 0,25$ м. (-0,25)

20.6.13

Кинетическая энергия механической системы $T = 8\dot{x}_1^2 + 2\dot{x}_2^2$, потенциальная энергия $\Pi = 2(x_1 - x_2)^2$, где x_1 и x_2 — обобщенные координаты. Будут ли дифференциальные уравнения движения системы взаимно независимыми? (Нет)

20.6.14

Для механической системы с двумя обобщенными координатами φ и s кинетическая энергия $T = 0,7\dot{\varphi}^2 + 0,5(\dot{s}^2 + (s\dot{\varphi})^2)$ и потенциальная энергия $\Pi = -10 \cos \varphi (1 + s)$, где s — в м; φ — в рад. Определить ускорение \ddot{s} в момент времени, когда угол $\varphi = 0$ и угловая скорость $\dot{\varphi} = 0$. (10)

20.6.15

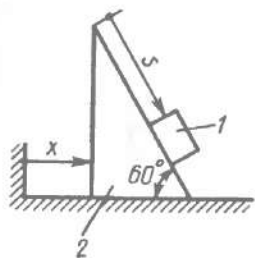
Кинетический потенциал системы $L = 1,5 \dot{x}_1^2 + 9 \dot{x}_2^2 + 6 \dot{x}_1 \dot{x}_2 - 6x_1^2$. Из дифференциального уравнения движения, соответствующего обобщенной координате x_1 , определить ускорение \ddot{x}_2 в момент времени, когда обобщенная координата $x_1 = 0,1$ м, а ускорение $\ddot{x}_1 = 1$ м/с². (-0,7)

20.6.16

Кинетический потенциал системы $L = \dot{\varphi}_1^2 + 4 \dot{\varphi}_2^2 + 4 \dot{\varphi}_1 \dot{\varphi}_2 - \varphi_1 - 4 \varphi_2$. Из дифференциального уравнения движения, соответствующего обобщенной координате φ_1 , определить угловое ускорение $\ddot{\varphi}_1$ в момент времени, когда угловое ускорение $\ddot{\varphi}_2 = -0,5$ м/с². (0,5)

20.6.17

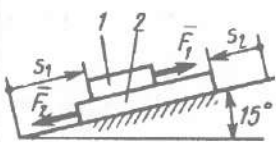
Кинетический потенциал для консервативной механической системы с одной степенью свободы имеет вид $L = 4\dot{x}^2 - x^4 - 6x^2$, где x — обобщенная координата. Определить обобщенное ускорение \ddot{x} в момент времени, когда $x = 2$ м. (-7)



20.6.18

Груз 1 движется по призме 2, которая скользит по горизонтальной плоскости. Кинетическая энергия системы $T = m(\dot{x}^2 + 0,5\dot{s}^2 + 0,5\dot{x}\dot{s})$ выражена через обобщенные скорости \dot{x} , \dot{s} . Найти отношение ускорений \ddot{x}/\ddot{s} . (-0,25)

20.6.19



Тела 1 и 2, массы которых $m_1 = 5$ кг и $m_2 = 8$ кг, движутся под действием приложенных сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 . Выбирая в качестве обобщенных координаты s_1 и s_2 , определить ускорение \ddot{s}_2 тела 2, если соответствующие обобщенные силы $Q_{s_1} = 3$ Н и $Q_{s_2} = 5$ Н. (0,625)

21.1. Колебания систем с одной степенью свободы

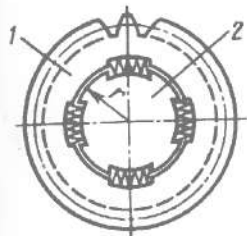
21.1.1

Малые колебания механической системы описываются дифференциальным уравнением $\ddot{q} + (4\pi)^2 q = 0$, где q – обобщенная координата, м. Начальное смещение системы $q_0 = 0,02$ м, начальная скорость $\dot{q}_0 = 2$ м/с. Определить амплитуду колебаний. (0,160)

21.1.2

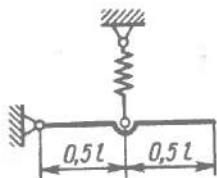
Определить период свободных колебаний механической системы, если дифференциальное уравнение колебаний этой системы имеет вид $56\ddot{q} + 825q = 0$, где q – обобщенная координата. (1,64)

21.1.3

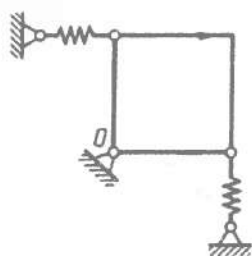


Зубчатый венец 1 массой 40 кг может повернуться относительно центра 2, сжимая пружины. В положении равновесия пружины не деформированы. Определить собственную частоту малых колебаний венца. Радиус инерции венца 0,24 м, коэффициент жесткости одной пружины $5 \cdot 10^5$ Н/м, радиус $r = 0,2$ м. (29,7)

21.1.4



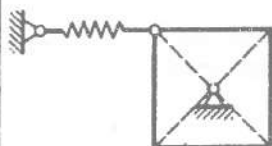
Определить собственную частоту в рад/с малых колебаний однородного жесткого стержня длиной l , если его масса равна 3 кг, коэффициент жесткости пружины 400 Н/м. Стержень движется в горизонтальной плоскости. (10)



21.1.5

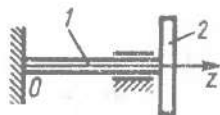
Квадратная однородная недеформируемая пластина массой 10 кг может вращаться в горизонтальной плоскости вокруг шарнира O . Определить собственную частоту малых колебаний пластины, если пружины одинаковы и коэффициент жесткости каждой равен 1 кН/м. (2,76)

21.1.6



Определить собственную частоту малых колебаний квадратной однородной недеформируемой пластины. Масса пластины 10 кг, коэффициент жесткости пружины равен 1 кН/м. (1,95)

21.1.7



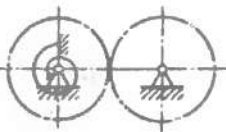
На конце торсионной пружины 1 с коэффициентом угловой жесткости $c_\varphi = 40\,000$ Н·м/рад установлен диск 2 с моментом инерции $I_z = 25$ кг·м² относительно оси Oz . Диск совершает угловые колебания вокруг оси Oz . Определить угловую собственную частоту колебаний. (40)

21.1.8



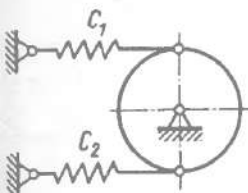
Определить период свободных колебаний системы трех одинаковых зубчатых колес, если момент инерции каждого из них относительно его оси вращения равен 0,04 кг·м², а коэффициент угловой жесткости спиральной пружины 10 Н·м/рад. (0,688)

21.1.9



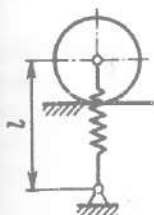
Определить период свободных колебаний зубчатой пары, если зубчатые колеса одинаковы, масса каждого равна 5 кг, радиус инерции относительно оси вращения 6 см, а коэффициент угловой жесткости спиральной пружины 1 Н·м/рад. (1,19)

21.1.10



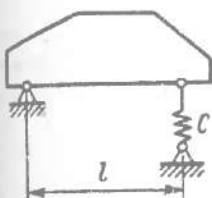
Определить угловую частоту малых свободных колебаний однородного недеформируемого диска, если его масса $m = 2$ кг, а коэффициенты жесткости пружин $c_1 = 900$ Н/м, $c_2 = 700$ Н/м. (40)

21.1.11



Однородный цилиндр массой 2 кг может катиться по горизонтальной плоскости. В положении статического равновесия пружина натянута силой 150 Н. Определить собственную частоту в рад/с малых колебаний цилиндра, если размер $l = 0,5$ м. (10)

21.1.12



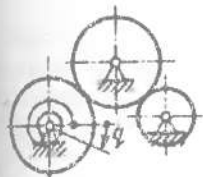
Определить момент инерции твердого тела относительно его оси вращения, если собственная частота малых колебаний тела равна 4 Гц, расстояние $l = 2$ м, коэффициент жесткости пружины $c = 80$ кН/м. (507)

21.1.13



Однородный стержень длиной 0,4 м массой 1,2 кг, на конце которого закреплена материальная точка массой 0,8 кг, может вращаться в горизонтальной плоскости. Определить коэффициент угловой жесткости спиральной пружины, если собственная частота колебаний этой системы равна 20 Гц. ($3,03 \cdot 10^3$)

21.1.14



Кинетическая энергия консервативной механической системы $T = 60\dot{q}^2$, где q — обобщенная координата, рад. При каком значении коэффициента угловой жесткости спиральной пружины собственная угловая частота колебаний системы будет равна 10 рад/с? ($1,2 \times 10^4$)

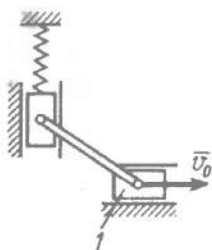
21.1.15

Свободные колебания жесткого стержня описываются нелинейным дифференциальным уравнением $\ddot{q} + 300 \sin q - 230 \sin q / \sqrt{5 - 4 \cos q} = 0$, где q – обобщенная координата. Определить собственную частоту стержня в случае малых колебаний. (1,33)



21.1.16

Консервативная механическая система совершает малые свободные колебания с частотой 2 Гц. Определить амплитуду колебаний ползуна I, если в начальный момент система находилась в положении статического равновесия, а скорость ползуна I была равна $v_0 = 0,2$ м/с. (0,0159)

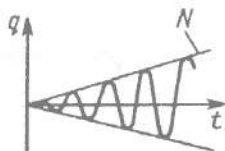


21.1.17

Колебания механической системы описываются дифференциальным уравнением $9\ddot{q} + 4q = 2 \sin 2t$, где q – обобщенная координата. Совершаются ли вынужденные колебания механической системы в фазе с вынуждающей силой? (Нет)

21.1.18

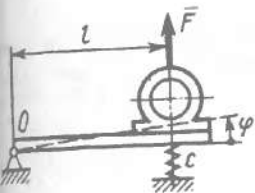
Консервативная механическая система совершает резонансные колебания, закон изменения обобщенной координаты q во времени показан на рисунке. Во сколько раз увеличатся ординаты точек огибающей N , если в два раза увеличить амплитуду вынуждающей силы? (2)



21.1.19

Колебания механической системы описываются дифференциальным уравнением $2\ddot{q} + 3q = 2 \sin 5t$, где q – обобщенная координата, м. Определить в мм амплитуду обобщенной координаты вынужденных колебаний. (42,6)

21.1.20



Дифференциальное уравнение малых колебаний тела имеет вид $I\ddot{\varphi} + c l^2 \varphi = lF$. Определить в рад амплитуду вынужденных колебаний тела, если момент инерции его относительно оси вращения $I = 6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, коэффициент жесткости пружины $c = 3 \text{ кН/м}$, размер $l = 0,5 \text{ м}$, сила $F = 10 \sin 6\pi t$. ($3,62 \cdot 10^{-3}$)

21.1.21

Определить декремент колебаний механической системы, если дифференциальное уравнение колебаний этой системы имеет вид $8\ddot{q} + 16\dot{q} + 800q = 0$, где q — обобщенная координата. (1,88)

21.1.22

Определить логарифмический декремент колебаний механической системы, если дифференциальное уравнение этой системы имеет вид $15\ddot{q} + 30\dot{q} + 900q = 0$, где q — обобщенная координата. (0,818)

21.1.23

Колебания нелинейной механической системы описываются дифференциальным уравнением $\ddot{q} + 3 \sin \dot{q} + 4q = 0$, где q — обобщенная координата. Определить логарифмический декремент малых колебаний системы. (7,12)

21.1.24

Дифференциальное уравнение движения механической системы имеет вид $20\ddot{q} + 120\dot{q} + 720q = 0$, где q — обобщенная координата. Будет ли в этом случае движение системы аperiодическим? (Нет)

21.1.25

Движение механической системы описывается дифференциальным уравнением $3\ddot{q} + 6\dot{q} + 2q = 0$, где q — обобщенная координата. Будет ли это движение аperiodическим? (Да)

21.1.26

Свободные затухающие колебания механической системы описываются дифференциальным уравнением $2\ddot{q} + \dot{q} + 8q = 0$, где q — обобщенная координата. Во сколько раз уменьшится амплитуда колебаний за два периода? (4,87)

21.1.27

Определить период свободных затухающих колебаний механической системы, если дифференциальное уравнение колебаний этой системы имеет вид $12\ddot{q} + 48\dot{q} + 432q = 0$, где q — обобщенная координата. (1,11)

21.1.28

Свободные затухающие колебания механической системы описываются дифференциальным уравнением $2\ddot{q} + 3\dot{q} + 5q = 0$, где q — обобщенная координата, м. Определить обобщенную координату в момент времени $t = 1$ с, если в начальный момент времени обобщенная координата $q_0 = 0$, а ее производная $\dot{q}_0 = 1$ м/с. (0,334)

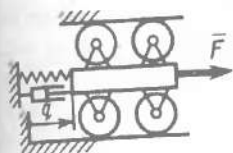
21.1.29

Колебания механической системы описываются дифференциальным уравнением $5\ddot{q} + 10\dot{q} + 125q = 12 \sin 5t$, где q — обобщенная координата. Определить фазовый угол установившихся вынужденных колебаний. (1,57)

21.1.30

Движение механической системы описывается дифференциальным уравнением $\ddot{q} + 4\dot{q} + 9q = 10 \sin 3t$, где q – обобщенная координата. Во сколько раз уменьшится амплитуда установившихся вынужденных колебаний при увеличении коэффициента сопротивления в 2 раза? (2)

21.1.31



Дифференциальное уравнение колебаний механической системы имеет вид $64\ddot{q} + 170\dot{q} + 3000q = F$, где q – обобщенная координата, м; $F = 150 \sin 8t$ – вынуждающая сила, Н. Определить амплитуду установившихся вынужденных колебаний. ($8,59 \cdot 10^{-2}$)

21.1.32

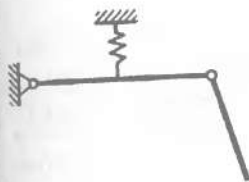
Определить, во сколько раз уменьшится амплитуда установившихся вынужденных малых колебаний неконсервативной механической системы с одной степенью свободы, если амплитуда гармонической обобщенной вынуждающей силы уменьшится в 3 раза. (3)

21.2. Колебания систем с двумя степенями свободы

21.2.1

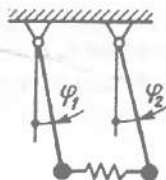
Кинетическая энергия механической системы имеет вид $T = 14\dot{q}_1^2 + 2\dot{q}_2^2$. Обобщенным координатам q_1 и q_2 соответствуют обобщенные силы $Q_1 = 3q_1$, $Q_2 = 5q_2$. Будет ли механическая система совершать колебания? (Нет)

21.2.2



Два жестких стержня совершают малые колебания в вертикальной плоскости. Сколько собственных частот колебаний имеет данная механическая система? (2)

21.2.3



Являются ли углы φ_1 и φ_2 отклонения математических маятников от их вертикального положения главными координатами данной системы колебаний? Маятники связаны между собой пружиной и совершают малые колебания в вертикальной плоскости. (Нет)

21.2.4

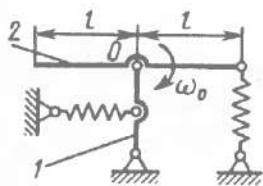


Являются ли обобщенные координаты q_1 и q_2 одновременно главными координатами системы двух шарнирно соединенных жестких стержней, которые совершают малые колебания в вертикальной плоскости? За обобщенные координаты приняты углы отклонения стержней от вертикального положения. (Нет)

21.2.5

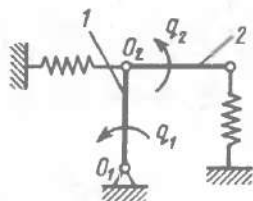
Кинетический потенциал консервативной механической системы колебаний определяется выражением $L = c_1 \dot{q}_1^2 + c_2 \dot{q}_2^2 - c_3 q_1^2 - c_4 q_2^2$, где q_1, q_2 — обобщенные координаты; c_1, c_2, c_3, c_4 — постоянные. Являются ли обобщенные координаты q_1 и q_2 в этом случае одновременно главными координатами механической системы? (Да)

21.2.6



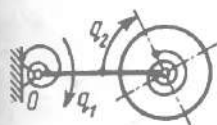
Механическая система расположена в горизонтальной плоскости и находится в положении статического равновесия. Возникнут ли угловые колебания стержня 1, если стержню 2 сообщить начальную угловую скорость ω_0 вокруг шарнира O? Колебания считать малыми. (Нет)

21.2.7



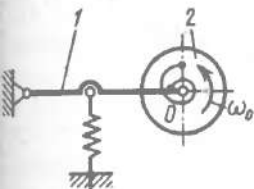
Механическая система, состоящая из двух стержней 1 и 2, расположена в горизонтальной плоскости; q_1 — угол поворота стержня 1 вокруг шарнира O_1 , q_2 — угол поворота стержня 2 вокруг полюса O_2 . Являются ли обобщенные координаты q_1 и q_2 одновременно главными при малых колебаниях системы? (Да)

21.2.8



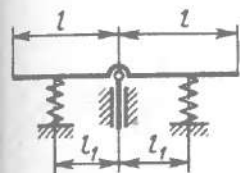
Механическая система, состоящая из однородных тел — диска и стержня, может перемещаться в горизонтальной плоскости. Являются ли обобщенные координаты q_1 и q_2 одновременно главными при колебаниях системы? (Нет)

21.2.9



Механическая система, состоящая из однородных тел — стержня 1 и диска 2, находится в положении равновесия в горизонтальной плоскости. Возникнут ли угловые колебания стержня 1, если диску 2 сообщить начальную угловую скорость ω_0 вокруг шарнира O? Колебания считать малыми. (Да)

21.2.10

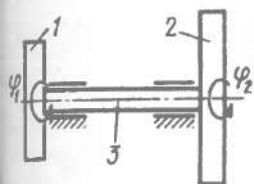


На каком расстоянии l_1 необходимо разместить две одинаковые пружины, чтобы обе собственные частоты малых колебаний однородного недеформируемого стержня были одинаковыми, если размер $l = 1$ м. (0,577)

21.2.11

Кинетическая энергия механической системы $T = \dot{q}_1^2 + 2\dot{q}_2^2$, потенциальная энергия $\Pi = 16q_1^2 + 80q_2^2$, где q_1 и q_2 — обобщенные координаты. Определить низшую угловую собственную частоту колебаний системы. (4)

21.2.12



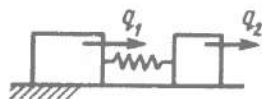
Механическая система, состоящая из дисков 1 и 2, установленных на упругом валу 3, совершает угловые колебания, которые описываются дифференциальными уравнениями

$$3\ddot{\varphi}_1 + 110(\varphi_1 - \varphi_2) = 0;$$

$$7\ddot{\varphi}_2 + 110(\varphi_2 - \varphi_1) = 0.$$

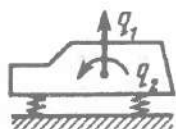
Определить низшую собственную частоту колебаний. (0)

21.2.13



Два груза могут двигаться по горизонтальной прямой. Кинетическая энергия этой механической системы $T = 3\dot{q}_1 + 8\dot{q}_2$, потенциальная $\Pi = 12(q_1 - q_2)^2$, где q_1 и q_2 — обобщенные координаты. Определить низшую собственную частоту колебаний механической системы. (0)

21.2.14



Дифференциальные уравнения малых колебаний автомобиля имеют вид:

$$1000\ddot{q}_1 + 2 \cdot 10^5 q_1 - 10^4 q_2 = 0;$$

$$3,24 \cdot 10^3 \ddot{q}_2 + 4,5 \cdot 10^5 q_2 - 10^4 q_1 = 0,$$

где q_1, q_2 — обобщенные координаты. Определить высшую собственную частоту колебаний автомобиля. (2,25)

21.2.15



Дифференциальные уравнения малых колебаний манипулятора имеют вид

$$0,114\ddot{q}_1 + 0,135\ddot{q}_2 + 3000q_1 - 3000q_2 = 0;$$

$$0,237\ddot{q}_2 + 0,135\ddot{q}_1 + 8000q_2 - 3000q_1 = 0,$$

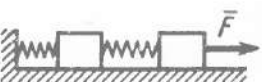
где q_1, q_2 — обобщенные координаты. Определить низшую собственную частоту колебаний манипулятора. (12,6)

21.2.16



Будут ли установившиеся малые вынужденные колебания неконсервативной механической системы одночастотными, если на нее действует гармоническая вынуждающая сила $F = F_0 \sin 2\pi n t$ с частотой n , отличающейся от обеих собственных частот n_1 и n_2 этой системы. (Да)

21.2.17



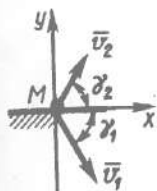
Собственные частоты малых колебаний консервативной системы равны $n_1 = 6$ Гц, $n_2 = 12$ Гц. Частота гармонической вынуждающей силы F равна $n_3 = 15$ Гц. Возрадут ли амплитуды установившихся вынужденных колебаний системы, если при той же амплитуде силы F ее частота увеличится на 3 Гц? (Нет)

22.1. Действие ударной силы на материальную точку

22.1.1

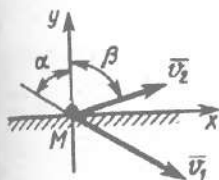
На материальную точку массой $m = 0,2$ кг, движущуюся со скоростью $\vec{v}_1 = 10\vec{i} - 2\vec{j}$, подействовала ударная сила. Скорость точки после удара $\vec{v}_2 = -6\vec{i} + 8\vec{j}$. Определить значение ударного импульса. (3,77)

22.1.2



Материальная точка M массой $m = 0,1$ кг ударяется о неподвижное основание и отскакивает. Скорость до удара $v_1 = 7$ м/с образует с касательной Mx угол $\gamma_1 = 64^\circ$. Скорость $v_2 = 3,4$ м/с после удара образует с касательной угол $\gamma_2 = 69^\circ$. Определить проекцию ударного импульса на ось Mx . $(-0,185)$

22.1.3

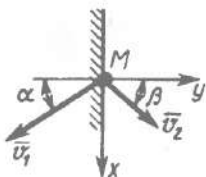


Материальная точка M массой $m = 1$ кг, движущаяся со скоростью $v_1 = 10$ м/с, сталкивается с плоскостью. Скорость точки после удара $v_2 = 8$ м/с; углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 75^\circ$. Определить проекцию ударного импульса на нормаль Mu . (7,07)

22.1.4

На материальную точку M массой $m = 0,4$ кг, движущуюся со скоростью $\vec{v}_1 = -3\vec{i} - 4\vec{j}$, подействовал ударный импульс $\vec{s} = 1,8\vec{i} + 2,4\vec{j}$. Определить модуль скорости v_2 после удара. (2,5)

22.1.5



При столкновении материальной точки M с преградой угол падения $\alpha = 30^\circ$, а угол отражения $\beta = 36^\circ$. Скорость после удара $v_2 = 5,1$ м/с. Принимая, что преграда абсолютно гладкая, определить значение скорости v_1 до удара. (6,00)

22.1.6

На материальную точку действовал ударный импульс $\bar{s} = 10\bar{k}$. Скорость до удара $\bar{v}_1 = -10\bar{k}$, скорость после удара $\bar{v}_2 = 5\bar{k}$. Определить массу материальной точки. (0,667)

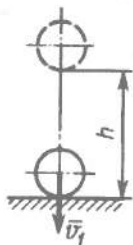
22.1.7

При прямом ударе материальной точки по неподвижной преграде скорость до удара $v_1 = 6$ м/с. Определить скорость после удара, если коэффициент восстановления $k = 0,5$. (3)

22.1.8

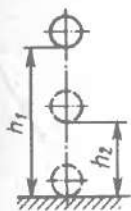
При прямом ударе материальной точки по неподвижной преграде до удара и после удара скорости равны $v_1 = 8$ м/с и $v_2 = 6$ м/с соответственно. Определить коэффициент восстановления. (0,75)

22.1.9



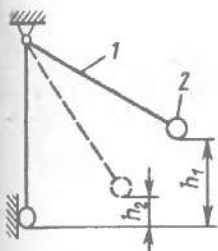
С какой вертикальной скоростью v_1 мяч должен удариться о горизонтальный пол, чтобы подняться на высоту $h = 3$ м, если коэффициент восстановления $k = 0,8$. (9,59)

22.1.10



Шарик без начальной скорости падает с высоты $h_1 = 1,5$ м и после удара по горизонтальной преграде поднимается на высоту $h_2 = 0,8$ м. Определить коэффициент восстановления при ударе. (0,730)

22.1.11



Привязанный к тонкой нити 1 шарик 2 отпускается с высоты $h_1 = 0,6$ м без начальной скорости. В вертикальном положении происходит удар шарика по стене с коэффициентом восстановления $k = 0,55$. Определить высоту h_2 последующего подъема шарика. (0,182)

22.1.12

Со скоростью 12 м/с материальная точка ударяет по неподвижной преграде. Определить время удара, при котором средняя ударная сила равна пятикратному весу материальной точки. Удар считать прямым и абсолютно неупругим. (0,245)

22.1.13

Определить в кН среднюю силу удара молотка массой $m = 0,5$ кг при абсолютно неупругом ударе по наковальне, если скорость до удара $v = 10$ м/с и время удара 0,0002 с. (25)

22.1.14

При прямом ударе материальной точки массой $m = 1$ кг по неподвижной преграде коэффициент восстановления $k = 0,6$, а скорость до удара $v_1 = 2$ м/с. Определить потери кинетической энергии. (1,28)

22.2. Прямой центральный удар двух тел

22.2.1

Тело массой $m_1 = 4$ кг со скоростью $v = 10$ м/с ударяет по неподвижному телу массой $m_2 = 100$ кг. Определить модуль ударного импульса в первой фазе удара. (28,6)

22.2.2

Шарик массой $m_1 = 0,01$ кг падает вертикально и ударяет со скоростью $v = 6$ м/с по неподвижной горизонтальной плите массой $m_2 = 10$ кг. Определить модуль ударного импульса во второй фазе удара, если коэффициент восстановления $k = 0,6$. ($3,60 \cdot 10^{-2}$)

22.2.3

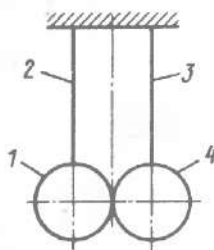
Два тела одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1000$ кг сталкиваются с противоположно направленными одинаковыми по модулю скоростями $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = 0,5$ м/с. Определить модуль ударного импульса, если коэффициент восстановления $k = 0$. (500)

22.2.4

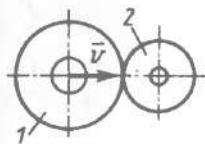
С неподвижным телом массой $m_1 = 100$ кг сталкивается со скоростью $v_2 = 1$ м/с тело массой $m_2 = 1$ кг. Определить модуль ударного импульса, если коэффициент восстановления $k = 0,5$. (1,49)

22.2.5

Шар 1, подвешенный на нити 2, ударяет со скоростью $v = 0,5$ м/с по неподвижному шару 4, подвешенному на нити 3. Определить скорость после удара шара 4, если коэффициент восстановления $k = 0,8$ и массы шаров одинаковы. (0,45)

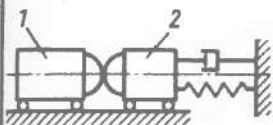


22.2.6



Шайба 1 массой m_1 ударяет по неподвижной шайбе 2 со скоростью $v = 1$ м/с. Принимая, что удар прямой центральный с коэффициентом восстановления $k = 0,5$, определить скорость шайбы 2 после удара, если $m_1 = 3m_2$. (1,13)

22.2.7



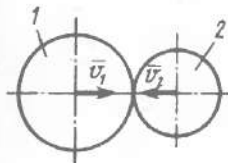
Тело 1 массой $m_1 = 5$ кг ударяет по неподвижному амортизатору 2 массой m_2 . Коэффициент восстановления $k = 0,7$. Определить массу m_2 , при которой скорость тела 1 после удара будет равна нулю. (7,14)

22.2.8



Тело 1, двигаясь со скоростью $v_1 = 10$ м/с, ударяет по второму телу 2, которое движется со скоростью $v_2 = 5$ м/с в том же направлении. В случае, когда массы тел $m_1 = m_2$, определить скорость совместного движения тел после абсолютно неупругого удара. (7,5)

22.2.9



Два тела 1 и 2 сталкиваются с противоположными по направлению, но одинаковыми по значению скоростями $|\bar{v}_1| = |\bar{v}_2| = 6$ м/с. Коэффициент восстановления $k = 0,5$. Массы тел $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 1$ кг. Определить скорость тела 2 после удара. (6)

22.2.10

После прямого центрального удара двух тел, массы которых $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 1$ кг и скорости $v_{10} = 5$ м/с, $v_{20} = 0$, их скорости стали равными $v_1 = v_2 = 3,75$ м/с. Определить потери кинетической энергии. (9,38)

22.2.11

Происходит встречный удар двух тел одинаковой массы $m_1 = m_2 = 1000$ кг с одинаковыми по модулю скоростями $|\bar{v}_{10}| = |\bar{v}_{20}| = 5$ м/с. Определить потери кинетической энергии, если после удара скорости $|\bar{v}_1| = |\bar{v}_2| = 1$ м/с. ($2,4 \cdot 10^4$)

22.2.12

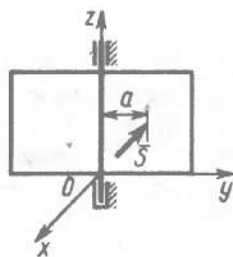
Тело массой $m_1 = 1$ кг ударяет со скоростью $v_{10} = 2$ м/с по неподвижному телу массой $m_2 = 3$ кг. Принимая, что удар абсолютно неупругий, определить потери кинетической энергии. (1,5)

22.3. Действие ударных сил на твердое тело, вращающееся вокруг неподвижной оси

22.3.1

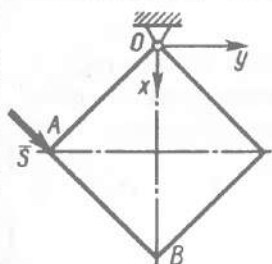
На тело, вращающееся вокруг неподвижной оси z с угловой скоростью $\omega_0 = 150$ рад/с, подействовал ударный импульс с моментом $M_z(\bar{S}) = 0,1$ Н·м·с. Угловая скорость после удара $\omega = 146$ рад/с. Определить момент инерции тела. (0,025)

22.3.2

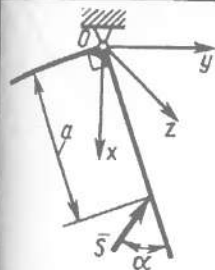


Тонкая пластинка может вращаться вокруг своей оси симметрии Oz . На расстоянии $a = 0,1$ м от оси перпендикулярно неподвижной пластинке прикладывается ударный импульс, равный $0,5$ Н·с. Определить угловую скорость после удара, если момент инерции пластинки $I_{Oz} = 0,002$ кг·м². (25)

22.3.3

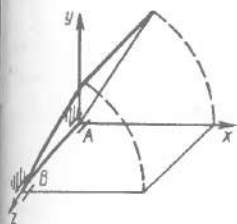


На неподвижную квадратную пластинку со стороной, равной $0,3$ м, вдоль стороны AB подействовал ударный импульс $S = 2$ Н·с. Определить угловую скорость пластинки после удара, если момент инерции $I_{Oz} = 0,1$ кг·м². (6)



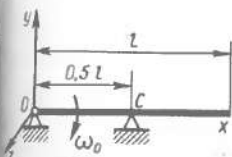
22.3.4

В плоскости Oxy к неподвижному изогнутому под прямым углом рычагу на расстоянии $a = 0,8$ м под углом $\alpha = 50^\circ$ прикладывается ударный импульс $S = 10$ Н·с. Определить угловую скорость ω после удара, если момент инерции $I_{Oz} = 1,6$ кг·м². (3,83)



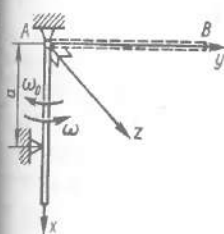
22.3.5

Крышка люка с моментом инерции $I_{Az} = 10$ кг·м² захлопывается с угловой скоростью $\omega_0 = 3$ рад/с. Принимая удар абсолютно неупругим, определить момент ударного импульса относительно оси вращения. (30)



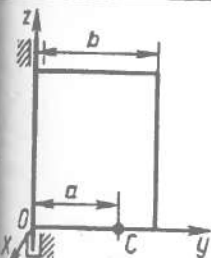
22.3.6

Тонкий однородный стержень массой $m = 2$ кг вращается вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega_0 = 1,2$ рад/с. В точке C происходит удар по неподвижному упору и отскок. Определить модуль ударного импульса S_{C1} в первой фазе удара, если длина $l = 0,5$ м. (0,8)



22.3.7

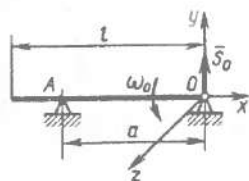
Тонкий стержень длиной $AB = 0,6$ м, вращаясь вокруг оси Az , ударяет по упору на расстоянии $a = 0,4$ м. Момент инерции $I_{Az} = 0,24$ кг·м². Угловая скорость до удара $\omega_0 = 4$ рад/с, а после удара $\omega = 3$ рад/с. В точке удара определить коэффициент восстановления нормального импульса. (0,75)



22.3.8

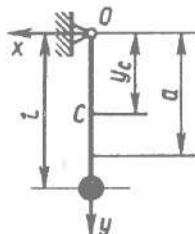
Однородная дверь массой $m = 50$ кг ударила о неподвижный ограничитель в точке C с угловой скоростью $\omega_0 = 1$ рад/с. После удара угловая скорость $\omega = 0,3$ рад/с. Определить модуль ударного импульса, если расстояния $a = 0,6$ м, $b = 0,8$ м. (23,1)

22.3.9



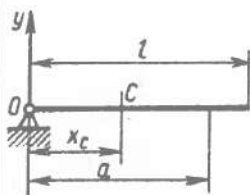
Однородный стержень длиной $l = 0,9$ м, вращаясь вокруг оси Oz с угловой скоростью $\omega_0 = 2$ рад/с, ударяет по упору в точке A . Определить расстояние a , при котором ударный импульс S_0 в точке O равен нулю. (0,667)

22.3.10



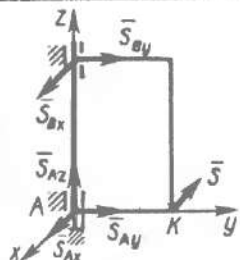
Найти расстояние a от центра удара до оси вращения O однородного стержня массой $0,8$ кг и материальной точки массой $0,2$ кг, закрепленной на конце стержня длиной $l = 0,6$ м. Расстояние от центра масс C до оси вращения $y_C = 0,36$ м. Момент инерции $I_O = 0,168$ кг \cdot м². (0,467)

22.3.11



Центр масс неоднородного стержня массой $m = 2,4$ кг и длиной $l = 0,8$ м располагается на расстоянии $x_C = 0,37$ м, а центр удара — на расстоянии $a = 0,5$ м. Определить момент инерции стержня относительно оси вращения Oz . (0,444)

22.3.12



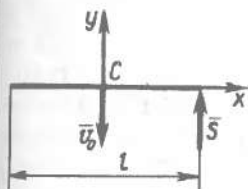
На прямоугольную дверь, вращающуюся вокруг главной оси инерции Az с угловой скоростью $\bar{\omega}_0 = -5\bar{k}$, в точке $K(0; 1; 0)$ действует ударный импульс $\bar{S} = -20\bar{i} + 2\bar{j}$. Определить в подпятнике A составляющую импульса \bar{S}_{Az} . (0)

22.4. Действие ударных сил на твердое тело, совершающее плоскопараллельное движение

22.4.1

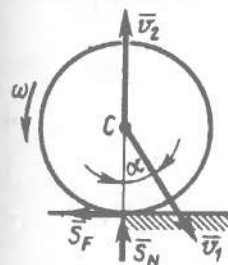
До удара тело массой 20 кг имело скорость центра масс $\bar{v} = 3\bar{i}$ и угловую скорость $\bar{\omega} = 4\bar{k}$. Определить скорость тела после удара, если ударный импульс $\bar{S} = -20\bar{i}$. (2)

22.4.2



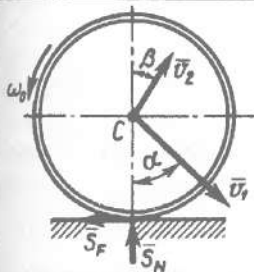
Однородный стержень длиной $l = 1,2$ м и массой $m = 5$ кг падает вертикально без вращения со скоростью центра масс $v_0 = 2$ м/с. К стержню прикладывается ударный импульс $S = 12$ Н·с, направленный вертикально вверх. Определить скорость центра масс стержня после удара. (0,4)

22.4.3



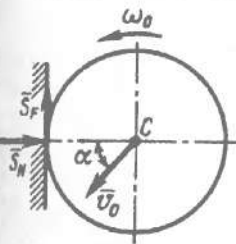
Сильно закрученный мяч после удара по плоскости со скоростью $v_1 = 4$ м/с центра масс под углом падения $\alpha = 30^\circ$ отскакивает в вертикальном направлении со скоростью $v_2 = 2,5$ м/с. Определить модуль нормального импульса \bar{S}_N , если масса мяча $m = 0,05$ кг. (0,298)

22.4.4



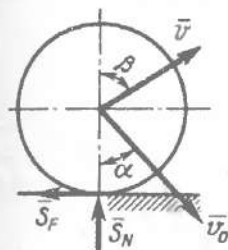
До удара по плоскости скорость центра масс закрученного обруча $v_1 = 3$ м/с, а после удара стала равной $v_2 = 1,8$ м/с. Определить коэффициент восстановления нормального импульса, если угол падения $\alpha = 45^\circ$, а угол отражения $\beta = 32^\circ$. (0,720)

22.4.5



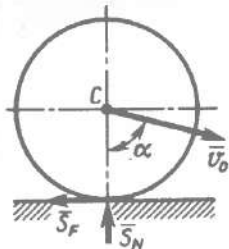
Диск, вращаясь с угловой скоростью $\omega_0 = 2$ рад/с, ударяет по вертикальной стенке со скоростью центра масс $v_0 = 1,8$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$. Определить модуль нормального импульса \bar{S}_N , если масса диска $m = 0,6$ кг, а коэффициент восстановления нормального импульса $k = 0,55$. (1,18)

22.4.6



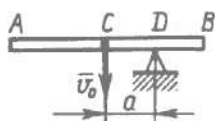
Шар массой $m = 0,2$ кг падает на неподвижную плоскую преграду без вращения со скоростью $v_0 = 2$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ и отскакивает со скоростью $v = 1,5$ м/с под углом $\beta = 60^\circ$. Определить модуль касательного импульса \bar{S}_F . ($2,30 \cdot 10^{-2}$)

22.4.7



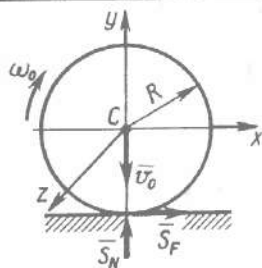
Шар массой $m = 0,4$ кг без вращения со скоростью $v_0 = 3$ м/с под углом $\alpha = 75^\circ$ ударяет по неподвижной плоскости. Коэффициент восстановления нормального импульса $k = 0,5$. Определить касательный импульс $\vec{S}_F = f\vec{S}_N$ в режиме полного скольжения, если коэффициент трения $f = 0,1$. ($4,66 \cdot 10^{-2}$)

22.4.8



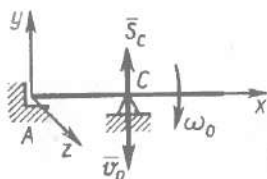
Горизонтальный стержень AB , падая вертикально без вращения со скоростью $v_0 = 2$ м/с, ударяет по упору D на расстоянии от центра масс $a = 0,1$ м. Определить угловую скорость ω стержня после удара, если ударный импульс $S_D = 2$ Н·с, а момент инерции $I_C = 0,04$ кг \times м². (5)

22.4.9



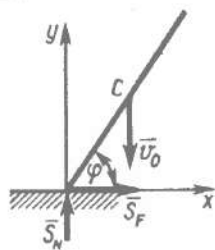
Закрученный мяч с угловой скоростью $\omega_0 = 6$ рад/с и скоростью $v_0 = 0,8$ м/с центра масс падает на преграду по нормали. Определить модуль угловой скорости ω мяча после удара, если составляющие ударного импульса $S_N = 0,85$ Н·с, $S_F = 0,085$ Н·с, радиус $R = 0,1$ м и момент инерции $I_{Cz} = 0,003$ кг·м². (3,17)

22.4.10



Тонкий однородный стержень, вращаясь вокруг оси Az с угловой скоростью $\omega_0 = 4$ рад/с, в горизонтальном положении ударяет по неподвижному упору в середине стержня. При этом происходит отрыв от оси вращения Az без ударного импульса. Определить угловую скорость стержня после удара. (4)

22.4.11



Однородный стержень массой $m = 2$ кг и длиной $l = 0,6$ м падает без вращения на неподвижную плоскую преграду со скоростью $v_0 = 2$ м/с. Определить модуль угловой скорости ω после удара, если проекции импульса $S_N = 2,5$ Н·с, $S_F = 0,5$ Н·с, а угол $\varphi = 55^\circ$. (5,12)

23.1. Уравнение Мещерского

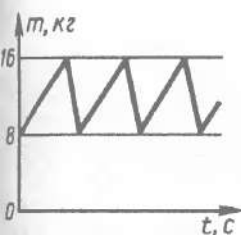
23.1.1

Тело переменной массы движется под действием постоянной силы, равной 160 Н. В момент времени $t = 0$ определить ускорение тела, если масса тела изменяется по закону $m = 24 e^4$ и относительная скорость присоединяющихся частиц равна нулю. (6,67)

23.1.2

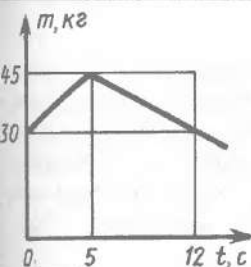
Масса точки изменяется по закону $m = 24(1 + 0,1t)$. В момент времени $t = 4$ с определить ускорение точки, движущейся под действием постоянной силы \vec{F} , проекции которой равны: $F_x = 80$ Н, $F_y = 150$ Н. Относительная скорость присоединяющихся частиц равна нулю. (5,06)

23.1.3



Определить максимальное ускорение точки, движущейся под действием постоянной силы, равной 260 Н, если закон изменения массы точки задан графически. Относительная скорость присоединяющихся и отделяющихся частиц равна нулю. (32,5)

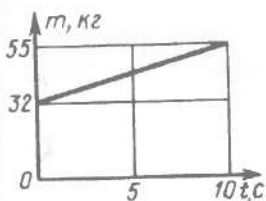
23.1.4



В момент времени $t = 10$ с определить модуль реактивной силы, если масса тела изменяется по закону, показанному на рисунке. Относительная скорость отделяющихся частиц равна 3,5 м/с. (7,50)

23.1.5

Емкость наполняется жидкостью с помощью водяного насоса. Определить модуль реактивной силы, если закон изменения массы емкости задан графически. Относительная скорость присоединяющихся частиц жидкости равна 2,8 м/с. (6,44)



23.1.6

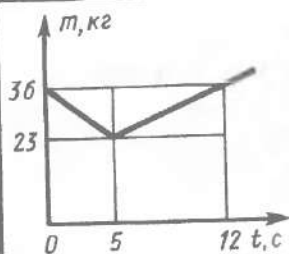
Масса точки изменяется по закону $m = 1 + \cos 3t$. Определить минимальное значение модуля реактивной силы, если относительная скорость присоединяющихся и отделяющихся частиц равна 2,1 м/с. (0).

23.1.7

Масса модели реактивного автомобиля изменяется по закону $m = 6e^{-0.5t}$. В момент времени $t = 0$ определить модуль реактивной силы, если относительная скорость отделяющихся частиц равна 4 м/с. (12,0)

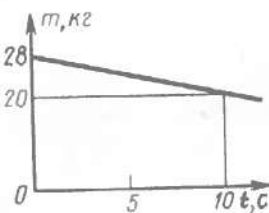
23.1.8

В момент времени $t = 10$ с определить ускорение точки, обусловленное реактивной силой, если закон изменения массы точки задан графически. Относительная скорость присоединяющихся частиц равна 27 м/с. (1,55)



23.1.9

Масса модели реактивного автомобиля изменяется по закону, показанному на рисунке. В момент времени $t = 10$ с определить ускорение автомобиля, движущегося под действием только реактивной силы, если относительная скорость отделяющихся частиц равна 2,8 м/с. (0,112)



23.1.10

В момент времени $t = 1,5$ с определить ускорение точки, если ее масса изменяется по закону $m = 54(1 - 0,4t)$. Относительная скорость отделяющихся частиц равна 21 м/с. ($21,0$)

23.1.11

Тело переменной массы $m = 415(1 + at)$ движется под действием только реактивной силы и в момент времени $t = 0$ имеет ускорение 32 м/с². Определить коэффициент a , если относительная скорость присоединяющихся частиц равна 380 м/с. ($8,42 \cdot 10^{-2}$)

23.1.12

Тело переменной массы $m = 310(1 + 0,03t)$ движется под действием только реактивной силы. В момент времени $t = 0$ определить необходимую скорость присоединяющихся частиц, чтобы ускорение тела было равно 27 м/с². (900)

23.1.13

Ракета, масса которой изменяется по закону $m = 500e^{-at}$, движется с ускорением 75 м/с² под действием только реактивной силы. Определить коэффициент a , если относительная скорость отделяющихся частиц равна 1200 м/с. ($6,25 \cdot 10^{-2}$)

23.1.14

Определить необходимую относительную скорость отделяющихся частиц, для того чтобы ускорение ракеты, обусловленное реактивной силой, было равно 60 м/с². Масса ракеты изменяется по закону $m = 500e^{-0,06t}$. (10^3)

23.1.15

Масса ракеты изменяется по закону $m = 410(1 - at)$ и в момент времени $t = 0$ под действием только реактивной силы ракета имеет ускорение 39 м/с^2 . Определить коэффициент a , если относительная скорость отделяющихся частиц равна 750 м/с . ($5,2 \cdot 10^{-2}$)

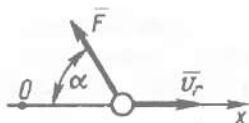
23.1.16

Тело переменной массы движется под действием постоянной силы $F = 86 \text{ Н}$ и реактивной силы. В момент времени $t = 0$ определить ускорение тела, если относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 12 \text{ м/с}$. Масса тела изменяется по закону $m = 240 e^{-0,2t}$. (2,76)



23.1.17

Тело переменной массы $m = 46(1 + 3t)$ движется под действием постоянной силы $F = 2 \text{ кН}$ и реактивной силы. В момент времени $t = 3 \text{ с}$ определить проекцию ускорения тела на ось Ox , если относительная скорость присоединяющихся частиц $v_r = 31 \text{ м/с}$, а угол $\alpha = 60^\circ$. (7,13)



23.1.18

Тело переменной массы $m = 82(1 + 4t)$ движется равномерно прямолинейно под действием постоянной силы $F = 500 \text{ Н}$ и реактивной силы. Определить относительную скорость v_r присоединяющихся частиц. (1,52)



23.1.19

Тело переменной массы $m = 15 + 160t$ движется под действием постоянной силы $F = 250 \text{ Н}$ и реактивной силы. Определить момент времени, когда тело имеет ускорение 10 м/с^2 , если относительная скорость присоединяющихся частиц $v_r = 5 \text{ м/с}$. (0,563)

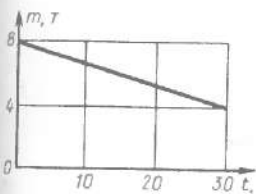


23.2. Формула Циолковского

23.2.1

Пренебрегая силами тяготения и сопротивления среды, определить в км/с скорость ракеты в момент времени, когда ее масса уменьшилась до 2 т, если относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 1,5$ км/с. Стартовая масса ракеты равна 5 т. Начальная скорость $v_0 = 0$. (1,37)

23.2.2



Масса ракеты изменяется по закону, показанному на графике. Пренебрегая силами тяготения и сопротивления среды, определить в км/с относительную скорость отделяющихся частиц, считая ее постоянной. Скорость ракеты в момент времени $t = 30$ с равна 700 м/с, а начальная скорость $v_0 = 0$. (1,01)

23.2.3

Тело переменной массы $m = 7 - 0,02t$, где m — в т, движется под действием только реактивной силы, имея в момент времени $t = 120$ с скорость, равную 720 м/с. Определить в км/с относительную скорость отделяющихся частиц, если начальная скорость тела $v_0 = 0$. (1,72)

23.2.4

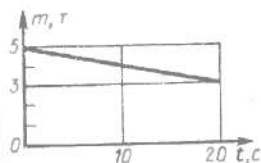
Ракета, масса которой изменяется по закону $m = 4 - 0,01t$, где m — в т, движется поступательно под действием только реактивной силы. Определить скорость ракеты через 2 мин после ее пуска, если относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 2$ км/с. (713)

23.2.5

Пренебрегая силами тяготения и сопротивления среды, определить приращение скорости ракеты в промежуток времени, за который масса ракеты уменьшилась в 3 раза. Ракета движется поступательно и относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 800$ м/с. (879)

23.2.6

Ракета движется поступательно и ее масса изменяется по закону, указанному на графике. В момент времени $t = 20$ с определить скорость ракеты, если ее начальная скорость равна нулю, а относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 1,8$ км/с. Силы тяготения и сопротивления среды не учитывать. (919)



23.2.7

Ракета движется прямолинейно при отсутствии тяготения и сопротивления среды, имея стартовую массу 5 т. Определить в км/с относительную скорость отделяющихся частиц, если в момент времени, когда масса ракеты равна 3 т, ее скорость равна 600 м/с. Начальная скорость $v_0 = 0$. (1,18)

23.2.8

Определить в т начальную массу ракеты, если в момент выключения двигателя ее скорость равна 1200 м/с, а масса — 800 кг. Относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 900$ м/с. Начальная скорость равна нулю. Силы тяготения и сопротивления среды не учитывать. (3,04)

23.2.9

Ракета движется поступательно под действием только реактивной силы. Определить массу ракеты в момент времени, когда ее скорость равна 4200 м/с, если относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 1500$ м/с. Начальная масса ракеты равна $12 \cdot 10^3$ кг, а начальная скорость $v_0 = 0$. (730)

23.2.10

Ракета движется поступательно под действием только реактивной силы. Определить, во сколько раз уменьшилась масса ракеты в момент времени, когда ее скорость равна 2300 м/с, если относительная скорость отделяющихся частиц $v_r = 1800$ м/с. Начальная скорость ракеты $v_0 = 0$. (3,59)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Список обозначений	6
СТАТИКА	9
1. Система сходящихся сил	9
1.1. Сложение и разложение сходящихся сил в плоскости	13
1.2. Равновесие плоской системы сходящихся сил	18
1.3. Сложение и разложение сходящихся сил в пространстве	20
1.4. Равновесие пространственной системы сходящихся сил	22
2. Плоская система сил	22
2.1. Момент силы относительно точки. Момент пары сил	25
2.2. Главный вектор и главный момент плоской системы сил. Приведение к простейшему виду	29
2.3. Равновесие плоской системы параллельных сил	34
2.4. Равновесие произвольной плоской системы сил	44
2.5. Равновесие тела с учетом трения скольжения	45
2.6. Равновесие тела с учетом трения качения	49
3. Равновесие системы тел под действием плоской системы сил	49
3.1. Статическая определимость системы тел под действием плоской системы сил	51
3.2. Равновесие статически определимой системы тел под действием плоской системы сил	57
3.3. Равновесие плоских механизмов под действием плоской системы сил	59
4. Фермы	59
4.1. Статически определимые и статически неопределимые фермы. Ненагруженные стержни	61
4.2. Способ вырезания узлов	65
4.3. Способ сечений	68
5. Пространственная система сил	68
5.1. Момент силы относительно оси и точки	71
5.2. Пары сил, расположенные в пространстве	75
5.3. Главный момент произвольной пространственной системы сил	77
5.4. Приведение произвольной системы сил к данному центру и к простейшему виду	82
5.5. Равновесие пространственной системы параллельных сил	85
5.6. Равновесие произвольной пространственной системы сил	88
5.7. Равновесие системы тел под действием пространственной системы сил	91
6. Центр тяжести	91
6.1. Центр тяжести линии	94
6.2. Центр тяжести плоских фигур	96
6.3. Центр тяжести тел	96

КИНЕМАТИКА	100
7. Кинематика точки	100
7.1. Траектория и положение точки в прямоугольной системе координат	100
7.2. Скорость точки в прямоугольной системе координат	102
7.3. Постоянное ускорение точки в прямоугольной системе координат	104
7.4. Переменное ускорение точки в прямоугольной системе координат	106
7.5. Уравнение движения и скорость точки при естественном способе задания движения	110
7.6. Касательное ускорение точки	112
7.7. Нормальное ускорение точки	114
7.8. Ускорение точки при естественном способе задания движения	118
7.9. Задание движения точки в полярных координатах	122
8. Поступательное и вращательное движение	124
8.1. Поступательное движение твердого тела	124
8.2. Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение	127
8.3. Вращательное движение твердого тела. Скорость и ускорение точек тела	130
8.4. Преобразование поступательного и вращательного движения тела в механизмах	133
9. Плоскопараллельное движение твердого тела	136
9.1. Уравнения движения плоской фигуры	136
9.2. Угловая скорость плоской фигуры	138
9.3. Угловое ускорение плоской фигуры	140
9.4. Скорость точек плоской фигуры	142
9.5. Мгновенный центр скоростей	144
9.6. Определение скоростей с помощью мгновенного центра скоростей	146
9.7. Ускорения точек плоской фигуры	150
9.8. Мгновенный центр ускорений	155
10. Сферическое движение и общий случай движения твердого тела	157
10.1. Сферическое движение. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела	157
10.2. Скорости и ускорения точек твердого тела, имеющего одну неподвижную точку	160
10.3. Общий случай движения твердого тела	163
11. Сложное движение точки	165
11.1. Уравнения движения точки	165
11.2. Скорость точки	167
11.3. Ускорение точки при поступательном переносном движении	172
11.4. Определение ускорения Кориолиса	175
11.5. Определение ускорения точки	178
12. Сложное движение твердого тела	180
12.1. Сложение поступательных движений	180
12.2. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей	182
12.3. Сложение вращений вокруг параллельных осей	184
12.4. Общий случай сложения движений твердого тела	186
ДИНАМИКА	188
13. Динамика точки	188
13.1. Определение сил по заданному движению	188
13.2. Определение параметров прямолинейного движения по заданным силам	193
13.3. Определение параметров криволинейного движения по заданным силам	198

13.4.	Свободные незатухающие колебания	203
13.5.	Свободные затухающие колебания	208
13.6.	Вынужденные колебания	213
13.7.	Относительное движение	218
14.	Теоремы о движении центра масс и об изменении количества движения и кинетического момента	220
14.1.	Теорема о движении центра масс	220
14.2.	Импульс силы. Количество движения	224
14.3.	Теорема об изменении количества движения	230
14.4.	Моменты инерции	233
14.5.	Момент количества движения	238
14.6.	Теорема об изменении кинетического момента	242
15.	Теорема об изменении кинетической энергии	245
15.1.	Работа и мощность силы	245
15.2.	Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки	250
15.3.	Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и твердого тела при поступательном движении	252
15.4.	Кинетическая энергия твердого тела	255
15.5.	Кинетическая энергия механической системы	256
15.6.	Теорема об изменении кинетической энергии твердого тела	259
15.7.	Теорема об изменении кинетической энергии механической системы	261
16.	Динамика твердого тела	263
16.1.	Дифференциальные уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной оси	263
16.2.	Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела	270
16.3.	Элементарная теория гироскопа	273
17.	Принцип Даламбера	277
17.1.	Метод кинестатики для материальной точки	277
17.2.	Главный вектор и главный момент сил инерции	282
17.3.	Метод кинестатики для твердого тела и механической системы	286
17.4.	Определение динамических реакций подшипников	295
18.	Принцип возможных перемещений	300
18.1.	Связи и их уравнения. Число степеней свободы системы	300
18.2.	Возможные перемещения системы	303
18.3.	Принцип возможных перемещений	305
19.	Общее уравнение динамики	310
19.1.	Определение обобщенных сил инерции в системах с одной и двумя степенями свободы	310
19.2.	Применение общего уравнения динамики для описания движения системы тел	313
19.3.	Применение общего уравнения динамики для определения внешних воздействий и параметров механических систем	316
20.	Уравнение Лагранжа второго рода	321
20.1.	Обобщенные координаты	321
20.2.	Обобщенные силы систем с одной степенью свободы	323
20.3.	Обобщенные силы систем с несколькими степенями свободы	327
20.4.	Кинетический потенциал	330
20.5.	Уравнение Лагранжа второго рода для систем с одной степенью свободы	332
20.6.	Уравнение Лагранжа второго рода для систем с несколькими степенями свободы	335
21.	Малые колебания механических систем	339
21.1.	Колебания систем с одной степенью свободы	339
21.2.	Колебания систем с двумя степенями свободы	345

22. Теория удара	349
22.1. Действие ударной силы на материальную точку	349
22.2. Прямой центральный удар двух тел	352
22.3. Действие ударных сил на твердое тело, вращающееся вокруг неподвижной оси	354
22.4. Действие ударных сил на твердое тело, совершающее плоскопараллельное движение	356
23. Динамика точки переменной массы	359
23.1. Уравнение Мещерского	359
23.2. Формула Циолковского	363

Учебное издание

**Келе Олаф Эдуардович,
Виба Янис Алфредович,
Грапис Ояр Петрович и др.**

СБОРНИК КОРОТКИХ ЗАДАЧ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Заведующий редакцией *А.В. Дубровский*
 Редактор *Л.Н. Шатунова*
 Младший редактор *Т.Ф. Артюхина*
 Художники *В.Г. Пасичник, Т.А. Дурасова*
 Художественный редактор *Л.К. Громова*
 Технический редактор *Л.А. Муравьева*
 Корректор *Р.К. Косинова*
 Оператор *Г.А. Шестакова*

ИБ № 7964

Изд. № ОТ-661. Сдано в набор 21.02.89. Подп. в печать 21.07.89. Формат 60×88/16. Бум. офс. № 2. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Объем 22,54 усл. печ. л. 22,79 усл. кр.-отт. 24,39 уч.-изд. л. Тираж 75 000 экз. 2 зав. 35 001—75000. Зак. № 2415 Цена 85 коп.

Издательство "Высшая школа", 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Набрано на наборно-пишущих машинах издательства.

Отпечатано в Московской типографии № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129041, Москва, Б. Перяславская ул., 46.