

Механика.
Динамика.
6. Силы.

**СИЛА ВСЕМИРНОГО
ТЯГОТЕНИЯ.**

Закон Всемирного Тяготения

Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

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

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

m и M (m_1 m_2) – массы тел, кг

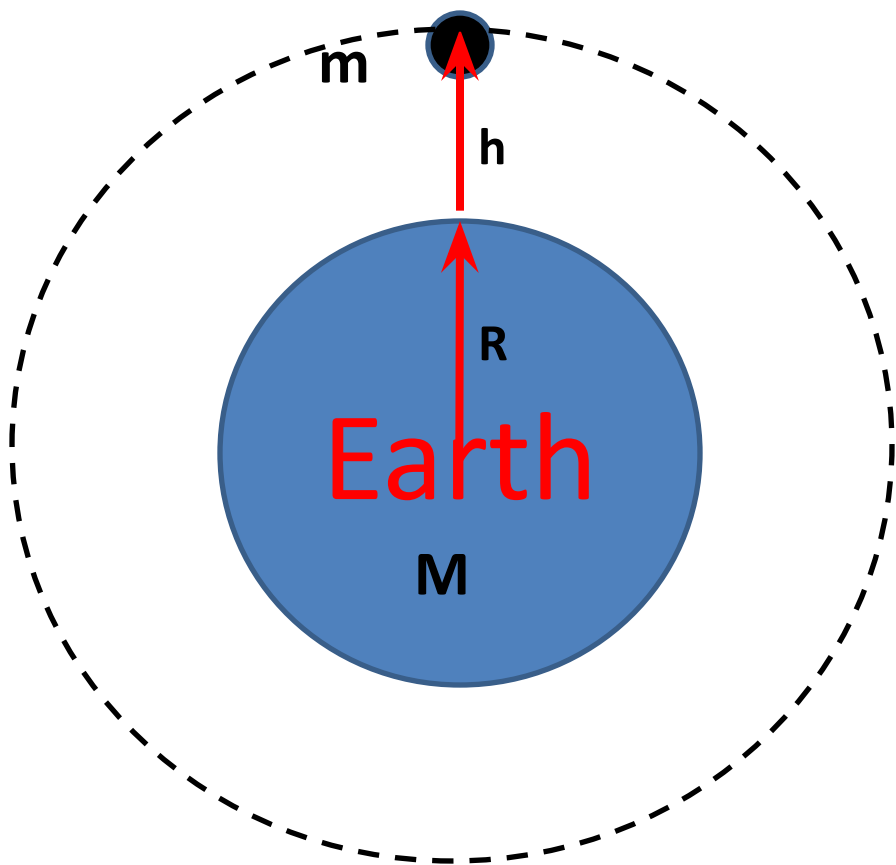
R (r)- расстояние между телами, м.

Первая космическая скорость

Минимальная скорость, которую надо сообщить телу на поверхности Земли, чтобы оно стало спутником Земли, движущимся по круговой орбите называется первой космической скоростью.

$$v = \sqrt{\frac{GM}{(R + h)}}$$

Первая космическая скорость



$$F_{ц.с.} = m \cdot a_{ц.с.}$$

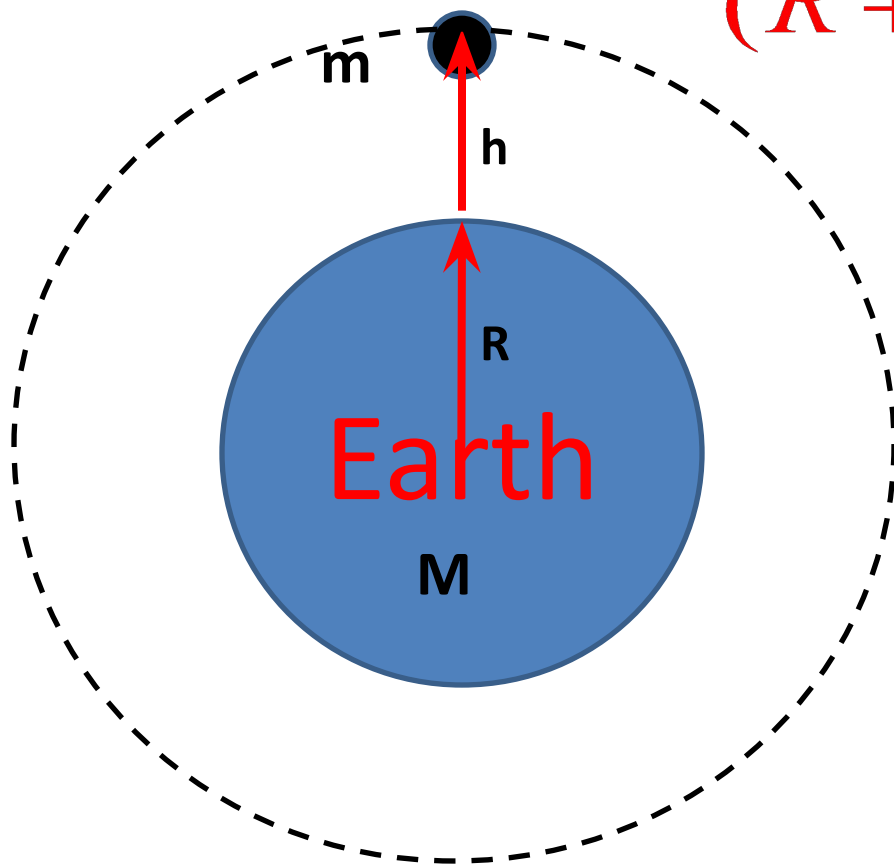
$$a_{ц.с.} = \frac{g^2}{(R + h)}$$

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}$$

$$m \frac{g^2}{(R + h)} = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R + h)^2}$$

Первая космическая скорость

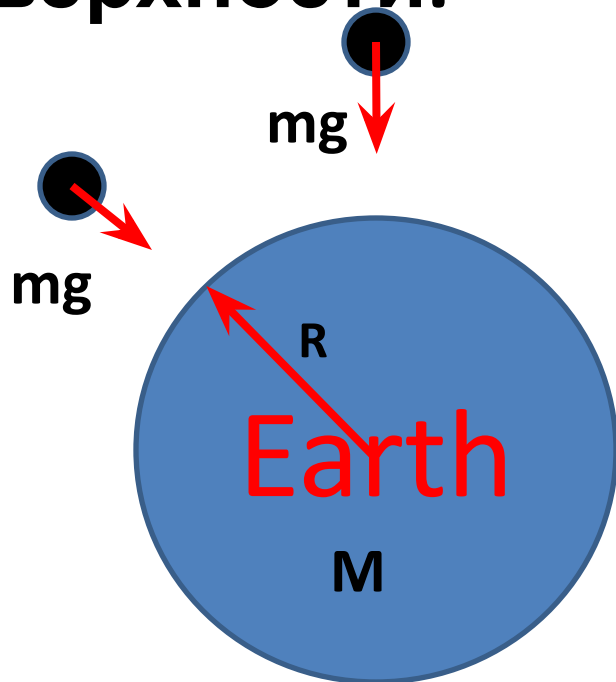
$$m \frac{g^2}{(R + h)} = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R + h)^2}$$



$$g = \sqrt{\frac{GM}{(R + h)}}$$

Сила Тяжести

Силой тяжести называют силу, с которой Земля притягивает тело, находящееся на ее поверхности или близи этой поверхности.



$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$$

$$F_T = mg$$

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

Вес

Весом тела называют силу, с которой это тело действует на горизонтальную опору или растягивает подвес.

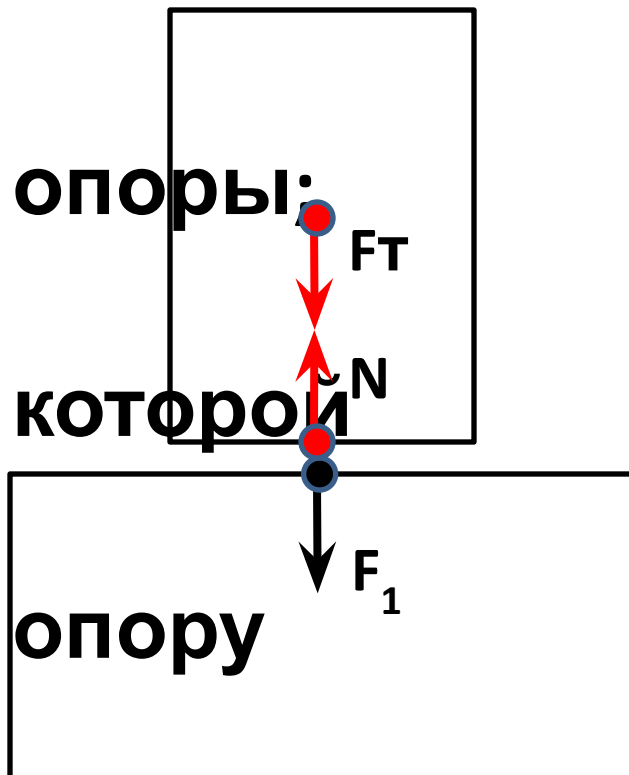
F_T – сила тяжести;

N – сила реакции

F_1 – вес тела, с

$\vec{N} = -\vec{F_1}$
оно действует на

$$N = F_1$$



Вес

Вес тела равен по модулю силе с которой подвес или опора противодействуют весу тела (3ий Закон Ньютона).

$$\vec{N} = -\vec{F}_1$$

$$N = F_1$$

СИЛА УПРУГОСТИ.

Деформация

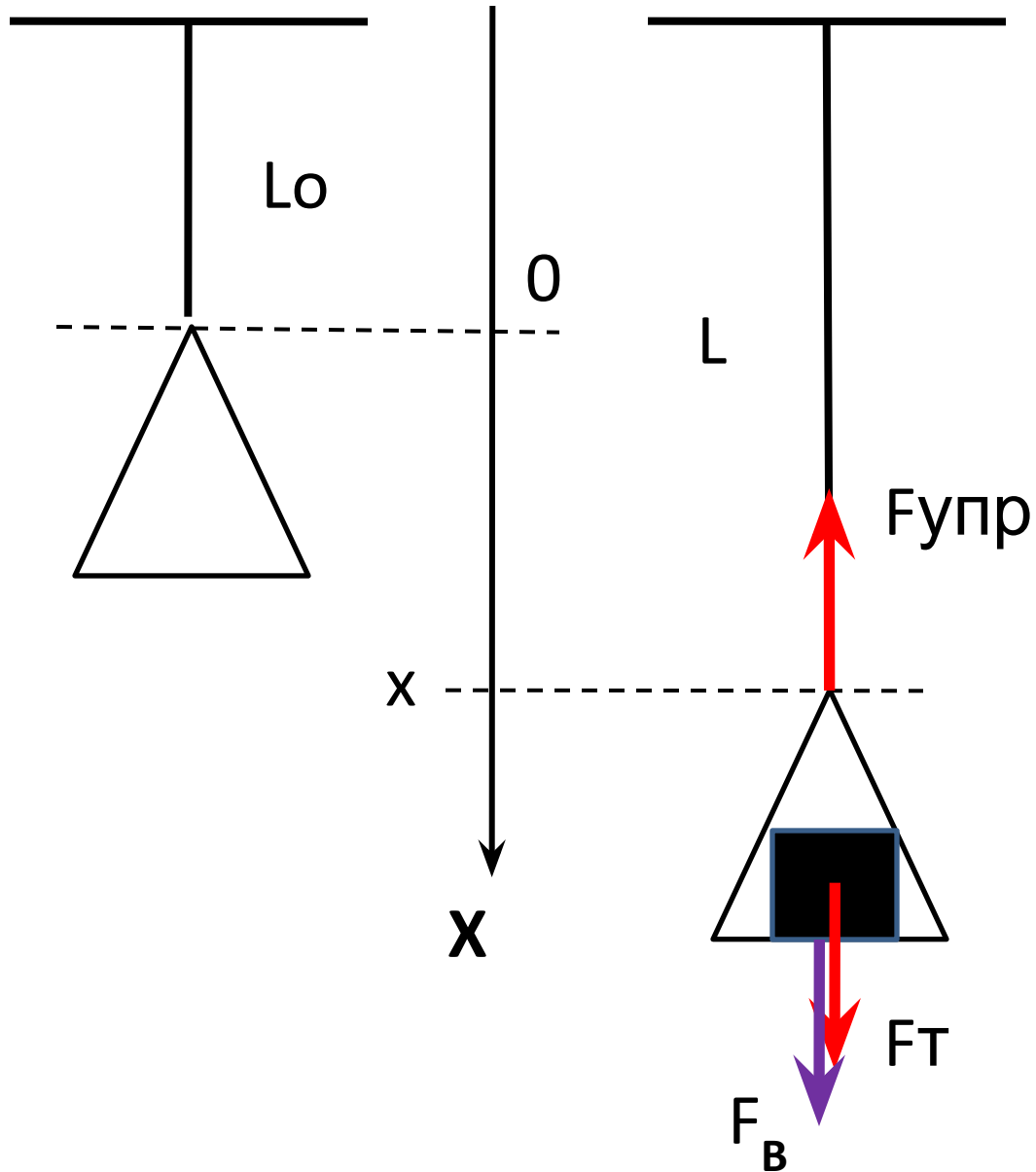
Деформация - это изменение размера (объема) или формы тела.

Когда в телах возникают деформации в них также возникают силы упругости, которые стремятся вернуть тело в исходное недеформированное состояние.

Упругая деформация

Упругой называется деформация, при которой тело восстанавливает свои первоначальные размеры и форму, как только прекращается действие силы, вызвавшей эту деформацию!

Закон Гука



Закон Гука

При упругой деформации растяжения (или сжатия) удлинение тела прямо пропорционально приложенной силе.

Модуль силы: $|F| = k \cdot |\Delta L| = k \cdot |x|$

Проекция силы на ось OX: $F_x = -k \cdot x$

$$\Delta L = L - L_0$$

СИЛА ТРЕНИЯ.

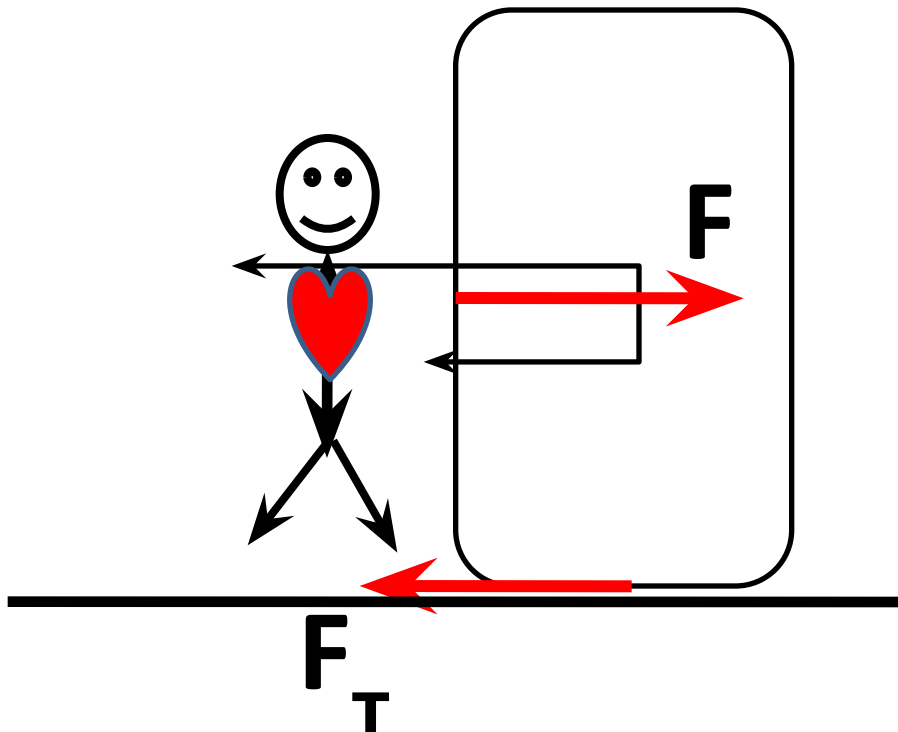
Сила трения

Сухое трение – трение, возникающее при относительном перемещении поверхности твердых тел.

Сухое трение бывает трех видов: трение покоя, скольжения, качения.

Сила трения покоя

Силу трения, действующую между двумя телами, неподвижными относительно друг друга, называют силой трения покоя.

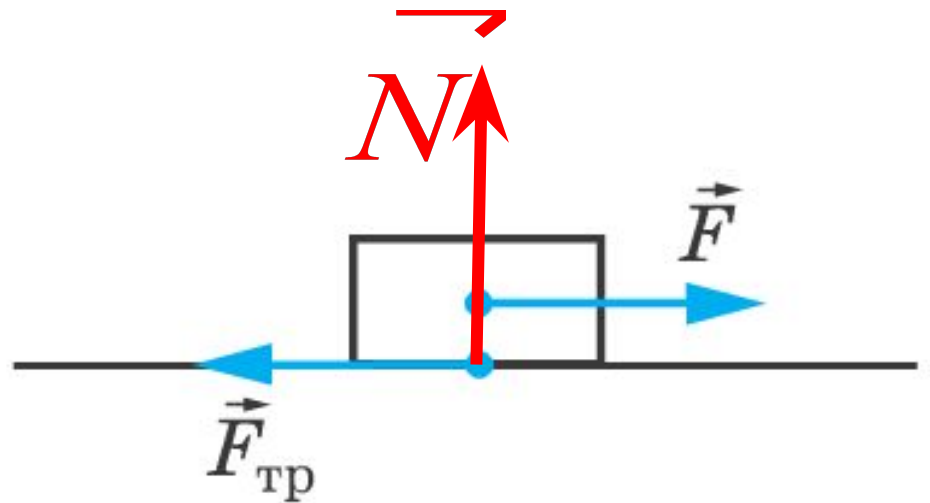


$$\vec{F}_{\text{ТР}} = \vec{F}$$

Сила трения покоя

Максимальное значение модуля силы трения покоя пропорционально модулю силы нормальной реакции опоры.

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$



N – нормальная (перпендикулярная поверхности) сила реакции опоры.

μ – коэффициент трения покоя

Сила трения покоя

Максимальная сила трения покоя не зависит от площади соприкосновения тел.

$$F_{\text{ТР}} = \mu \cdot N$$

Сила трения скольжения

Силу трения, действующую между двумя телами, скользящими относительно друг друга, называют силой трения скольжения.

Сила трения скольжения равна максимальной силе трения покоя!

$$F_{\text{ТР}} = \mu \cdot N$$

Сила трения качения!

Сила трения качения – это сила трения, которая возникает между телами, когда одно из тел катиться по второму!

Сила сопротивления среды.

При движении твердого тела в жидкости или газе на него действует сила сопротивления среды. Эта сила направлена против скорости тела относительно среды и тормозит движение.

Архимедова Сила

(выталкивающая сила)

На тело, погруженное в жидкость или газ, действует сила, равная весу жидкости или газа в объеме погруженной части тела.

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V$$

Сила сопротивления среды.

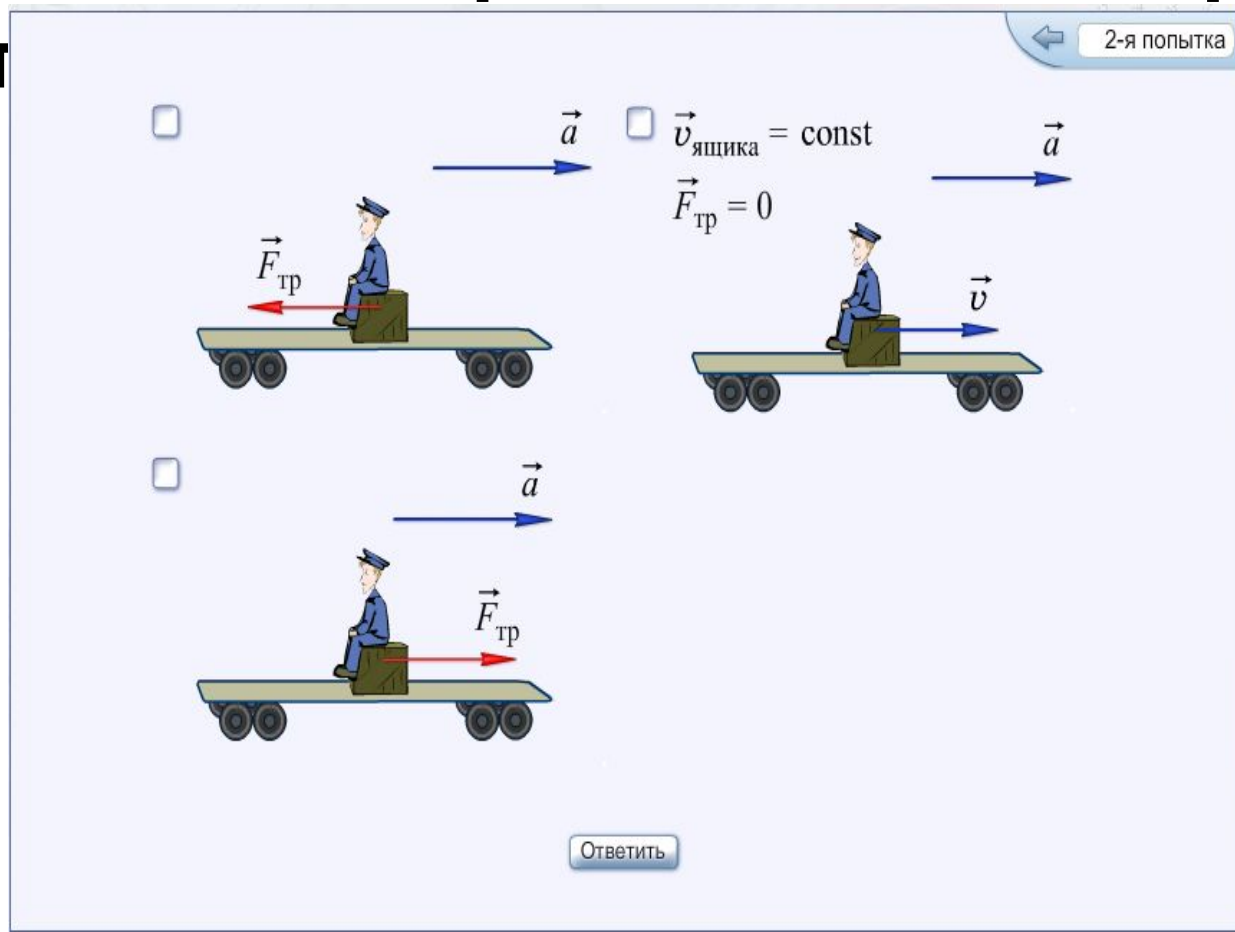
При малых скоростях движения силу сопротивления можно считать прямо пропорциональной скорости тела относительно среды:

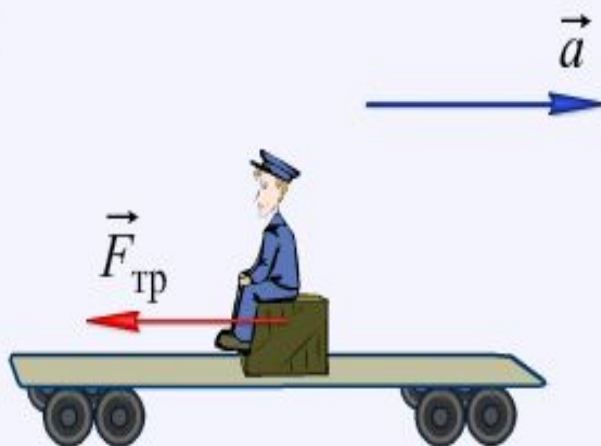
$$F_c = K_1 \cdot v$$

При больших скоростях относительного движения сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости:

$$F_c = K_2 \cdot v^2$$

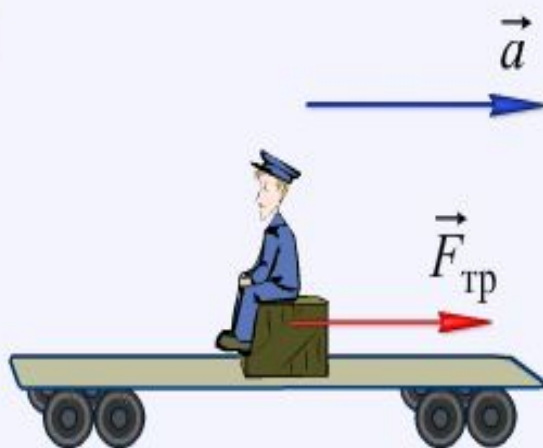
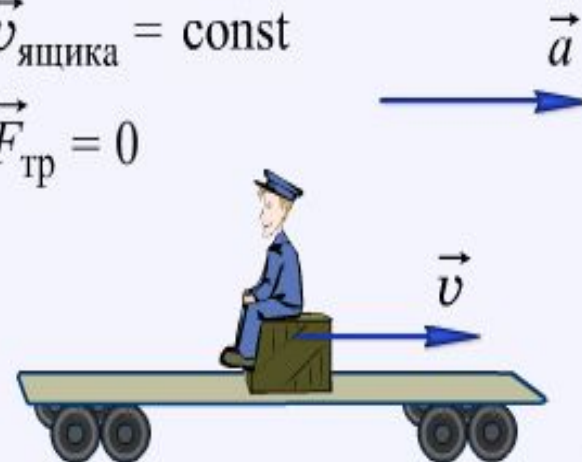
На платформе лежит ящик. При ускорении платформы ящик начинает сдвигаться относительно платформы. Определите направление силы трения, действующей на ящик.





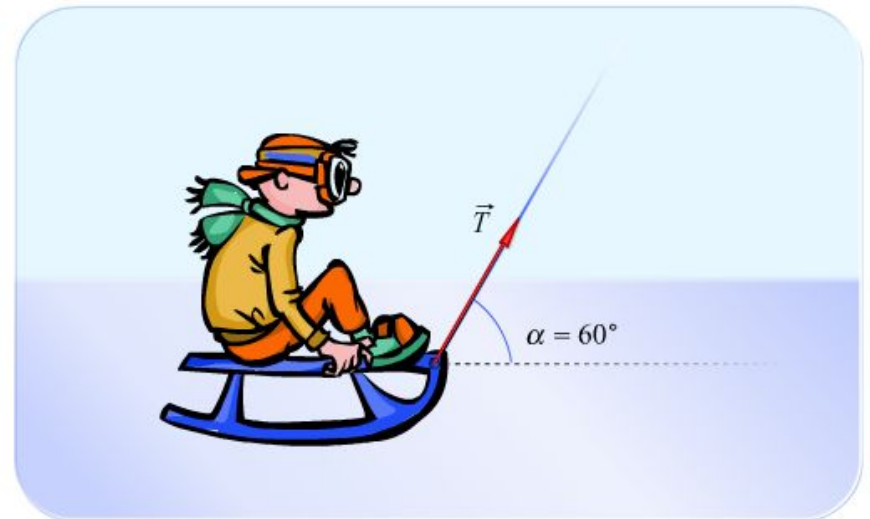
$$\vec{v}_{\text{ящика}} = \text{const}$$

$$\vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

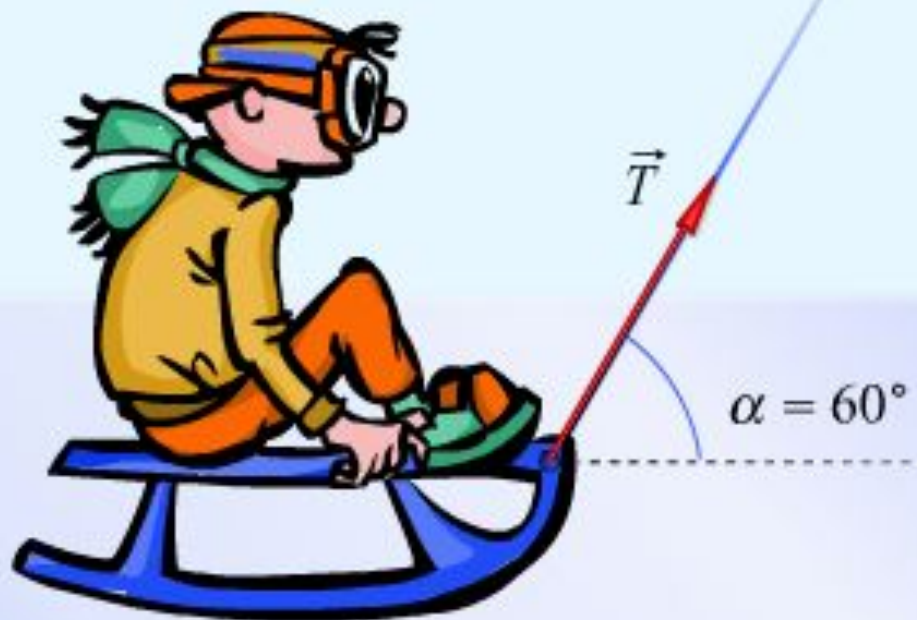
[Ответить](#)

Задача 1

- Масса санок с сидящим на них ребенком – 40 кг. Определите максимальную силу трения покоя, если движение санок начинается, когда сила натяжения веревки, к которой они привязаны, равна 350 Н!
- Определите с какой силой санки давят на дорожку.
- Определите коэффициент трения



Задача 1



Задача 2

К пружине жесткостью 1000 Н/м прицепили некоторый груз, после чего пружина растянулась на 2 см . Определите массу груза, подвешенного к пружине?

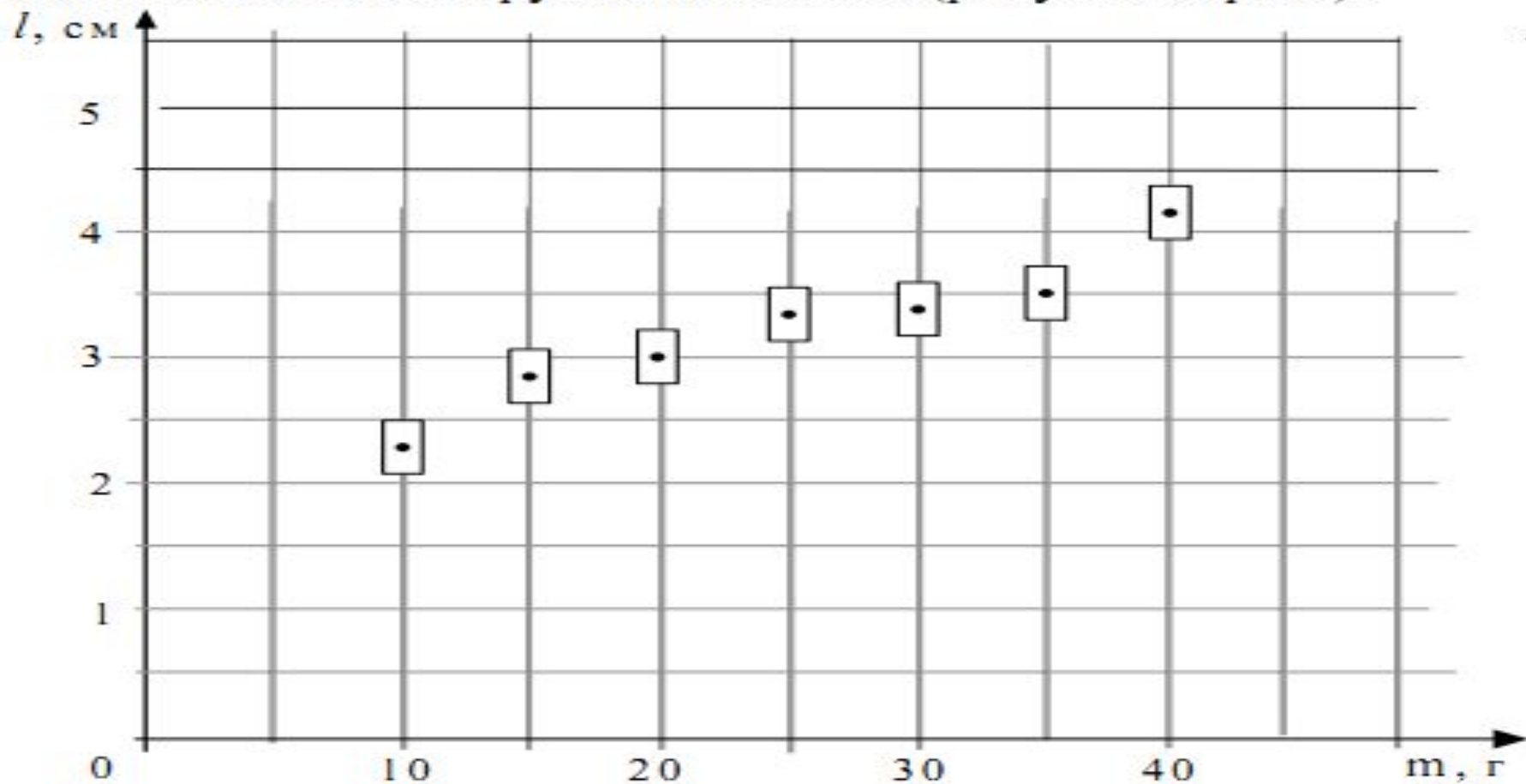
Задача 3

При помощи пружинного динамометра поднимают с ускорением $a=2,5 \text{ м/с}^2$, направленным вверх, груз массой $m=2 \text{ кг}$. Определите модуль удлинения пружины динамометра, если ее жесткость $k=1000 \text{ Н/м}$.

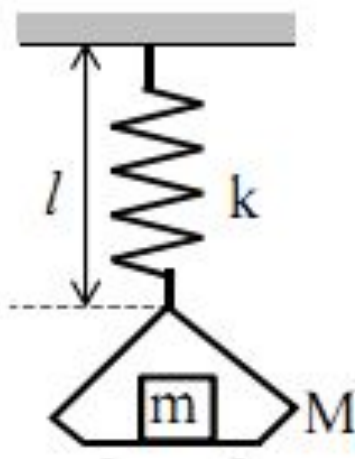
Динамометр – прибор измеряющий силу.

Задача 4

На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (рисунок справа).



Задача 5



С учетом погрешностей измерений ($\Delta m = \pm 1$ г, $\Delta l = \pm 0,2$ см) жесткость пружины k приблизительно равна

1) 7 Н/м

2) 10 Н/м

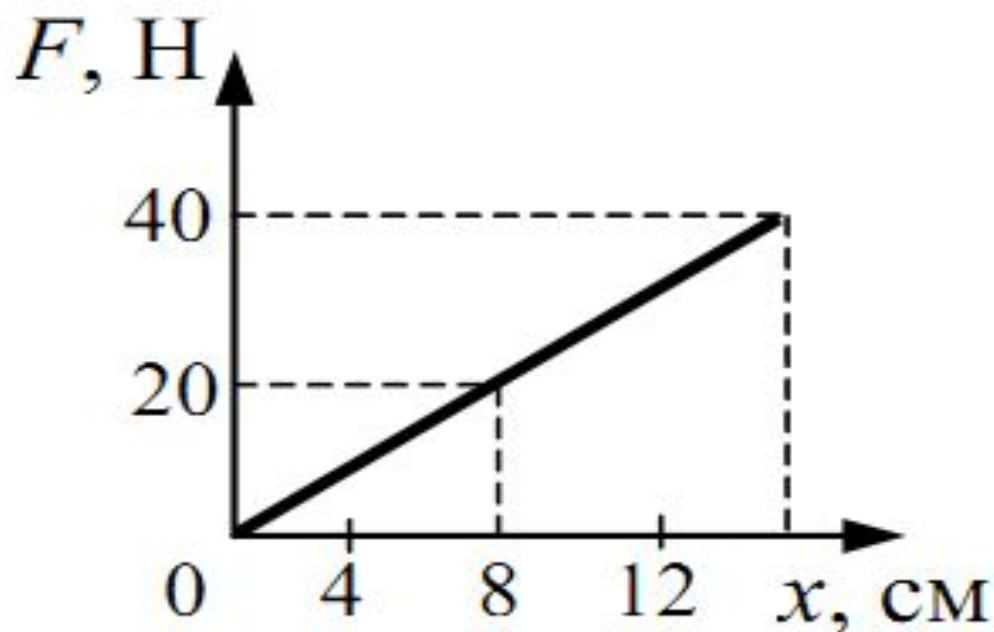
3) 20 Н/м

4) 30 Н/м

Задача 6

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Чему равна жесткость пружины?

- 1) 250 Н/м
- 2) 160 Н/м
- 3) 2,5 Н/м
- 4) 1,6 Н/м



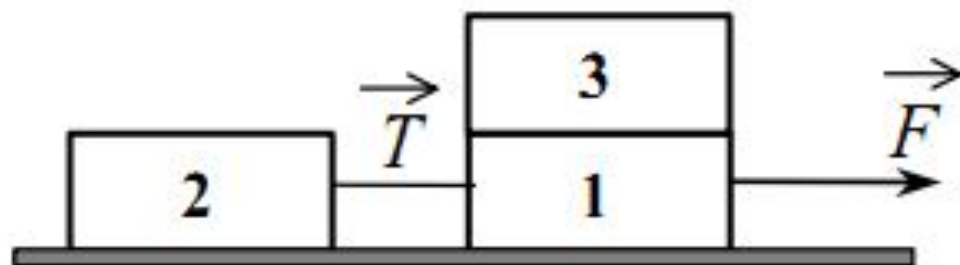
Задача 7

На полу лифта находится тело массой 65 кг. Лифт, начинает опускаться так, что за 5 с его скорость изменяется до 10 м/с. Определите силу давления тела на пол лифта.

Задача 8

Одинаковые бруски, связанные нитью, движутся под действием внешней силы F по гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). Как изменится сила натяжения нити T , если третий брусок переложить с первого на второй?

- 1) уменьшится в 1,5 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 3 раза



Задача 9

В3 Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Какой была сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы он скользил без трения.

Скорость лыжника в начале горизонтального участка равна 20 м/с.

Задача 10

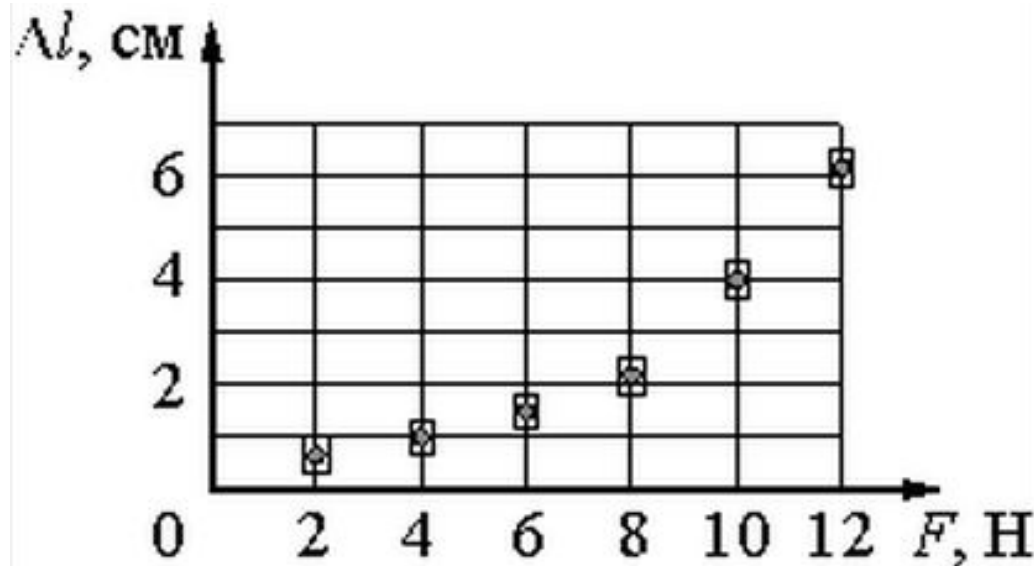
После удара клюшкой шайба массой 0,15 кг скользит по ледяной площадке. Её скорость при этом меняется в соответствии с уравнением $V = 20 - 3t$.
Определите Коэффициент трения шайбы о лед?

Задача 11

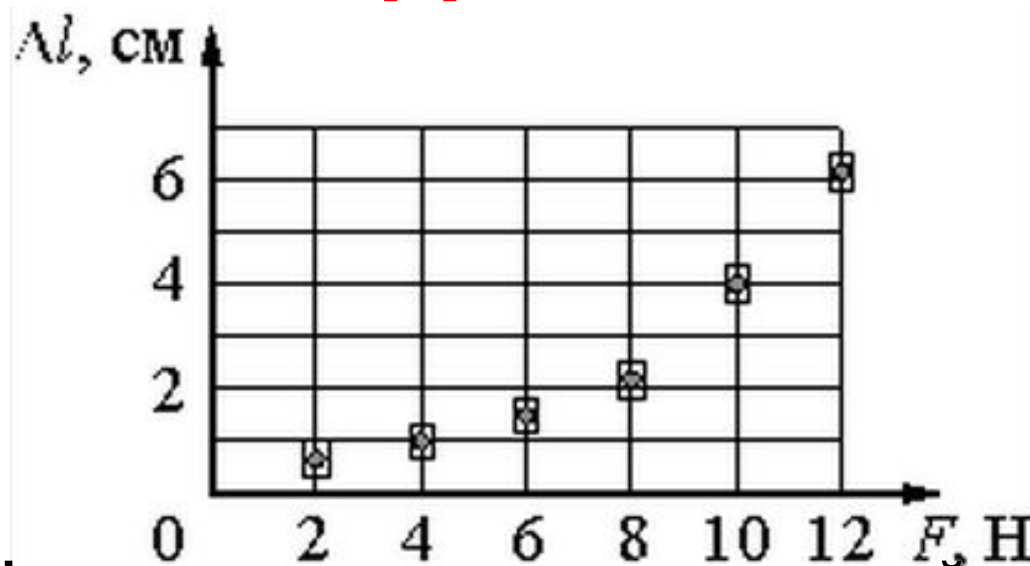
Пружина жёсткостью 200 Н/м растянута приложенной силой на 3 см . Чему равно удлинение пружины жёсткостью 300 Н/м под действием той же силы?

Задача 12

Приступив к изучению механики, ученик решил проверить закон Гука на имевшейся у него дома резиновой ленте. Подвесив ленту одним концом, он стал тянуть свободный её конец вниз с разной силой F , каждый раз измеряя растяжение ленты. Результаты измерений он отметил на координатной плоскости $\{F\}$ с учётом погрешности измерений (см. рисунок). Какой вывод следует из результатов эксперимента:



Задача 12



A) С учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил закон Гука для всех исследуемых значений удлинения ленты.

B) Закон Гука выполняется при растяжении данной ленты $\Delta l > 2$ см.

C) Погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить закон

D) При растяжении данной ленты закон Гука выполняется при силе $F < 8$ Н.

Задача 13

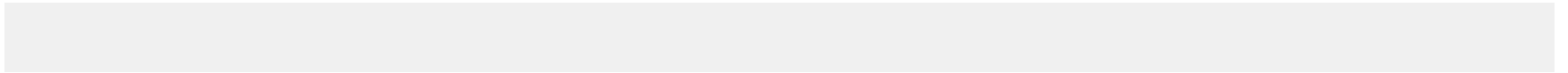
Сосновый брус объёмом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погрузившись на $0,4$ своего объёма. Определите выталкивающую (архимедову) силу, которая действует на брус.

Задача 14

Сосновый брус объёмом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погружившись на $0,4$ своего объёма. Определите выталкивающую (архимедову) силу, которая действует на брус.

Задача 15

Однородный еловый брус длиной 6 м и сечением $10 \times 10 \text{ см}^2$ плавает в воде. Определите выталкивающую силу, действующую на брус.



Задача 16

Под действием силы 4 Н , приложенной к свободному концу упругой пружины, она удлинилась на 5 см . Какую силу необходимо приложить к этой пружине, чтобы растянуть её на 6 см ?

Задача 17

Под действием силы 4 Н , приложенной к свободному концу упругой пружины, она удлинилась на 5 см . Какую силу необходимо приложить к этой пружине, чтобы растянуть её на 6 см ?

Задача 18

Расстояние от спутника до центра Земли равно шести радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли станет равным трём радиусам Земли?

Задача 19

Расстояние от спутника до центра Земли равно шести радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли станет равным трём радиусам Земли?

Задача 20

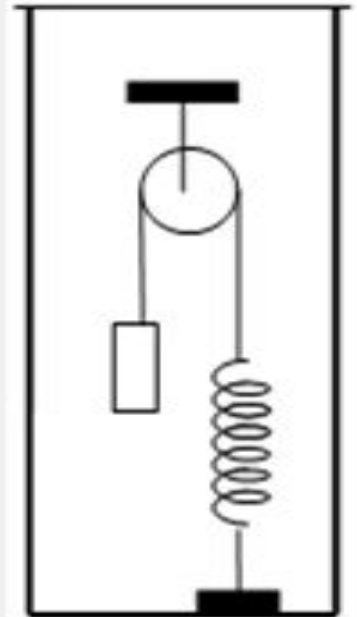
Стальной кубик, висящий на нити, целиком погружён в воду и не касается дна сосуда. Верхняя и нижняя грани кубика горизонтальны. Как изменятся давление воды на верхнюю грань кубика, а также модули силы Архимеда, действующей на кубик, и силы натяжения нити, если опустить кубик глубже, но так, чтобы он не касался дна сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

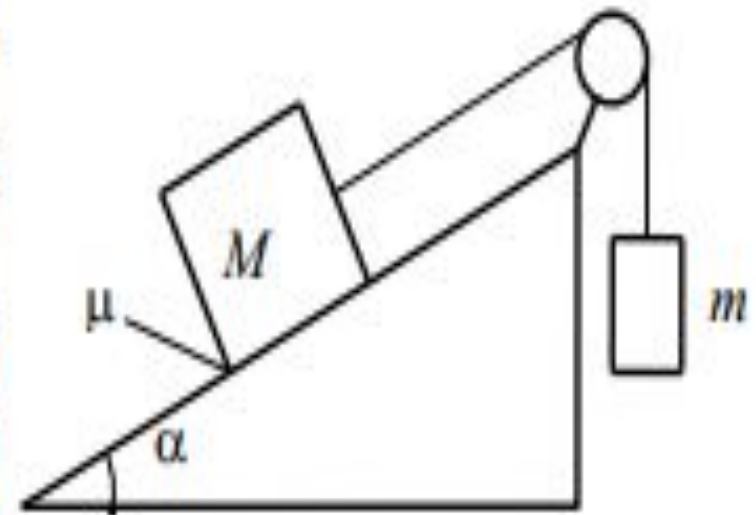
Задача 21

В сосуде находится система тел, состоящая из блока с перекинутой через него нитью, к концам которой привязаны тело объемом V и пружина жесткостью K . Нижний конец пружины прикреплен ко дну сосуда. Как изменится натяжения нити, действующая на пружину, если систему целиком погрузить в жидкость плотностью ρ ?



Задача 22

Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту



$\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя? Решение поясните схематичным рисунком с указанием используемых сил.

Задача 23

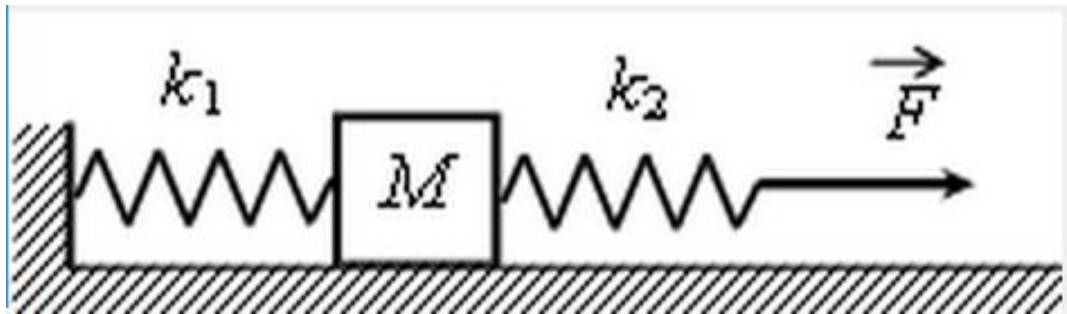
Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется кинетическая энергия груза маятника, модуль скорости груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Задача 24

К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплѐн к стенке. Жѐсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жѐсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. Определите Модуль силы F ?



Задача 25

На горизонтальной дороге автомобиль делает разворот радиусом 9 м. Коэффициент трения шин об асфальт 0,4. Чтобы автомобиль не занесло, его скорость при развороте не должна превышать:

Задача 26

- 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

Задача 27

- Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R . С какой силой давит шарик на желоб в верхней точке петли, если масса шарика 100 г, а высота, с которой его отпускают, равна $4R$ считая от нижней точки петли?

Закон Всемирного Тяготения

