

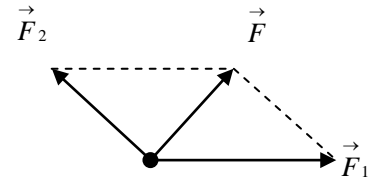
Динамика

Сила (\vec{F}) – векторная физическая величина, являющаяся количественной характеристикой действия одного тела на другое (или частей одного и того же тела).

Сила характеризуется: 1. модулем
2. направлением
3. точкой приложения

Равнодействующая (резльтирующая) сила ($\Sigma \vec{F}$) – сила, которая оказывает на тело такое же действие, как и несколько одновременно действующих сил, т.е. геометрическая сумма сил.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$



Инерция – явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел (т.е. покой или прямолинейное равномерное движение)

Инерциальные системы отсчёта – системы отсчёта, относительно которых тело движется равномерно прямолинейно или покоится, если на него не действуют другие тела.

Инертность – свойство тел, характеризующее их способность сопротивляться изменению их скорости под воздействием силы.

Масса – мера инертности тел.

Механические силы.

1. Сила всемирного тяготения – сила, с которой все тела притягиваются друг к другу.

Природа – гравитационная.

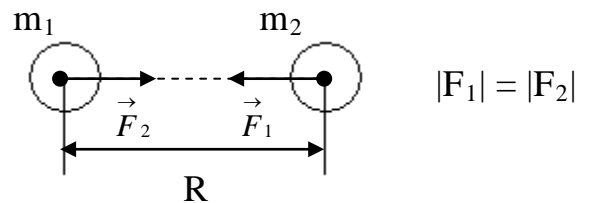
Направление – вдоль линии, соединяющей центры тел.

Закон всемирного тяготения – все тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

где m_1, m_2 – массы взаимодействующих тел,
 R – расстояние между их центрами,

G – гравитационная постоянная, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$



Пределы применимости: 1. материальные точки.

2. однородные шары.

3. однородный шар большого радиуса и тело.

Сила тяжести – сила, с которой планета притягивает к себе окружающие тела.

$F_{тяж}$ – частный случай закона всемирного тяготения

Природа – гравитационная.

Точка приложения – центр масс тела.

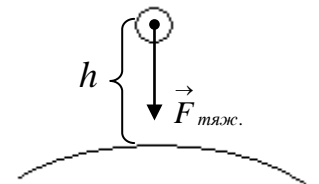
Направление – вертикально вниз (к центру Земли).

$$\mathbf{F}_{тяж} = \mathbf{mg}$$

g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$ – для всех тел!

$$F = G \frac{m \cdot M}{R^2}; \quad g = G \frac{M}{R^2} \text{ - на поверхности планеты (Земли)}$$

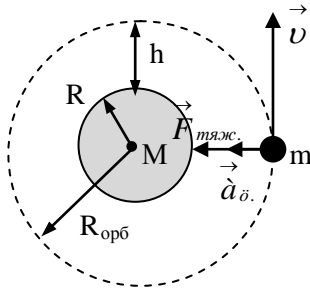
$$F_h = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}; \quad g_h = G \frac{M}{(R + h)^2} \text{ - на высоте } h \text{ от поверхности планеты (Земли),}$$



где m – масса тела, M – масса планеты (Земли)

h – высота тела над поверхностью планеты (Земли)

Движение спутника вокруг планеты (Земли).



$$F_T = ma_{ц}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}$$

$$v = \sqrt{gR} \quad \text{1-ая космическая скорость (старт с поверхности планеты)}$$

$$v_3 = 7,9 \frac{км}{с}$$

$$v = \sqrt{g_h R_{орб.}} \quad v_h = \sqrt{g_h \cdot R_{орб.}}, \quad \text{где } R_{орб.} = R + h$$

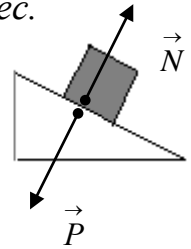
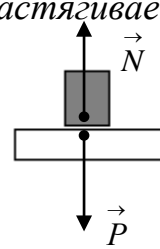
2. Вес тела – сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес.

Природа – электромагнитная.

Точка приложения – опора или подвес.

Направление – противоположное силе реакции опоры или силе натяжения нити.

$$\vec{P} = -\vec{N} \quad (P = N) \quad \text{- по третьему закону Ньютона}$$



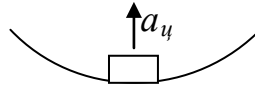
$$P = mg$$

если $\vec{v} = \text{const}$

опора – горизонтальна,
подвес – вертикален

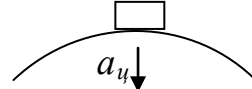
$$P = m(g+a) \quad \vec{a} \downarrow \uparrow \vec{g}$$

\vec{a} - направлено вверх



$$P = m(g-a) \quad \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{g}$$

\vec{a} - направлено вниз



$$P = 0$$

$$\vec{a} = \vec{g}$$

НЕВЕСОМОСТЬ

3. Сила упругости – сила, которая возникает при деформациях тела.

Природа – электромагнитная.

Точка приложения – тело.

Направление – противоположное направлению смещения частиц при деформации.

При упругих деформациях выполняется **закон Гука** – сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна величине деформации и направлена против смещения частиц при деформации.

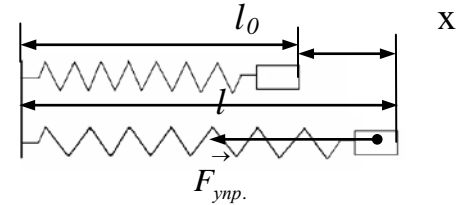
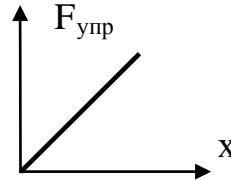
$$\vec{F}_{упр} = -kx \quad |x| = |l - l_0|$$

$$|F_{упр}| = k|x|$$

x – величина деформации.

где k – коэффициент жесткости. $[k] = \frac{H}{м}$

$k \sim \frac{s}{l_0}$, где s – площадь поперечного сечения жгута или троса.



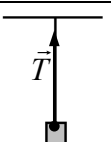
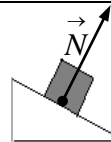
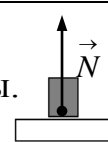
Соединение пружин.

Последовательное	Параллельное	Колебание тела
$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$ $(x = x_1 + x_2 + \dots + x_n)$	$k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$ $F = F_1 + F_2 + \dots + F_n$	$k = k_1 + k_2$

Виды сил упругости:

а) сила реакции опоры \vec{N} – перпендикулярна поверхности опоры.

б) сила натяжения нити \vec{T} – направлена вдоль нити (подвеса).



4. Силы трения – сила, возникающая при попытке перемещения одного тела по поверхности другого тела или при относительном движении тел.

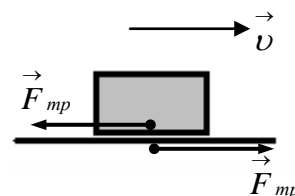
Причины возникновения:

- шероховатости и неровности соприкасающихся поверхностей;
- межмолекулярное притяжение (прилипание поверхностей).

Природа – электромагнитная.

Приложена к обоим соприкасающимся телам.

Направление – вдоль поверхностей соприкасающихся тел, против скорости движения.



Виды сухого трения.

трение покоя	трение скольжения	трение качения
<p>$F_{тр.покоя}$ – сила трения, возникающая при движении соприкасающихся тел относительно друг друга, направленная вдоль поверхностей соприкосновения, что препятствует относительному движению тел.</p> <p>$F_{тр.покоя} = F_{тяги}$, пока $v_{отн.} = 0$</p> <p>$F_{тр.покоя макс} = \mu N$ – максимальное значение $F_{тр.покоя}$</p>	<p>$F_{тр.скольж.}$ – сила трения, действующая между соприкасающимися телами, движущимися относительно друг друга.</p> <p>$F_{тр.скольж} = \mu N$, где μ – коэффициент трения скольжения. $F_{тр.скольж} \approx F_{тр.пок.макс}$</p> <p>$F_{тр}$ не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.</p> <p>Если $tg\alpha = \mu$ – скольжение</p>	<p>$F_{тр.кач.}$ – сила, возникающая, когда одно тело катится по поверхности другого.</p> <p>$F_{тр.скольж.} \gg F_{тр.кач.}$</p>

Жидкое трение $F_{тр.жид.}$ – сила трения, возникающая, когда тело движется соприкасаясь с жидкостью или газом.

$F_{тр.жид.} \ll F_{тр.сухое}$, т.к. в жидкости и газе нет силы трения покоя.

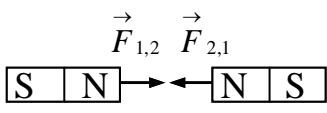
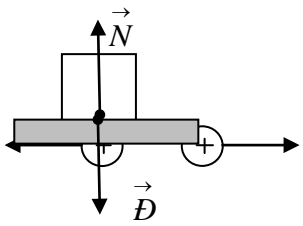
$F_{тр.жид.}$ зависит от: размеров и формы тела, свойств среды, скорости относительного движения

5. Сила Архимеда

$$F_A = \rho_{жс} g V_t$$

Законы Ньютона.

I закон Ньютона	II закон Ньютона	III закон Ньютона
<p>Когда тело движется <u>равномерно прямолинейно</u> или <u>покоится</u>?</p> <p>- если сумма действующих на тело сил равна нулю или силы отсутствуют.</p>	<p>Когда тело движется с <u>ускорением</u>?</p> <p>- если действующие на тело силы не скомпенсированы.</p> <p>Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.</p>	<p>Как взаимодействуют два тела?</p> <p>Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.</p> <p>$\vec{F}_{1,2} = - \vec{F}_{2,1}$</p>

<p>если $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$, ($\Sigma \vec{F} = 0$), то $\vec{v} = \text{const}$ или $\vec{v} = 0$</p>	<p>$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$ $\vec{m} \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$</p> <p><i>Особенности II закон Ньютона:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для любых сил. 2. Сила причина ускорения и определяет ускорение. 3. Вектор \vec{a} сонаправлен с вектором $\Sigma \vec{F}$ т.е. $\vec{a} \uparrow \Sigma \vec{F}$ <ul style="list-style-type: none"> - Тело движется прямолинейно, если $\Sigma \vec{F} = \text{const}$ по направлению. - Тело движется по окружности, если $\Sigma \vec{F} \perp \vec{v}$ - Тело движется криволинейно при $\alpha \neq 0$ и $\alpha \neq 90^\circ$ 	<p>1) $\vec{F}_{1,2}$ $\vec{F}_{2,1}$</p> <p>2) </p> <p>3) </p> <p><i>Особенности III закон Ньютона:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Силы возникают только парами. 2. Силы одной природы. 3. Силы не уравниваются друг друга, т.к. приложены к разным телам.
--	---	---

Границы применимости законов Ньютона: - для инерциальных систем отсчёта

- для $v \ll c$

- для макроскопических тел

Алгоритм решения задач по теме «Динамика».

1. Сделать чертеж по плану:
 - 1) Опора (если есть)
 - 2) Тело.
 - 3) Силы.
 - 4) Ускорение (если есть)
 - 5) Оси координат (x вдоль \vec{a}).
2. Проанализировать состояние объекта: покой, равномерное прямолинейное движение или равноускоренное движение. В зависимости от этого записать I или II закон Ньютона, описывающий условие данной задачи в векторной форме.
3. Сделать проекции этого выражения на оси.
4. Записать систему уравнений, добавив в неё при необходимости формулу силы трения или уравнения кинематики.
5. Решить систему уравнений относительно неизвестной.

Обучающие задания на тему «ДИНАМИКА»

1(А) Автобус движется прямолинейно с постоянной скоростью. Выберите правильное утверждение.

- 1) На автобус действует только сила тяжести.
- 2) Равнодействующая всех приложенных к автобусу сил равна нулю.
- 3) Ускорение автобуса постоянно и отлично от нуля.
- 4) Ни одно из приведённых в пунктах 1-3 утверждений неверно.

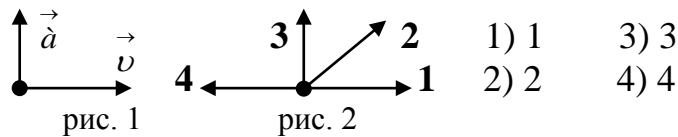
Указание: *Вспомните I закон Ньютона.*

2(А) Шарик движется под действием постоянной по модулю и направлению силы. Выберите правильное утверждение.

- 1) Скорость шарика не изменяется.
- 2) Шарик движется равномерно.
- 3) Шарик движется с постоянным ускорением.
- 4) Ни одно из приведённых в пунктах 1-3 утверждений неверно.

Указание: *Вспомните II закон Ньютона.*

3(А) На рис. 1 представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырех векторов на рис. 2 указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на тело?



Указание: *Используйте векторную запись II закона Ньютона и вспомните понятие сонаправленности векторов.*

4(А) Как движется шарик массой 500 г под действием силы 4 Н?

- 1) С ускорением 2 м/с^2 .
- 2) С постоянной скоростью $0,125 \text{ м/с}$.
- 3) С постоянным ускорением 8 м/с^2 .
- 4) С постоянной скоростью 2 м/с .

Указание: *Примените II закон Ньютона.*

5(А) В каких из приведённых ниже случаев речь идёт о движении тел по инерции?

- А. Тело лежит на поверхности стола.
Б. Катер после выключения двигателя продолжает двигаться по поверхности воды.
В. Спутник движется по орбите вокруг Земли.

- 1) А 2) Б 3) В 4) А, Б, В

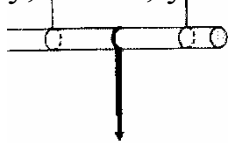
Указание: *Вспомните определение инерции и условие, при котором наблюдается это явление.*

6(А) Равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю. Какова траектория движения этого тела?

- 1) Парабола 3) Прямая
2) Окружность 4) Эллипс

Указание: *Вспомните I закон Ньютона.*

7(A) В инерциальной системе отсчета сила \mathbf{F} , действуя на тело массы m , сообщает ему ускорение \mathbf{a} . Как надо изменить силу, чтобы, уменьшив массу тела вдвое, уменьшить его ускорение в 4 раза?



- 1) увеличить в 2 раза
- 2) уменьшить в 2 раза
- 3) уменьшить в 4 раза
- 4) уменьшить в 8 раз

Указание: Вспомнить второй закон Ньютона.

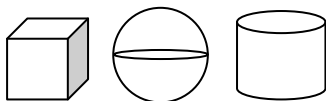
8(A) Если палочку, подвешенную на двух тонких нитях, *медленно* потянуть за шнур, прикрепленный к ее центру, то...

- 1) палочка сломается
- 2) оборвется шнур
- 3) оборвется одна из нитей
- 4) возможен любой вариант, в зависимости от приложенной силы

Указание: Вспомните определение инертности.

9(A) На рисунке показаны три симметричных тела одинаковой массы (куб, шар и цилиндр). Для каких двух тел можно применить закон Всемирного тяготения, если расстояние между центрами тел сравнимо с размерами самих тел?

- 1) Для шара и куба.
- 2) Для шара и цилиндра.
- 3) Для цилиндра и куба.



- 4) Ни для одной из пар, т.к. закон Всемирного тяготения применим только для материальных точек.

Указание: вспомнить границы применимости закона всемирного тяготения.

10(A) Известно, что масса Земли в 81 раз больше массы Луны. Если Земля притягивает Луну с силой \mathbf{F} , то Луна притягивает Землю с силой ...

- 1) $81F$
- 2) $\frac{F}{81}$
- 3) F
- 4) $F = 0$

Указание: Вспомните III закон Ньютона.

11(A) Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого шарика $\frac{m}{3}$, а расстояние между ними $\frac{r}{3}$?

- 1) $3F$
- 2) F
- 3) $\frac{F}{3}$
- 4) $\frac{F}{27}$

Указание: Применить закон всемирного тяготения.

12(A) На поверхности Земли на тело действует сила тяготения 18 Н. На расстоянии двух радиусов Земли от её поверхности сила тяготения будет равна...

- 1) 36 Н
- 2) 9 Н
- 3) 2 Н
- 4) 4,5 Н

Указание: Применить закон всемирного тяготения $F_h = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}$.

13(A) Ускорение свободного падения будет меньше, если тело находится ...

- 1) на северном полюсе
- 2) на южном полюсе
- 3) на экваторе
- 4) ускорение свободного падения везде одинаковое.

Указание: $g = G \frac{M}{R^2}$, полярный и экваториальный радиусы Земли – различны.

14(A) Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом $2 \cdot 10^7$ м. Его скорость равна...

- 1) 4,5 км/с
- 2) 6,3 км/с
- 3) 8 км/с
- 4) 11 км/с

Указание: Применить формулу

15(A) Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на Землю. На каком участке траектории движения мяч находился в состоянии невесомости?

- 1) Только во время движения вверх.
- 2) Только во время движения вниз.
- 3) Во время всего полёта.
- 4) Ни в одной из точек траектории полёта.

16(A) Лифт начинает движение вверх с ускорением a . Выберите из предложенных ответов правильное соотношение веса тела P и силы тяжести F .

- 1) $P < F$
- 2) $P = F$
- 3) $P > F$
- 4) $P = 0; F > 0$

17(A) Автомобиль массой 2 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 40 м, со скоростью 36 км/ч. Сила давления автомобиля на середину моста ...

- 1) $25 \cdot 10^3$ Н
- 2) $20 \cdot 10^3$ Н
- 3) $15 \cdot 10^3$ Н
- 4) 0 Н

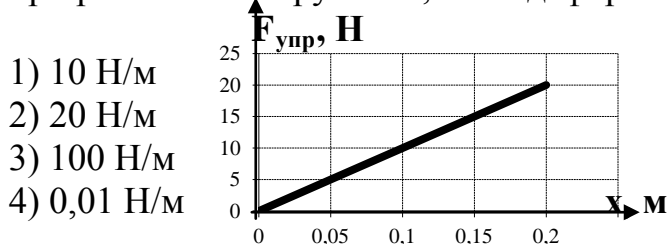
Указание: Применить второй закон Ньютона и учесть, что $a = a_n = \frac{v^2}{R}$

18(A) Под действием какой силы пружина жёсткостью 25 Н/м изменяет свою длину на 5 см?

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

Указание: Применить закон Гука.

19(A) На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от её деформации. Жёсткость этой пружины равна



Указание: Из графика найти для любого x значение $F_{упр}$ и применить закон Гука.

20(A) Какой из перечисленных факторов не влияет на силу сухого трения?

- 1) Материал соприкасающихся тел.
- 2) Состояние трущихся поверхностей.
- 3) Сила нормального давления.
- 4) Площадь соприкасающихся поверхностей.

21(A) Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила его давления на плоскость равна 8 Н, сила трения 2 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,16
- 2) 0,25
- 3) 0,75
- 4) 4

Указание: Применить формулу силы трения, сила реакции опоры равна силе давления.

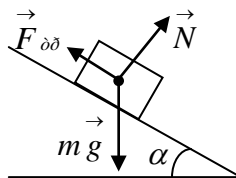
22(A) Тело массой 200 г движется по горизонтальной поверхности с ускорением $0,7\text{ м/с}^2$. Если силу трения считать равной 0,06 Н, то горизонтально направленная сила тяги, приложенная к телу равна...

- 1) 0,02 Н
- 2) 0,08 Н
- 3) 0,2 Н
- 4) 0,8 Н

Указание: Используйте второй закон Ньютона и определение равнодействующей сил.

23(A) Брусok покоится на шероховатой наклонной плоскости (см. рис.). На тело действуют: сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{од}}$. Модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{\text{од}}$ и \vec{N} равен ...

- 1) mg
- 2) $F_{\text{тр}} + N$
- 3) $N \cdot \cos\alpha$
- 4) $F_{\text{тр}} \cdot \sin\alpha$



Указание: На рис. изобразите равнодействующую сил $\vec{F}_{\text{од}}$ и \vec{N} .

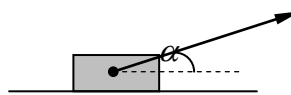
24(A) Брусok массой 0,2 кг покоится на наклонной плоскости с углом наклона 30° . Коэффициент трения между поверхностями бруска и плоскости 0,5. Сила трения, действующая на брусok равна

- 1) 0,5 Н
- 2) 1 Н
- 3) 1,7 Н
- 4) 2 Н

Указание: записать второй закон Ньютона в проекции на ось Ox , направленную вдоль наклонной плоскости.

25(A) Брусok массой 1 кг движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы 10 Н, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен 0,4, а угол $\alpha=30^\circ$. Модуль силы трения равен

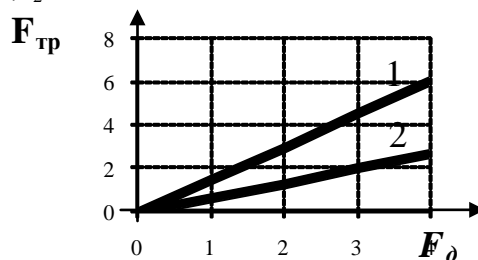
- 1) 8,5 Н
- 2) 2 Н
- 3) 3,4 Н
- 4) 6 Н



Указание: записать второй закон Ньютона в проекции на ось Oy , для нахождения N , и воспользоваться формулой $F_{\text{тр}} = \mu N$

26(A) На рисунке представлены графики зависимости силы трения от силы нормального давления для двух тел. Отношение $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ коэффициентов трения скольжения

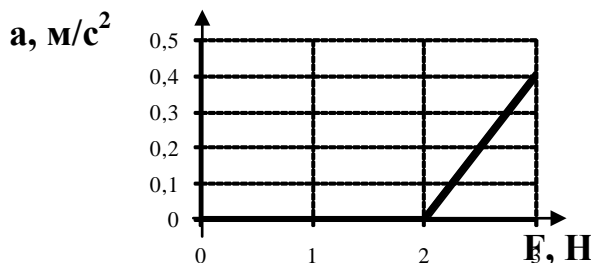
- 1) 1
- 2) 2
- 3) $\frac{1}{2}$
- 4) $\sqrt{2}$



Указание: $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{F_{1\delta\delta}}{F_{2\delta\delta}}$, если $F_{1\delta} = F_{2\delta}$

27(A) Тело тянут по горизонтальной плоскости с постоянно увеличивающейся горизонтально направленной силой F . График зависимости ускорения, приобретаемого телом, от приложенной к нему силы F приведён на рисунке. Определить максимальную силу трения покоя.

- 1) 0,5 Н
- 2) 1 Н
- 3) 2 Н
- 4) 3 Н



Указание: пока $a = 0$ – тело покоится, максимальное значение $F_{тр.покоя} = F_{max}$, для $a=0$.

28(B) Координата тела изменяется по закону $x = 5 - 4t + 2t^2$ (м). Чему равна сила, действующая на тело в момент времени 5с? Масса тела 2 кг.

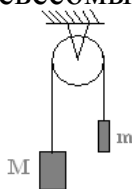
Указание: Применить второй закон Ньютона; найти проекцию ускорения через уравнение координаты.

29(B) Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью 72 км/ч по выпуклому мосту, имеющему форму дуги окружности. При каком значении радиуса этой окружности водитель испытает состояние невесомости в верхней точке моста?

Указание: В состоянии невесомости тело движется с ускорением свободного падения.

30(B) Брусок массой $M = 300$ г соединён с бруском массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок. Чему равно ускорение брусков? Трением пренебречь.

Указание: Изобразите все силы действующие на оба тела, запишите для каждого II закон Ньютона, решите систему из двух Уравнений относительно ускорения.



31(B) На автомобиль массой 1 т во время движения действует сила трения, равная 0,1 силы тяжести. Чему должна быть равна сила тяги двигателя, чтобы автомобиль двигался с ускорением 2 м/с^2 ?

Указание: Изобразите все силы действующие на автомобиль, запишите II закон Ньютона в проекции на ось Oх.

32(В) Два бруска связаны невесомой и нерастяжимой нитью, как показано на рисунке. К правому бруску приложена сила $F = 10$ Н. Чему равна сила натяжения нити? Трение не учитывать.

4 кг

1 кг

Указание: Изобразите все силы, действующие на оба тела, запишите для каждого II закон Ньютона, решите систему из двух уравнений относительно силы натяжения нити.

33(В) Человек везет двое саней массой по 15 кг каждая, связанных между собой веревкой. При этом он прикладывает к веревке силу 120 Н под углом 45° к горизонту. Найдите силу натяжения веревки, связывающей сани, если коэффициент трения полозьев о снег 0,02.

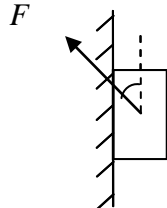
Ответ округлить до целого числа.

Указание: Записать второй закон Ньютона для каждого из двух тел. Ускорение всех тел одинаково. Нити считать нерастяжимыми и невесомыми.

34(В) Брусок массой 2 кг может двигаться только **вдоль** вертикальных направляющих, расположенных на вертикальной стене. Коэффициент трения бруска о направляющие равен 0,1. На **первоначально покоящийся** брусок действует сила \vec{F} , по модулю равная 30 Н и направленная под углом 60° к вертикали (см.рис.).

Чему равно ускорение бруска?

Указание: Использовать второй закон Ньютона, вспомнить о направлении силы нормальной реакции опоры.



35(С) Найдите радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли, имеющего период обращения 1 сутки. Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг.

Указание: использовать формулу периода обращения точки по окружности и формулу для расчета космической скорости.

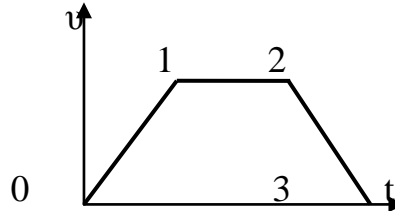
Тренировочные задания на тему «ДИНАМИКА»

1(A) Самолет летит прямолинейно с постоянной скоростью на высоте 9000 м. Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. В этом случае...

- 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

2(A) На каком участке графика равнодействующая всех сил, действующих на движущийся прямолинейно автомобиль, равна нулю?

- 1) Только 0 - 1.
- 2) Только 1- 2.
- 3) Только 2 - 3.
- 4) 0 - 1 и 2 - 3.

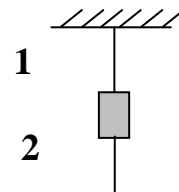


3(A) Тело движется равноускоренно и прямолинейно. Какое утверждение о равнодействующей всех приложенных к нему сил правильно?

- 1) Не равна нулю, постоянна по модулю и направлению.
- 2) Не равна нулю, постоянна по направлению, но не по модулю.
- 3) Не равна нулю, постоянна по модулю, но не по направлению.
- 4) Равна нулю.

4(A) Массивный груз подвешен на нити **1** (см.рис.). Снизу к грузу прикреплена такая же нить **2**. Резко дернули за нить **2**. Какое из утверждений верно?

- 1) Оборвется нить **1**.
- 2) Оборвется нить **2**.
- 3) Обе нити оборвутся одновременно.
- 4) Иногда обрывается нить **1**, а иногда – **2**.



5(A) На рис.1 показаны направление скорости, и ускорения тела в некоторый момент времени. Какая из стрелок на рис.2 соответствует направлению равнодействующей всех сил, действующих на тело?

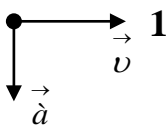


рис. 1

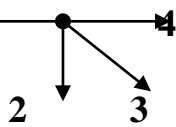


рис. 2

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

6(A) С каким ускорением движется тело массой 20 кг, на которое действуют три равные силы по 40 Н каждая, лежащие в одной плоскости и направленные под углом 120° друг к другу?

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

7(A) В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как надо изменить силу, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

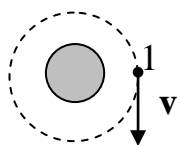
- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) оставить неизменной

8(A) Мальчик и девочка тянут веревку за противоположные концы. Девочка может тянуть с силой не более 50 Н, а мальчик – с силой 150 Н. С какой силой они могут натянуть веревку, не перемещаясь, стоя на одном месте?

- 1) 50 Н
- 2) 100 Н
- 3) 150 Н
- 4) 200 Н

9(A) Спутник равномерно движется вокруг Земли по круговой орбите. Как направлена равнодействующая сила, действующая на спутник, в т. 1?

- 1) Равнодействующая равна 0.
- 2) ↓
- 3) →
- 4) ←



10(A) Закон всемирного тяготения позволяет рассчитать силу взаимодействия тел, если...

- 1) тела являются телами Солнечной системы.
- 2) массы тел одинаковы.
- 3) известны массы тел и расстояние между ними.
- 4) известны массы тел и расстояние между ними, которое много больше размеров тел.

11(A) Сила тяготения, действующая на тело, уменьшилась в 4 раза, следовательно, расстояние между телом и Землёй ...

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 4 раза
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) уменьшилось в 4 раза

12(A) Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты. Радиус планеты равен 3400 км, ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с^2 . Какова скорость движения спутника по орбите?

- 1) 3,4 км/с
- 2) 3,7 км/с
- 3) 5,4 км/с
- 4) 6,8 км/с

13(A) Планета имеет радиус в 2 раза меньший радиуса Земли. Известно, что ускорение свободного падения на этой планете равно $9,8 \text{ м/с}^2$. Чему равно отношение массы планеты к массе Земли?

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

14(A) После выключения ракетных двигателей космический корабль движется вертикально вверх, достигает верхней точки траектории и затем опускается вниз. На каком участке траектории космонавт находится в состоянии невесомости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) Только во время движения вверх.
- 2) Только во время движения вниз.
- 3) Во время всего полёта с неработающим двигателем.
- 4) Ни в одной из точек траектории полёта.

15(A) Лифт начинает движение вниз с ускорением, равным ускорению свободного падения. Выберите из предложенных ответов правильное соотношение веса тела P и силы тяжести F .

- 1) $P < F$
- 2) $P = F$
- 3) $P > F$
- 4) $P = 0; F > 0$

16(A) Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м и давит на сиденье при прохождении положения равновесия со скоростью 6 м/с с силой

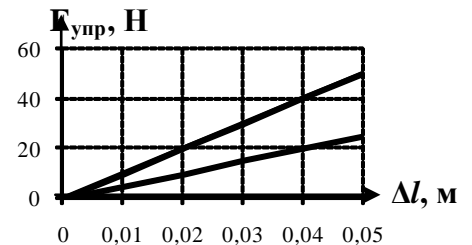
- 1) 300 Н
- 2) 950 Н
- 3) 500 Н
- 4) 1200 Н

17(A) Под действием силы 70 Н длина пружины изменяется от 20 см до 17,5 см. Какова жёсткость пружины?

- 1) 187 Н/м
- 2) 2800 Н/м
- 3) 400 Н/м
- 4) 3500 Н/м

18(A) На рисунке представлены графики зависимости модулей сил упругости от деформации для двух пружин. Отношение жесткостей равно

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



19(A) Пружины жесткостью 100 Н/м и 300 Н/м соединили последовательно. Какая жесткость получилась у данной системы?

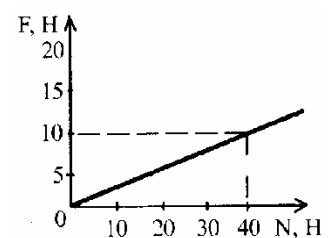
- 1) 75 Н/м
- 2) 400 Н/м
- 3) 100 Н/м
- 4) 200 Н/м

20(A) Конькобежец весом 700 Н скользит по льду. Чему равна сила трения, действующая на конькобежца, если коэффициент трения коньков по льду равен 0,02?

- 1) 0,35 Н
- 2) 1,4 Н
- 3) 3,5 Н
- 4) 14 Н

21(A) На рисунке представлен график зависимости модуля силы трения F от модуля силы нормальной реакции опоры N . Определите коэффициент трения скольжения.

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



22(A) Мешок массой 20 кг, находящийся на подъемнике, давит на дно подъемника с силой 220 Н. Найдите ускорение подъемника и его направление.

- 1) вверх, 1 м/с^2 3) вверх, 11 м/с^2
 2) вниз, 1 м/с^2 4) вниз, 11 м/с^2

23(A) Автомобиль массой m движется с постоянной скоростью v по вогнутому мосту. Радиус кривизны моста равен R . С какой силой N действует автомобиль на середину моста?

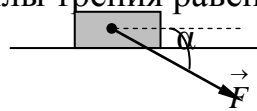
- 1) $N = mg$ 3) $N = mg + \frac{mv^2}{R}$
 2) $N = mg - \frac{mv^2}{R}$ 4) $N = mg + \frac{mv^2}{2R}$

24(A) Автомобиль, движущийся со скоростью 20 м/с, начинает тормозить и через некоторое время останавливается, пройдя путь 50 м. Чему равна масса автомобиля, если общая сила сопротивления движению составляет 4кН?

- 1) 20 т 2) 10 т 3) 1 т 4) 0,5 т

25(A) Брусок массой 1 кг движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы 10 Н, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен 0,4, а угол $\alpha=30^\circ$. Модуль силы трения равен

- 1) 0 Н 3) 3,4 Н
 2) 6 Н 4) 0,6 Н

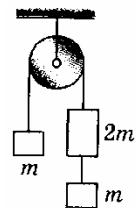


26(A) С каким ускорением соскальзывает брусок с наклонной плоскости с углом наклона 30° при коэффициенте трения 0,2?

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

27(A) К нити, переброшенной через блок, прикреплены грузы (см. рис.). Чему равно ускорение, с которым они движутся?

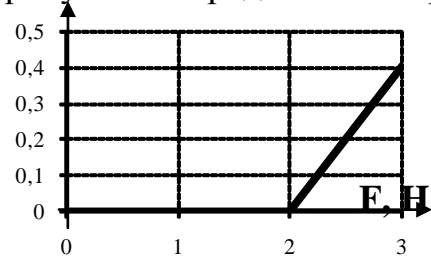
- 1) g 3) $g/2$
 2) $2g$ 4) $4g$



28(A) На горизонтальной дороге автомобиль делает разворот радиусом 9 м. Коэффициент трения шин об асфальт 0,4. Каким должна быть скорость автомобиля при развороте, чтобы его не занесло?

- 1) 36 м/с 3) 3,6 м/с
 2) 6 м/с 4) 22,5 м/с

29(В) Тело тянут по горизонтальной плоскости с постоянно увеличивающейся горизонтально направленной силой F . График зависимости ускорения, приобретаемого телом, от приложенной к нему силы F приведён на рисунке. Определить коэффициент трения скольжения между телом и плоскостью a , м/с^2



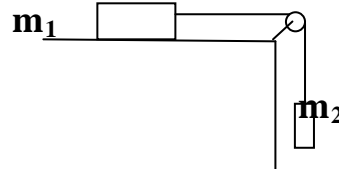
30(В) Два искусственных спутника движутся по круговым орбитам вокруг одной планеты радиуса R . Первый спутник находится на высоте $2R$ над поверхностью планеты и движется со скоростью 10 км/с . Второй спутник находится на высоте R над поверхностью планеты. Найдите скорость движения второго спутника. Ответ выразите в км/с и округлите до десятых.

31(В) Три тела массами m , $2m$ и $4m$ связаны нитями и находятся на гладком горизонтальном столе. К телу массой m приложена горизонтальная сила F . Определить силу натяжения нити между телами $2m$ и $4m$.



32(В) Деревянный брусок массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности под действием груза массой $0,5 \text{ кг}$, прикрепленного к концу шнура, перекинутого через неподвижный блок

(см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $0,1$.
Найти ускорение движения тела.



33(В) Два груза массами $M_1 = 1 \text{ кг}$ и $M_2 = 2 \text{ кг}$, лежащие на горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимой и невесомой нитью (см. рис.). На грузы действуют силы $F_1 = 3 \text{ Н}$ и $F_2 = 12 \text{ Н}$, направленные горизонтально в противоположные стороны. Определить ускорение, с которым будет двигаться эта система грузов. Коэффициент трения между каждым из грузов и поверхностью равен $0,2$.



34(В) Стальную отливку массой 20 кг поднимают из воды при помощи троса, жесткость которого равна 400 кН/м , с ускорением $0,5 \text{ м/с}$. Плотность стали 7800 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 . Найти удлинение троса. Силой сопротивления воды пренебречь. Ответ выразить в мм .

35(С) Определить минимальный период обращения спутника нейтронной звезды, плотность вещества которой $1 \cdot 10^{17} \text{ кг/м}^3$. Примечание: объем шара равен $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

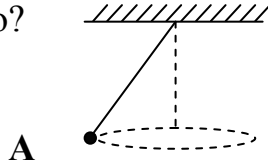
Контрольные задания на тему «ДИНАМИКА»

1(A) Парашютист массой 65 кг спускается с раскрытым парашютом. Чему равна сила сопротивления воздуха F_c в случае установившейся скорости парашютиста? Какова равнодействующая F сил, действующих на парашютиста?

- 1) $F_c = 0, F = 0$
- 2) $F_c = 650 \text{ Н}, F = 650 \text{ Н}$
- 3) $F_c = 0, F = 650 \text{ Н}$
- 4) $F_c = 650 \text{ Н}, F = 0$

2(A) Шарик приводят в движение по окружности (см. рис.). Какая из стрелок правильно указывает направление равнодействующей всех сил, действующих на шарик в т.А, если скорость шарика постоянна по модулю?

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



3(A) Две тележки разной массы взаимодействуют посредством упругой пластины (см. рис.). Какие величины, характеризующие тележки, будут одинаковы у обеих тележек после пережигания нити?

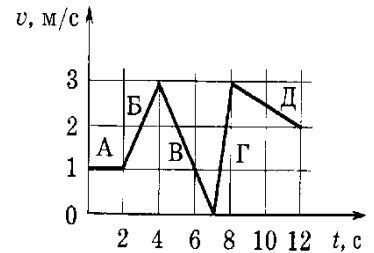


- 1) Ускорения, полученные тележками.
- 2) Скорости в момент сразу же после выпрямления пружины.
- 3) Пути, пройденные тележками до остановки.
- 4) Силы, действовавшие на тележки в момент выпрямления пружины.

4(A) Тело движется прямолинейно, изменяя скорость в соответствии с графиком. На каких участках графика модуль силы, действующей на тело, равен 3 Н?

Масса тела 3 кг.

- 1) Д и Б
- 2) Б и В
- 3) Г и Д
- 4) В и Д



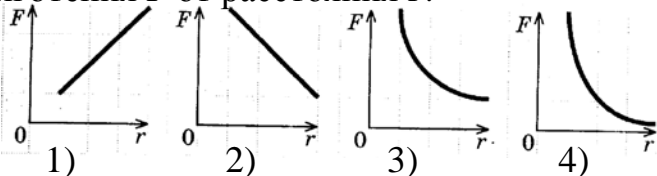
5(A) Велосипедист массой 60 кг перестаёт вращать педали. Абсолютная величина силы трения, действующая на велосипед, равна 60 Н. Чему равно ускорение велосипедиста, если координатная ось Ox направлена в сторону движения велосипедиста?

- 1) $0,1 \text{ м/с}^2$
- 2) 1 м/с^2
- 3) 10 м/с^2
- 4) -1 м/с^2

6(A) Тело массой 80 кг лежит на полу лифта, движущегося равнозамедленно вверх с ускорением 5 м/с^2 . Определите вес тела в лифте.

- 1) 80 Н
- 2) 800 Н
- 3) 1200 Н
- 4) 400 Н

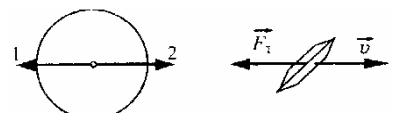
7(A) Какой из графиков правильно отражает зависимость модуля силы всемирного тяготения F от расстояния r ?



8(A) Два астероида массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других астероидов, если масса каждого $2m$, а расстояние между их центрами $2r$?

- 1) F
- 2) $2F$
- 3) $F/4$
- 4) $F/2$

9(A) На рисунке приведены условные изображения Земли и летающей тарелки и вектора \vec{F}_T силы притяжения тарелки



Землей. Масса летающей тарелки примерно в 10^{18} раз меньше массы Земли, и она удаляется от Земли. По какой стрелке (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны летающей тарелки?

- 1) по стрелке 1, равна F_T
- 2) по стрелке 2, равна F_T
- 3) по стрелке 1, в 10^{18} раз меньше F_T
- 4) по стрелке 2, в 10^{18} раз меньше F_T

10(A) Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза, а масса – в 10 раз меньше, чем у Земли?

- 1) 70 Н
- 2) 210 Н
- 3) 140 Н
- 4) 280 Н

11(A) Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты со скоростью 3,4 км/с. Радиус планеты равен 3400 км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

- 1) $3,0 \text{ км/с}^2$
- 2) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 3) $4,0 \text{ м/с}^2$
- 4) $9,8 \text{ км/с}^2$

12(A) Средняя плотность планеты Плюк равна средней плотности планеты Земля, а радиус Плюка в два раза больше радиуса Земли. Во сколько раз первая космическая скорость для Плюка больше, чем для Земли?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 1,41
- 4) 4

13(A) На полу лифта, движущегося равнозамедленно вниз с ускорением a , лежит груз массой m . Каков вес этого груза?

- 1) $P = 0$
- 2) $P = m(g+a)$
- 3) $P = mg$
- 4) $P = m(g-a)$

14(A) Автомобиль массой 2 т движется со скоростью 30 м/с: а) по плоскому мосту; б) по выпуклому мосту радиусом 100 м. Определите отношение силы давления автомобиля на плоский мост к силе давления автомобиля на выпуклый мост.

- 1) 0,1
- 2) 1
- 3) 10
- 4) 100

15(A) К пружине подвешен груз массой 0,1 кг. При этом пружина удлинилась на 2,5 см. Каким будет удлинение пружины при добавлении ещё двух грузов по 0,1 кг?

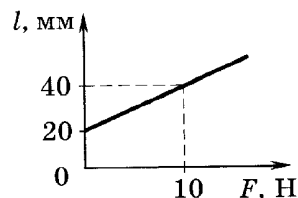
- 1) 5 см
- 2) 10 см
- 3) 7,5 см
- 4) 12,5 см

16(A) Две пружины растягиваются одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины k_1 в 1,5 раза больше жесткости второй пружины k_2 . удлинение первой пружины равно x_1 , а удлинение второй равно

- 1) $0,5 x_1$
- 2) $0,67 x_1$
- 3) $1,5 x_1$
- 4) $2 x_1$

17(A) Зависимость длины пружины l от приложенной к одному из ее концов силы представлена на графике. Жесткость пружины равна...

- 1) 0,5 Н/м
- 2) 0,25 Н/м
- 3) 2 Н/м
- 4) 500 Н/м



18(A) Жесткость каждой из двух пружин равна k . Какова жесткость пружины, составленной из этих пружин, соединенных параллельно?

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

19(A) У первой грани бруска в форме параллелепипеда площадь и коэффициент трения о стол в 2 раза больше, чем у второй грани. Согласно закону сухого трения при переворачивании бруска с первой грани на вторую сила трения бруска о стол...

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

20(A) При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ от силы нормального давления $F_{д}$ были получены следующие данные:

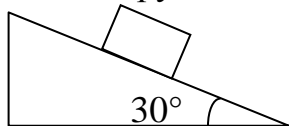
$F_{тр}, Н$	0,2	0,4	0,6	0,8
$F_{д}, Н$	1,0	2,0	3,0	4,0

Из результатов исследования можно заключить, что коэффициент трения скольжения равен

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

21(A) Брусок массой 0,2 кг покоится на наклонной плоскости (см. рис.). Коэффициент трения между поверхностями бруска и плоскости равен 0,5. Сила трения равна...

- 1) 0,5 Н
- 2) 1 Н
- 3) 1,7 Н
- 4) 2 Н



22(A) Лифт спускается равномерно со скоростью 2 м/с. Вес человека в лифте равен 700 Н. Какова масса человека?

- 1) 87,5 кг
- 2) 58,3 кг
- 3) 70 кг
- 4) среди ответов 1- 3 нет правильного

23(A) Ящик массой 100 кг равномерно тащат по полу с помощью веревки. Веревка образует угол 60° с полом. Коэффициент трения между ящиком и полом 0,4. Определите силу натяжения веревки, под действием которой движется ящик.

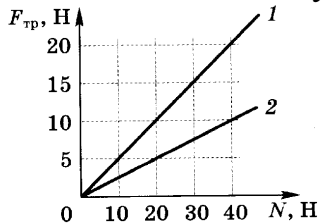
- 1) 472,6 Н
- 2) 800 Н
- 3) 461,8 Н
- 4) 591 Н

24(A) Брусок массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене силой 10 Н, направленной горизонтально и перпендикулярно стене. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какую минимальную силу надо приложить к бруску по вертикали, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?

- 1) 9 Н
- 2) 7 Н
- 3) 5 Н
- 4) 4 Н

25(A) По графикам зависимости модуля силы трения от модуля силы реакции опоры определите соотношение между коэффициентами трения.

- 1) $\mu_2 = 2\mu_1$
- 2) $\mu_1 = 4\mu_2$
- 3) $\mu_1 = 2\mu_2$
- 4) $\mu_2 = 4\mu_1$



26(A) Два шара связаны нитью, перекинутой через неподвижный блок. Массы шаров 2 и 6 кг. Определите силу упругости нити.

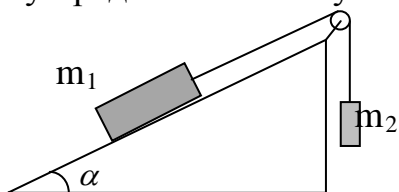
- 1) 30 Н
- 2) 5 Н
- 3) 10 Н
- 4) 90 Н

27(B) Для того, чтобы орбитальная станция двигалась по круговой орбите некоторого радиуса вокруг планеты Альфа, она должна иметь скорость 5 км/с. Масса планеты Бета в 4 раза больше массы планеты Альфа. Найдите скорость движения станции вокруг планеты Бета, если станция движется по орбите того же радиуса.

28(B) Наклонная плоскость образующая угол 25° имеет длину 2 м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за 2 с. Определите коэффициент трения.

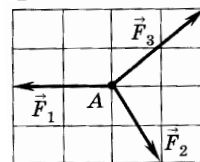
29(B) Два бруска массой $m_1 = 7$ кг и $m_2 = 3$ кг связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рис.). Брусок 1 может без трения скользить по

наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 30° . Найти ускорение брусков, если систему предоставить самой себе.

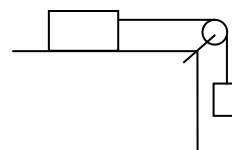


30(В) Ведерко с водой вращают в вертикальной плоскости на веревке длиной 40 см. С какой наименьшей скоростью нужно его вращать, чтобы при прохождении через высшую точку, вода из него не выливалась? Ответ выразить в м/с.

31(В) Определите модуль равнодействующей всех сил, приложенных к материальной точке А. Все векторы сил лежат в одной плоскости. Модуль вектора силы $F_1 = 5$ Н.

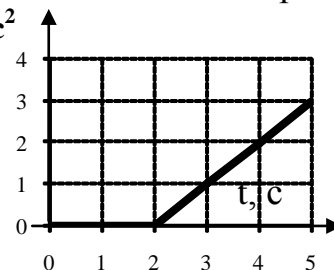


32(В) Брусок массой 400 г под действием груза массой 100 г проходит из состояния покоя путь 80 см за 2 с. Найти коэффициент трения.



33(В) Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой подвешены грузы массой по 250 г каждый. На один из грузов положили гирьку массой 10 г. На каком расстоянии друг от друга окажутся грузы через 2 с, если в начале движения они находились на одной высоте? Ответ выразите в сантиметрах и округлите до целого числа.

34(С) К покоящемуся на шероховатой горизонтальной поверхности телу приложена нарастающая с течением времени горизонтальная сила тяги $F = bt$, где b – постоянная величина. На рисунке представлен график зависимости ускорения тела от времени действия силы. Определить коэффициент трения скольжения. $a, \text{ м/с}^2$



35(С) Масса планеты составляет 0,2 от массы Земли, диаметр планеты втрое меньше, чем диаметр Земли. Чему равно отношение периода обращения искусственного спутника планеты к периоду обращения искусственного спутника Земли? Спутники двигаются по круговым орбитам на небольшой высоте.

Ответы к заданиям по динамике

1. Ответы к обучающим заданиям.

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A
2	3	3	3	1	3	4	3	4	3	2	3
13A	14A	15A	16A	17A	18A	19A	20A	21A	22A	23A	24A
3	1	3	3	3	4	3	4	2	3	1	2
25A	26A	27A	28B	29B	30B	31B	32B	33B	34B	35C	
2	2	3	8 Н	40 м	2 м/с ²	3 кН	8 Н	43 Н	1,2 м/с ²	42300 км	

2. Ответы к тренировочным заданиям.

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A
2	2	1	2	2	3	1	1	4	4	1	1
13A	14A	15A	16A	17A	18A	19A	20A	21A	22A	23A	24A
3	3	4	2	2	2	1	4	3	1	3	3
25A	26A	27A	28B	29B	30B	31B	32B	33B	34B	35C	
2	2	3	3	0,08	12,2	4F/7	1,1 м/с ²	1,2 м/с ²	0,46 мм	1,2 м/с	

3. Ответы к контрольным заданиям.

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A
4	1	4	2	4	4	4	1	2	4	3	2
13A	14A	15A	16A	17A	18A	19A	20A	21A	22A	23A	24A
2	3	3	3	4	1	4	1	2	3	1	1
25A	26A	27A	28B	29B	30B	31B	32B	33B	34B	35C	
3	1	10	0,35	0,5 м/с ²	2 м/с	2,5Н	0,2	78 см	0,2	0,43	