

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Физика»

Л. А. Фишбейн
В. К. Першин

ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ

Динамика материальной точки

Екатеринбург
2011

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Физика»

Л. А. Фишбейн
В. К. Першин

ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ

Динамика материальной точки

Сборник задач
для студентов заочной формы обучения
и дистанционного образования

Екатеринбург
2011

УДК 531
Ф68

Фишбейн, Л. А.

Ф68 Избранные задачи механики. Динамика материальной точки: сб. задач / Л. А. Фишбейн, В. К. Першин. – Екатеринбург: УрГУПС, 2011. – 60 с.

Содержит детальный перечень заданий в тестовом виде, обеспечивающий проверку знаний и умений студента по разделу динамики материальной точки. Сборник соответствует программе курса физики для вузов.

УДК 531

Рекомендован к печати редакционно-издательским советом университета.

Авторы: В. К. Першин, завкафедрой «Физика», д-р физ.-мат. наук, УрГУПС

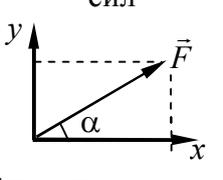
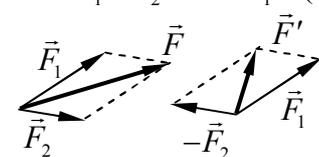
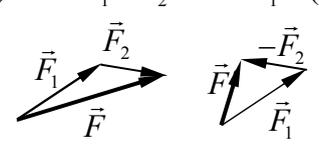
Л. А. Фишбейн, доцент кафедры «Физика», канд. физ.-мат. наук, УрГУПС

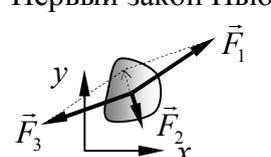
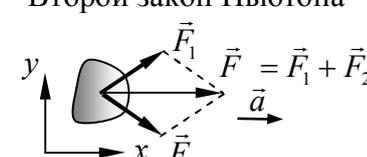
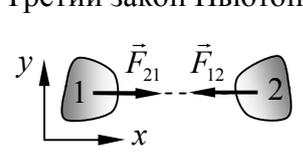
Рецензент: О. В. Трошин, доцент кафедры «Физика», канд. физ.-мат. наук, УрГУПС

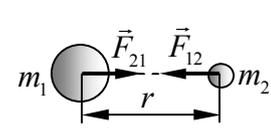
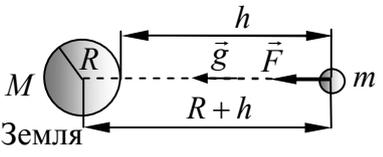
Оглавление

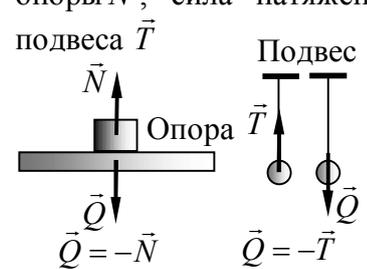
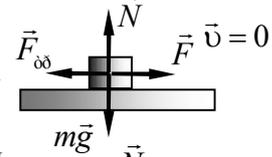
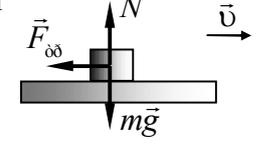
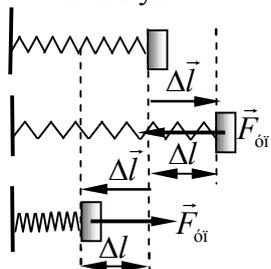
1. Список формул	4
2. Сложение, разложение и проектирование сил	6
3. Первый закон Ньютона	10
4. Второй закон Ньютона	12
5. Третий закон Ньютона	21
6. Виды сил	23
6.1. Гравитационная сила, сила тяжести	23
6.2. Вес тела, сила нормального давления	28
6.3. Силы трения	31
6.4. Сила упругости, реакции опоры и натяжения подвеса	34
7. Динамика прямолинейного движения	37
7.1. Одномерное движение по горизонтальной плоскости	37
7.2. Двумерное движение по горизонтальной плоскости	39
7.3. Вертикальное движение	42
7.4. Движение по наклонной плоскости	46
7.5. Движение тел на блоках и воротах	50
8. Динамика криволинейного движения	52

1. Список формул

Сложение и вычитание сил	Разложение силы по направлениям	Проектирование сил
$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ $\vec{F}' = \vec{F}_1 + (-\vec{F}_2)$ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ $\vec{F}' = \vec{F}_1 + (-\vec{F}_2)$	$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}$	
		$\begin{cases} F_x = F \cos \alpha \\ F_y = F \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha) = F \sin \alpha \end{cases}$
Правило параллелограмма	Правило треугольника	α и β – заданные направления

Первый закон Ньютона	Второй закон Ньютона	Третий закон Ньютона
 <p>В инерциальных системах отсчета $\vec{v} = \text{const}$ ($\vec{v} = 0$), если $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$</p>	 $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ $\begin{cases} ma_x = F_{1x} + F_{2x} \\ ma_y = F_{1y} + F_{2y} \end{cases}$	 $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \text{ или } \vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0$ $\begin{cases} F_{12} = F_{21} \\ \vec{F}_{12} \uparrow \downarrow \vec{F}_{21} \end{cases} \quad \begin{cases} F_{12x} = -F_{21x} \\ F_{12y} = -F_{21y} \end{cases}$

Гравитационная сила (тяготения)	Сила земного тяготения, сила тяжести
 $F_{12} = F_{21} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$ <p>(Взаимодействие материальных точек и сферически симметричных тел)</p>	 $F = \gamma \frac{mM}{(R+h)^2} = mg_h$ $g_h = \gamma \frac{M}{(R+h)^2}$ <p>(пренебрегая вращением Земли)</p> <p>Если $h \ll R$, то $F = \gamma \frac{mM}{R^2} = mg$ – сила тяжести. $g = \gamma \frac{M}{R^2}$ – ускорение свободного падения.</p>

Вес тела \vec{Q} , нормальная составляющая силы реакции опоры \vec{N} , сила натяжения подвеса \vec{T}	Сила трения	Сила упругости
 $\vec{Q} = -\vec{N}$ $\vec{Q} = -\vec{T}$	<p>покоя</p> $\vec{F}_{\text{тр}} = -\vec{F}, \quad \vec{F}_{\text{тр}} \vec{v} = 0$ $0 \leq F_{\text{тр}} \leq \mu N$  <p>скольжения</p> $\vec{F}_{\text{тр}} = \mu N, \quad \vec{F}_{\text{тр}} \uparrow \downarrow \vec{v}$  <p>μ – коэффициент трения</p>	<p>Закон Гука</p> $\vec{F}_{\text{уп}} = -k\Delta\vec{l}, \quad F_{\text{уп}} = k\Delta l$ 

Сила Архимеда V' – объем погр. части $F_A = \rho V'(g - a)$ \vec{F}_A $\vec{a} \downarrow$

$F_A = \rho V'g$ – приложена к центру масс погруженной части тела

Движение вместе с жидкостью $F_A = \rho V'(g + a)$ \vec{F}_A $\vec{a} \uparrow$

Силы при движении тела по наклонной плоскости и на блоках

$T_2 = T_3'; T_1 = T_3$

Условие равновесия материальной точки

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$

$\begin{cases} F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0, \\ F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0 \end{cases}$

Момент силы

$\begin{cases} M_1 = F_1 L_1 \\ M_2 = -F_2 L_2 \end{cases}$

Моменты определены относительно произвольной неподвижной точки O. L_1 и L_2 – плечи сил.

Условия равновесия твердого тела относительно произвольной неподвижной точки O

$\begin{cases} \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0, \\ M_1 + M_2 + M_3 = 0 \end{cases}$

Условие нахождения центра (т. С) тяжести (масс) тела

$M_1 + M_2 = 0$ или $m_1 g l_1 - m_2 g l_2 = 0$

M_1 и M_2 – моменты сил тяжести, определенные относительно точки C.

Центры тяжести (масс) симметричных тел

Условие нахождения центра (т. С) тяжести (масс) тел с вырезом

$m g l_2 - M g l_1 = 0$

Сообщающиеся сосуды

$P_{гидр} = \rho g h$

$P = P'$ или $\rho_1 g h_1 + P_{атм} = \rho g H + \rho_2 g h_2 + P_{атм}$

Гидравлический пресс

$S H = s h; \frac{F}{S} = \frac{f}{s}$

Плавание тел

$F_A = \rho V'g$

$F_A = mg$ – плавает,
 $F_A < mg$ – тонет,
 $F_A > mg$ – всплывает.

Всплывает (тонет) – тело ускоренно движется относительно жидкости

Полое тело

$m = \rho_\delta (V_T - V_0)$

2. Сложение, разложение и проектирование сил

1

Сила с математической точки зрения – это

- 1) скаляр 2) вектор 3) проекция 4) число

2

Проекция F_x силы на ось X определяется как (F – модуль вектора силы, α – угол между вектором силы и положительным направлением оси OX)

- 1) $F_x = F \cos \alpha$ 2) $F_x = F \sin \alpha$ 3) $F_x = F |\cos \alpha|$ 4) $F_x = F \operatorname{tg} \alpha$ 5) $F_x = F |\sin \alpha|$

3

Модуль F вектора силы связан с ее проекциями F_x , F_y и F_z следующим соотношением

- 1) $F = \sqrt{F_x^2 F_y^2 F_z^2}$ 2) $F = \sqrt{F_x^4 + F_y^4 + F_z^4}$ 3) $F = \sqrt{F_x^2 - F_y^2 - F_z^2}$
4) $F = \sqrt{F_x + F_y + F_z}$ 5) $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$

4

Если сила $F_1 = 3$ Н, сила $F_2 = 4$ Н и они направлены под прямым углом друг к другу, то их равнодействующая сила F равна

- 1) 7 Н 2) 5 Н 3) 4 Н 4) 8 Н 5) 9 Н

5

Если сила $F_1 = 4$ Н и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к силе F_2 , а их равнодействующая сила $F = 10$ Н, то сила F_2 равна

- 1) 7,4 Н 2) 9,6 Н 3) 8,6 Н 4) 2,5 Н 5) 3,6 Н

6

Если сила $F = 20$ Н, а составляющие ее силы F_1 и F_2 направлены к ней с разных сторон под углами $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 30^\circ$ соответственно, то F_1 и F_2 равны

- 1) 10 Н; 17,3 Н 2) -10 Н; 17,3 Н 3) 17,3 Н; 10 Н
4) 17,3 Н; -10 Н 5) -17,3 Н; 10 Н

7

Если сила $F_1 = 3$ Н, сила $F_2 = 4$ Н и они направлены под углом $\alpha = 30^\circ$ друг к другу, то результирующая сила F равна

- 1) 5 Н 2) 6,8 Н 3) 7 Н 4) 8 Н 5) 9,2 Н

8

Если сила $F = 10$ Н и направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к оси OX , то ее проекции F_x и F_y равны

- 1) 5 Н; 8,7 Н 2) -5 Н; 8,7 Н 3) 8,7 Н; -5 Н
4) 8,7 Н; 5 Н 5) -8,7 Н; 5 Н

9

Если проекция $F_x = -15$ Н силы $F = 40$ Н, то проекция F_y этой силы равна

- 1) $\pm 25,3$ Н 2) $\pm 37,1$ Н 3) $\pm 42,7$ Н
 4) ± 25 Н 5) ± 55 Н

10

Если проекции $F_x = 10$ Н и $F_y = 20$ Н, то сила F равна

- 1) 40 Н 2) 30 Н 3) 22,4 Н 4) 10,1 Н 5) 8,3 Н

11

Если проекции $F_x = 10$ Н и $F_y = 20$ Н, то угол α между силой F и осью OX равен

- 1) $63,4^\circ$ 2) $53,4^\circ$ 3) 30° 4) 60° 5) $42,6^\circ$

12

Если сила $F_1 = 6$ Н, сила $F_2 = 5$ Н, то интервал возможных значений модуля суммы этих сил равен

- 1) 11 Н 2) 1–11 Н 3) 7,8–11 Н 4) 0–6 Н 5) 5–6 Н

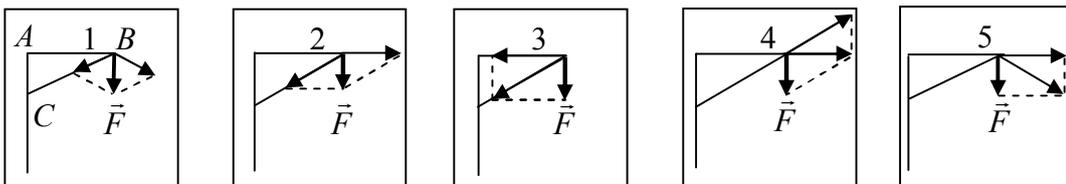
13

Если сила $F_1 = 5$ Н, сила $F_2 = 4$ Н, то интервал возможных значений модуля разности этих сил равен

- 1) 1 Н 2) 1–11 Н 3) 7,8–9 Н 4) 1–9 Н 5) 4–5 Н

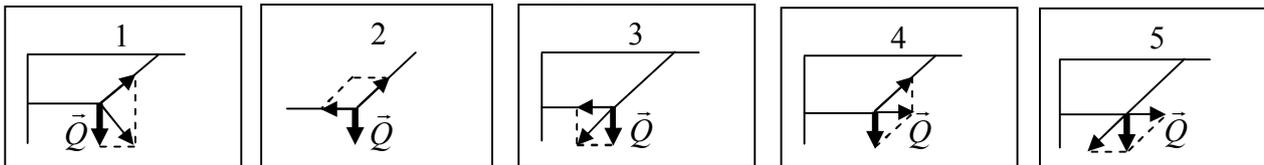
14

Если к кронштейну ABC приложена сила \vec{F} , то правильное разложение силы по направляющим AB и BC изображено на рисунке номер



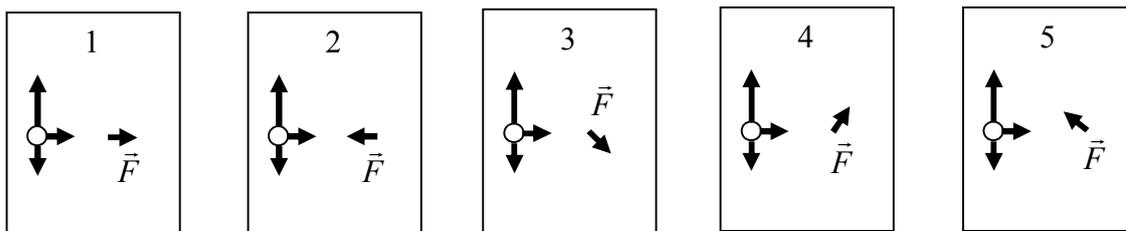
15

Если к точке соединения нитей подвешен груз, то номер рисунка с правильным разложением силы веса груза \vec{Q} вдоль нитей равен



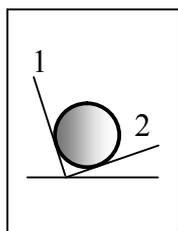
16

Если к материальной точке приложены три силы, как показано на рисунках слева, то номер рисунка, на котором указано правильное направление равнодействующей этих сил \vec{F} , равен



17

Если шар массой $m = 2$ кг лежит на двух гладких плоскостях, образующих с горизонтом углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 30^\circ$, то силы нормального давления шара Q_1 и Q_2 на первую и вторую плоскости равны (трением пренебречь)



- 1) 10 Н; 17,3 Н
4) 17,3 Н; 14,1 Н

- 2) 17,3 Н; 10 Н
5) 14,1 Н; 10 Н

- 3) 10 Н; 10 Н

18

Если два человека тянут динамометр в противоположные стороны каждый с силой 2 Н, то показание динамометра равно

- 1) 0 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 1 Н 5) любое значение

19

По горизонтальной поверхности движется тело. На него действуют силы тяжести $P = 8$ Н, реакции опоры $N = 8$ Н, трения $F_{\text{тр}} = 0,4$ Н и тяги $F_{\text{Т}} = 4$ Н, направленные горизонтально. Найти модуль и направление минимальной добавочной силы, которая обеспечит движение тела без ускорения.

$$F = F_{\text{Т}} - F_{\text{тр}} = 3,6 \text{ Н}, \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{F}_{\text{тр}}$$

20

На парашютиста массой $M = 70$ кг в начале прыжка действует сила тяжести, сила сопротивления воздуха F_c , проекции которой на оси координат OX (горизонтальная) и OY (вертикальная вверх) равны $F_{cx} = 300$ Н и $F_{cy} = 500$ Н, и вес парашюта массой $m = 10$ кг. Найти модуль F равнодействующей всех сил, действующих на парашютиста, и угол α между ее направлением и осью OX .

$$F = \sqrt{[(M + m)g - F_{cy}]^2 + F_{cx}^2} = 424,3 \text{ Н}$$

$$\alpha = \text{arcctg} \frac{(M + m)g - F_{cy}}{F_{cx}} = \frac{\pi}{4} \text{ (вниз)}$$

21

На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 550 кН и подъемная сила $F_{\text{под}} = 555$ кН, а в горизонтальном направлении – сила тяги $F_{\text{т}} = 162$ кН и сила сопротивления воздуха $F_{\text{с}} = 150$ кН. Найти модуль F равнодействующей всех сил и угол α между ее направлением и осью OX . (Направление оси OX совпадает с направлением силы тяги.)

$$F = \sqrt{(F_{\text{иä}} - mg)^2 + (F_{\text{о}} - F_{\text{с}})^2} = 13 \text{ кН}; \quad \alpha = \text{arcctg} \frac{F_{\text{иä}} - mg}{F_{\text{о}} - F_{\text{с}}} = 22,6^\circ \text{ вверх.}$$

22

Канат, к которому привязан аэростат массой $m = 500$ кг, образует с поверхностью Земли угол $\alpha = 60^\circ$. Определить силу натяжения $F_{\text{н}}$, силу Архимеда $F_{\text{А}}$ и силу ветра $F_{\text{в}}$, действующую на аэростат в горизонтальном направлении, если модуль суммы силы Архимеда и силы тяжести $F = 8700$ Н.

$$F_{\text{н}} = \frac{F}{\sin \alpha} = 10^4 \text{ Н}; \quad F_{\text{А}} = 3,7 \cdot 10^3 \text{ Н}; \quad F_{\text{в}} = F \text{ctg} \alpha = 5 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

23

Одинаковые по модулю силы $F_1 = F_2 = 5$ Н приложены к некоторой материальной точке под углом $\alpha = 90^\circ$ друг к другу. Найти угол β между силами дополнительной пары сил, приложенных к этой материальной точке, если они равны по модулю $F_3 = F_4 = 4$ Н и материальная точка находится в равновесии.

$$\beta = 2 \arccos \left(\frac{F_3}{F_4} \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 55,8^\circ.$$

24

Найти модуль равнодействующей F трех сил $F_1 = 2$ Н, $F_2 = 3$ Н и $F_3 = 4$ Н, лежащих в одной плоскости и повернутых друг относительно друга на угол $\alpha = 120^\circ$.

$$F = \sqrt{(F_3 - F_1)^2 + (F_2 - F_1)^2 + 2(F_3 - F_1)(F_2 - F_1) \cos(\pi - \alpha)} = 2,6 \text{ Н.}$$

25

Силу $F = 10$ Н, составляющую угол $\alpha = 30^\circ$ с осью OX , представить в виде разложения по осям этой системы координат и системы $X'OY'$, повернутой относительно начала первой системы в плоскости XOY против часовой стрелки на угол $\beta = 30^\circ$. Найти проекции силы F_x, F_y, F'_x и F'_y в обеих системах координат.

$$F_x = F \cos \alpha = 8,7 \text{ Н}, \quad F_y = F \sin \alpha = 5 \text{ Н}, \\ F'_x = F \cos(\beta - \alpha) = 8,7 \text{ Н}, \quad F'_y = F \cos \left(\frac{\pi}{2} + \beta - \alpha \right) = -F \sin(\beta - \alpha) = -5 \text{ Н.}$$

3. Первый закон Ньютона

1

О существовании каких систем отсчета говорится в первом законе Ньютона

- 1) замкнутых
- 2) инерциальных
- 3) декартовых
- 4) консервативных
- 5) криволинейных

2

Если равнодействующая всех сил, приложенных к телу, в инерциальной системе отсчета (ИСО) равна нулю, то траектория движения тела в ИСО

- 1) окружность
- 2) парабола
- 3) прямая
- 4) гипербола
- 5) эллипс

3

Если самолет летит по прямой под некоторым углом к поверхности Земли с постоянной скоростью, то в ИСО, связанной с Землей,

- 1) на самолет не действует сила тяжести
- 2) сумма всех сил, действующих на самолет, равна нулю
- 3) на самолет не действуют никакие силы
- 4) сила тяжести равна силе Архимеда, действующей на самолет со стороны воздуха
- 5) сила тяги двигателей самолета равна его силе тяжести за вычетом силы трения

4

Если парашютист спускается вертикально вниз с постоянной скоростью, то в ИСО, связанной с Землей,

- 1) вес парашютиста равен нулю
- 2) сила тяжести, действующая на парашютиста, равна нулю
- 3) сумма всех сил, приложенных к парашютисту, равна нулю
- 4) сумма всех сил, действующих на парашютиста, постоянна и не равна нулю
- 5) вес парашютиста направлен в сторону, обратную направлению силы тяжести

5

Если автомобиль движется равномерно и прямолинейно по шоссе с выключенными двигателями, то в ИСО, связанной с Землей,

- 1) вес автомобиля равен нулю
- 2) сила тяжести автомобиля равна нулю
- 3) сила трения колес автомобиля о шоссе равна нулю
- 4) нормальная составляющая силы реакции опоры равна нулю
- 5) скорость автомобиля равна нулю

6

Система отсчета, связанная с самолетом, является инерциальной, если относительно Земли самолет движется

- 1) ускоренно в горизонтальном направлении

- 2) ускоренно в вертикальном направлении
- 3) равномерно под произвольным углом к горизонту
- 4) равномерно по окружности
- 5) ускоренно под углом к горизонту

7

Если тело брошено под углом к горизонту в поле тяжести Земли, то в ИСО, связанной с Землей (силой трения о воздух пренебречь)

- 1) равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна нулю
- 2) сила тяжести равна нулю
- 3) проекция равнодействующей силы на вертикальное направление равна нулю
- 4) проекция равнодействующей силы на горизонтальное направление равна нулю
- 5) вес тела равен силе тяжести

8

Равнодействующая всех сил, приложенных к шару на негладком столе в ИСО, связанной с Землей, равна нулю, если

- 1) шар лежит (не движется) на столе
- 2) шар неравномерно катится по столу
- 3) шар падает со стола
- 4) шар скачет по столу
- 5) шар неравномерно скользит по столу

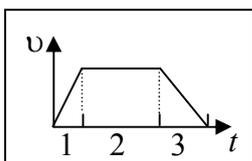
9

Система отсчета, связанная с лифтом, не является ИСО, если лифт относительно Земли

- 1) движется равномерно вверх
- 2) падает свободно вниз
- 3) движется равномерно вниз
- 4) движется равномерно по горизонтали
- 5) покоится

10

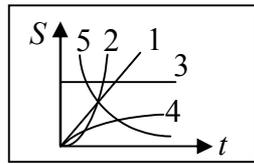
Номер промежутков времени, в течение которого при прямолинейном движении все силы, приложенные к телу постоянной массы, уравновешены, равен



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1 и 2
- 5) все промежутки

11

Номер правильной зависимости пути S от времени t , соответствующей прямолинейному движению тела постоянной массы, если все силы, приложенные к телу, уравновешены, равен



- 1) $S \sim t$ 2) $S \sim t^2$ 3) $S \sim \text{const}$ 4) $S \sim t^{1/2}$ 5) $S \sim t^{-1}$

12

По первому закону Ньютона следует, что

- 1) во всех системах отсчета при движении на тело не оказывается никакого воздействия
- 2) в некоторых системах отсчета, если на тело не оказывается воздействие, то тело или покоится или движется равномерно и прямолинейно
- 3) во всех системах отсчета тело движется только тогда, когда на него оказывается воздействие
- 4) во всех системах отсчета, если на тело не оказывается воздействие, то оно или покоится, или движется равномерно и прямолинейно
- 5) не существует систем отсчета, в которых, если на тело не оказывается воздействие, то оно или покоится, или движется равномерно и прямолинейно

13

Какая характеристика движения тела в общем случае не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой?

- 1) скорость 2) ускорение 3) импульс
4) перемещение 5) кинетическая энергия

4. Второй закон Ньютона

Одна сила

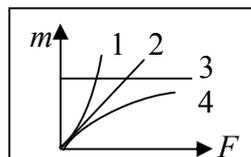
1

Второй закон Ньютона – это

- 1) $\vec{F} = \frac{\vec{a}}{m}$ 2) $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ 3) $m = \frac{\vec{F}}{\vec{a}}$ 4) $\vec{a} = m\vec{F}$ 5) $m = \vec{a}\vec{F}$

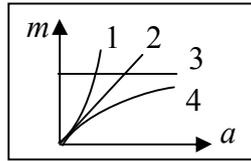
2

Номер правильной зависимости массы m тела от модуля F силы, приложенной к телу, если справедлив второй закон Ньютона, равен



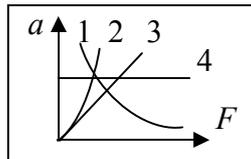
3

Номер правильной зависимости массы m тела от ускорения a , возникающего при прикладывании к телу силы F , если справедлив второй закон Ньютона, равен



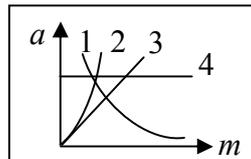
4

Номер правильной зависимости ускорения a тела от модуля F силы, приложенной к телу, если справедлив второй закон Ньютона, равен



5

Номер правильной зависимости ускорения a тела, возникающей под действием приложенной силы, от его массы m , если справедлив второй закон Ньютона, равен



6

Если скорость тела массой 5 кг в системе СИ меняется по закону $v = 5 - 3t$, то на тело действует результирующая сила, равная

- 1) 15 Н 2) 25 Н 3) 7,5 Н 4) 5 Н 5) 30 Н

7

Если путь тела массой 10 кг в системе СИ меняется по закону $S = 12t + 8t^2$, то на тело действует результирующая сила, равная

- 1) 320 Н 2) 160 Н 3) 120 Н 4) 60 Н 5) 30 Н

8

Если на движущийся локомотив массой 10 т в горизонтальном направлении действует только сила торможения 10 кН, то ускорение локомотива равно

- 1) 10 м/с² 2) 0,1 м/с² 3) 1 м/с² 4) 100 м/с² 5) 0,01 м/с²

9

Если автомобиль под действием результирующей горизонтальной силы 15 кН движется с постоянным ускорением 20 м/с², то масса автомобиля равна

- 1) 750 кг 2) 3000 кг 3) 75 кг 4) 7500 кг 5) 300 кг

10

Если за время 20 с импульс ракеты, летящей прямолинейно, увеличился на $10\,000\text{ кг} \cdot \text{м/с}$, то средняя равнодействующая сила, действующая на ракету, равна

- 1) 2000 Н 2) 5000 Н 3) 200 Н 4) 500 Н 5) 50 Н

11

Если первое тело массой 10 кг под действием некоторой силы получило ускорение 10 м/с^2 , то ускорение второго тела массой 20 кг под действием той же силы равно

- 1) 50 м/с^2 2) $0,5\text{ м/с}^2$ 3) 20 м/с^2 4) 5 м/с^2 5) 2 м/с^2

12

Если тело под действием силы 100 Н получило ускорение 10 м/с^2 , то под действием силы 200 Н это тело получит ускорение, равное

- 1) 20 м/с^2 2) 5 м/с^2 3) 200 м/с^2 4) 50 м/с^2 5) 2 м/с^2

13

Порожний автомобиль массой 4 т под действием некоторой силы тяги начинает движение с ускорением $0,3\text{ м/с}^2$. Если при той же силе тяги этот автомобиль трогается с места с ускорением $0,2\text{ м/с}^2$, то масса груза, загруженного на автомобиль, равна (силой трения пренебречь)

- 1) 200 кг 2) 2000 кг 3) 8000 кг 4) 4000 кг 5) 20 кг

14

Автомобиль с грузом массой 0,5 т начинает движение с ускорением $0,2\text{ м/с}^2$. Если этот же автомобиль, но без груза при той же силе тяги трогается с места с ускорением $0,3\text{ м/с}^2$, то масса автомобиля равна (силой трения пренебречь)

- 1) 1500 кг 2) 2000 кг 3) 100 кг 4) 4000 кг 5) 1000 кг

15

Если реактивный самолет имеет массу 5,1 т, то при постоянной силе тяги двигателей 102 кН через 20 с от начала горизонтального движения его скорость равна (силой трения пренебречь)

- 1) 400 м/с 2) 200 м/с 3) 100 м/с 4) 50 м/с 5) 10 м/с

16

Масса легкового автомобиля 2 т, а грузового 8 т. Если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем сила тяги легкового, то отношение ускорений этих автомобилей равно (силой трения пренебречь)

- 1) 0,5 2) 4 3) 8 4) 2 5) 1

23

Если сила F сообщает телу массой m_1 ускорение a_1 , а телу массой m_2 ускорение a_2 , то эта сила сможет сообщить ускорение $a_1 + a_2$ телу массой

- 1) $m_1 + m_2$ 2) $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ 3) $2(m_1 + m_2)$ 4) $\frac{m_1 + m_2}{2}$ 5) $\sqrt{m_1 m_2}$

24

Если тело движется прямолинейно и его координата пропорциональна кубу времени, то ускорение пропорционально

- 1) $\sim t^3$ 2) $\sim t^2$ 3) $\sim t$ 4) $\sim t^{-1}$ 5) $\sim \text{const}$

Несколько сил

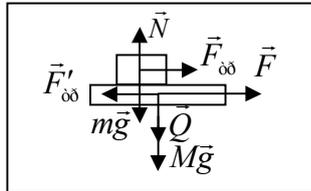
25

Если \vec{F}_1, \vec{F}_2 и \vec{F}_3 – силы, приложенные к материальной точке, то равнодействующая сила \vec{F} в общем случае равна

- 1) $F = F_1 + F_2 + F_3$ 2) $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ 3) $\vec{F} = \sqrt{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3}$
 4) $F = \sqrt{F_1 + F_2 + F_3}$ 5) $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}$

26

Если m – масса тела, а M – масса стола, то равнодействующая сила, действующая на тело, является суммой всех перечисленных ниже сил (\vec{Q} – вес тела, \vec{N} – нормальная составляющая силы реакции стола, $\vec{F}_{\text{тр}}$ и $\vec{F}'_{\text{тр}}$ – силы трения между телом и столом)



- 1) $\vec{Q}, \vec{F}'_{\delta\delta}, M\vec{g}, \vec{N}, \vec{F}_{\delta\delta}, m\vec{g}, \vec{F}$ 2) $\vec{Q}, \vec{F}'_{\delta\delta}, M\vec{g}, \vec{F}$ 3) $\vec{Q}, \vec{F}_{\delta\delta}, m\vec{g}, M\vec{g}$
 4) $\vec{F}'_{\delta\delta}, \vec{N}, \vec{F}$ 5) $\vec{N}, \vec{F}_{\delta\delta}, m\vec{g}$

27

Если тело, висящее на пружине, колеблется в вертикальной плоскости, то вектор ускорения тела в момент прохождения им положения равновесия направлен

- 1) вертикально вверх
 2) вертикально вниз
 3) по направлению вектора скорости
 4) против направления вектора скорости
 5) нет направления, так как вектор равен нулю

28

Если тело, являющееся частью горизонтального пружинного маятника, движется по негладкому столу, то вектор ускорения тела в момент прохождения им положения, в котором пружина не деформирована, направлен

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) по направлению вектора скорости
- 4) против направления вектора скорости
- 5) нет направления, так как вектор равен нулю

29

Если средняя сила сопротивления воздуха $0,3 \text{ Н}$ действует на падающее вниз тело массой 200 г , то его ускорение равно

- | | | |
|------------------------|----------------------|------------------------|
| 1) $9,5 \text{ м/с}^2$ | 2) 9 м/с^2 | 3) $8,5 \text{ м/с}^2$ |
| | 4) 8 м/с^2 | 5) $7,5 \text{ м/с}^2$ |

30

Если космическая ракета, имеющая массу 10 т , движется вертикально вверх с ускорением $8g$, то сила тяги ракеты F равна

- | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1) 80 кН | 2) 90 кН | 3) 100 кН | 4) 110 кН | 5) 120 кН |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|

31

Если тело массой $4,72 \text{ кг}$ движется по горизонтальной поверхности под действием силы 12 Н и противоположно направленной силы трения $0,8 \text{ Н}$, то ускорение тела равно

- | | | | | |
|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| 1) 8 м/с^2 | 2) 4 м/с^2 | 3) $2,5 \text{ м/с}^2$ | 4) 6 м/с^2 | 5) 7 м/с^2 |
|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|

32

Если тело движется по горизонтальной поверхности под действием силы 12 Н и противоположно направленной силы трения 2 Н с ускорением 10 м/с^2 , то масса тела равна

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1) $1,2 \text{ кг}$ | 2) $1,1 \text{ кг}$ | 3) 1 кг | 4) $1,4 \text{ кг}$ | 5) $0,2 \text{ кг}$ |
|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|

33

Если тело массой 10 кг движется по горизонтальной поверхности под действием некоторой горизонтальной силы и противоположно направленной силы трения, равной 1 Н , с ускорением 5 м/с^2 , то модуль горизонтальной силы равен

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1) 51 Н | 2) 49 Н | 3) 50 Н | 4) 102 кН | 5) 100 кН |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|

34

Аэростат массой 250 кг опускается с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Если при сбрасывании балласта аэростат стал двигаться вверх с тем же по модулю ускорением, то масса балласта равна (сопротивлением воздуха пренебречь, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1) $1,2 \text{ кг}$ | 2) $3,4 \text{ кг}$ | 3) 15 кг | 4) 8 кг | 5) 10 кг |
|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|

35

Аэростат массы 250 кг опускается с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. Если за борт сбрасывается балласт массой 10 кг, то направление и модуль ускорения аэростата равны (сопротивлением воздуха пренебречь, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

- 1) $9,8 \text{ м/с}^2$, вниз 2) $19,9 \text{ м/с}^2$, вниз 3) $19,9 \text{ м/с}^2$, вверх
 4) $0,3 \text{ м/с}^2$, вниз 5) $0,3 \text{ м/с}^2$, вверх

36

Аэростат массой 250 кг опускается с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Если после сбрасывания балласта аэростат стал двигаться равномерно, то масса балласта равна (сопротивлением воздуха пренебречь, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

- 1) 1,2 кг 2) 9,8 кг 3) 125,0 кг 4) 250,0 кг 5) 51,0 кг

37

Если на движущийся автомобиль массой 1 т в горизонтальном направлении действуют сила тяги 1250 Н, сила трения 600 Н и сила сопротивления воздуха 450 Н, то его ускорение равно

- 1) $2,3 \text{ м/с}^2$ 2) $1,4 \text{ м/с}^2$ 3) $1,25 \text{ м/с}^2$ 4) $1,1 \text{ м/с}^2$ 5) $0,2 \text{ м/с}^2$

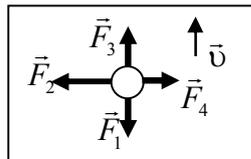
38

Катер буксирует три баржи, расположенные одна за другой. Если сила сопротивления воды для катера и барж – 11 кН, 9 кН, 7 кН и 6 кН, катер и баржи движутся равномерно, то сила тяги двигателя катера равна

- 1) 22 кН 2) 33 кН 3) 27 кН 4) 26 кН 5) 22 кН

39

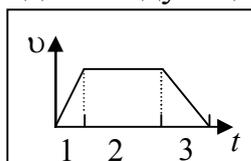
Если на тело действуют силы так, как показано на рисунке ($F_1 = F_3$, $\vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{F}_3$), а скорость его в данный момент направлена вверх, то ускорение тела направлено



- 1) вниз 2) вверх 3) влево 4) вправо 5) зависит от массы тела

40

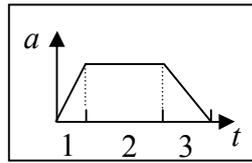
Если при прямолинейном движении сумма всех сил, приложенных к телу, постоянна, то это имеет место для следующих промежутков времени



- 1) 1 и 2 2) 2 и 3 3) 2 4) 1 и 3 5) все промежутки

41

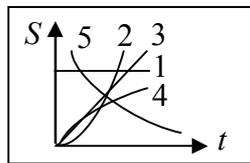
Если при прямолинейном движении сумма всех сил, приложенных к телу, постоянна, то это имеет место для следующих промежутков времени:



- 1) 1 и 2 2) 2 и 3 3) 2 4) 1 и 3 5) все промежутки

42

Если тело постоянной массы начинает двигаться прямолинейно под действием постоянной силы, то номер соответствующей зависимости пути S от времени t равен



- 1) $\sim \text{const}$ 2) $\sim t^2$ 3) $\sim t$ 4) $\sim t^{1/2}$ 5) $\sim t^{-1}$

43

Если тело брошено вертикально вверх и на него действуют сила тяжести и сила трения (против направления движения), то в верхней точке траектории ускорение тела a

- 1) $a = g$ 2) $a > g$ 3) $a < g$ 4) $a = 0$ 5) $a = -g$

44

Если тело брошено под углом к горизонту и на него действуют сила тяжести и сила трения (против направления движения), то в верхней точке траектории ускорение тела a

- 1) $a = g$ 2) $a > g$ 3) $a < g$ 4) $a = 0$ 5) $a = -g$

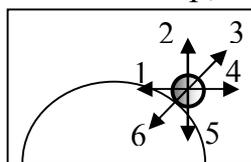
45

Если тело брошено с башни вертикально вниз с некоторой скоростью и на него действуют сила тяжести и сила трения (против направления движения), то в любой точке траектории ускорение тела a

- 1) $a = g$ 2) $a > g$ 3) $a < g$ 4) $a = 0$ 5) $a = -g$

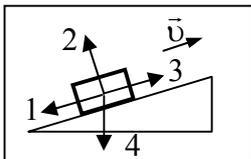
46

Если шар скатывается с гладкой полусферы, то в момент отрыва от нее результирующая сила, действующая на шар, направлена



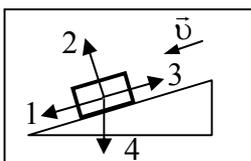
47

Если тело после толчка движется вверх по наклонной плоскости, то результирующая сила направлена



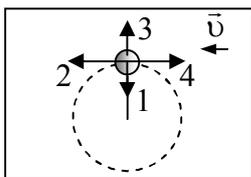
48

Если тело соскальзывает с наклонной плоскости, то результирующая сила направлена



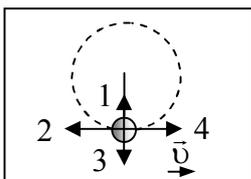
49

Если тело на нити движется по окружности с постоянной скоростью в вертикальной плоскости, то результирующая сила в верхней точке направлена



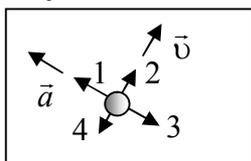
50

Если тело на нити движется по окружности с постоянной скоростью в вертикальной плоскости, то результирующая сила в нижней точке направлена



51

Если ускорение тела и скорость направлены так, как показано на рисунке, то результирующая сила, действующая на тело, направлена



52

Направление движения – это направление

- 1) ускорения тела
- 2) результирующей силы, действующей на тело
- 3) силы тяжести, действующей на тело

- 4) силы тяги
- 5) скорости тела

53

Какие из пар величин всегда совпадают по направлению?

- 1) результирующая сила и скорость
- 2) результирующая сила и момент силы
- 3) результирующая сила и перемещение
- 4) результирующая сила и импульс
- 5) результирующая сила и ускорение

54

По второму закону Ньютона следует, что в общем случае

- 1) сила – причина возникновения движения (скорости) тела
- 2) сила – причина изменения движения (скорости) тела
- 3) тело движется только тогда, когда на него действует сила
- 4) направление движения (скорости) совпадает с направлением силы
- 5) направление ускорения определяется направлением движения (скорости)

5. Третий закон Ньютона

1

Если \vec{F}_{12} и \vec{F}_{21} – силы взаимодействия между телами 1 и 2, то по третьему закону Ньютона следует, что

- | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1) $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ | 2) $\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21}$ | 3) $F_{12} = -F_{21}$ |
| 4) $F_{12} = -\sqrt{F_{21}^2}$ | 5) $\vec{F}_{12} - \vec{F}_{21} = 0$ | |

2

Если \vec{F}_{12} и \vec{F}_{21} – силы взаимодействия между телами 1 и 2 и по третьему закону Ньютона $\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0$, то из этого закона не следует, что

- 1) тела находятся в равновесии
- 2) на тела действуют одинаковые по модулю силы
- 3) силы, действующие на тела, направлены в противоположные стороны
- 4) силы, действующие на тела, направлены вдоль одной прямой

3

Если силы \vec{F}_{12} и \vec{F}_{21} действуют в плоскости и связаны третьим законом Ньютона, то

- | | |
|---|--|
| 1) $F_{12x} = -F_{21x}, F_{12y} = -F_{21y}$ | 2) $F_{12x} = F_{21x}, F_{12y} = -F_{21y}$ |
| 3) $F_{12x} = -F_{21x}, F_{12y} = F_{21y}$ | 4) $F_{12x} = F_{21x}, F_{12y} = F_{21y}$ |
| 5) $F_{12x} = F_{21y}, F_{12y} = F_{21x}$ | |

4

Между Землей и Солнцем действуют гравитационные силы. Если F_1 – сила, с которой Земля притягивает Солнце, а F_2 – сила, с которой Солнце притягивает Землю, то между этими силами имеется следующее соотношение (масса Солнца много больше массы Земли)

- 1) $F_1 = F_2$ 2) $F_1 > F_2$ 3) $F_1 < F_2$ 4) $F_1 \gg F_2$ 5) $F_1 \ll F_2$

5

Тело лежит на столе. Если со стороны центра Земли на него действует сила тяжести, а со стороны стола – нормальная составляющая силы реакции опоры, то соответствующая силе тяжести по третьему закону Ньютона сила – это

- 1) вес тела
- 2) сила трения
- 3) сила притяжения, действующая на Землю со стороны тела
- 4) нормальная составляющая силы реакции опоры
- 5) равнодействующая сил тяжести и нормальной составляющей силы реакции опоры

6

Тело лежит на столе. Если со стороны центра Земли на него действует сила тяжести, а со стороны стола – нормальная составляющая силы реакции опоры, то соответствующая нормальной составляющей силы реакции опоры по третьему закону Ньютона сила – это

- 1) вес тела
- 2) сила трения
- 3) сила притяжения, действующая на центр Земли со стороны тела
- 4) сила тяжести
- 5) равнодействующая сил тяжести и нормальной составляющей силы реакции опоры

7

Если тело движется с ускорением по негладкой поверхности, то

- 1) модуль силы трения поверхности о тело больше модуля силы трения тела о поверхность
- 2) модуль силы трения поверхности о тело меньше модуля силы трения тела о поверхность
- 3) модуль силы трения поверхности о тело равен модулю силы трения тела о поверхность
- 4) сила трения поверхности о тело есть, а силы трения тела о поверхность нет
- 5) сила трения тела о поверхность есть, а силы трения поверхности о тело нет

8

Если сила, с которой первое тело действует на второе, имеет электромагнитную природу, то природа силы, с которой второе тело действует на первое, может быть

- 1) любой 2) гравитационной 3) сильной 4) электромагнитной 5) слабой

9

Если проекции силы, с которой первое тело действует на второе, на оси OX и OY равны 10 Н и -14 Н, то проекции на эти же оси силы, с которой второе тело действует на первое, равны

- 1) 10 Н; -14 Н 2) -10 Н; 14 Н 3) 10 Н; 14 Н
4) -10 Н; -14 Н 5) любые значения

10

По третьему закону Ньютона следует, что в классической механике всегда

- 1) векторная сумма сил, действующих между телами, равна нулю
2) векторная сумма сил, действующих на тело, равна нулю
3) на взаимодействующие тела действуют одинаковые силы
4) если тела имеют разную массу, то силы, действующие между телами, разные
5) если тела покоятся, то векторная сумма сил, действующих между телами, равна нулю, а если движутся – то не равна нулю

6. Виды сил

6.1. Гравитационная сила, сила тяжести

1

Гравитационная сила, действующая между находящимися на расстоянии R друг от друга материальными точками массами m и M

- 1) обратно пропорциональна m и M и прямо пропорциональна R^2
2) прямо пропорциональна m и M и обратно пропорциональна R
3) прямо пропорциональна $m + M$ и обратно пропорциональна R^2
4) прямо пропорциональна m и M и обратно пропорциональна R^2
5) прямо пропорциональна m и M и прямо пропорциональна R^2

2

Выражение для гравитационной силы не справедливо, если взаимодействующие тела являются

- 1) материальными точками
2) не сферически симметричными объектами и не материальными точками
3) сферически симметричными телами
4) материальной точкой и сферически симметричным телом

3

Сила тяжести $m\vec{g}$ ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$), если не учитывать вращение Земли, – это гравитационная сила притяжения тела массы m к Земле в области пространства

- 1) примыкающей к ее поверхности с внешней стороны
- 2) на бесконечном удалении от Земли
- 3) примыкающей к ее центру
- 4) примыкающей к ее поверхности с внутренней стороны

4

Если g – ускорение свободного падения, то (γ – гравитационная постоянная, M – масса Земли, R – радиус Земли)

$$1) g = \gamma \frac{M}{R^2} \quad 2) g = \gamma \frac{M}{R} \quad 3) g = \gamma \frac{M^2}{R^2} \quad 4) g = \gamma \frac{M^2}{R} \quad 5) g = \gamma^2 \frac{M^2}{R^2}$$

5

Если два тела находятся на некотором расстоянии на поверхности Земли и эти же тела находятся на таком же расстоянии на поверхности Луны, то сила гравитационного притяжения между ними в первом случае

- 1) больше, чем сила гравитационного притяжения во втором случае
- 2) меньше, чем сила гравитационного притяжения во втором случае
- 3) равна силе гравитационного притяжения во втором случае
- 4) зависит от расстояния от Земли до Луны
- 5) зависит от расстояния от Земли до Солнца

6

Ускорение свободного падения тела вблизи поверхности Земли определяется только

- 1) радиусом Земли
- 2) радиусом и массой Земли
- 3) радиусом и массой Земли, гравитационной постоянной, массой тела
- 4) радиусом и массой Земли, массой тела
- 5) радиусом Земли, массой Земли, гравитационной постоянной

7

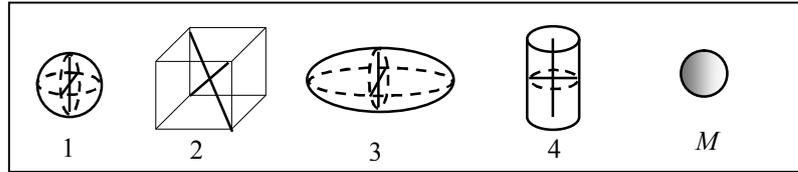
При погружении тела в воду его сила тяжести

- 1) не меняется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) уменьшается, если тело полое
- 5) увеличивается, если тело полое

8

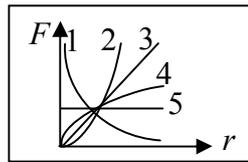
На рисунке показаны четыре симметричных тела одинаковой массы m . К какому из них шар массы M на расстоянии, сравнимом с размерами этих тел,

притягивается с силой $F = \gamma \frac{mM}{R^2}$ (γ – гравитационная постоянная, R – расстояние между центрами симметрии взаимодействующих тел)?



9

Какая из зависимостей силы F от расстояния r соответствует силе гравитационного притяжения



10

Если тело движется вверх с ускорением a , то его сила тяжести

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется
- 4) увеличивается, если $a > g$
- 5) уменьшается, если $a > g$

11

Если два однородных железных шара, соприкасаясь, притягиваются друг к другу с силой F , то при увеличении массы каждого из железных шаров в n раз сила гравитационного притяжения

- 1) увеличится в n раз
- 2) увеличится в n^2 раз
- 3) увеличится в $n^{4/3}$ раза
- 4) увеличится в $n^{3/4}$ раза
- 5) не изменится

12

Если между двумя деревянными шарами одинаковой массы поместить железный экран массой, равной двум массам шара, то отношение силы гравитационного притяжения шаров друг к другу с экраном и без экрана равно

- 1) 2
- 2) 1
- 3) 0,5
- 4) 4
- 5) 0,25

13

Если даны два одинаковых шара и первый шар плавает в жидкости, плотность которой в 2 раза больше плотности шара, а второй лежит на горизонтальной поверхности, то отношение сил тяжести первого и второго шара равно

- 1) 2
- 2) 0,5
- 3) 4
- 4) 0,25
- 5) 1

14

Если объем первого шара в два раза больше объема второго шара, а массы одинаковы, то отношение сил тяжести первого и второго шара равно

- 1) 8 2) 0,5 3) 4 4) 2 5) 1

15

Если два покоящихся у поверхности Земли электрона находятся на расстоянии 1 м друг от друга, то отношение модулей сил кулоновского отталкивания электронов, их гравитационного притяжения и притяжения каждого из электронов к Земле равно ($m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{12}$ Ф/м, $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м²/кг²)

- 1) $1 : 2,4 \cdot 10^{-43} : 4,0 \cdot 10^{-2}$ 2) $1 : 4,0 \cdot 10^{-2} : 2,4 \cdot 10^{-43}$ 3) $1 : 6,0 \cdot 10^{-2} : 4,0 \cdot 10^{-45}$
4) $1 : 4,0 \cdot 10^{-25} : 6,0 \cdot 10^{-2}$ 5) $1 : 4,0 \cdot 10^{-45} : 6,0 \cdot 10^{-1}$

16

Если на поверхности Земли на тело действует сила тяжести 50 Н, то масса тела m равна

- 1) 7 кг 2) 6 кг 3) 5 кг 4) 4 кг 5) 3 кг

17

Масса некоторой планеты в 4 раза больше массы Земли. Если ускорение свободного падения на ее поверхности такое же, как на Земле, то радиус этой планеты равен

- 1) 12 000 км 2) 12 200 км 3) 12 400 км 4) 12 600 км 5) 12 800 км

18

Если однородный брусок имеет плотность 8,9 г/см³ и размеры $5 \times 4 \times 3$ см, то действующая на него сила тяжести у поверхности Земли равна

- 1) 4,38 Н 2) 5,34 Н 3) 5,70 Н 4) 5,0 Н 5) 4,54 Н

19

Если массы двух одинаковых материальных точек по 60 кг и они находятся на расстоянии 1 м, то они притягиваются друг к другу с силой

- 1) $6 \cdot 10^2$ Н 2) $2,4 \cdot 10^{-7}$ Н 3) $2,5 \cdot 10^{-7}$ Н 4) $2 \cdot 10^{-8}$ Н 5) $2,5 \cdot 10^{-9}$ Н

20

Если массы материальной точки и однородного шара радиусом $R = 60$ см равны 60 кг и точка находится на расстоянии 40 см от поверхности шара, то объекты притягиваются друг к другу с силой

- 1) $2,1 \cdot 10^{-7}$ Н 2) $2,5 \cdot 10^{-9}$ Н 3) $2,6 \cdot 10^{-7}$ Н 4) $2,9 \cdot 10^{-8}$ Н 5) $2,4 \cdot 10^{-7}$ Н

21

Если известно, что на поверхности Земли ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, то ускорение свободного падения g_h на высоте $h = R_3$ (радиус Земли) равно

- 1) $\frac{g}{4}$ 2) $\frac{g}{2}$ 3) $\frac{g}{8}$ 4) $2g$ 5) g

22

Если отношения радиусов и масс Земли и Луны равны 3,7 и 81, ускорение свободного падения на поверхности Земли равно $g_3 = 9,8 \text{ м/с}^2$, то ускорение свободного падения на поверхности Луны равно

- 1) $g = 16,3 \text{ м/с}^2$ 2) $g = 1,66 \text{ м/с}^2$ 3) $g = 0,6 \text{ м/с}^2$
4) $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ 5) $g = 5,4 \text{ м/с}^2$

23

Если на поверхности Земли человек может поднять максимальный груз массой 60 кг, то, считая, что сила человека на Луне такая же, как на Земле, отношения радиусов и масс Земли и Луны равны 3,7 и 81, на поверхности Луны он может поднять максимальный груз массой, равной

- 1) 355 кг 2) 710 кг 3) 177,5 кг 4) 1420 кг 5) 88,75 кг

24

Если ускорение свободного падения в некоторой точке пространства меньше значения на поверхности Земли на 1 %, то высота точки над Землей равна

- 1) 64,4 км 2) 16,1 км 3) 128,8 км 4) 257,6 км 5) 32,2 км

25

Если средняя плотность планеты равна средней плотности Земли, а радиус планеты в n раз больше радиуса Земли, то ускорение свободного падения на поверхности планеты равно

- 1) $n^2 g$ 2) $\sqrt{n} g$ 3) ng 4) g/n 5) $\sqrt{n^3} g$

26

Если средний радиус Меркурия 2420 км, а ускорение свободного падения у его поверхности равно $3,72 \text{ м/с}^2$, то масса Меркурия равна

- 1) $3,27 \cdot 10^{20} \text{ т}$ 2) $3,27 \cdot 10^{20} \text{ кг}$ 3) $3,27 \cdot 10^{23} \text{ т}$ 4) $3,27 \cdot 10^{17} \text{ т}$ 5) $3,27 \cdot 10^{17} \text{ кг}$

27

Если средняя плотность Венеры 5200 кг/м^3 , а ее радиус равен 6100 км, то ускорение свободного падения у поверхности планеты равно

- 1) $9,98 \text{ м/с}^2$ 2) $6,27 \text{ м/с}^2$ 3) $4,56 \text{ м/с}^2$ 4) $8,87 \text{ м/с}^2$ 5) $9,81 \text{ м/с}^2$

28

Если радиус неизвестной планеты в n раз, а масса в m раз больше радиуса и массы Земли, то отношение ускорения свободного падения на поверхности планеты и Земли, а также отношение плотностей планеты и Земли равны

$$1) \frac{m}{n^2}; \frac{m}{n^3} \quad 2) \frac{m}{n}; \frac{m}{n^2} \quad 3) \frac{m}{n^2}; \frac{m}{n} \quad 4) \frac{n}{m}; \frac{m}{n} \quad 5) \frac{m^2}{n^2}; \frac{n}{m}$$

29

Если известно, что радиус Солнца больше радиуса Земли в 109 раз, а средняя плотность Земли больше средней плотности Солнца в 3,9 раза, то ускорение силы тяжести на поверхности Солнца больше, чем на поверхности Земли

$$1) \text{ в } 38 \text{ раз} \quad 2) \text{ в } 36 \text{ раз} \quad 3) \text{ в } 28 \text{ раз} \quad 4) \text{ в } 42 \text{ раз} \quad 5) \text{ в } 14 \text{ раз}$$

6.2. Вес тела, сила нормального давления

1

Вес тела – это сила, с которой

- 1) тело, вследствие своего притяжения к Земле, давит на опору или натягивает подвес
- 2) тело притягивается к Земле
- 3) опора действует на тело
- 4) подвес действует на тело
- 5) Земля притягивается к телу

2

Если тело находится в невесомости, то

- 1) сила тяжести равна нулю
- 2) сумма всех сил, приложенных к телу, равна нулю
- 3) ускорение тела равно нулю
- 4) вес тела равен нулю
- 5) масса тела равна нулю

3

Если тело находится в невесомости, то

- 1) на тело действует только сила реакции опоры
- 2) на тело действует только сила тяжести
- 3) скорость тела равна нулю
- 4) на тело не действуют силы трения

4

При погружении тела в воду его вес

- 1) не меняется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается

- 4) уменьшается, только если тело полое
- 5) увеличивается, только если тело полое

5

Если тело вместе с опорой движется вверх с ускорением a , то его вес

- 1) не меняется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) уменьшается, только если $a > g$
- 5) увеличивается, только если $a > g$

6

Если тело вместе с опорой движется вниз с ускорением $a < g$, то его вес

- 1) не меняется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) уменьшается, только если $a = 0$
- 5) увеличивается, только если $a \neq g$

7

Если тело вместе с опорой движется равномерно, то его вес

- 1) не меняется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) уменьшается, если $\vec{v} \uparrow \uparrow \vec{g}$
- 5) уменьшается, если $\vec{v} \uparrow \downarrow \vec{g}$

8

Если спутник после выключения двигателей движется вертикально вверх, достигает верхней точки траектории и затем движется вниз и падает на Землю, то на каких участках его траектории до соприкосновения с Землей не наблюдается состояние невесомости (сопротивлением атмосферы пренебречь)

- 1) во время движения вверх
- 2) во время движения вниз
- 3) в момент достижения верхней точки, когда скорость равна нулю
- 4) во время всего полета после выключения двигателя
- 5) во время движения с включенными двигателями

9

Если тело имеет массу M и площадь основания S , которым оно стоит на горизонтальной поверхности, то давление P тела на поверхность, при отсутствии ускоренного движения по вертикали, равно

$$1) P = mgS \quad 2) P = \frac{mg}{S} \quad 3) P = \frac{mS}{g} \quad 4) P = \frac{S}{mg} \quad 5) P = \frac{gS}{m}$$

10

Если лифт опускается с ускорением $2g$, то давление пассажира лифта массой m на пол и потолок лифта соответственно равно

- 1) $0; mg$ 2) $mg; 0$ 3) $0; 0$ 4) $mg; mg$ 5) $-mg; mg$

11

Если человек весом 400 Н стоит на Земле и держит на руках груз весом 100 Н , то сила его давления на Землю равна

- 1) 300 Н 2) 500 Н 3) 600 Н 4) 400 Н 5) 100 Н

12

Если тело массой 400 кг и площадью основания 50 см^2 лежит на Земле, то его давление на Землю равно

- 1) 800 Н/м^2 2) 80 Н/м^2 3) 800 Н/м^2 4) 80 кН/м^2 5) 800 кН/м^2

13

Парашютист после затяжного прыжка раскрыл парашют, и за две секунды его скорость уменьшилась на 30 м/с . Если масса парашютиста 80 кг , то его вес при раскрытом парашюте равен

- 1) 1200 Н 2) 2000 Н 3) 1200 Н 4) 400 Н 5) 1600 Н

14

Лифт, двигаясь вверх равнозамедленно, изменяет свою скорость на $0,8\text{ м/с}$ за время $t = 4\text{ с}$. Если вес человека в лифте $Q = 735\text{ Н}$, то масса m человека равна ($g = 9,8\text{ м/с}^2$)

- 1) 80 кг 2) $85,5\text{ кг}$ 3) $70,5\text{ кг}$ 4) $63,5\text{ кг}$ 5) $73,5\text{ кг}$

15

Человек массой 90 кг стоит на весах в движущемся с ускорением лифте. Если лифт движется сначала вверх, а потом вниз с одним и тем же по модулю ускорением $1,5\text{ м/с}^2$, то показания весов равны

- 1) $1035\text{ Н}; 765\text{ Н}$ 2) $765\text{ Н}; 1035\text{ Н}$ 3) $900\text{ Н}; 765\text{ Н}$
4) $1035\text{ Н}; 900\text{ Н}$ 5) $900\text{ Н}; 135\text{ Н}$

16

Если человек стоит на весах в движущемся лифте и его вес равен нулю, то ускорение лифта равно и направлено

- 1) $2g$, вверх 2) $2g$, вниз 3) 0 , вверх 4) g , вверх 5) g , вниз

17

Если космическая ракета, стартуя с Земли, движется вертикально с ускорением 20 м/с^2 , то вес космонавта, имеющего массу 80 кг , равен

- 1) 1600 Н 2) 800 Н 3) 2400 Н 4) 3600 Н 5) 1200 Н

18

Динамометр вместе с прикрепленным к нему грузом сначала поднимают вверх, а потом опускают вниз с одинаковым по модулю ускорением 6 м/с^2 . Если разность показаний динамометра $29,4 \text{ Н}$, то масса груза равна

- 1) $2,45 \text{ кг}$ 2) $4,90 \text{ кг}$ 3) $1,225 \text{ кг}$ 4) $9,80 \text{ кг}$ 5) 10 кг

6.3. Силы трения

1

Сила трения покоя в общем случае равна (по модулю)

- 1) произведению коэффициента трения на нормальную составляющую силы реакции опоры
- 2) силе, действующей вдоль касательной к поверхности трения и пытающейся вывести тело из состояния равновесия
- 3) силе тяжести
- 4) весу тела
- 5) силе гравитационного притяжения

2

Сила трения покоя в общем случае направлена

- 1) в сторону, противоположную направлению относительного движения тела, т. е. движения тела относительно поверхности, о которую оно трется
- 2) в сторону, противоположную направлению движения тела относительно Земли
- 3) в сторону, противоположную направлению силы тяжести
- 4) в сторону, противоположную направлению веса тела
- 5) в сторону, противоположную направлению силы, действующей вдоль касательной к поверхности трения и пытающейся вывести тело из состояния равновесия

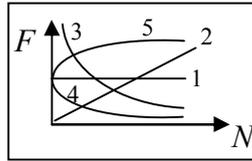
3

Сила трения скольжения в общем случае равна (по модулю)

- 1) произведению коэффициента трения на нормальную составляющую силы реакции опоры
- 2) силе, действующей вдоль касательной к поверхности трения и пытающейся вывести тело из состояния равновесия
- 3) силе тяжести
- 4) весу тела
- 5) силе гравитационного притяжения

4

Номер зависимости силы трения скольжения \vec{F} от нормальной составляющей силы реакции опоры \vec{N} равен



5

Сила трения скольжения в общем случае направлена

- 1) в сторону, противоположную направлению силы, действующей вдоль касательной к поверхности трения и пытающейся вывести тело из состояния равновесия
- 2) в сторону, противоположную направлению относительного движения тела, т.е. движения тела относительно поверхности, о которую оно трется
- 3) в сторону, противоположную направлению силы тяжести
- 4) в сторону, противоположную направлению веса тела
- 5) в сторону, противоположную направлению движения тела относительно Земли

6

Если ящик массой m неподвижно стоит на плоскости с углом наклона α , то

- 1) на него не действует сила трения
- 2) на него действует сила трения скольжения
- 3) на него действует сила трения покоя
- 4) действующая на него сила трения равна μmg , где μ – коэффициент трения движения
- 5) действующая на него сила трения равна $\mu mg \cos \alpha$

7

Если ящик массой m стоит в кузове грузовика, движущегося с ускорением a , то модуль и направление силы трения, приложенной к ящику со стороны кузова грузовика, равны (в системе отсчета, связанной с Землей)

- 1) ma , по движению грузовика
- 2) ma , против движения грузовика
- 3) μmg , по движению грузовика
- 4) μmg , против движения грузовика
- 5) $\mu m(g + a)$, перпендикулярно движению грузовика

8

Если грузовик движется по окружности, то центростремительной силой для этого движения является сила

- 1) трения движения (качения)
- 2) трения покоя
- 3) тяжести
- 4) тяги
- 5) реакции опоры (нормальная составляющая)

9

Если тело массой 10 кг равноускоренно движется по негладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы 20 Н с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$, то сила трения между телом и поверхностью равна

- 1) 35 Н 2) 15 Н 3) 20 Н 4) 5 Н 5) 10 Н

10

Если четырехколесный автомобиль массой 2 т трогается с места с ускорением 2 м/с^2 , то при силе тяги его двигателей 4,6 кН сила трения одного колеса автомобиля о покрытие дороги равна

- 1) 600 Н 2) 150 Н 3) 2150 Н 4) 8600 Н 5) 1200 Н

11

Если поезд массой 2000 т, движущийся со скоростью 15 м/с, с момента начала торможения до остановки проходит путь 500 м, то средняя сила торможения равна

- 1) 520 кН 2) 450 кН 3) 150 кН 4) 300 кН 5) 180 кН

12

Если тело массой 2 кг движется по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы 6 Н и силы трения с коэффициентом трения $\mu = 0,4$, то ускорение тела равно

- 1) 1 м/с^2 2) 2 м/с^2 3) 3 м/с^2 4) 4 м/с^2 5) 5 м/с^2

13

Если тело движется по горизонтальной поверхности равнозамедленно с ускорением $3,5 \text{ м/с}^2$ под действием горизонтальной силы 8 Н и силы трения с коэффициентом трения 0,4, то масса этого тела равна

- 1) 8 кг 2) 16 кг 3) 10 кг 4) 1,1 кг 5) 0,5 кг

14

Если тело массой 200 г падает вертикально вниз с ускорением 9 м/с^2 , то средняя сила сопротивления воздуха равна

- 1) 0,2 Н 2) 2 Н 3) 0,4 Н 4) 2,4 Н 5) 1,2 Н

15

Тело массой 1 кг движется с трением по горизонтальной поверхности под действием силы 10 Н, направленной вверх под углом 30° к горизонту. Если коэффициент трения тела о поверхность равен 0,4, то модуль силы трения равен

- 1) 0,2 Н 2) 2 Н 3) 0,4 Н 4) 2,4 Н 5) 1,2 Н

16

Автомобиль на горизонтальной поверхности при отключенном двигателе тормозит, уменьшая скорость с 50 м/с до 5 м/с за 15 с. Коэффициент силы трения движения равен

- 1) 0,5 2) 0,1 3) 0,4 4) 0,2 5) 0,3

17

Если на наклонную плоскость с углом наклона 30° положили кирпич массой 2 кг, а коэффициент трения между плоскостью и кирпичом равен 0,8, то сила трения, действующая на кирпич, равна

- 1) 17,3 Н 2) 10 Н 3) 13,9 Н 4) 8 Н 5) 15 Н

18

Если на наклонную плоскость с углом наклона 60° положили кирпич массой 2 кг, а коэффициент трения между плоскостью и кирпичом 0,8, то сила трения, действующая на кирпич, равна

- 1) 17,3 Н 2) 10 Н 3) 13,9 Н 4) 8 Н 5) 15 Н

6.4. Сила упругости, реакции опоры и натяжения подвеса

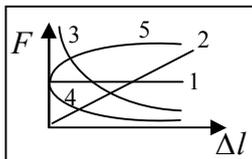
1

Если \vec{F} – сила упругости, k – коэффициент жесткости, а $\vec{\Delta l}$ – вектор деформации тела (пружины), то

- 1) $F = -k\Delta l$ 2) $F = \frac{k\Delta l^2}{2}$ 3) $F = -k\Delta l^2$ 4) $\vec{F} = -k\vec{\Delta l}$ 5) $\vec{F} = k\vec{\Delta l}$

2

Номер зависимости модуля F силы упругости от модуля Δl вектора деформации равен



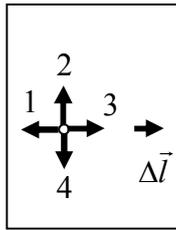
3

Если на тело действует сила упругости со стороны сжатой или растянутой пружины, то сила упругости в общем случае направлена

- 1) в ту же сторону, что и вектор деформации пружины
- 2) в ту же сторону, что и вектор деформации пружины, если тело движется в эту сторону
- 3) в сторону, противоположную направлению вектора деформации пружины
- 4) в ту же сторону, что и вектор деформации пружины, если тело движется в обратную сторону
- 5) в сторону действия на тело силы тяжести

4

Если вектор деформации пружины $\vec{\Delta l}$ направлен так, как показано на рисунке, то номер правильного направления силы упругости \vec{F} равен



5

Если равномерно поднимать груз массой 2 кг на пружине жесткостью 4 кН/м, то удлинение пружины равно

- 1) 5 см 2) 10 см 3) 15 см 4) 20 см 5) 25 см

6

Если пружина, укрепленная одним концом на столе, сжимается в вертикальном направлении под действием груза массой 10 кг на 1 см, то коэффициент жесткости пружины равен

- 1) 10 Н/м 2) 100 Н/м 3) 1000 Н/м 4) 10 000 Н/м 5) 1 Н/м

7

Если буксировать автомобиль массой 2 т на буксирном тросе с жесткостью 100 кН/м с ускорением 1 м/с^2 , то удлинение этого троса равно (силой трения пренебречь)

- 1) 4 см 2) 2 см 3) 1 см 4) 20 см 5) 0,2 см

8

Если две пружины растягиваются с одинаковой силой и жесткость первой пружины в 1,5 раза больше жесткости второй пружины, то отношение удлинения первой пружины к удлинению второй равно

- 1) 0,5 2) 0,67 3) 1,5 4) 2,0 5) 2,5

9

При буксировке автомобиля массой 1 т результирующая сил сопротивления и тяги в 50 раз меньше силы тяжести автомобиля. Если при буксировке автомобиль движется равномерно и трос удлинился на 2 см, то жесткость буксирного троса равна

- 1) 10 Н/м 2) 10^2 Н/м 3) 10^3 Н/м 4) 10^4 Н/м 5) 10^5 Н/м

10

Если две пружины растянуты одинаково, но жесткость первой пружины в 2 раза больше жесткости второй, то отношение силы, приложенной к первой пружине, к силе, приложенной ко второй, равно

- 1) 0,5 2) 0,67 3) 1,5 4) 2,0 5) 2,5

11

Человек тянет санки с грузом массой 45 кг на веревке в горизонтальном направлении. Если ускорение санок 2 м/с^2 , а сила трения санок о снег в 10 раз меньше силы упругости веревки, то модуль силы упругости веревки равен

- 1) 160 Н 2) 25 Н 3) 30 Н 4) 81 Н 5) 100 Н

12

Шарик массой 200 г привязан к нити, свободный конец которой перемещается в горизонтальном направлении с ускорением $\sqrt{3} \text{ г}$. В этих условиях нить оказывается натянутой с силой, равной

- 1) 2 Н 2) 4 Н 3) 3 Н 4) 9 Н 5) 81 Н

13

Если коэффициент жесткости пружины 4 Н/м и модуль ее деформации 5 см, то модуль силы упругости равен

- 1) 1 Н 2) 0,25 Н 3) 20 Н 4) 0,2 Н 5) 2 Н

14

Если жесткость пружины равна k , то жесткость четырех одинаковых пружин, соединенных параллельно, равна

- 1) $k/2$ 2) $4k$ 3) k 4) k^2 5) $k/4$

15

Если жесткость пружины равна k , то жесткость четырех таких пружин, соединенных последовательно, равна

- 1) $4k$ 2) $k/2$ 3) k 4) $k/4$ 5) $4k^2$

16

Если жесткость одинаковых по длине пружин k_1 и k_2 , то жесткость системы двух пружин, соединенных параллельно, равна

- 1) $(k_1 + k_2)/2$ 2) $|k_1 - k_2|$ 3) $k_1 + k_2$
4) $|k_1 - k_2|/2$ 5) $k_1 k_2$

17

Если жесткость одинаковых по длине пружин k_1 и k_2 , то жесткость системы двух пружин, соединенных последовательно, равна

- 1) $k_1 k_2$ 2) $k_1 + k_2$ 3) $k_1 k_2 / |k_1 - k_2|$
4) $(k_1 + k_2) / k_1 k_2$ 5) $k_1 k_2 / (k_1 + k_2)$

7. Динамика прямолинейного движения

7.1. Одномерное движение по горизонтальной плоскости

1

Если скорость тела массой 10 кг меняется в системе СИ по закону $x(t) = 5 - 3t$, то на тело действует сила, равная по модулю

1) 50 Н 2) 30 Н 3) 20 Н 4) 98 Н 5) 100 Н

2

Если координата тела массой 20 кг меняется в системе СИ по закону $x(t) = 15 - 5t + 20t^2$, то на тело действует сила, равная по модулю

1) 800 Н 2) 400 Н 3) 100 Н 4) 300 Н 5) 90 Н

3

Если локомотив массой 10 т, двигающийся со скоростью 20 м/с, останавливается через 100 м под действием только тормозящей силы, то сила торможения локомотива равна

1) 20 кН 2) 10 кН 3) 5 кН 4) 25 кН 5) 15 кН

4

Если автомобиль массой 10 т за время 10 с уменьшил свою скорость на 36 км/ч, то на него действовала средняя равнодействующая сила, равная

1) 20 кН 2) 1 кН 3) 36 кН 4) 15 кН 5) 10 кН

5

Если импульс пули массой 10 г, летящей равнозамедленно по прямолинейной траектории, уменьшился на отрезке 100 м от значения 200 кг · м/с до значения 100 кг · м/с, то на пулю действовала постоянная сила сопротивления, равная

1) 20 кН 2) 1 кН 3) 36 кН 4) 15 кН 5) 10 кН

6

Если на покоящееся тело массой 0,2 кг начинает действовать постоянная сила 0,1 Н, то его скорость через 10 с от начала действия и путь, пройденный за это время, равны

1) 5 м/с; 25 м 2) 10 м/с; 50 м 3) 25 м/с; 5 м
4) 10 м/с; 30 м 5) 25 м/с; 10 м

7

Если реактивный самолет имеет массу 6 т при силе тяги двигателей 90 кН, то время, за которое он проходит первые 750 м, равно (силой трения пренебречь)

1) 15 с 2) 10 с 3) 20 с 4) 25 с 5) 30 с

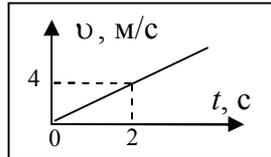
8

Если тело массой 10 кг движется вдоль оси OX так, что зависимость его координаты от времени в системе СИ имеет вид $x(t) = 10t(1 - 2t)$, то модуль равнодействующей силы равен

- 1) 0 Н 2) 10 Н 3) 20 Н 4) 40 Н 5) 400 Н

9

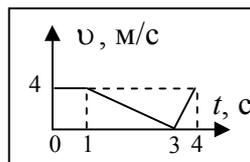
Модуль силы, действующей на тело массой 4 кг, зависимость скорости которого от времени t графически представлена на рисунке, равен



- 1) 8 Н 2) 4 Н 3) 2 Н 4) 1 Н 5) 6 Н

10

Тело массой 2 кг движется прямолинейно со скоростью, изменяющейся со временем так, как показано на рисунке. В течение какого интервала времени на тело действовала сила, модуль которой равен 4 Н?



- 1) 0–1 с 2) 1–3 с 3) 3–4 с 4) 1–4 с 5) 0–4 с

11

Если два тела движутся прямолинейно вдоль оси OX под действием одинаковых сил и координаты тел изменяются со временем по законам $x_1(t) = A + Bt + 2Ct^2$ и $x_2(t) = 2A + 3Bt + Ct^2$, то отношение масс первого и второго тела равно

- 1) 1 2) 3/2 3) 2/3 4) 1/2 5) 2/1

12

Если тело массой 1,0 кг пускают с некоторой начальной скоростью по горизонтальной поверхности и равнодействующая всех действующих на тело сил в процессе движения равна 5 Н, то ускорение тела и коэффициент трения между телом и поверхностью равны

- 1) 10 м/с^2 ; 0,5 2) 5 м/с^2 ; 0,5 3) 5 м/с^2 ; 0,1 4) 1 м/с^2 ; 0,5 5) 10 м/с^2 ; 0,1

13

Если троллейбус массой 12,5 т трогается с места и в течение 3 с, двигаясь равноускоренно, под действием силы тяги и силы сопротивления, равной 0,02

веса троллейбуса, достигает скорости 21,6 км/ч, то какую силу тяги развивает мотор троллейбуса при этом движении?

- 1) 27,5 кН 2) 22,5 кН 3) 29,5 кН 4) 25,5 кН 5) 23,5 кН

14

Если вагон замедляет свое движение и его скорость равномерно изменяется за время 4 с от 72 км/ч до 36 км/ч, то при каком предельном значении коэффициента трения между чемоданом и полкой чемодан при торможении начнет скользить по полке?

- 1) 0,1 2) 1 3) 0,75 4) 0,5 5) 0,25

15

Если сила, выталкивающая снаряд из ствола орудия длиной 1,5 м, равна $5,3 \cdot 10^5$ Н, а скорость снаряда в момент вылета составляет 700 м/с, то масса снаряда равна

- 1) 6,5 кг 2) 4 кг 3) 3,25 кг 4) 1,625 кг 5) 2 кг

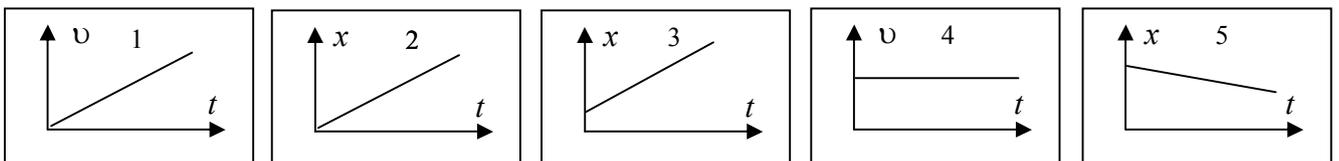
16

Если два бруска с одинаковыми массами m , связанные нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы F , приложенной к первому бруску, то ускорение тел a и сила натяжения нити T соответственно равны

- 1) $a = \frac{F}{m}; T = \frac{F}{2}$ 2) $a = \frac{F}{2m}; T = F$ 3) $a = \frac{F}{m}; T = F$
 4) $a = \frac{F}{2m}; T = \frac{F}{2}$ 5) $a = \frac{2F}{m}; T = 2F$

17

Если тело движется прямолинейно из состояния покоя под действием постоянной силы вдоль оси X , то этому движению соответствует график:



7.2. Двумерное движение по горизонтальной плоскости

1

Если проекции скорости тела массой 40 кг в системе СИ меняются по закону $v_x(t) = 4 + 8t$ и $v_y(t) = -10$, то модуль действующей на тело силы равен

- 1) 320 Н 2) 640 Н 3) 960 Н 4) 160 Н 5) 80 Н

2

Если тело движется по плоскости под действием силы 100 Н так, что зависимость его координат от времени в системе СИ имеет вид $x(t) = 2t^2 + 8t - 2$ и $y(t) = 1,5t^2 + 4t - 12$, то масса тела равна

- 1) 5 кг 2) 10 кг 3) 20 кг 4) 15 кг 5) 25 кг

3

Если тело под действием силы 20 Н движется по плоскости так, что зависимость его координат и проекции скорости от времени в системе СИ имеет вид $x(t) = 2t^2 - 5t + 7$ и $v_y(t) = 4t - 3$, то масса тела равна

- 1) 5 кг 2) 1,25 кг 3) 4 кг 4) 7,5 кг 5) 10 кг

4

Если тело массой 2 кг движется по плоскости так, что зависимость его координат от времени в системе СИ имеет вид $x(t) = 4t^2$ и $y(t) = 3t^2 + 4t$, то модуль равнодействующей силы равен

- 1) 10 Н 2) 18 Н 3) 20 Н 4) 24 Н 5) 28 Н

5

Если масса тела равна 10 кг, отношение проекций скорости при ускоренном движении из состояния покоя на ось OX и OY равно $4/3$, проекция ускорения на ось OX равна 3 м/с^2 , то модуль равнодействующей силы, приложенной к телу, равен

- 1) 50 Н 2) 70 Н 3) 10 Н 4) 20 Н 5) 40 Н

6

Коэффициент трения шин о шоссе $\mu = 0,5$. Определить ускорение торможения a и тормозной путь автомобиля S , если при скорости $v = 36 \text{ км/ч}$ водитель отключит двигатель.

$$a = \mu g = 5 \text{ м/с}^2, \quad S = \frac{v^2}{2\mu g} = 10 \text{ м.}$$

7

Два бруска с одинаковыми массами m , связанные нитью, движутся по горизонтальной негладкой поверхности под действием горизонтальной силы F , приложенной к первому бруску. Коэффициент трения о поверхность $-\mu$. Найти ускорение тел a и силу натяжения нити T .

$$a = \frac{F}{2m} - \mu g, \quad T = \frac{F}{2}.$$

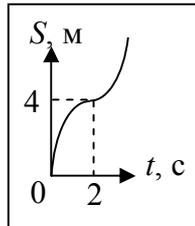
8

Тело массой $m = 5 \text{ кг}$ движется под действием силы $F = 50 \text{ Н}$, направленной вниз под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения $\mu = 0,5$. Найти модуль ускорения тела a .

$$a = \frac{F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{m} - \mu g = 1,2 \text{ м/с}^2.$$

9

Тело движется прямолинейно под действием постоянной равнодействующей силы $F = 1 \text{ Н}$. На рисунке изображен график зависимости пути от времени для этого тела. Найти момент времени τ_1 , когда скорость тела равнялась нулю, ускорение тела a , начальную скорость тела v_0 , массу тела m и момент времени τ_2 , когда скорость тела снова станет v_0 .



$$\begin{aligned} \tau_1 &= 2 \text{ с}, \\ a &= 2 \text{ м/с}^2, \quad v_0 = 4 \text{ м/с}, \\ m &= 0,5 \text{ кг}, \quad \tau_2 = 4 \text{ с}. \end{aligned}$$

10

Тело массой $m = 2 \text{ кг}$ находится на горизонтальной плоскости. Когда на него действует сила $F_1 = 10 \text{ Н}$, направленная горизонтально, тело движется равномерно. Если это тело будет двигаться под действием силы $F_2 = 20 \text{ Н}$, направленной вниз под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, модуль его ускорения a будет равен

$$a = \frac{1}{m} [F_2(\cos(\alpha)) - \frac{F_1}{mg} \sin(\alpha)) - F_1] = 1,2 \text{ м/с}^2.$$

11

Два тела с массами $m_1 = 0,4 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,6 \text{ кг}$, связанные нитью, движутся равноускоренно по горизонтальной поверхности с коэффициентом трения $\mu = 0,4$ под действием приложенной к первому телу силы $F = 6,5 \text{ Н}$, направленной вверх под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найдите ускорение тел a , равнодействующие всех сил, приложенных к первому F_1 и второму F_2 телу, равнодействующую силу $F_{\text{равн}}$ системы тел и силу натяжения T нити.

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g = 2,93 \text{ м/с}^2,$$

$$F_1 = m_1 (F \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{m_1 + m_2} - \mu g) = 1,17 \text{ Н},$$

$$F_2 = m_2 (F \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{m_1 + m_2} - \mu g) = 1,76 \text{ Н},$$

$$F_{\text{равн}} = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g (m_1 + m_2) = 2,93 \text{ Н},$$

$$T = m_2 F \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{m_1 + m_2} = 4,16 \text{ Н}.$$

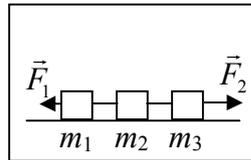
12

На тело массой m , лежащее на гладкой горизонтальной поверхности, в момент времени $t = 0$ начинает действовать переменная сила $F = ct$, где c – постоянная. Направление силы все время составляет угол α с горизонтом. Найти: момент времени τ , когда тело оторвется от плоскости; ускорение тела a в интервале времени от $t = 0$ до $t = \tau$, ускорение тела a_1 в момент отрыва.

$$\tau = \frac{mg}{c \sin \alpha}, a = \frac{ct}{m} \cos \alpha, a_1 = g \operatorname{ctg} \alpha.$$

13

Три тела связаны нитью и лежат на гладкой горизонтальной поверхности. К телу массой m_1 приложена сила F_1 , направленная вдоль поверхности, а к телу массой m_3 – сила $F_2 > F_1$, направленная в противоположную сторону. Найти ускорение системы тел a , силу натяжения T_{12} между телами 1 и 2 и силу натяжения T_{23} между телами 2 и 3.



$$a = \frac{F_2 - F_1}{m_1 + m_2 + m_3}, T_{12} = \frac{m_1 F_2 + F_1 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, T_{23} = \frac{m_3 F_1 + F_2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}.$$

7.3. Вертикальное движение

1

Если точка подвеса невесомой нити, к которой привязан груз массой 1 кг, движется равноускоренно вниз с ускорением 4 м/с^2 , то сила натяжения нити равна

- 1) 8 Н 2) 6 Н 3) 4 Н 4) 2 Н 5) 1 Н

2

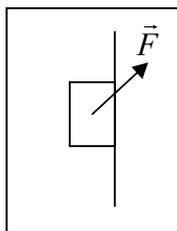
Веревка выдерживает максимально возможный груз массой 110 кг при его равноускоренном подъеме и груз массой 690 кг при его равноускоренном опускании с таким же по модулю ускорением. Если перемещать веревку с постоянной скоростью, то масса максимального груза, который может выдержать веревка, равна

- 1) 150 кг 2) 165 кг 3) 18 кг 4) 190 кг 5) 200 кг

3

Брусок массой 2 кг движется равноускоренно вверх, соприкасаясь с вертикальной стеной с ускорением 4 м/с^2 . Если это движение происходит под дейст-

вием силы $F = 50$ Н, направленной под углом 45° к вертикали, то коэффициент трения бруска о стену равен



- 1) 0,16 2) 0,21 3) 0,32 4) 0,38 5) 0,43

4

Если координаты тела массой 2 кг, движущегося прямолинейно вдоль оси OY , меняются в системе СИ со временем по закону $y(t) = 12 - 5t(1 - t)$, то модуль равнодействующей силы, действующей на тело, равен

- 1) 0 Н 2) 4 Н 3) 4 Н 4) 16 Н 5) 20 Н

5

Аэростат опускается равномерно вертикально вниз. Если модуль силы сопротивления воздуха F_c при движении аэростата не зависит от направления движения и модуля скорости, то масса груза Δm , который необходимо сбросить с аэростата, чтобы он мог равномерно подниматься вверх, равна

- 1) $\frac{2F_c}{g}$ 2) $\frac{F_c}{g}$ 3) $\frac{F_c}{2g}$ 4) $\frac{3F_c}{g}$ 5) $\frac{2F_c}{3g}$

6

Если для тела массой 200 г, падающего вертикально вниз, средняя сила сопротивления воздуха равна 0,3 Н, то его ускорение равно

- 1) $8,5 \text{ м/с}^2$ 2) 10 м/с^2 3) $1,5 \text{ м/с}^2$ 4) $6,5 \text{ м/с}^2$ 5) $4,5 \text{ м/с}^2$

7

Если тело массой 200 г, падая из состояния покоя за 5 с, проходит путь 45 м, то средняя сила сопротивления воздуха равна

- 1) 3 Н 2) 1,74 Н 3) 1,28 Н 4) 4,32 Н 5) 6 Н

8

Если для тела массой 1 кг, падающего вертикально вниз с начальной скоростью 5 м/с, средняя сила сопротивления воздуха равна 0,5 Н, то за 10 с падения оно проходит путь, равный

- 1) 75 м 2) 150 м 3) 375 м 4) 525 м 5) 650 м

9

Если зависимость модуля скорости движения тела массой 1 кг при его падении имеет в системе СИ вид $v = 5 + 4t$, то на тело действует сила сопротивления воздуха, равная

- 1) 2 Н 2) 4 Н 3) 6 Н 4) 8 Н 5) 10 Н

10

Если на самолет массой 800 кг, который движется по вертикали с постоянной скоростью, действует сила тяги 15 кН, то средняя сила сопротивления воздуха равна

- 1) 6 кН 2) 7 кН 3) 12 кН 4) 14 кН 5) 15 кН

11

К потолку лифта прикреплена невесомая нить с телом массой 3 кг. Если лифт начнет двигаться с ускорением 6 м/с^2 , направленным вниз, то сила натяжения нити, приложенная к телу, равна

- 1) 6 кН 2) 7 кН 3) 12 кН 4) 14 кН 5) 15 кН

12

Груз массой 40 кг лежит на полу лифта. Если он давит на пол с силой 560 Н, то лифт движется с ускорением, равным

- 1) 4 м/с^2 , вверх 2) 4 м/с^2 , вниз 3) 14 м/с^2 , вверх
4) $6,5 \text{ м/с}^2$, вниз 5) без ускорения

13

К вертикальной стене горизонтальной силой прижимается брусок массой 2 кг. Коэффициент трения бруска о стену равен 0,1. Если брусок скользит вниз вдоль стены с ускорением 1 м/с^2 , то сила равна

- 1) 220 Н 2) 180 Н 3) 1,8 Н 4) 2,2 Н 5) 22 Н

14

Аэростат массой 255 кг опускается с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Если аэростат, сбросив балласт, получил такое же ускорение, но направленное вверх, то масса балласта равна (сопротивлением воздуха пренебречь)

- 1) 20 кг 2) 10 кг 3) 10,4 кг 4) 9,8 кг 5) 12 кг

15

Если брусок массой 5 кг зажат между двумя вертикальными стенками, силы бокового сжатия равны 150 Н, а коэффициент трения равен 0,2, то минимальные силы, которые нужно приложить к бруску, чтобы вытащить его вверх или вытолкнуть вниз, равны

- 1) 10 Н; 10 Н 2) 80 Н; 80 Н 3) 80 Н; -20 Н 4) 80 Н; 10 Н 5) 110 Н; 10 Н

16

Лифт имеет массу $m = 800 \text{ кг}$. При разных движениях лифта (по вертикали) натяжение троса было $T_1 = 12 \text{ кН}$ и $T_2 = 6 \text{ кН}$. В каком направлении и с какими ускорениями \vec{a}_1 и \vec{a}_2 двигался лифт?

$$a_1 = 5 \text{ м/с}^2, \vec{a}_1 \uparrow \downarrow \vec{g}, a_2 = 2,5 \text{ м/с}^2, \vec{a}_2 \uparrow \uparrow \vec{g}.$$

17

Человек массой $m = 90$ кг стоит на весах в движущемся с ускорением лифте. Найти показания весов при движении лифта вверх Q_1 и вниз Q_2 с ускорением $a = 1,5$ м/с². В каком направлении и с каким ускорением \vec{a}_0 должен двигаться лифт, чтобы весы показывали отсутствие человека на них?

$$Q_1 = m(g + a) = 1035 \text{ Н}, Q_2 = m(g - a) = 765 \text{ Н}, \vec{a}_0 = -\vec{g}.$$

18

Два тела 1 и 2 с массами $m_1 = 400$ г и $m_2 = 600$ г, связанные нитью, движутся друг за другом вертикально вверх, при этом на тело 1 действует сила $F = 6,8$ Н, направленная также вертикально вверх. Найти модуль и направление ускорения \vec{a} тел, а также силу натяжения T .

$$a = g - \frac{F}{m_1 + m_2} = 3,2 \text{ м/с}^2, \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{g}, T = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2}.$$

19

Тело массой m бросают с Земли вертикально вверх со скоростью v_0 . Считая, что сила сопротивления воздуха F_c в n раз меньше силы тяжести тела, рассчитать ускорение $a_{\text{под}}$, время $t_{\text{под}}$, высоту $h_{\text{под}}$ максимального подъема, ускорение $a_{\text{пад}}$, время $t_{\text{пад}}$, время всего движения $t_{\text{движ}}$ и конечную скорость $v_{\text{кон}}$.

$$a_{\uparrow} = g \frac{n+1}{n}, t_{\uparrow} = \frac{v_0}{g} \frac{n}{n+1}, h_{\uparrow} = \frac{v_0^2}{g} \frac{n}{n+1}, a_{\downarrow} = g \frac{n-1}{n}, t_{\downarrow} = \frac{v_0}{g} \frac{n}{\sqrt{n^2-1}},$$

$$t_{\text{всего}} = t_{\uparrow} + t_{\downarrow} = \frac{v_0}{g} \frac{n}{n+1} \left(1 + \sqrt{\frac{n+1}{n-1}}\right), v_{\text{кон}} = v_0 \sqrt{\frac{n-1}{n+1}}.$$

20

Два тела массами m_1 и m_2 ($m_1 < m_2$) свободно падают с одной и той же высоты h . Считая силы сопротивления воздуха постоянными и одинаковыми ($F_{c1} = F_{c2} = F_c$), найти отношение ускорений падения a_1/a_2 , времен падения t_1/t_2 и конечных скоростей v_1/v_2 тел.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{g - \frac{F_c}{m_1}}{g - \frac{F_c}{m_2}} < 1, \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{g - \frac{F_c}{m_2}}{g - \frac{F_c}{m_1}}} > 1, \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{g - \frac{F_c}{m_1}}{g - \frac{F_c}{m_2}}} < 1.$$

21

Два тела с одинаковыми массами $m_1 = m_2 = m$ свободно падают с одной и той же высоты h . Считая силы сопротивления воздуха постоянными и $F_{c1} > F_{c2}$, сравнить отношение ускорений падения a_1/a_2 , времен падения тел t_1/t_2 и их конечных скоростей v_1/v_2 .

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{g - \frac{F_{c1}}{m}}{g - \frac{F_{c2}}{m}} < 1, \quad \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{g - \frac{F_{n2}}{m}}{g - \frac{F_{n1}}{m}}} > 1, \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{g - \frac{F_{n1}}{m}}{g - \frac{F_{n2}}{m}}} < 1.$$

22

Два тела массами m_1 и m_2 ($m_1 < m_2$) бросают с земли с одинаковой начальной скоростью v_0 . Считая силы сопротивления воздуха постоянными и одинаковыми для обоих тел $F_{c1} = F_{c2} = F_c$, сравнить их ускорения подъема a'_1/a'_2 , падения a_1/a_2 , максимальные высоты подъема h_1/h_2 , времена подъема t'_1/t'_2 и падения t_1/t_2 , а также конечные скорости движения v_1/v_2 .

$$\frac{a'_1}{a'_2} = \frac{g + \frac{F_c}{m_1}}{g + \frac{F_c}{m_2}} > 1, \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{g - \frac{F_c}{m_1}}{g - \frac{F_c}{m_2}} < 1, \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{g + \frac{F_c}{m_2}}{g + \frac{F_c}{m_1}} < 1,$$

$$\frac{t'_1}{t'_2} = \frac{g + \frac{F_c}{m_2}}{g + \frac{F_c}{m_1}} < 1, \quad \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{g^2 - (\frac{F_c}{m_2})^2}{g^2 - (\frac{F_c}{m_1})^2}} > 1, \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{(g - \frac{F_c}{m_1})(g + \frac{F_c}{m_2})}{(g - \frac{F_c}{m_2})(g + \frac{F_c}{m_1})}} < 1.$$

23

На подставке лежит тело массой $m = 1$ кг, подвешенное на пружине жесткостью $k = 10$ Н/м. В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением $a = 5$ м/с². Через какое время t подставка отделится от тела, какой будет скорость тела v и удлинение пружины $\Delta L'$ в момент отделения, каким будет $\Delta L_{\text{равн}}$?

$$t = \sqrt{\frac{2m(g-a)}{ka}} = 0,45 \text{ с}, \quad v = \sqrt{\frac{2m(g-a)a}{k}} = 2,24 \text{ м/с}^2, \quad \Delta L' = \frac{m(g-a)}{k} = 0,5 \text{ м},$$

$$\Delta L_{\text{равн}} = \frac{mg}{k} = 1 \text{ м}.$$

7.4. Движение по наклонной плоскости

1

Если на наклонной плоскости с некоторым углом наклона к горизонтали покоится тело, то на него действует сила трения

- 1) движения
- 2) скольжения
- 3) покоя

- 4) качения
- 5) не действует

2

Если на наклонной плоскости с углом наклона к горизонтали α покоится тело массой m , то модуль силы трения, действующей на тело равен (μ – коэффициент трения, $\mu > \operatorname{tg} \alpha$, N – нормальная составляющая силы реакции опоры)

- 1) нулю
- 2) $mg \sin \alpha$
- 3) $mg \cos \alpha$
- 4) μN
- 5) $\mu mg \sin \alpha$

3

Если на тело, движущееся вверх по наклонной плоскости, стоящей на горизонтальной поверхности, действует сила трения, то она направлена

- 1) вверх по наклонной плоскости
- 2) вниз по наклонной плоскости
- 3) в сторону, обратную направлению силы тяжести
- 4) по направлению силы тяжести
- 5) перпендикулярно направлению движения

4

Если на тело при движении по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, действуют только силы тяжести и реакции опоры, то модуль нормальной составляющей силы реакции опоры равен

- 1) mg
- 2) $mg \sin \alpha$
- 3) $mg \cos \alpha$
- 4) $-mg \sin \alpha$
- 5) $-mg \cos \alpha$

5

Если тело начинает скользить по наклонной плоскости с коэффициентом трения μ , то время соскальзывания будет наименьшим при угле наклона $0 \leq \alpha \leq \pi/2$, равном

- 1) $\alpha = \pi/2$
- 2) $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$
- 3) $\alpha = \pi/4$
- 4) $\alpha = \operatorname{arctg} 2\mu$
- 5) $\alpha = 2 \operatorname{arctg} \mu$

6

На наклонную плоскость положили кирпич массой $m = 4$ кг. Коэффициент трения между плоскостью и кирпичом $\mu = 0,8$. Вычислить силы трения $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2}$, действующие на кирпич, если углы наклона плоскости равны $\alpha_1 = 30^\circ$ и $\alpha_2 = 60^\circ$.

$$F_{\text{тр}1} = mg \sin \alpha_1 = 20 \text{ Н}, \quad F_{\text{тр}2} = \mu mg \cos \alpha_2 = 16 \text{ Н}.$$

7

На наклонной плоскости, с углом наклона $\alpha = 30^\circ$, находится тело массой $m = 50$ кг, к которому прикладывают направленную вниз вдоль наклонной

плоскости постоянную силу $F = 200$ Н. Определить ускорение тела a . Коэффициент трения тела о плоскость равен $\mu = 0,05$.

$$a = \frac{F}{m} + g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 8,57 \text{ м/с}^2.$$

8

Два одинаковых тела находятся у основания плоскостей, наклоненных под углами $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 45^\circ$ к горизонту, и обладают одинаковыми начальными скоростями, направленными вдоль них. Коэффициент трения тел о плоскости $\mu = 0,1$. Найти отношения времен t_1/t_2 , затраченных телами до остановки в верхней точке, и путей S_1/S_2 , пройденных телами за это время.

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{S_1}{S_2} \frac{\sin \alpha_2 + \mu \cos \alpha_2}{\sin \alpha_1 + \mu \cos \alpha_1} = 1,22.$$

9

Тело массой m движется вверх по плоскости, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. К телу прикреплена пружина жесткостью $k = 120$ Н/м, к которой приложена сила (вверх по наклонной плоскости). Коэффициент трения между телом и плоскостью равен $\mu = 0,4$. Ускорение тела равно $a = 0,8 \text{ м/с}^2$. Деформация пружины $\Delta l = 17$ см. Масса тела равна

$$m = \frac{k \Delta l}{a + g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 12,40 \text{ кг.}$$

10

Тело находится на наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом. К телу приложена сила F , направленная горизонтально к плоскости. Коэффициент трения тела о плоскость равен μ ($\mu < \text{tg} \alpha$). Определить массу тела m и силу трения $F_{\text{тр}}$, если груз перемещается равномерно вниз по плоскости.

$$m = \frac{\mu \sin \alpha + \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha} \frac{F}{g}, \quad F_{\text{тр}} = \frac{\mu}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha} F.$$

11

Тело толкнули вверх по наклонной плоскости со скоростью v_0 . Найти ускорение тела a_1 , время движения t_1 , путь S_1 , пройденный телом при движении вверх до остановки, ускорение тела a_2 , время движения t_2 и путь S_2 , пройденный телом при движении вниз до точки, где скорость тела снова станет равной v_0 . Коэффициент трения μ , угол наклона α ($\mu < \text{tg} \alpha$).

$$a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha), \quad t_1 = \frac{v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}, \quad S_1 = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)},$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha), \quad t_2 = \frac{v_0}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}, \quad S_2 = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}.$$

12

По склону горы с уклоном $\alpha = 30^\circ$ к горизонту спускают на канате тележку массой $m = 500$ кг. Найдите ускорение a , силу натяжения каната T , а также путь S при торможении тележки, если скорость тележки перед началом торможения $v_0 = 2$ м/с, а время торможения $t_{\text{торм}} = 5$ с. Коэффициент трения о гору $\mu = 0,2$.

$$a = \frac{v_0}{t_{\text{торм}}} = 0,4 \text{ м/с}^2, \quad T = m \left(\frac{v_0}{t_{\text{торм}}} + g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right) = 1835 \text{ Н}, \quad S = \frac{v_0 t_{\text{торм}}}{2} = 5 \text{ м}.$$

13

Ледяная горка составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. По ней пускают снизу вверх камень, который за время $t_1 = 3$ с проходит расстояние $L = 24,3$ м, после чего соскальзывает вниз. Чему равна начальная скорость камня v_0 ? Чему равно ускорение камня при движении вверх a_1 и вниз a_2 ? Каков коэффициент трения μ между горкой и камнем? Сколько времени t_2 длится соскальзывание? Чему равна скорость тела v_2 в конце соскальзывания?

$$v_0 = \frac{2L}{t_1} = 16,2 \text{ м/с}, \quad a_1 = \frac{2L}{t_1^2} = 5,4 \text{ м/с}^2,$$

$$\mu = \frac{1}{\cos \alpha} \left(\frac{2L}{gt_1^2} - \sin \alpha \right) = 0,05, \quad a_2 = 2g \left(\sin \alpha - \frac{L}{gt_1^2} \right) = 4,6 \text{ м/с}^2,$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{L}{g \left(\sin \alpha - \frac{L}{gt_1^2} \right)}} = 3,25 \text{ с}, \quad v_2 = 2 \sqrt{gL \left(\sin \alpha - \frac{L}{gt_1^2} \right)} = 14,95 \text{ м/с}.$$

14

Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Найдите коэффициент μ трения тела о плоскость, длину наклонной плоскости S , ускорение тела a , конечную скорость v и время t , за которое тело соскользнет с другой наклонной плоскости высотой $h = 10$ м, углом наклона $\beta = 60^\circ$ и тем же коэффициентом трения.

$$\mu = \text{tg} \alpha = 0,58, \quad a = g(\sin \beta - \text{tg} \alpha \cos \beta) = 5,77 \text{ м/с}^2, \quad S = \frac{h}{\sin \beta} = 11,55 \text{ м}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g \sin \beta (\sin \beta - \text{tg} \alpha \cos \beta)}} = 2 \text{ с}, \quad v = \sqrt{2gh(1 - \text{tg} \alpha \text{tg} \beta)} = 11,55 \text{ м/с}.$$

15

Ледяная горка составляет с горизонтом угол $\alpha = 10^\circ$. По ней пускают вверх камень, который, поднявшись на некоторую высоту, соскальзывает по тому же пути вниз. Каков коэффициент трения камня о горку μ и его ускорения

при движении вверх a_1 и вниз a_2 , если время спуска в $n = 2$ раза больше времени подъема?

$$\mu \operatorname{tg} \alpha \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} = 0,106, \quad a_1 = \sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,28 \text{ м/с}^2, \quad a_2 = \sin \alpha - \mu \cos \alpha = 0,07 \text{ м/с}^2.$$

16

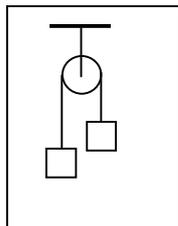
По наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, втаскивают за привязанную к нему веревку ящик. Коэффициент трения ящика о плоскость равен μ . При каком угле наклона β веревки к горизонту сила натяжения веревки T минимальна и чему она равна?

$$\beta = \arctg \mu, \quad T_{\min} = mg \frac{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}{\sqrt{1 + \mu^2}}.$$

7.5. Движение тел на блоках и воротах

1

Две гири массами m_1 и m_2 ($m_2 > m_1$) соединены нерастяжимой и невесомой нитью и перекинуты через невесомый блок. Найти натяжение нити T и ускорение a , с которым движутся гири. Трением пренебречь.



$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g,$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g.$$

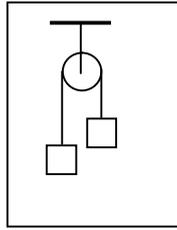
2

На концах нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены тела разной массы. Под действием силы тяжести каждый из грузов проходит за $t = 2$ с после начала движения $S = 2$ м. Определить ускорение грузов a , силу натяжения нити T и массу меньшего груза m_2 , если масса большего груза $m_1 = 1,1$ кг.

$$a = \frac{2S}{t^2} = 1 \text{ м/с}^2, \quad T = m_1 \left(g - \frac{2S}{t^2} \right) = 9,9 \text{ Н}, \quad m_2 = m_1 \frac{1 - \frac{2S}{gt^2}}{1 + \frac{2S}{gt^2}} = 0,9 \text{ кг}.$$

3

Система из неподвижного блока и двух грузиков массами m_1 и m_2 ($m_2 = nm_1$, $n = 4$) и блока, изображенная на рисунке, в некоторый момент времени приходит в движение. Найти ускорение грузов a , отношение натяжения нити T к массе грузика m_1 , путь S через $t = 3$ с после начала движения и конечную скорость v грузиков.



$$a = \frac{n-1}{n+1}g = 6 \text{ м/с}^2,$$

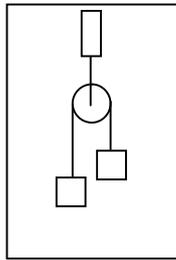
$$\frac{T}{m_1} = \frac{2n}{1+n}g = 16 \text{ м/с}^2,$$

$$v = \frac{n-1}{n+1}gt = 18 \text{ м/с},$$

$$S = \frac{n-1}{n+1}g \frac{t^2}{2} = 24 \text{ м}.$$

4

Два грузика с массами $m_1 = 300 \text{ г}$ и $m_2 = 200 \text{ г}$ соединены нитью, перекинутой через блок, подвешенный на пружинных весах. Определите ускорение грузиков a , показание пружинных весов Q и натяжение нити T . Трением в оси блока и его массой пренебречь.



$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}g = 2 \text{ м/с}^2,$$

$$T = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g = 0,32 \text{ Н},$$

$$Q = \frac{4m_1m_2}{m_1 + m_2}g = 0,64 \text{ Н}.$$

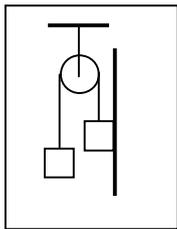
5

Две гири массой $m_1 = 7 \text{ кг}$ и $m_2 = 11 \text{ кг}$ висят на концах нити, перекинутой через блок. Вначале гири находятся на одной высоте. С каким ускорением a они будут двигаться? Через какое время после начала движения более легкая гиря окажется на $L = 20 \text{ см}$ выше более тяжелой и какая у нее будет скорость v ? Массой блока и нитей, а также трением в блоке пренебречь. Нить нерастяжима.

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}g = 2,2 \text{ м/с}^2, \quad t = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1} \frac{L}{g}} = 0,3 \text{ с}, \quad v = \sqrt{\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} Lg} = \frac{2}{3} \text{ м/с}.$$

6

Невесомая нить перекинута через блок. При движении нити на нее со стороны щели действует постоянная сила $F = 1,0 \text{ Н}$. На концах нити подвешены грузы, масса которых $m_1 = 5,0 \text{ кг}$ и $m_2 = 3,0 \text{ кг}$. При движении грузов на первый из них со стороны стены, о которую он трется, действует постоянная сила $F = 2,0 \text{ Н}$. Определить ускорение грузов a , натяжение нити T , давление нити на ось блока Q .



$$a = \frac{(m_1 - m_2)g - F}{m_1 + m_2} = 2,25 \text{ м/с}^2,$$

$$T = \frac{2m_2(m_1 - F/2g)}{m_1 + m_2}g = 36,75 \text{ Н},$$

$$Q = \frac{4m_2(m_1 - F/2g)}{m_1 + m_2} g = 73,5 \text{ Н.}$$

7

Через невесомый блок перекинута нить, к концам которой прикреплены грузы $m_1 = m_2 = 1$ кг. Система находится в покое. На груз m_2 кладут перегрузок $\Delta m = 0,1$ кг. Найти: ускорение грузов a , силу натяжения нити T , силу давления нити на ось блока F и силу Q , с которой перегрузок давит на груз при движении. На сколько изменится расстояние ΔS между грузами за время $t = 3$ с от начала движения и чему к этому моменту равен модуль разницы $|\vec{v}_1 - \vec{v}_2|$ скоростей грузов?

$$a = \frac{m_2 + \Delta m - m_1}{m_1 + m_2 + \Delta m} g = 0,48 \text{ м/с}^2, \quad T = \frac{2m_1(m_2 + \Delta m)}{m_1 + m_2 + \Delta m} g = 10,48 \text{ Н},$$

$$F = \frac{4m_1(m_2 + \Delta m)}{m_1 + m_2 + \Delta m} g = 20,95 \text{ Н}, \quad Q = \frac{2m_1\Delta m}{m_1 + m_2 + \Delta m} g = 2,2 \text{ м/с}^2,$$

$$\Delta S = \frac{m_2 + \Delta m - m_1}{m_1 + m_2 + \Delta m} gt^2 = 4,32 \text{ м}, \quad |\vec{v}_1 - \vec{v}_2| = 2 \frac{m_2 + \Delta m - m_1}{m_1 + m_2 + \Delta m} gt = 2,88 \text{ м/с.} =$$

8

Два груза висят на нити, перекинутой через блок с неподвижной осью. Масса одного из грузов $m = 200$ г. Известно, что нить не обрывается, если к другому ее концу прикрепить очень тяжелый груз ($M \rightarrow \infty$). Какое при этом будет натяжение T нити? Массой нити и блока пренебречь.

$$T = \frac{2Mm}{M + m} g, \quad \text{при } M \rightarrow \infty \quad T \rightarrow 2mg = 4 \text{ Н.}$$

8. Динамика криволинейного движения

1

Если тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, то результирующая сила

- 1) равна нулю
- 2) направлена к центру окружности
- 3) направлена от центра окружности
- 4) направлена по направлению скорости тела
- 5) направлена против направления скорости тела

2

Если грузовик движется на горизонтальной поверхности по окружности, то центростремительная сила – это сила

- 1) трения, приложенная к Земле

- 2) вес грузовика
- 3) реакции опоры (нормальная составляющая)
- 4) трения движения, приложенная к грузовику
- 5) трения покоя, приложенная к грузовику

3

Если самолет движется по окружности в вертикальной плоскости с постоянной по модулю скоростью, то летчик, находясь в кресле самолета,

- 1) испытывает максимальные перегрузки в верхней точке траектории
- 2) испытывает максимальные перегрузки в нижней точке траектории
- 3) испытывает одинаковые перегрузки во всех точках траектории
- 4) не испытывает перегрузок (вес равен силе тяжести)
- 5) находится в состоянии невесомости во всех точках траектории (вес равен нулю)

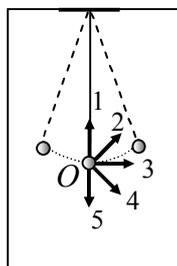
4

Если тело массой 100 кг движется по окружности радиуса 10 м с постоянной скоростью 10 м/с, то на тело действует сила, равная по модулю

- 1) 1 кН
- 2) 100 Н
- 3) 10 Н
- 4) 10 кН
- 5) 100 кН

5

Если тело, подвешенное на нити, совершает свободные колебания, то вектор ускорения тела при движении слева направо в т. O направлен



6

Вокруг некоторой планеты по круговой орбите некоторого радиуса летает спутник со скоростью v . Если бы масса планеты была в 4 раза меньше и спутник двигался бы по орбите того же радиуса, то его скорость v' была бы равна

- 1) $\frac{v}{2}$
- 2) v
- 3) $\frac{v}{4}$
- 4) $2v$
- 5) $4v$

7

Для того чтобы орбитальная станция двигалась по круговой орбите вокруг планеты A , она должна иметь скорость v_A . Объем планеты B в 2 раза больше объема планеты A , при этом средние плотности вещества планет равны. Если орбитальная станция движется вокруг планеты B по такой же орбите, что и вокруг планеты A , то она имеет скорость v_B , равную

- 1) $\sqrt{2}v_A$ 2) $\frac{v_A}{\sqrt{2}}$ 3) $\frac{v_A}{4}$ 4) $2v_A$ 5) $4v_A$

8

Если автомобиль массой 2 т проходит верхнюю точку моста радиусом 40 м со скоростью 36 км/ч, то сила его нормального давления на мост равна

- 1) 5 кН 2) 10 кН 3) 20 кН 4) 25 кН 5) 15 кН

9

Если самолет, описывая дугу окружности радиусом 800 м в вертикальной плоскости, в нижней точке траектории имеет скорость 200 м/с, то отношение веса летчика к его силе тяжести (перегрузка) равно

- 1) 10 2) 8 3) 6 4) 5 5) 4

10

Если радиус петли Нестерова 300 м, а скорость самолета 432 км/ч, то отношение веса летчика к его силе тяжести (перегрузка) в верхней части траектории равно

- 1) 5,8 2) 3,8 3) 4,8 4) 2,8 5) 6,8

11

Если ведро с водой вращается в вертикальной плоскости с помощью нити длиной 1,6 м, то минимальная скорость вращения ведра, при которой вода еще не выливается из него, равна

- 1) 10 м/с 2) 8 м/с 3) 6 м/с 4) 5 м/с 5) 4 м/с

12

Вокруг некоторой планеты по круговой орбите летает спутник. Если бы масса планеты была в 8 раз больше, то тот же спутник двигался бы с тем же периодом обращения по орбите с другим радиусом и отношение второго радиуса к первому было бы равно

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5

13

По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника, причем скорость движения первого спутника в 3 раза меньше скорости движения второго. Если период обращения первого спутника равен 540 мин, то период обращения второго спутника равен

- 1) 10 мин 2) 20 мин 3) 30 мин 4) 40 мин 5) 50 мин

14

Если коэффициент трения между шинами мотоцикла и дорогой равен μ , то угол наклона к вертикали мотоциклиста при его движении по горизонтальному виражу равен

- 1) $\alpha = \operatorname{arccotg} \mu$ 2) $\alpha = \operatorname{arctg}(2\mu)$ 3) $\alpha = \operatorname{arccos} \mu$
 4) $\alpha = \operatorname{arcsin} \mu$ 5) $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$

15

Если бы тела, расположенные на экваторе Земли ($R = 6400$ км), были бы невесомы, то продолжительность суток на Земле равнялась бы

- 1) 1,4 ч 2) 2,5 ч 3) 3,6 ч 4) 4,7 ч 5) 5,8 ч

16

Если вагон движется по закруглению радиусом 90 м и тело, подвешенное на нити к потолку вагона, отклоняется на угол 45° от вертикали, то скорость вагона равна

- 1) 20 м/с 2) 40 м/с 3) 30 м/с 4) 10 м/с 5) 5 м/с

17

Если на горизонтально вращающемся столике на расстоянии 0,5 м от оси вращения лежит груз массой 1 кг, то сила трения, удерживающая тело на столике, если он вращается с частотой 12 об/мин, равна

- 1) 0,79 Н 2) 0,25 Н 3) 1,36 Н 4) 2,7 Н 5) 5,3 Н

18

Если велосипедист едет со скоростью 25 км/ч по окружности в горизонтальной плоскости, наклонившись к ней под углом 60° , то радиус окружности равен

- 1) 11,49 м 2) 8,34 м 3) 2,79 м 4) 4,83 м 5) 5,45 м

19

Если диск вращается в горизонтальной плоскости со скоростью 30 об/мин и на расстоянии 20 см от оси вращения на диске лежит тело, то чему равен минимальный коэффициент трения

- 1) 0,06 2) 5 3) 0,71 4) 0,4 5) 0,20

20

Найдите область изменения силы трения $F_{\text{тр}}$ и радиуса R дуги поворота автомобиля массы $m = 1,6$ т, движущегося по горизонтальной дороге со скоростью $v = 36$ км/ч, если коэффициент трения скольжения $\mu = 0,25$.

$$F_{\text{до}} \leq \mu mg = 4 \text{ кН}, \quad R \geq \frac{v^2}{\mu g} = 40 \text{ м.}$$

21

Велосипедист едет по окружности радиусом $R = 90$ м в горизонтальной плоскости. Какой угол должен составлять велосипедист с горизонталью при скорости $v = 5$ м/с?

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{gR}{v^2} = 88,4^\circ.$$

22

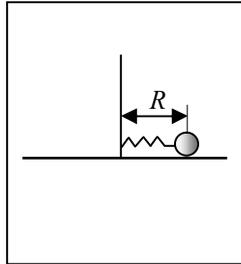
Автомобиль массой $m = 600$ кг въезжает на выпуклый мост, представляющий собой дугу окружности радиусом $R = 120$ м. Скорость автомобиля $v = 108$ км/ч. В некоторый момент времени радиус-вектор, проведенный из центра окружности в точку, где находится автомобиль, составляет с горизонталью угол $\alpha = 60^\circ$. Определить силу Q нормального давления автомобиля на мост и максимальную скорость v_{\max} движения автомобиля, когда он еще удерживается на мосту в данной точке? В какой точке моста сила нормального давления Q автомобиля на мост максимальна и чему она равна?

$$Q = m(g \sin \alpha - \frac{v^2}{R}) = 600 \text{ Н}, v_{\max} = \sqrt{gR \sin \alpha} = 116 \text{ км/ч},$$

$$Q_{\max} = m(g - \frac{v^2}{R}) = 1500 \text{ Н}, \text{ в верхней точке при } \alpha = \frac{\pi}{2}.$$

23

Маленький шарик массой m , прикрепленный пружиной к вертикальной оси, движется без трения вокруг нее по окружности радиуса R , лежащей на горизонтальной плоскости, с угловой скоростью ω . Найти: деформацию пружины Δl ; центростремительное ускорение a_n ; период вращения T ; модуль силы упругости F ; коэффициент жесткости k пружины, если длина недеформированной пружины L .

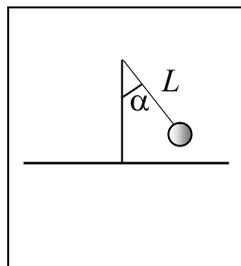


$$\Delta l = R - L, a_n = \omega^2 R, T = \frac{2\pi}{\omega},$$

$$F = m\omega^2 R, k = \frac{m\omega^2 R}{R - L}.$$

24

Шарик массой m подвешен на нити длиной L и равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали α . Определите радиус вращения шарика R , центростремительное (нормальное) ускорение a_n , силу натяжения нити F , линейную v и угловую ω скорости шарика и период вращения T .



$$R = L \sin \alpha, a_n = g \tan \alpha,$$

$$F = \frac{mg}{\cos \alpha}, v = \sqrt{\frac{Lg}{\cos \alpha}} \sin \alpha,$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L \cos \alpha}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g} \cos \alpha}.$$

25

В вагоне поезда, движущегося равномерно со скоростью $v = 20$ м/с по закруглению радиусом $R = 200$ м, происходит взвешивание груза массой $m = 5$ кг с помощью динамометра. Значение веса груза Q равно

$$Q = \frac{m}{R} \sqrt{g^2 R^2 + v^4} = 51 \text{ Н.}$$

26

Если коэффициент трения скольжения между шинами мотоцикла и поверхностью цилиндра равен μ , то наименьшая скорость v_{\min} мотоциклиста, с которой он может ездить по горизонтальному кругу на внутренней поверхности вертикального кругового цилиндра радиуса R , равна

$$v_{\min} = \sqrt{\mu g R}.$$

27

С какой минимальной скоростью v может двигаться мотоциклист по треку с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ и радиусом закругления $R = 90$ м, если коэффициент трения $\mu = 0,4$? Треком называется участок дороги, плоскость полотна которой составляет некоторый угол с горизонтальной плоскостью.

$$v_{\min} = \sqrt{gR \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}} = 33,5 \text{ м/с.}$$

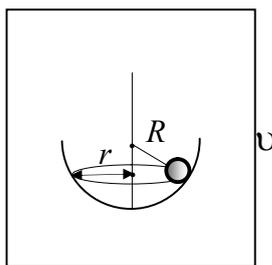
28

Гладкий диск радиусом $R = 1$ м вращается вокруг оси с частотой $\nu = 60$ об/мин. От поверхности диска на расстоянии $r = 0,5 R$ от оси отрывается небольшая его часть и скользит по поверхности. Найти путь S , время t соскальзывания с диска и скорость v в конце пути.

$$S = \sqrt{R^2 - r^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} R = 0,87 \text{ м, } t = \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{2\pi\nu r} = \frac{\sqrt{3}}{2\pi\nu} = 0,28 \text{ с, } v = 2\pi\nu r = \pi \text{ м/с.}$$

29

По гладкой внутренней поверхности полой сферы радиусом $R = 2$ м движется в горизонтальной плоскости тело, находясь постоянно на высоте $h = R/2$ от нижней точки сферы. Найти радиус окружности r , по которой оно движется, линейную v и угловую ω скорости тела.



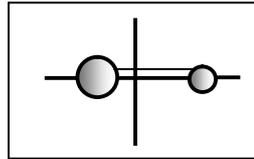
$$r = \sqrt{h(2R - h)} = \frac{R}{2} \sqrt{3} = 1,7 \text{ м,}$$

$$v = \sqrt{\frac{h(2R - h)}{R - h} g} = \sqrt{\frac{3R}{2} g} = 5,4 \text{ м/с,}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R - h}} = \sqrt{\frac{2g}{R}} = 3,2 \text{ рад/с.}$$

30

Два шарика массами $m_1 = 50$ г и $m_2 = 100$ г с отверстиями вдоль диаметра насажены на стержень и связаны друг с другом нитью с коэффициентом жесткости $k = 1$ Н/м. Длина нерастянутой нити $L_0 = 19,5$ см. Стержень вращают в горизонтальной плоскости вокруг некоторой вертикальной оси, проходящей между шариками, при этом расстояние между их центрами $L = 20$ см. На каком расстоянии r_2 от оси вращения надо расположить второй шарик, чтобы при вращении стержня шарики не двигались по нему? Чему равны угловая ω и линейные скорости первого v_1 и второго v_2 шарика, а также их отношение v_1/v_2 ? Трением о стержень пренебречь.



$$r_2 = L \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 6,7 \text{ см}, \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = 2,$$

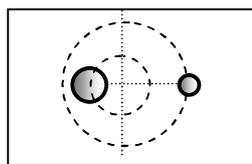
$$\omega = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k} \frac{L - L_0}{m_2 m_1 L}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87 \text{ рад/с},$$

$$v_1 = \sqrt{k \frac{m_2}{m_1} \frac{L(L - L_0)}{m_1 + m_2}} = 11,5 \text{ см/с},$$

$$v_2 = \sqrt{k \frac{m_1}{m_2} \frac{L(L - L_0)}{m_1 + m_2}} = 5,75 \text{ см/с}.$$

31

Две планеты с одинаковыми массами, равными половине массы Земли каждая ($n = 0,5$), равномерно движутся по окружности вокруг их общего центра масс под действием силы взаимного притяжения. Если расстояние между центрами планет $L = 1,0 \cdot 10^8$ м, а радиус Земли $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м, то радиус R окружности каждого из тел, угловая ω и линейная v скорости планет, а также период T обращения этой системы равны



$$R = \frac{L}{2} = 0,5 \cdot 10^8 \text{ м}, \quad T = \frac{\pi L}{R_c} \sqrt{\frac{2nL}{g}} = 86 \text{ ч},$$

$$\omega = \frac{2R_c}{L} \sqrt{\frac{g}{2nL}} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с},$$

$$v = R_c \sqrt{\frac{g}{2nL}} = 285 \text{ км/ч}.$$

32

К краю основания перевернутого вершиной вниз кругового конуса, с углом $\alpha = 120^\circ$ при вершине, прикреплена нить с шариком на конце, который находится внутри конуса на расстоянии $L = 0,1$ м от вершины. С каким периодом T должен вращаться конус вокруг своей оси, чтобы нить начала провисать? Трением пренебречь.

$$T = 2\pi \sin \alpha \sqrt{\frac{L}{g \cos \alpha}} = 0,78 \text{ с}.$$

Учебное издание

Фишбейн Лев Абрамович
Першин Виталий Константинович

ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ

Динамика материальной точки

Сборник задач
для студентов заочной формы обучения
и дистанционного образования

Редактор *Е. С. Шарипова*

Подписано в печать 23.09.2011. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 3,5

Тираж 300 экз. Заказ № 150

Издательство УрГУПС

620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66