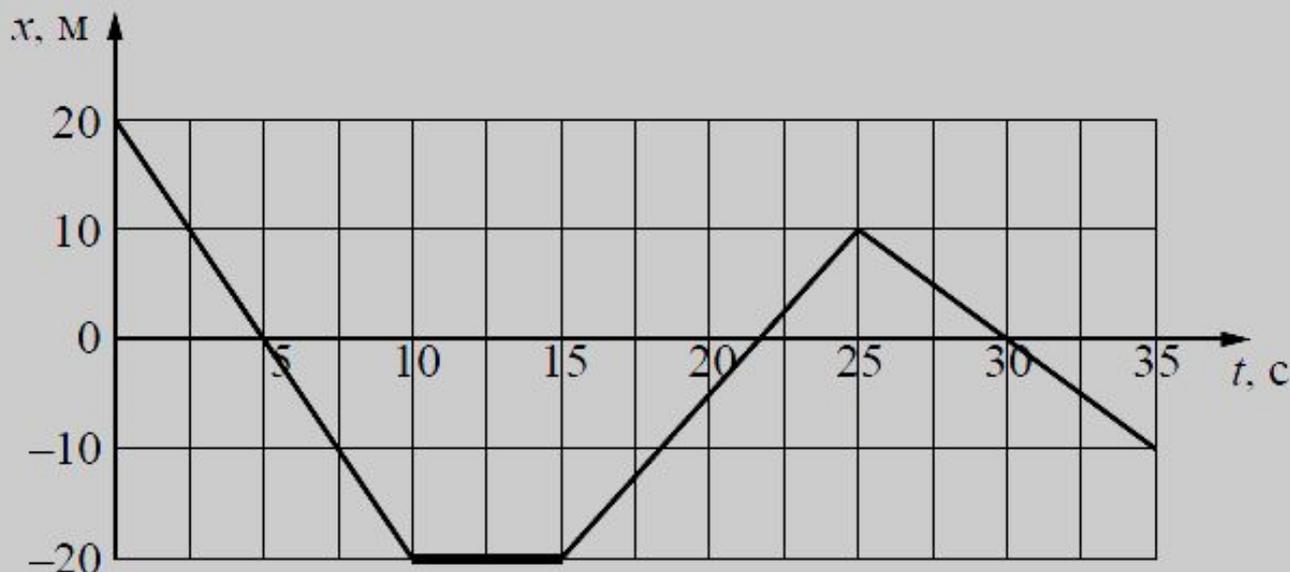


**Диагностическая
работа
по физике.
24.04 апреля 2017 г.**

1

На рисунке приведён график зависимости координаты тела x от времени t при его прямолинейном движении вдоль оси Ox .



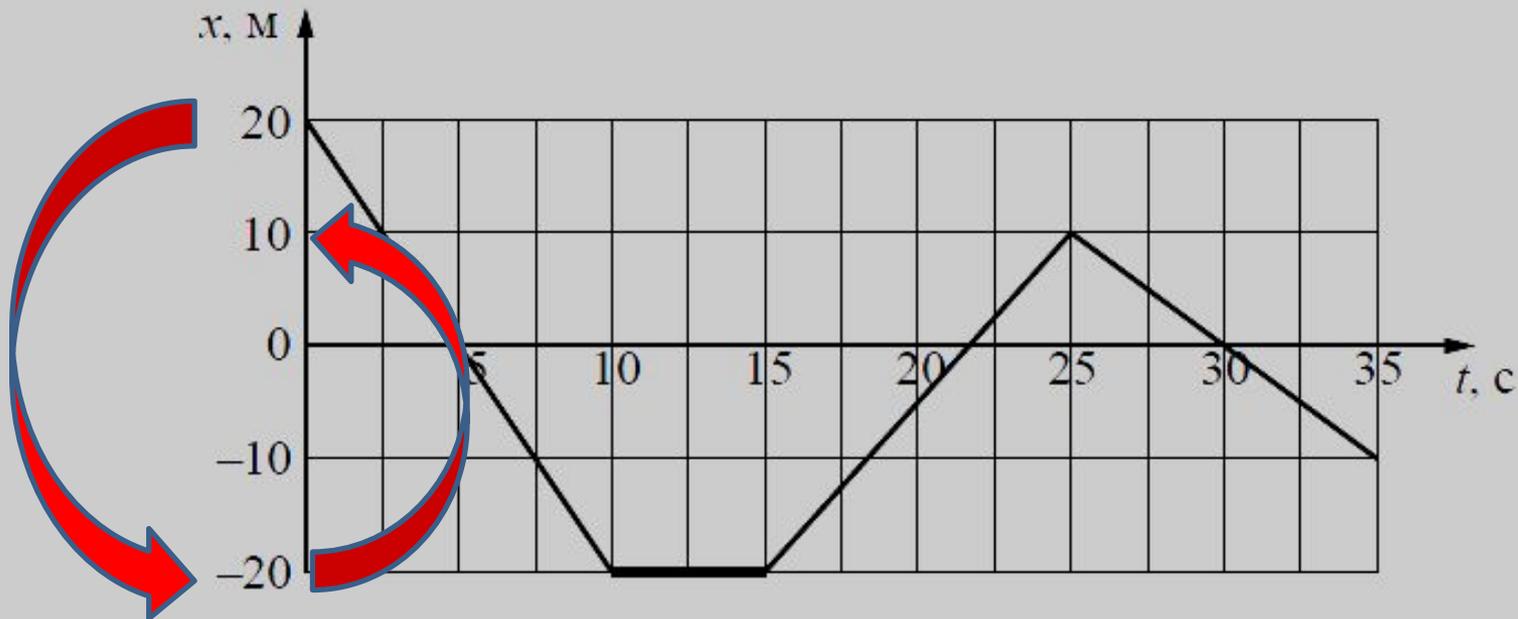
Определите проекцию скорости тела v_x в момент времени 5 секунд.

Ответ: - 4 м/с.

$$v = \frac{x - x_0}{t} = \frac{0 - 20}{5} = -4 \text{ м/с}$$

1

На рисунке приведён график зависимости координаты тела x от времени t при его прямолинейном движении вдоль оси Ox .



Определите путь, пройденный телом, за первые 25 секунд движения.

Ответ: 70 м.

$$40 + 30 = 70 \text{ м}$$

2 В инерциальной системе отсчёта сила 5 Н сообщает телу массой m

ускорение \bar{a} . Какая сила сообщит телу массой $2m$ ускорение $\frac{a}{4}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: 2,5 Н.

$$F_1 = ma$$

$$F_2 = 2m \frac{a}{4} = \frac{ma}{2} = \frac{F_1}{2}$$

2

В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m

ускорение $1,5 \text{ м/с}^2$. Какое ускорение сообщит сила $2\vec{F}$ телу массой $\frac{m}{3}$ в этой системе отсчёта.

9

Ответ: _____ м/с^2 .

$$a_1 = \frac{F}{m}$$

$$a_2 = \frac{2F}{\frac{m}{3}} = 6 \frac{F}{m} = 6a_1$$

3

Шарик массой 200 г падает с высоты 20 м с начальной скоростью, равной нулю. Какова его кинетическая энергия в момент перед ударом о землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 4 Дж?

Ответ: 36 Дж.

$$E_{\text{П}} = mgh = 0,2 \cdot 10 \cdot 20 = 40 \text{ Дж}$$

$$E_{\text{К}} = 40 - 4 = 36 \text{ Дж}$$

3

Шарик массой 100 г падает с высоты 20 м с начальной скоростью, равной нулю. Какова его кинетическая энергия в момент перед ударом о землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 3 Дж?

Ответ: 17 Дж.

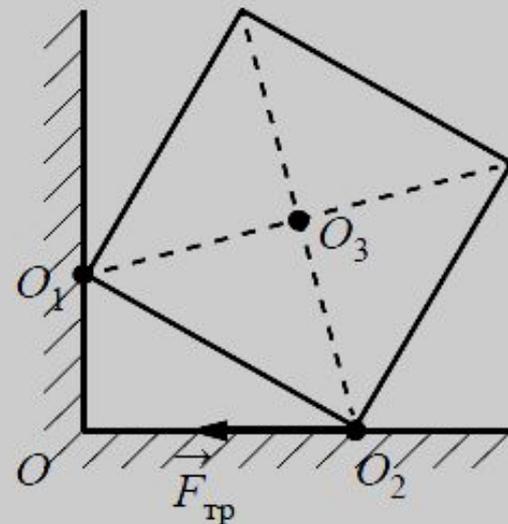
$$E_{\text{п}} = mgh = 0.1 \cdot 10 \cdot 20 = 20 \text{ Дж}$$

$$E_{\text{к}} = 20 - 3 = 17 \text{ Дж}$$

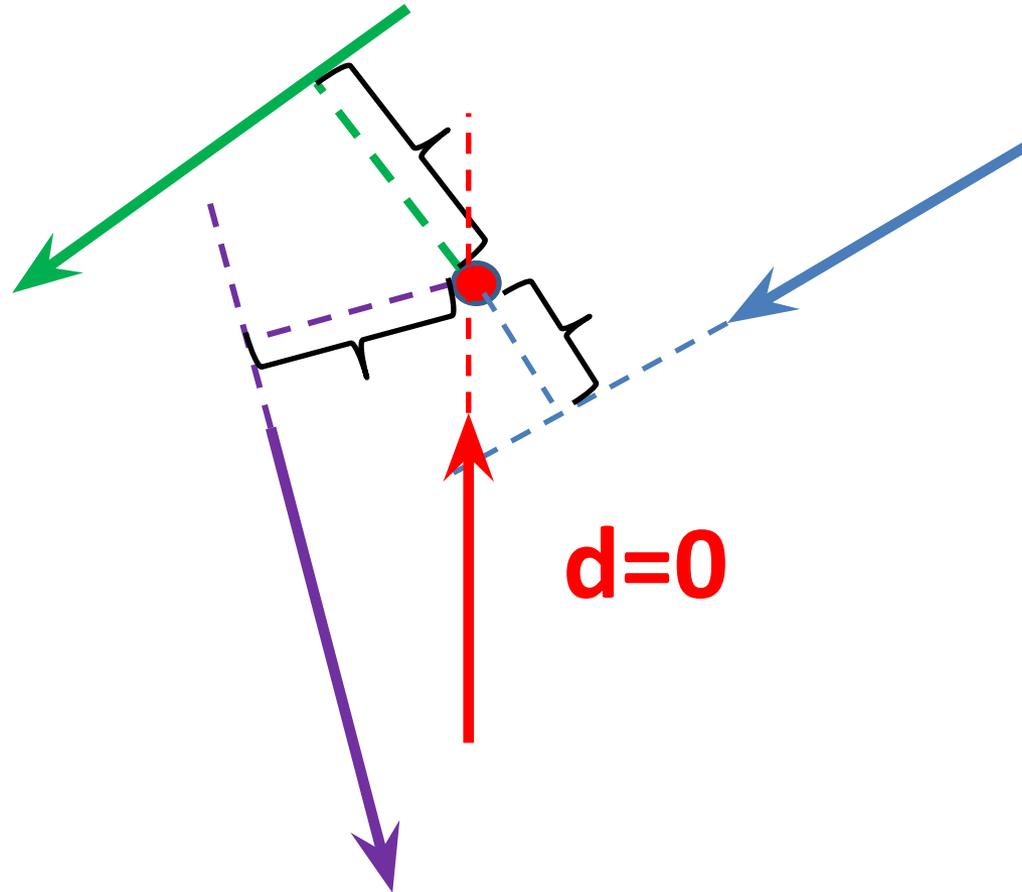
4 Однородный куб со стороной 1 м опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Угол O_1O_2O равен 30° . Определите

плечо силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа.

Ответ: _____ м.



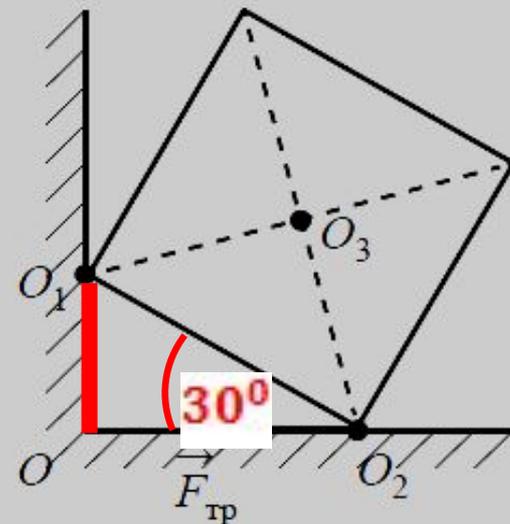
Плечом силы называется кратчайшее расстояние от данной точки (центра) до линии действия силы, т. е. длина перпендикуляра, опущенного из этой точки на линию действия силы



4 Однородный куб со стороной 1 м опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Угол O_1O_2O равен 30° . Определите

плечо силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа.

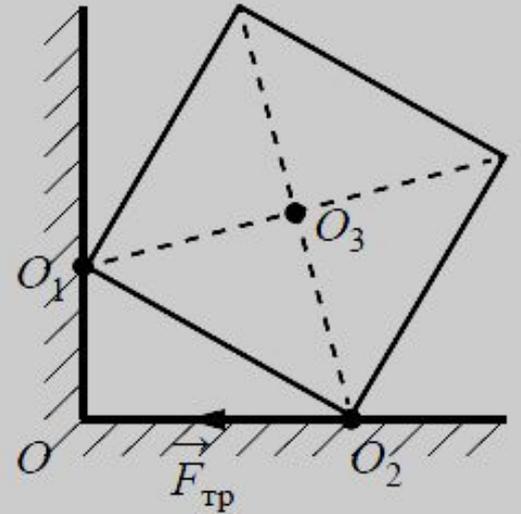
Ответ: 0,5 м.



$$OO_1 = O_1O_2 \sin 30^\circ = 0,5$$

4 Однородный куб со стороной 1 м опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Угол O_1O_2O равен 30° . Определите плечо

силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа.



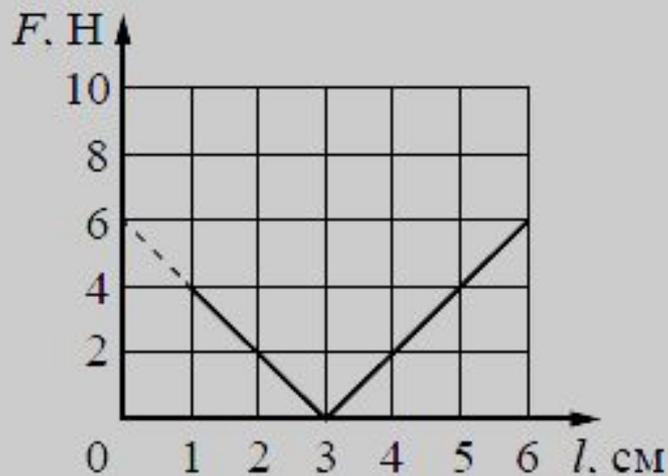
Ответ: _____ **0** _____ м.

5

При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой

$$F(l) = k|l - l_0|, \text{ где } l_0 \text{ – длина пружины в недеформированном состоянии.}$$

График полученной зависимости приведён на рисунке. Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



- 1) При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 2) При действии силы, равной 4 Н, пружина разрушается.
- 3) При растяжении пружина не подчиняется закону Гука.
- 4) Жёсткость пружины равна 200 Н/м.
- 5) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.

Ответ:

14

5

На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составили таблицу зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью не более 0.01 Н. Основываясь на данных, приведённых в таблице, и используя закон сухого трения, выберите два верных утверждения.

α , рад	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$F_{\text{тр}}$, Н	0	1.0	2.0	3.86	3.76	3.63	3.46	3.25	3.01	2.75	2.45	2.13

- 1) Сила трения скольжения не зависит от угла наклона плоскости.
- 2) При увеличении угла наклона от 0 до 0.1 рад сила трения покоя увеличивается.
- 3) В случае, когда угол наклона плоскости составляет 0.1 рад, сила нормальной реакции больше 10 Н.
- 4) Коэффициент трения скольжения равен 0.5.
- 5) Брусок постоит, когда угол наклона плоскости составляет 0.6 рад.

Ответ:

23

6

Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как изменяются кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести
2	2

В положении равновесия скорость груза максимальна. Поэтому при движении вниз от положения равновесия, скорость груза уменьшается, а значит, уменьшается и кинетическая энергия.

Для вертикального маятника важно различать потенциальную энергию груза (mgh) и потенциальную энергию пружины $kx^2/2$. Первая определяется изменением вертикальной координаты груза, вторая — деформацией пружины. При этом, поскольку в положении равновесия пружина растянута силой тяжести, действующей на груз, значение потенциальной энергии пружины в этом состоянии не обращается в нуль. Ясно, что при движении вниз, потенциальная энергия груза уменьшается. Пружина же, по условию, все время остается растянутой. Следовательно, когда груз двигается вниз, ее деформация увеличивается, а значит, увеличивается и потенциальная энергия пружины и уменьшается кинетическая энергия груза.

6

Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как изменяются кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вверх от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

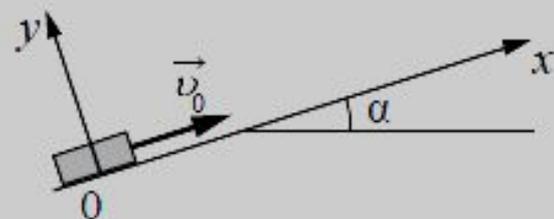
Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести
2	1

В положении равновесия скорость груза максимальна. Поэтому при движении вниз от положения равновесия, скорость груза уменьшается, а значит, уменьшается и кинетическая энергия.

Для вертикального маятника важно различать потенциальную энергию груза (mgh) и потенциальную энергию пружины $kx^2/2$. Первая определяется изменением вертикальной координаты груза, вторая — деформацией пружины. При этом, поскольку в положении равновесия пружина растянута силой тяжести, действующей на груз, значение потенциальной энергии пружины в этом состоянии не обращается в нуль. Ясно, что при движении вверх, потенциальная энергия груза увеличивается. Пружина же, по условию, все время остается растянутой. Когда груз двигается вверх, уменьшается кинетическая энергия груза.

7

После удара шайба массой m начала скользить с начальной скоростью v_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на расстояние s , шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

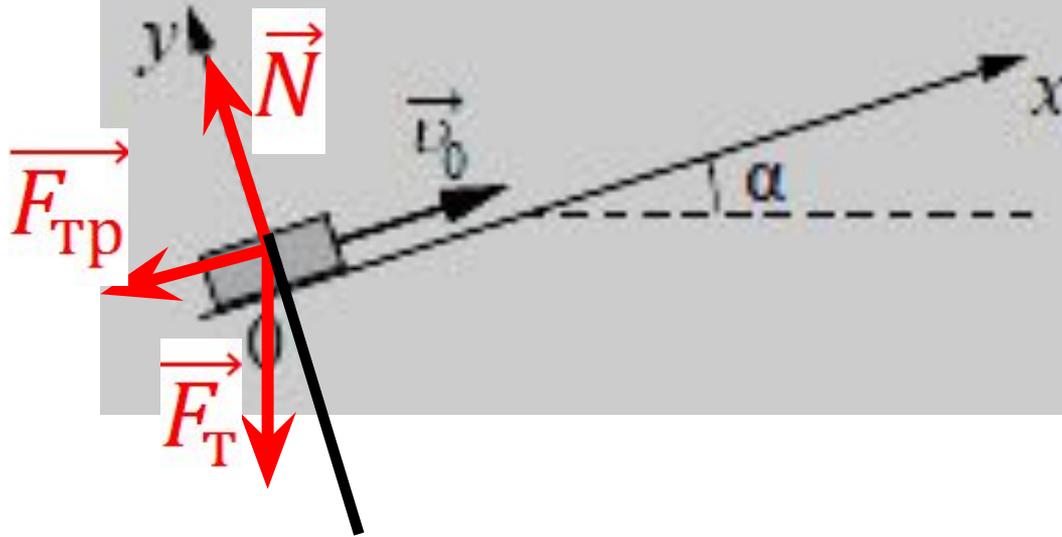
- А) $mg \sin \alpha$
 Б) $\mu mg \cos \alpha$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль ускорения шайбы при её движении вверх
- 2) модуль проекции силы тяжести на ось Ox
- 3) модуль ускорения шайбы при её движении вниз
- 4) модуль силы трения

Ответ:

А	Б



$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_T + \vec{N} = m\vec{a}$$

Решение.

Силы, действующие на шайбу: сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вниз, сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, направленная против движения, и сила реакции опоры \vec{N} .

Проекция на Oy : $N = mg \cos \alpha$.

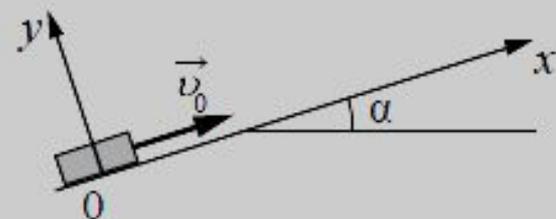
Проекция на Ox : $-ma = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$. Ускорение отрицательно, так как тело, движущееся вверх по наклонной плоскости, замедляется.

По определению $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$.

Тогда $a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$.

7

После удара шайба массой m начала скользить с начальной скоростью v_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на расстояние s , шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) $mg \sin \alpha$
 Б) $\mu mg \cos \alpha$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

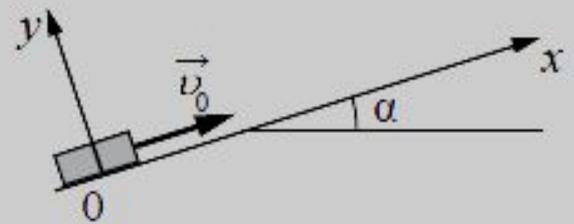
- 1) модуль ускорения шайбы при её движении вверх
- 2) модуль проекции силы тяжести на ось Ox
- 3) модуль ускорения шайбы при её движении вниз
- 4) модуль силы трения

Ответ:

А	Б
2	4

7

После удара шайба массой m начала скользить со скоростью v_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль ускорения при движении шайбы вверх
 Б) модуль силы трения

ФОРМУЛЫ

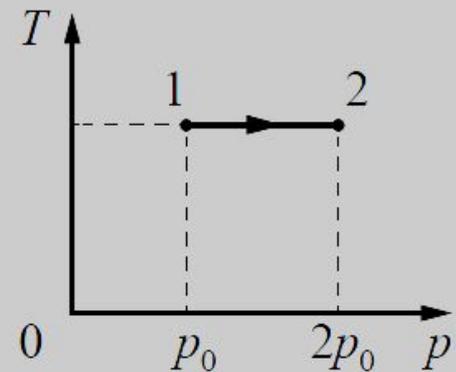
- 1) $g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$
- 2) $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
- 3) $\mu mg \cos \alpha$
- 4) $\mu mg \sin \alpha$

Ответ:

А	Б
1	3

8

На Tp -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа, где T – абсолютная температура газа, p – давление.



Определите отношение $\frac{n_2}{n_1}$ концентраций частиц газа в состояниях 2 и 1. Масса газа остаётся постоянной.

Ответ: 2.

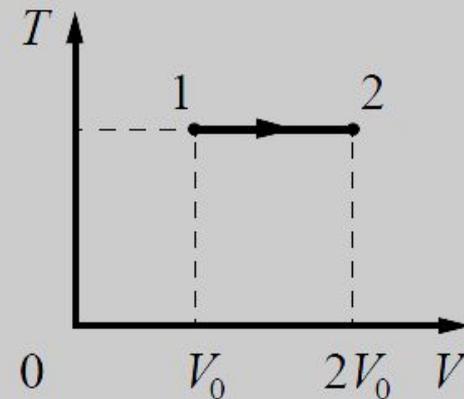
$$p = nkT \quad n_1 = \frac{p_1}{kT}$$

$$n_2 = \frac{p_2}{kT}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{2p_0}{p_0} = 2$$

8

На TV -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа, где T – абсолютная температура газа, V – объём газа.



Определите отношение $\frac{n_2}{n_1}$ концентрации частиц газа в состояниях 2 и 1. Масса газа остаётся постоянной.

Ответ: 0,5.

$$n = \frac{N}{V}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{N}{V_2}}{\frac{N}{V_1}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_0}{2V_0} = 0,5$$

9

Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: 100 Дж.

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \eta$$

$$Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta}$$

9

В некотором процессе газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 10 кДж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 30 кДж. Определите работу, которую совершили внешние силы, сжав газ.

Ответ: 40 кДж.

Q	$=$	A	$+$	ΔU
- 10	$=$	- 40	$+$	30

10

Температура алюминиевой детали массой 200 г снизилась с 90 °С до 60 °С.
Какое количество теплоты отдала деталь?

Ответ: 5,4 кДж.

$$Q = cm(t_2 - t_1) = 900 \cdot 0,2 \cdot (60 - 90) = -5400 \text{ Дж}$$

10

Кусок металла удельной теплоёмкостью $500 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ нагрели от $20 \text{ }^\circ\text{C}$ до $80 \text{ }^\circ\text{C}$, затратив количество теплоты, равное 75 кДж . Чему равна масса этого куска металла?

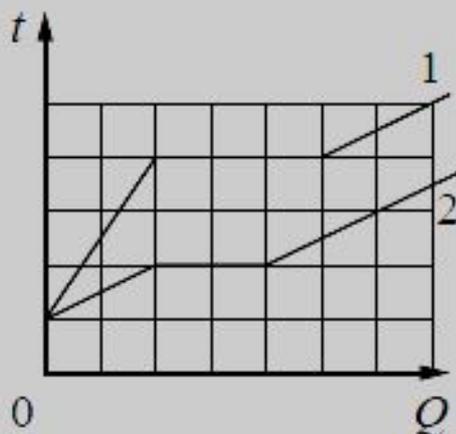
Ответ: 2,5 кг.

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$m = \frac{Q}{c(t_2 - t_1)} = \frac{75000}{500(80 - 20)} = 2,5 \text{ кг}$$

11

На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

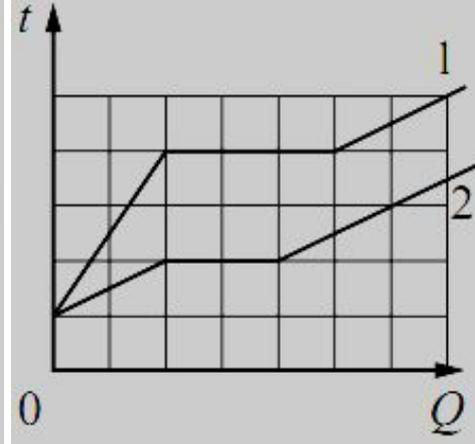
- 1) Температура плавления первого тела в 1.5 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ:

--	--

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого тела в 1,5 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.



Решение.

1) На графике плавление происходит, когда с увеличением сообщенного количества теплоты температура тела не меняется. Таким образом, температура плавления тела 1 в 2 раза выше температуры плавления тела 2. Утверждение неверное.

2) Теплоёмкость $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ поэтому $\frac{c_1}{c_2} = \frac{1}{3}$. Утверждение неверное.

3) $c_2 = 3c_1$ Утверждение верное.

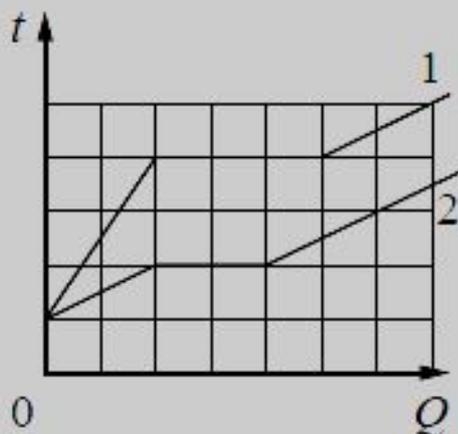
4) Удельная теплота плавления $\lambda = \frac{Q}{m}$ поэтому $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{3}{2}$. Утверждение неверное.

5) В жидком агрегатном состоянии оба графика идут параллельно, а, значит, имеют одинаковую теплоёмкость. Утверждение верное.

Ответ: 35.

11

На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

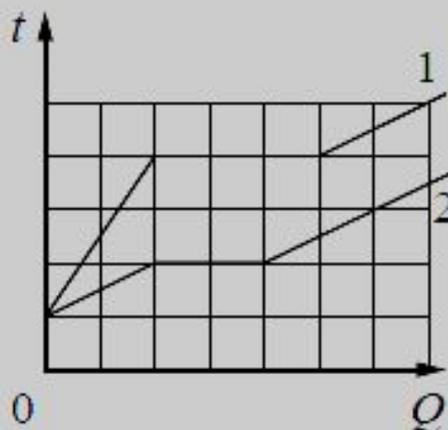
- 1) Температура плавления первого тела в 1.5 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ:

35

11

На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.

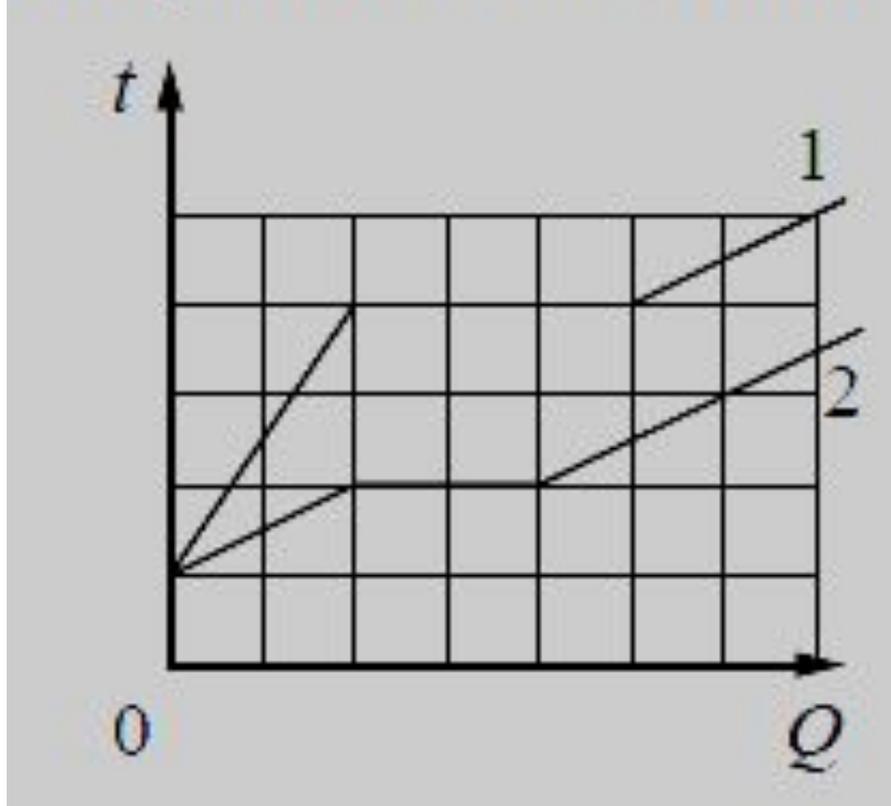


Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого тела в 2 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 1.5 раза больше, чем первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.

Ответ:

--	--



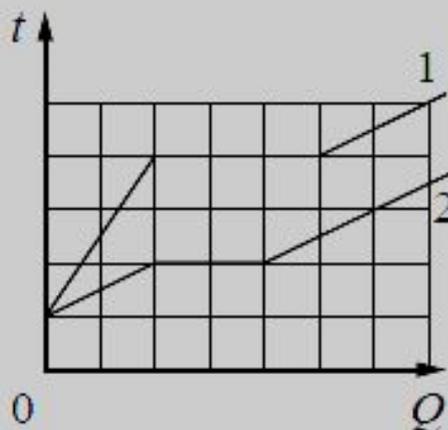
Решение.

Чем меньше теплоёмкость тела, тем круче график зависимости температуры от количества сообщённой теплоты. Причём тангенс угла наклона кривой обратно пропорционален теплоёмкости тела.

- 1) Из графика видно, что температура плавления первого тела в два раза больше температуры плавления второго.
- 2) Удельная теплоёмкость первого тела меньше удельной теплоёмкости второго тела.
- 3) Рассмотрим участок, соответствующий твёрдому агрегатному состоянию тел. Тангенс угла наклона первой кривой в три раза больше тангенса угла наклона второй, следовательно, теплоёмкость второго тела в твёрдом состоянии больше теплоёмкости первого тела в твёрдом состоянии в 3 раза.
- 4) Во время плавления первому телу сообщили больше теплоты, чем второму, следовательно, удельная теплота плавления первого тела больше, чем удельная теплота плавления второго.
- 5) Рассмотрим участок, соответствующий жидкому агрегатному состоянию тел. Тангенсы углов наклона кривых на этих участках равны, следовательно, оба тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

11

На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого тела в 2 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 1.5 раза больше, чем первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.

Ответ:

12

12

В сосуде постоянного объёма абсолютную температуру идеального газа увеличили в 2 раза, выпустив при этом половину газа из сосуда. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа
3	2

$$pV = \nu RT$$

$$p_1 = \frac{\nu RT}{V}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho_2 = \frac{\frac{1}{2}m}{V}$$

$$p_2 = \frac{\frac{1}{2}\nu \cdot R \cdot 2T}{V}$$

12

При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный разреженным криптоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру криптона в нём неизменной. Как изменяются при этом давление криптона в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление криптона в сосуде	Внутренняя энергия криптона в сосуде
1	3

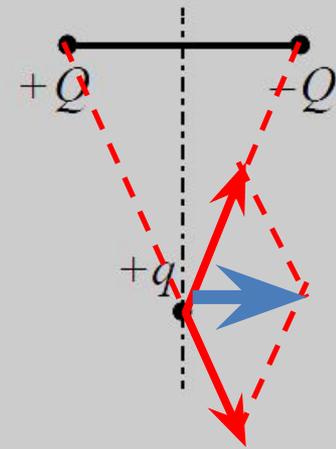
$$pV = const$$

$$p = \frac{const}{V}$$

$$U = \frac{i}{2} \nu RT$$

13

Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка ускорение заряда $+q$ (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? *Ответ запишите словом (словами).*

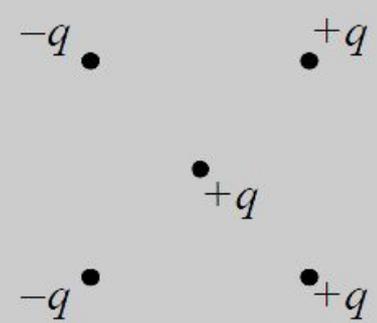


Ответ: вправо.

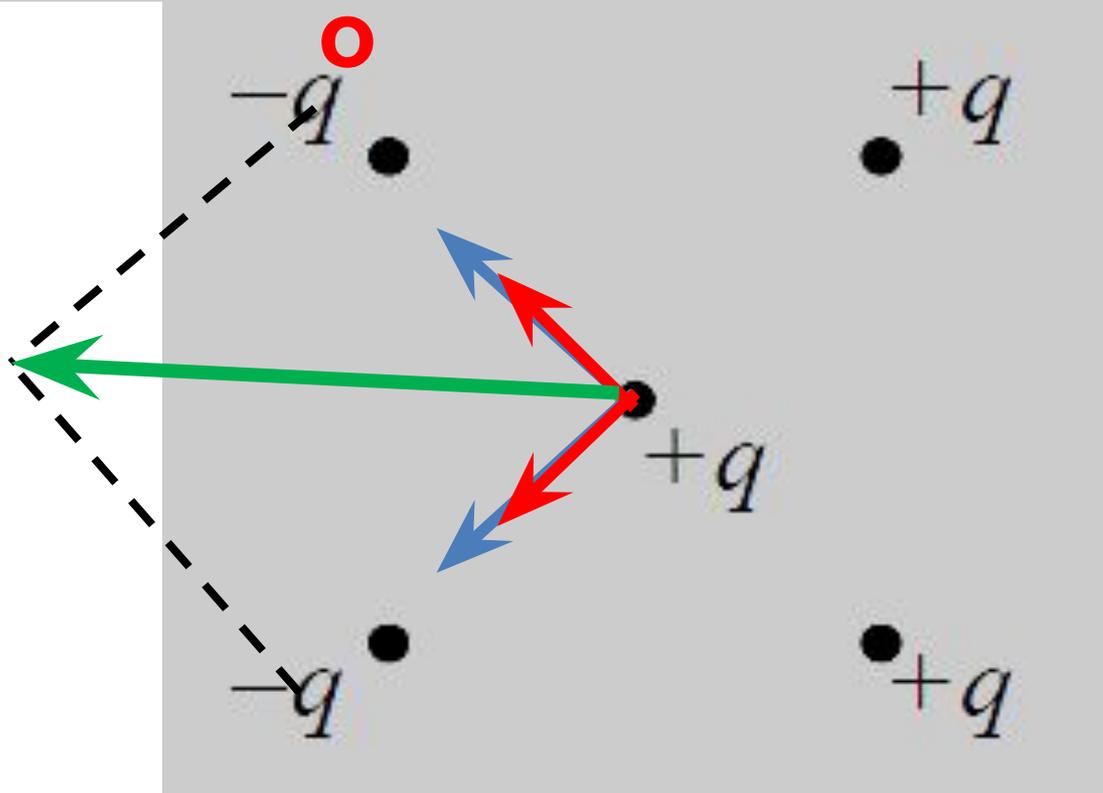
○

13

Как направлена относительно рисунка кулоновская сила \vec{F} (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя), действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок)?
 Ответ запишите словом (словами).



Ответ: **влево**.



14

На корпусе электропечи-ростера имеется надпись: «220 В, 660 Вт». Найдите силу тока, потребляемого ростером.

Ответ: 3 А.

$$P = IU$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{660}{220} = 3\text{А}$$

14

На плавком предохранителе счётчика электроэнергии указано: «15 А, 380 В». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включать в сеть, чтобы предохранитель не расплавился?

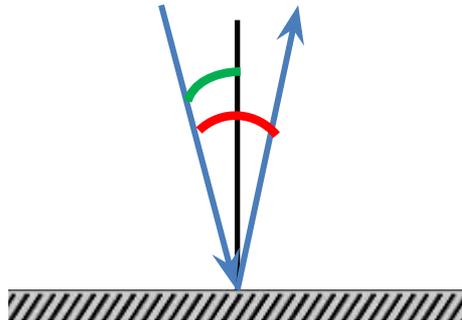
Ответ: 5700 Вт.

$$P = IU = 15 \cdot 380 = 5700 \text{ Вт}$$

15

Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 15° . Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

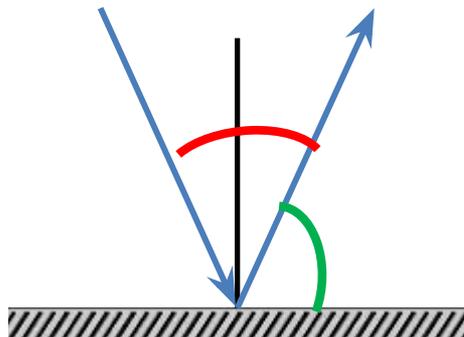
Ответ: 30 градусов.



15

Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 60° . Определите угол между отражённым лучом и зеркалом.

Ответ: **60** градусов.



16

Стеклянную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Выберите два верных утверждения о характере изменений, произошедших с оптической системой «линза + окружающая среда».



- 1) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 2) Линза была и осталась собирающей.
- 3) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 4) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 5) Линза была и осталась рассеивающей.

Ответ:

--	--

38. А 15 № 5473. Стекло́нную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Как изменились при этом фокусное расстояние и оптическая сила линзы?



- 1) фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась
- 2) фокусное расстояние и оптическая сила увеличились
- 3) фокусное расстояние и оптическая сила уменьшились
- 4) фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась

$$D = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\pm \frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2} \right)$$

$$D_1 = \left(\frac{1,54}{1} - 1 \right) (\quad)$$

$$D_2 = \left(\frac{1,54}{1,33} - 1 \right) (\quad)$$

$$D = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{1}{D}$$

16

Стеклянную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Выберите два верных утверждения о характере изменений, произошедших с оптической системой «линза + окружающая среда».



- 1) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 2) Линза была и осталась собирающей.
- 3) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 4) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 5) Линза была и осталась рассеивающей.

Ответ:

1	2
---	---

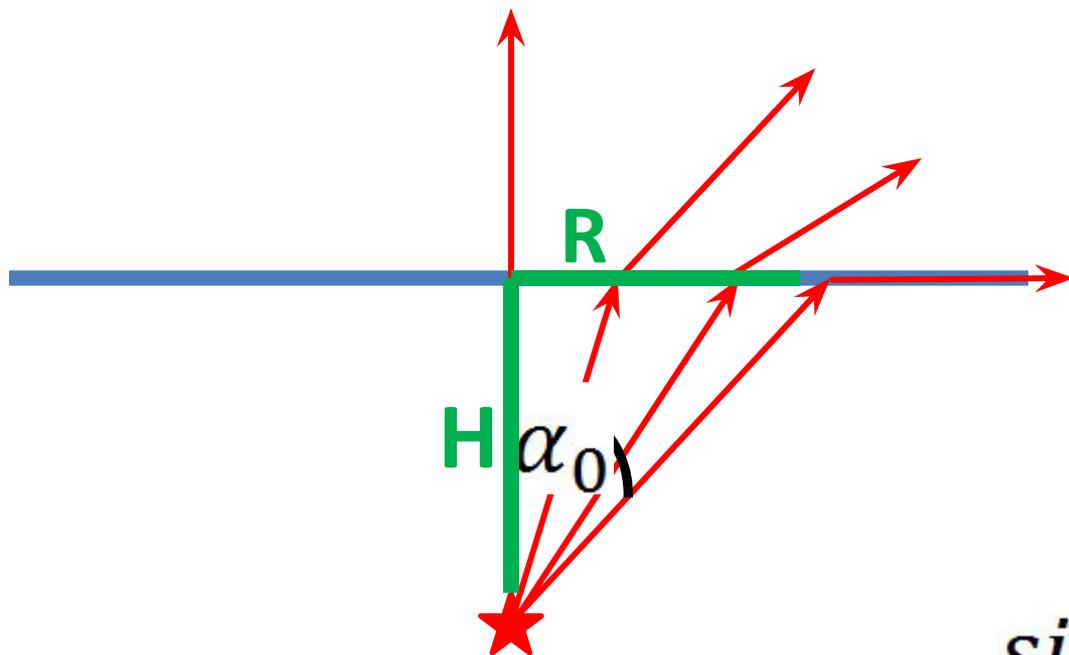
Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 2) Угол полного внутреннего отражения меньше 45° .
- 3) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 4) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 5) Граница пятна движется с ускорением.

Ответ:

--	--



$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{R}{H} = \frac{12}{10} = 1,2$$

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg}1,2 = 50^\circ$$

$$\sin\alpha_0 = \frac{1}{n}$$

$$n = \frac{1}{\sin\alpha_0} = \frac{1}{\sin 50^\circ} \approx 1,3$$

Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 2) Угол полного внутреннего отражения меньше 45° .
- 3) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 4) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 5) Граница пятна движется с ускорением.

Ответ:

34

17

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся величина заряда конденсатора и разность потенциалов между его обкладками при увеличении зазора между ними?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Величина заряда конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора
2	3

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \quad C = \frac{q}{U} \quad \Rightarrow \quad q = CU$$

17

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора его ёмкость и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

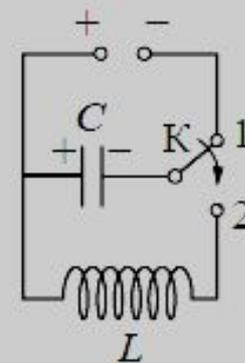
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

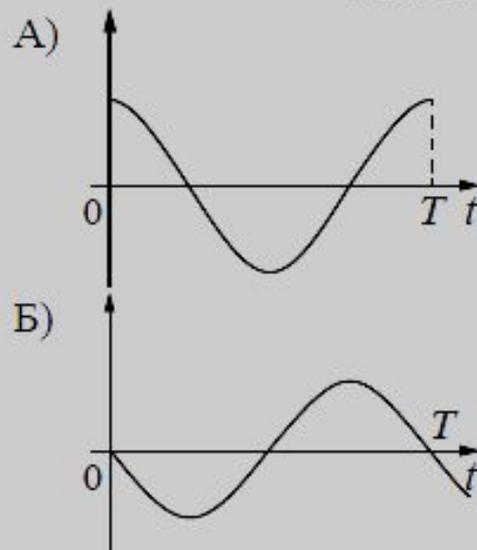
Ёмкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора
1	1

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \quad C = \frac{q}{U} \quad \Rightarrow \quad q = CU$$

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Приведённые ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T – период электромагнитных колебаний в контуре). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



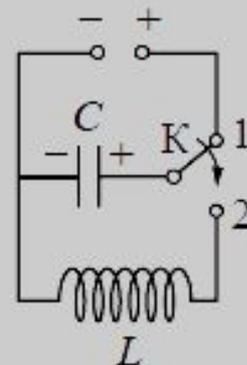
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд на левой обкладке конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) энергия магнитного поля катушки

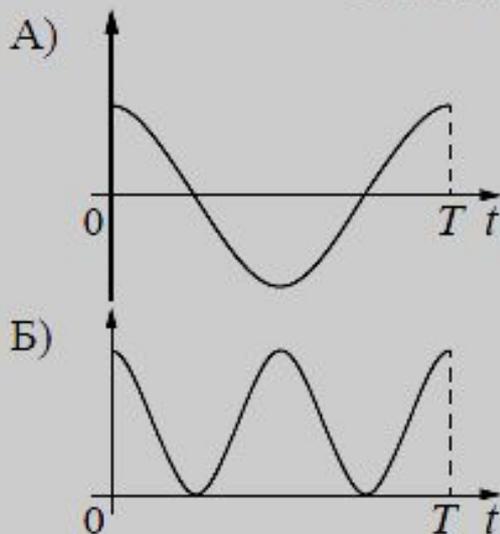
Ответ:

А	Б
1	2

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T – период колебаний). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд правой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора

Ответ:

А	Б
3	4

19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀
5	VI	Rb 37 РУБИДИЙ 85 ₇₂ 87 ₂₈	Sr 38 СТРОНЦИЙ 86 ₁₀ 87 ₇ 88 ₂	39 Y ИТРИЙ 89 ₁₀₀

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого стабильного изотопа стронция.

Число протонов	Число нейтронов
38	49

19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	5 B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 ₆ 65 ₃	30 Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого стабильного изотопа меди.

Число протонов	Число нейтронов
29	36

20

Период полураспада T изотопа висмута ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ равен пяти дням. Какая масса

изотопа осталась в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}^{210}_{83}\text{Bi}$, через 15 дней?

10

Ответ: _____ мг.

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{15}{5}} = \frac{N_0}{8}$$

20

Период полураспада изотопа кислорода $^{14}_8\text{O}$ составляет 71 с. Какая доля от исходного большого количества этих ядер остаётся **нераспавшейся** через интервал времени, равный 142 с?

Ответ: 25 %.

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{142}{71}} = \frac{N_0}{4}$$

21

Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация фотонов	Скорость фотона
1	3

21

Интенсивность монохроматического светового пучка плавно увеличивают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

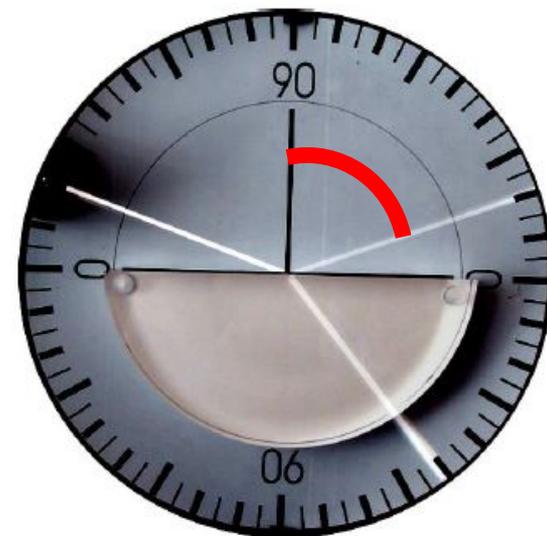
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация фотонов	Скорость фотона
1	3

22

Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Погрешность измерения углов равна цене деления транспортира. Чему равен с учётом погрешности измерения угол отражения светового луча?

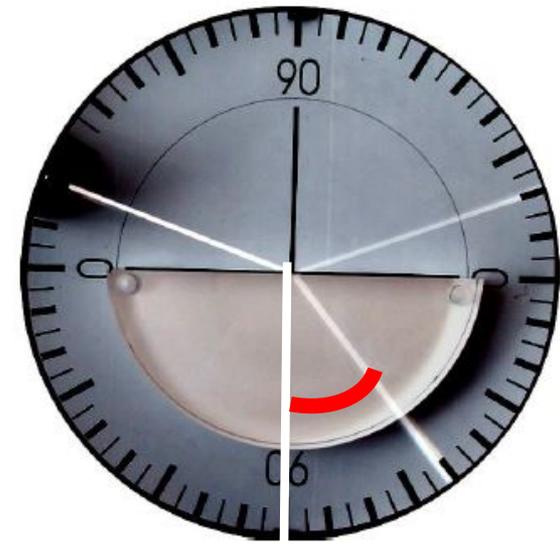
Ответ: (**70** \pm **5**)°.



22

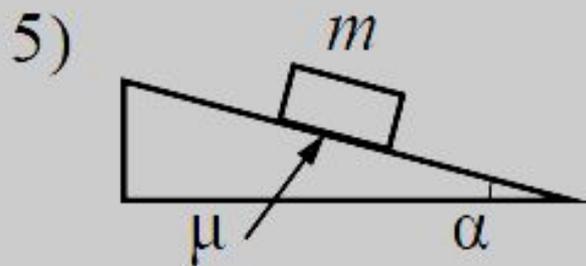
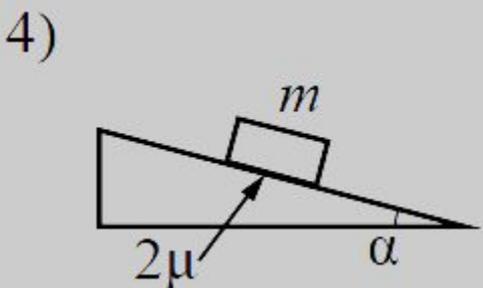
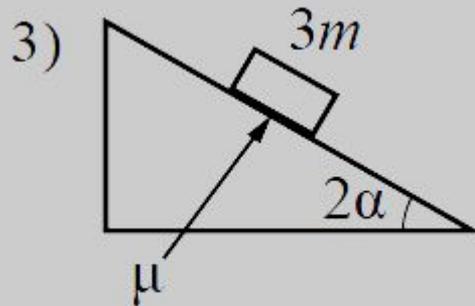
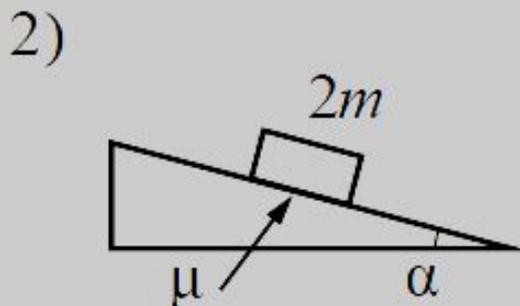
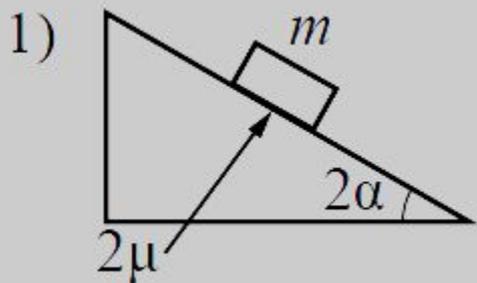
Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Погрешность измерения углов равна половине цене деления транспортира. Чему равен с учётом погрешности измерения угол преломления светового луча?

Ответ: (40,0 ± 2,5)°.



23

Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от угла наклона плоскости к горизонту (на всех рисунках m – масса тела, α – угол наклона плоскости к горизонту, μ – коэффициент трения между бруском и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



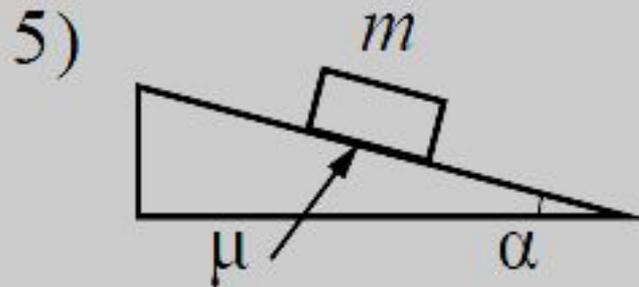
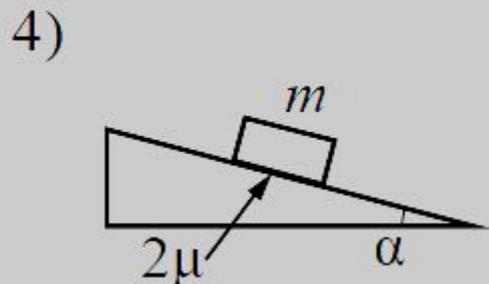
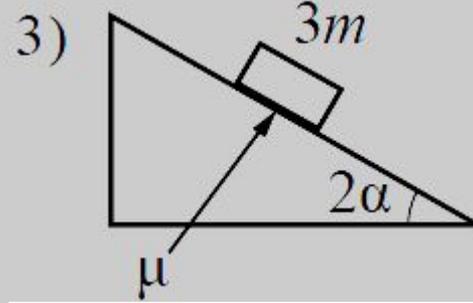
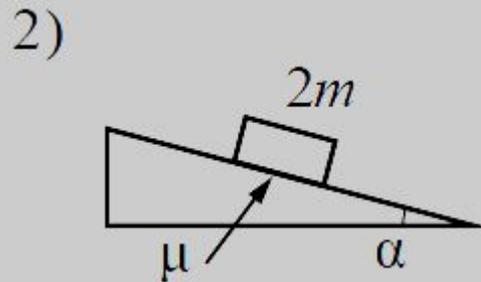
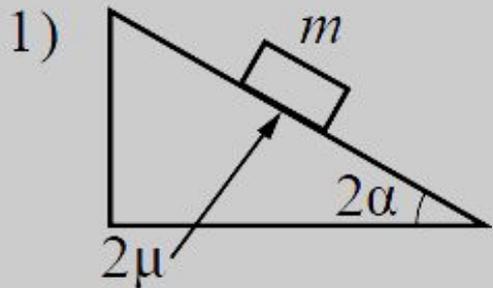
Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:

1	4
---	---

23

Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы тела (на всех рисунках m – масса тела, α – угол наклона плоскости к горизонту, μ – коэффициент трения между телом и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:

2	5
---	---

24

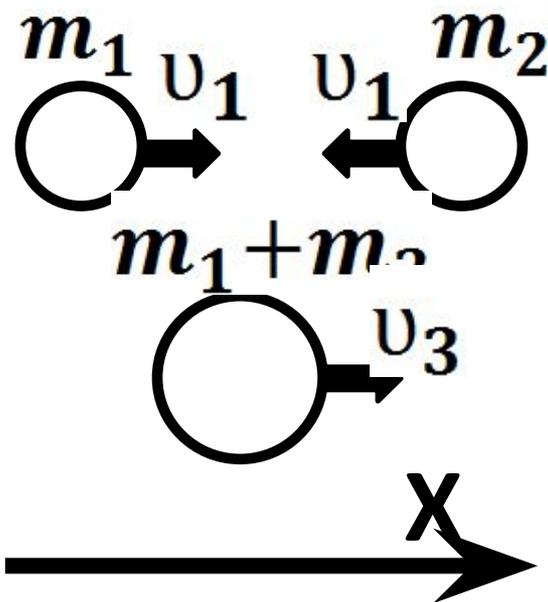
Сталкиваются и слипаются два разных по массе пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением направлены навстречу друг другу и одинаковы по модулю: $v_1 = v_2 = 1$ м/с. Во сколько раз масса тяжёлого шарика больше, чем лёгкого, если сразу после столкновения их скорость стала равной (по модулю) 0,5 м/с?

Ответ: в _____ раз(а).

24

Сталкиваются и слипаются два разных по массе пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением направлены навстречу друг другу и одинаковы по модулю: $v_1 = v_2 = 1$ м/с. Во сколько раз масса тяжёлого шарика больше, чем лёгкого, если сразу после столкновения их скорость стала равной (по модулю) 0,5 м/с?

Ответ: в **3** раз(а).



$$m_1 v_1 - m_2 v_1 = (m_1 + m_2) v_3$$

$$v_1 (m_1 - m_2) = (m_1 + m_2) v_3$$

$$1 \cdot (m_1 - m_2) = (m_1 + m_2) \cdot 0,5$$

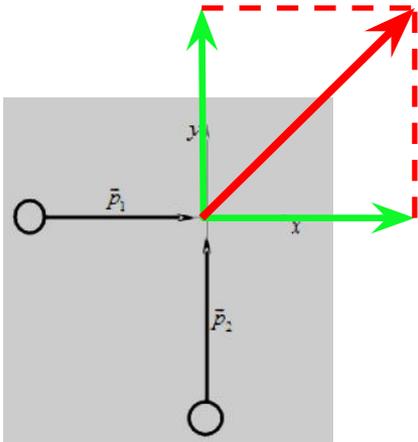
$$m_1 = 3m_2$$

24

Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно

перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более медленного шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 1,3 м/с.



$$4m^2 v_3^2 = m^2 v_2^2 + 4m^2 v_2^2$$

$$4v_3^2 = 5v_2^2$$

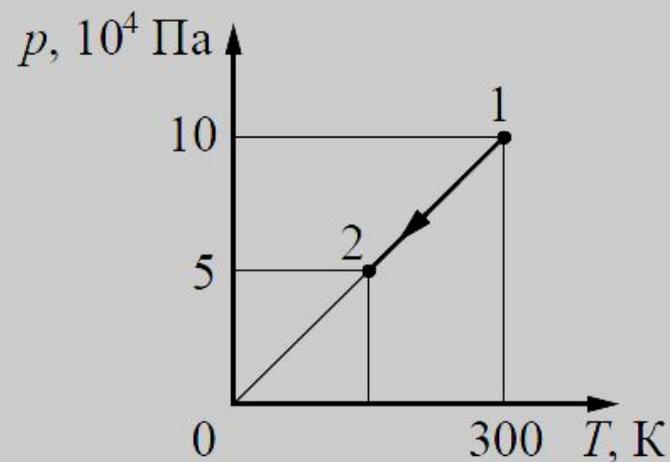
$$4 \cdot 2,25 = 5v_2^2$$

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{9}{5}} \approx 1,3$$

25

На рисунке изображён график изменения состояния одноатомного идеального газа в количестве 20 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: **150** К.

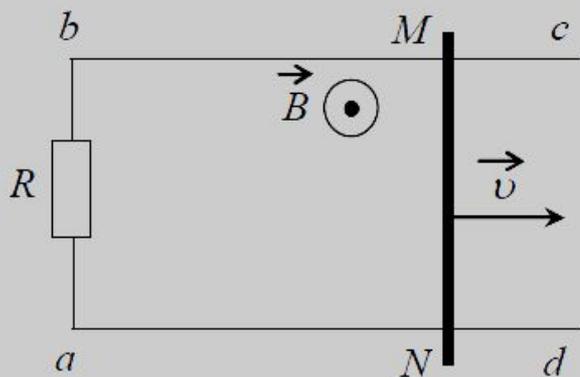
$$V = const$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{T_1 p_2}{p_1} = \frac{300 \cdot 5}{10} = 150 \text{ K}$$

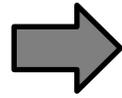
26

По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40$ мА. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



Ответ: _____ м/с.

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$$



$$\mathcal{E}_i = IR$$

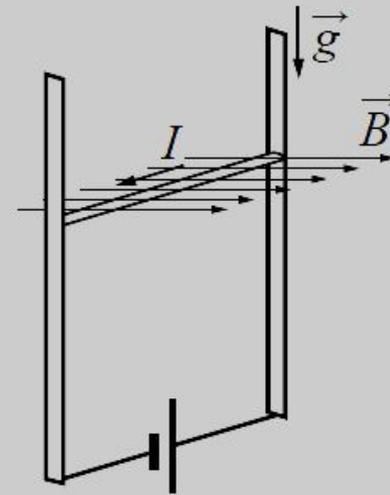
$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BS}{\Delta t} =: \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} = Blv$$

$$IR = Blv$$

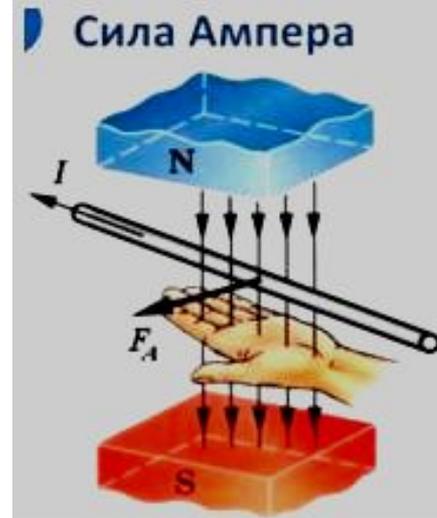
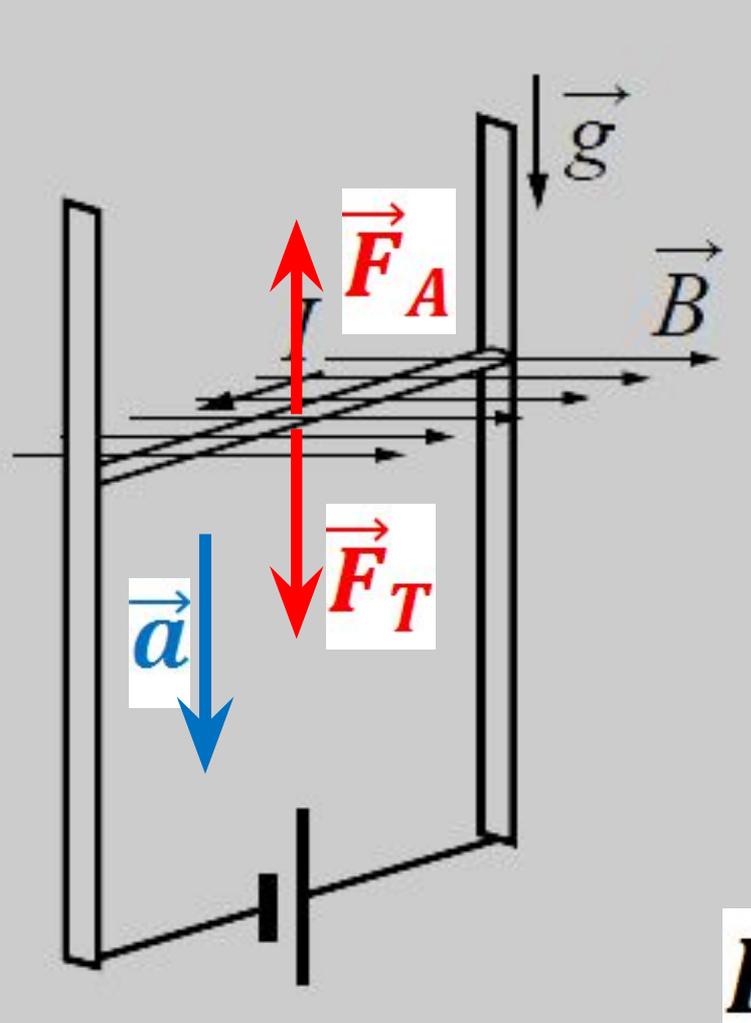
$$v = \frac{IR}{Bl} = 1 \text{ m/c}$$

26

В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой $0,2$ кг, по которому течёт ток 2 А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2$ Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с²?



Ответ: _____ м.



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_A + \vec{F}_T = m\vec{a}$$

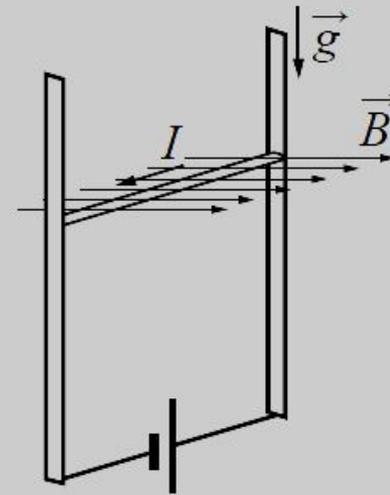
$$F_A - F_T = -ma$$

$$IBl - mg = -ma$$

$$l = \frac{m(g - a)}{IB} = \frac{0,2(10 - 2)}{2 \cdot 2} = 0,4 \text{ м}$$

26

В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой 0,2 кг, по которому течёт ток 2 А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2$ Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с^2 ?



Ответ: 0,4 м.

Решение.

Ток в цепи течёт от «+» к «-». Значит в движущемся проводнике ток течёт справа налево. На проводник действует сила тяжести и сила Ампера. Мнемоническое правило левой руки: если левую руку расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а вытянутые четыре пальца были направлены вдоль тока, то отведённый на 90° большой палец укажет направление действия силы Ампера.

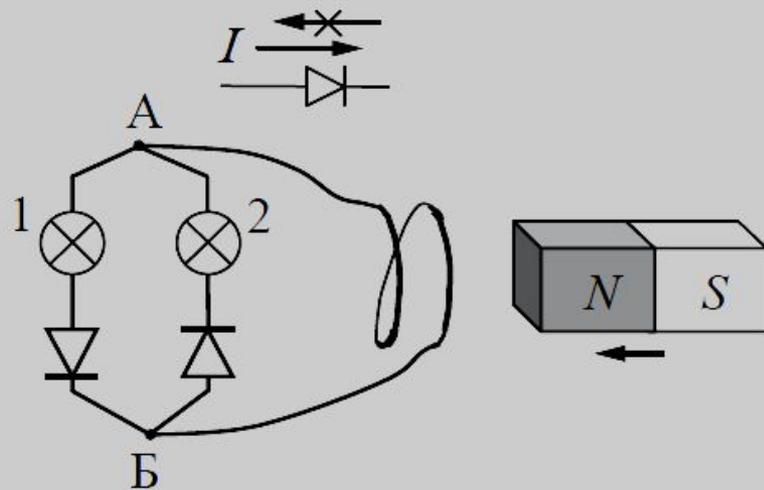
Тогда по второму закону Ньютона имеем $ma = mg - IBl$. Выражаем отсюда длину проводника:

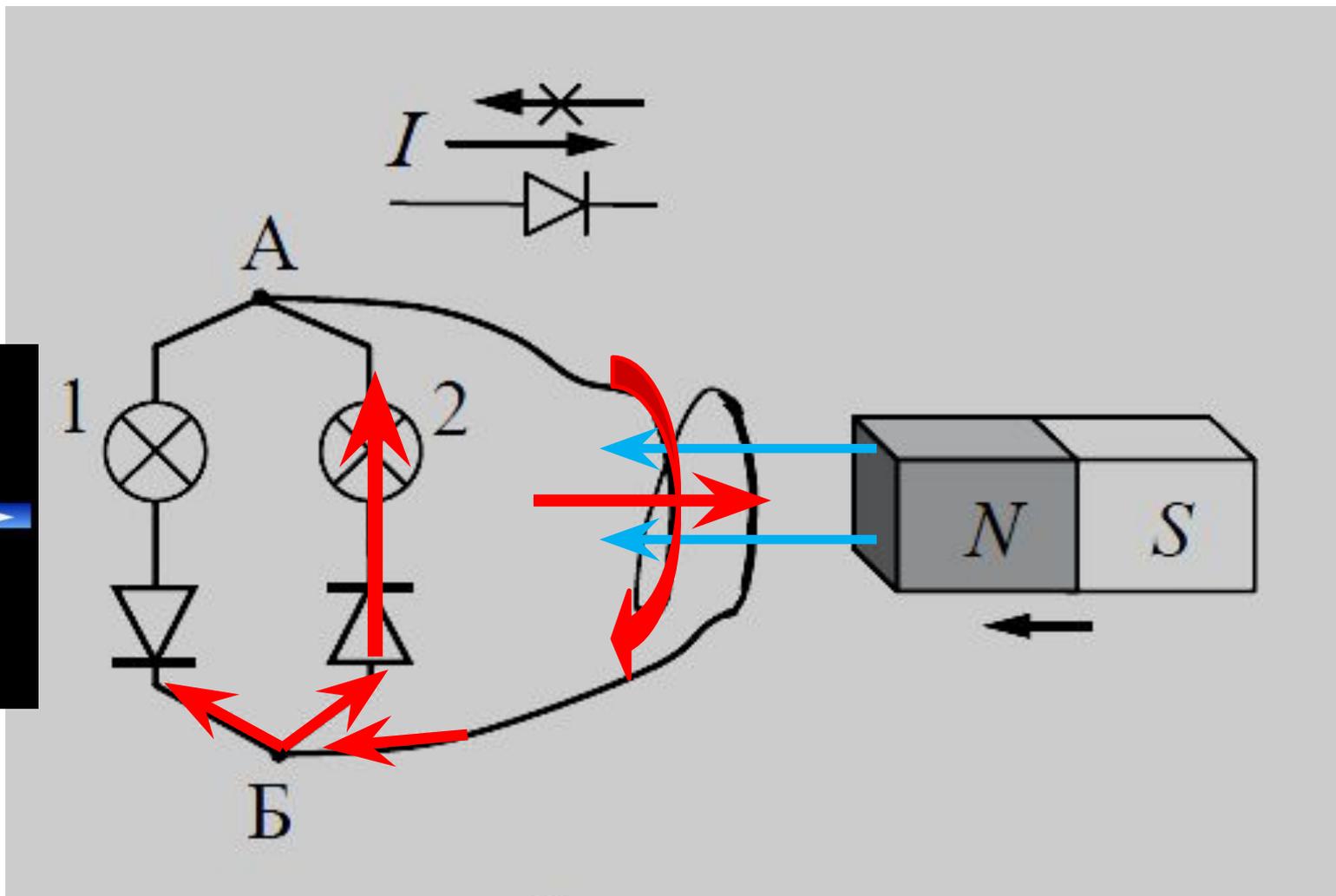
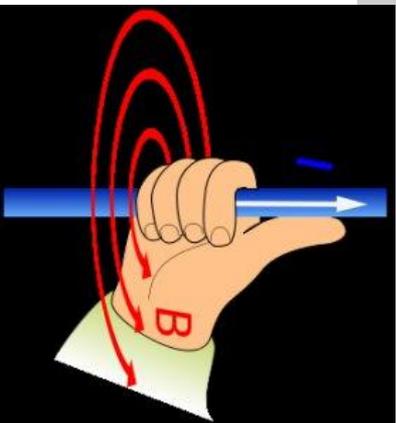
$$l = \frac{mg - ma}{IB} = \frac{0,2 \cdot (10 - 2)}{2 \cdot 2} = 0,4 \text{ м.}$$

Ответ: 0,4 м.

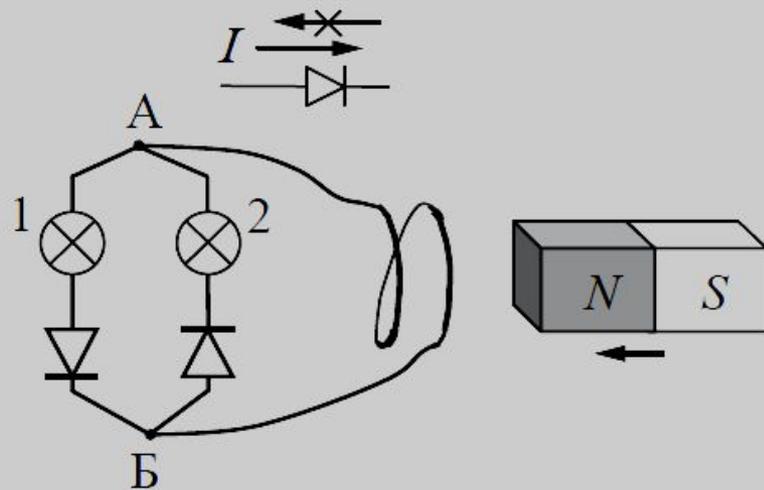
27

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.





Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.



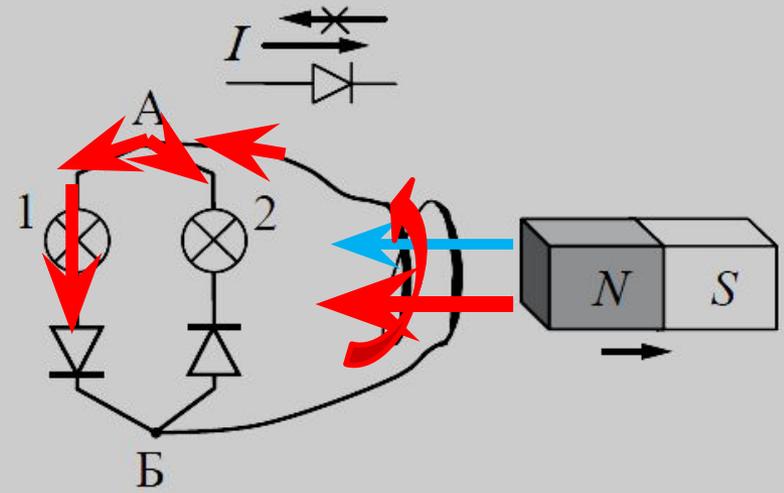
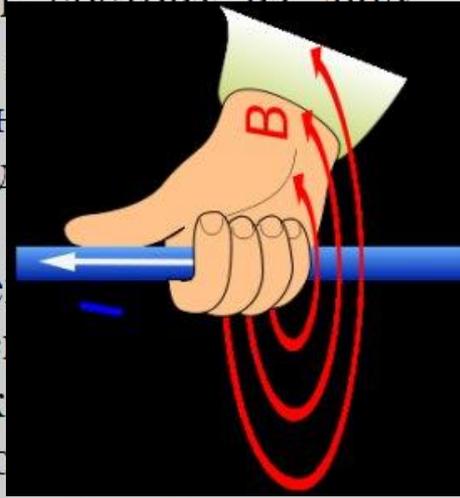
Решение.

1. Загорится лампочка 2.

2. При приближении магнита к витку будет меняться магнитный поток сквозь виток, и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому выходящие из витка линии индукции этого поля будут направлены в сторону магнита. Для создания такого поля согласно правилу «буравчика» индукционный ток в цепи, содержащей виток, должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи ламп — от Б к А. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 2, она и будет гореть.

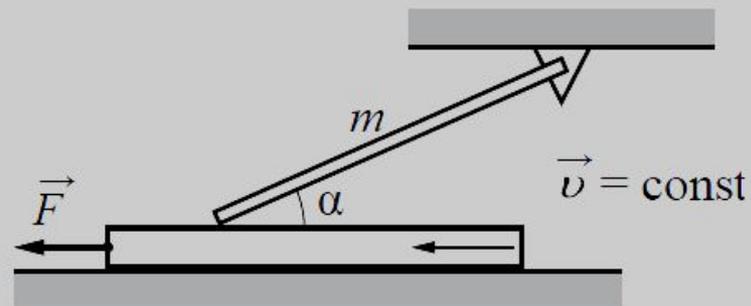
27

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух проводов, соединённых на рисунке. (Диоды только в одном направлении показаны в верхней части). Какая из лампочек отодвигать от витка магнита? Ответ с какими физическими явлениями и закономерностями Вы использовали для объяснения.



28

Однородный тонкий стержень массой $m = 1$ кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Под действием горизонтальной силы \vec{F} доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите F , если коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.



Решение.

1. В инерциальной системе отсчёта Oxy , связанной с Землёй, доска движется поступательно с постоянной скоростью. Поэтому сумма проекций на ось Ox всех сил, приложенных к доске, равна нулю (рис. а):

$$F_{\text{тр}1} - F = 0.$$

2. На рис. б показаны все силы, приложенные к стержню. Силы реакции шарнира представлена горизонтальными и вертикальными составляющими: $\vec{T} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$. По третьему закону Ньютона $\vec{F}_{\text{тр}2} = -\vec{F}_{\text{тр}1}$, поэтому

$$F_{\text{тр}2} = F_{\text{тр}1} = F. \quad (1)$$

3. По условию задачи стержень покоится, поэтому сумма моментов сил относительно оси шарнира A равна нулю. Обозначив длину стержня через L , запишем это условие:

$$mg \frac{L}{2} \cos \alpha - F_{\text{тр}2} L \sin \alpha - NL \cos \alpha = 0. \quad (2)$$

4. Доска движется относительно стержня, поэтому сила трения является силой трения скольжения:

$$F_{\text{тр}2} = \mu N. \quad (3)$$

5. Подставив (3) в (2), получим уравнение

$$mg \cos \alpha - 2\mu N \sin \alpha - 2N \cos \alpha = 0,$$

позволяющее найти реакцию доски:

$$N = \frac{mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)}.$$

Отсюда:

$$F = F_{\text{тр}2} = \mu N = \frac{\mu mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)} = \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 10}{2 \left(1 + 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}\right)} \approx 0,9 \text{ Н.}$$

Ответ: $F \approx 0,9 \text{ Н.}$

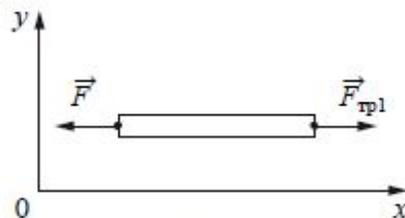


Рис. а

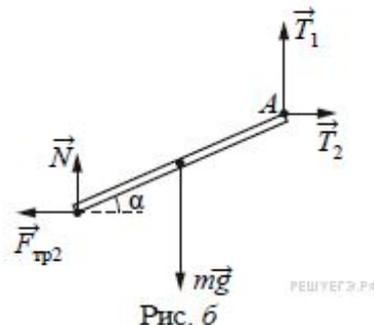
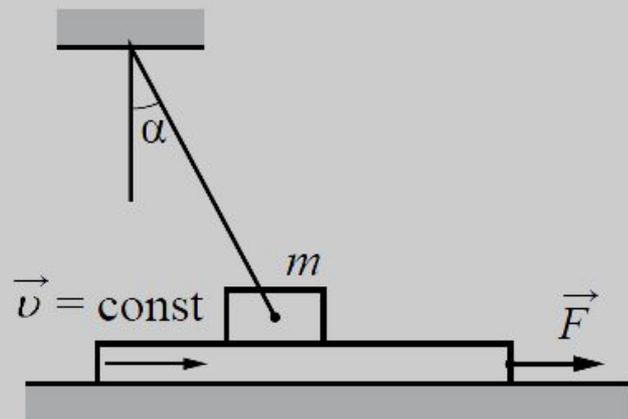


Рис. б

РЕШЕГЭ.РФ

28

Брусок массой $m = 1$ кг, привязанный к потолку лёгкой нитью, опирается на массивную горизонтальную доску. Под действием горизонтальной силы \vec{F} доска движется поступательно вправо с постоянной скоростью (см. рисунок). Брусок при этом неподвижен, а нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). Найдите F , если



коэффициент трения бруска по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре пренебречь.

Решение.

1) Доска движется с постоянной скоростью — это значит, что равнодействующая всех сил, действующих на неё, равна нулю:

$$m_1 \dot{g} + \dot{F}_{\text{тр}} + \dot{F} + \dot{N}_1 = 0.$$

В проекции на горизонтальную ось:

$$F - F_{\text{тр}} = 0 \Leftrightarrow F_{\text{тр}} = F. \quad (1)$$

2) Брусok неподвижен — это значит, что равнодействующая всех сил, действующих на него, равна нулю:

$$m \dot{g} + \dot{F}_{\text{тр}} + \dot{T} + \dot{N}_2 = 0.$$

В проекции на горизонтальную ось:

$$F_{\text{тр}} - T \sin \alpha = 0 \Leftrightarrow T = \frac{F_{\text{тр}}}{\sin \alpha} \stackrel{(1)}{=} \frac{F}{\sin \alpha} = 2F. \quad (2)$$

В проекции на вертикальную ось:

$$T \cos \alpha + N - mg = 0 \Leftrightarrow N = mg - T \cos \alpha. \quad (3)$$

Сила трения скольжения равна $F_{\text{тр}} = \mu N$. Подставляя выражения из (1), (2) и (3), получаем:

$$\begin{aligned} F - \mu(mg - T \cos \alpha) &\Leftrightarrow F - \mu(mg - 2F \cos \alpha) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow F &= \frac{\mu mg}{1 + 2\mu \cos \alpha} = \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 10}{1 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,87} = 1,5 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Ответ: 1,5 Н.

29

Два сосуда объёмами 20 л и 30 л, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия, считая температуру постоянной?

$$\varphi_1 = \frac{\rho_1}{\rho_H} \quad \rho_1 = \varphi_1 \cdot \rho_H$$

$$\varphi_2 = \frac{\rho_2}{\rho_H} \quad \rho_2 = \varphi_2 \cdot \rho_H$$

$$m_1 = \rho_1 V_1$$

$$m_2 = \rho_2 V_2$$

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

$$m = m_1 + m_2$$

$$\begin{aligned}\varphi &= \frac{\rho}{\rho_H} = \frac{\frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}}{\rho_H} = \frac{m_1 + m_2}{\rho_H(V_1 + V_2)} \\ &= \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{\rho_H(V_1 + V_2)} = \frac{\varphi_1 \rho_H V_1 + \varphi_2 \rho_H V_2}{\rho_H(V_1 + V_2)} \\ &= \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{30 \cdot 20 + 40 \cdot 30}{50} = 36\%\end{aligned}$$

Решение:

Влажность определяется по формуле: $\varphi = \frac{p}{p_{\text{sat}}} \cdot 100\%$

Запишем уравнения состояния для двух сосудов и для случая когда их объединят, учитывая, что $T = \text{const}$:

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT$$

$$p(V_1 + V_2) = (\nu_1 + \nu_2)RT$$

Объединим все три формулы в одну: $p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$, подставим в формулу для влажности:

$$\varphi = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} \cdot \frac{100\%}{p_{\text{sat}}} = \frac{\left(\frac{p_1}{p_{\text{sat}}} \cdot 100\%\right) V_1 + \left(\frac{p_2}{p_{\text{sat}}} \cdot 100\%\right) V_2}{V_1 + V_2}$$

То, что в скобках это влажность воздуха φ_1 и φ_2 соответственно, тогда:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

Получим $\varphi = 36\%$.

29

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре

$t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

Начался процесс конденсации

$$p_{\Pi 2} = p_H = p_0$$

$$\begin{aligned} p_{B2} &= p_2 - p_{\Pi 2} = 3p_2 - p_{\Pi 2} = \\ &= 5,4p_0 - p_0 = 4,4p_0 \end{aligned}$$

$$p_{B1} = \frac{p_{B2}}{4} = 1,1p_0$$

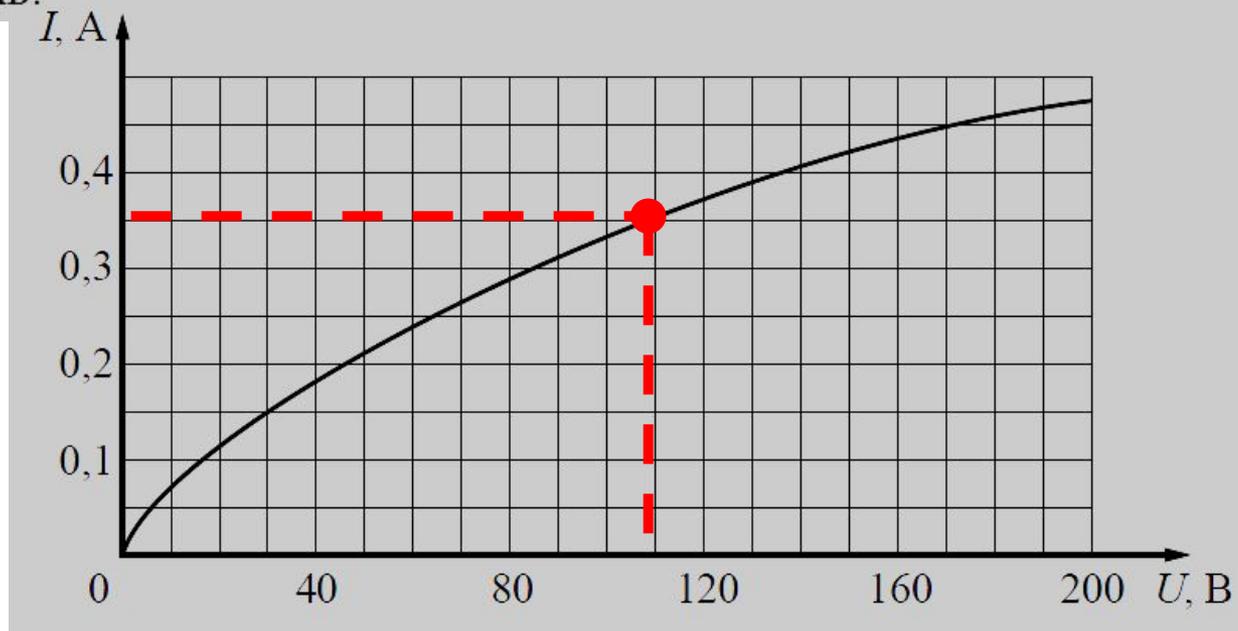
$$p_{\Pi 1} = p_1 - p_{B1} = 1,8p_0 - 1,1p_0 = 0,7p_0$$

$$\varphi_1 = \frac{p_{\Pi 1}}{p_H} = \frac{0,7p_0}{p_0} = 0,7$$

70%

30

На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. При последовательном соединении двух таких ламп и источника сила тока в цепи оказалась равной 0,35 А. Каково напряжение на клеммах источника? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Решение.

При последовательном соединении проводников сила тока в любых частях цепи одна и та же: $I = I_1 = I_2$

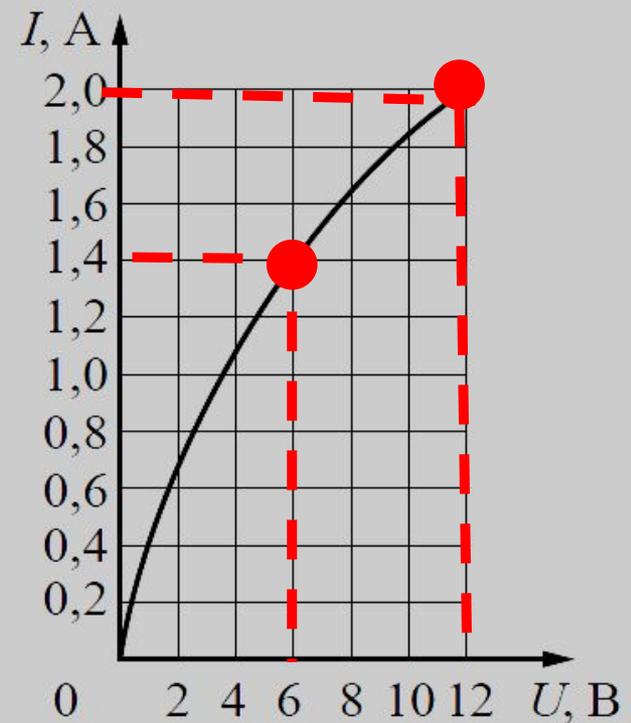
Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи: $U = U_1 + U_2$.

По графику находим, что для тока на лампе 0,35 А соответствует напряжение 110 В.

Тогда напряжение источника $U = U_1 + U_2 = 220$ В.

Ответ: 220 В.

30 Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?



Решение.

1. При напряжении источника $U_1 = 12$ В сила тока через лампу определяется из графика: $I_1 = 2$ А.
2. Сопротивление нити накала при этом определяется законом Ома: $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 6$ Ом.
3. При уменьшении напряжения на лампе в 2 раза $U_2 = 6$ В, сила тока через неё станет $I_2 = 1.4$ А (см. вольт-амперную характеристику).
4. Сопротивление нити накала при этом напряжении $R_2 = \frac{U_2}{I_2} \approx 4,3$ Ом.
5. Так как сопротивление нити пропорционально температуре $R = \beta T$, то $\frac{T_2}{T_1} = \frac{R_2}{R_1}$ и

$$T_2 = T_1 \frac{R_2}{R_1} = T_1 \frac{U_2 I_1}{I_2 U_1} = 3100 \cdot \frac{6 \cdot 2}{1,4 \cdot 12} \approx 2214 \text{ К.}$$

Ответ: 2214 К.

31

Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 531$ нм. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если

работа выхода электронов из данного металла

$$A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19} \text{ Дж?}$$

1. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, $E_{\text{кин}}$ — максимальная кинетическая энергия электронов.

2. $E_{\text{кин}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}$, где m_e — масса электрона, v_{max} — его максимальная скорость.

3. Объединяя 1 и 2, получим:

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{531 \cdot 10^{-9}} - 1,73 \cdot 10^{-19} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Ответ: $p_{\text{max}} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{выл}} + E_k$$

Кинетическая энергия определяется также выражением

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Объединяя данные формулы, имеем:

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{выл}} \right)}$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{531 \cdot 10^{-9}} - 1,73 \cdot 10^{-19} \right)}$$

$$p_{\text{max}} = 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

31

Вольфрамовую пластину облучают светом с длиной волны 200 нм. Каков максимальный импульс вылетающих из пластины электронов, если работа выхода электронов из вольфрама равна 4,54 эВ?

32

Образец возможного решения:

1. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, $E_{\text{кин}}$ — максимальная кинетическая энергия электронов.

2. $E_{\text{кин}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}$, где m_e — масса электрона, v_{max} — его максимальная скорость.

3. Объединяя 1 и 2, получим:

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{531 \cdot 10^{-9}} - 1,73 \cdot 10^{-19} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $p_{\text{max}} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$