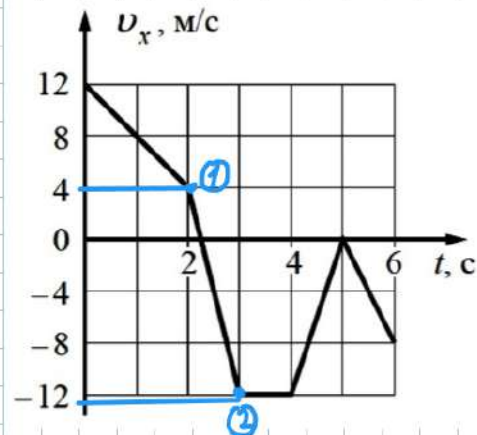


На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 2 до 3 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: -16 м/с².

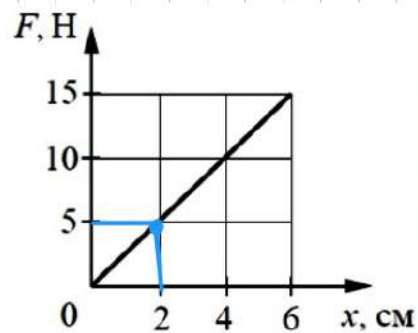
$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{x2} - v_{x1}}{t_2 - t_1}$$

$$a_x = \frac{-12 - 4}{3 - 2} = -16 \text{ м/с}^2$$



На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости F от удлинения пружины x . Какова жёсткость пружины?

Ответ: _____ 250 _____ Н/м.



$$F = kx \Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{5\text{ Н}}{0,02\text{ м}} = 250\text{ Н/м}$$

Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. При этом равнодействующая всех сил, действующих на тело, постоянна и равна по модулю 12 Н. Каков модуль изменения импульса тела за 4 с?

Ответ: 48 кг·м/с.

$$\Delta p = F \cdot t = 12 \cdot 4 = 48 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

Однородное тело объёмом 1 см^3 изготовлено из алюминия. Это тело полностью погружено в воду, но не касается дна сосуда. Определите архимедову силу, действующую на тело.

Ответ: 0,01 Н. $V = 1 \text{ см}^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$$F_A = \rho_{\text{в}} \cdot V \cdot g = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 0,01 \text{ Н}$$

В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Данные о зависимости модуля скорости бруска от времени приведены в таблице. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы.

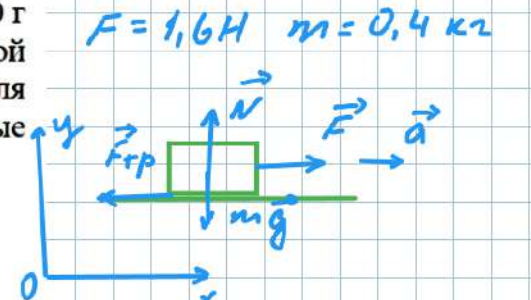
Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

- 1) Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 0,35$.
- 2) В момент времени 2 с кинетическая энергия бруска равна 0,2 Дж.
- 3) Брусок движется равномерно.
- 4) Модуль ускорения бруска равен $0,5 \text{ м/с}^2$.
- 5) Сила трения скольжения, действующая на брусок, равна по модулю 1,8 Н.

Ответ: 1 2 4

$$\textcircled{2} E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 1^2}{2} = 0,2 \text{ Дж}$$

$$\textcircled{3} v \neq \text{const} \quad \textcircled{4} \textcircled{5} F_{\text{тр}} = 1,4 \text{ Н}$$



$$\textcircled{1} F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,5 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$Ox: F - F_{\text{тр}} = ma$$

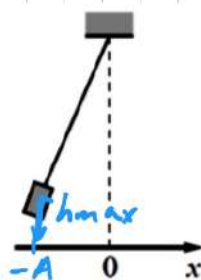
$$F_{\text{тр}} = F - ma = 1,4 \text{ Н}$$

$$Oy: N - mg = 0$$

$$N = mg = 4 \text{ Н}$$

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{1,4}{4} = 0,35$$

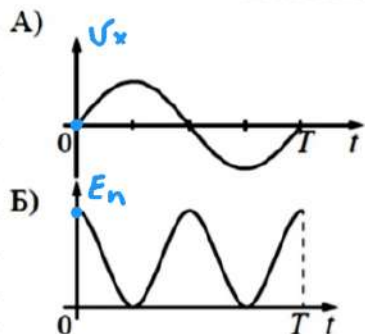
Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент $t = 0$ отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих гармонические колебания груза после этого. T – период колебаний груза. Потенциальная энергия груза отсчитывается от его положения равновесия.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости v_x
- 2) потенциальная энергия E_n
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) координата x

Ответ:

А	Б
1	2

$$A) v_x \text{ или } x$$

$$x(0) = -A \quad v_x(0) = 0$$

$$B) E_n = mgh \text{ или } E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_k(0) = 0 \quad E_n(0) = mgh_{\max}$$

При температуре T_0 и давлении p_0 1,5 моль идеального газа занимает объём $3V_0$. Сколько моль этого газа будут занимать объём $6V_0$ при температуре $\frac{T_0}{2}$ и давлении $\frac{p_0}{2}$?

Ответ: 3 моль.

$$p_1 V_1 = \nu_1 R \cdot T_1 \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0 \cdot 3V_0}{R T_0} = 1,5 \text{ моль}$$

$$\nu_2 = \frac{p_2 V_2}{R T_2} = \frac{\frac{p_0}{2} \cdot 6V_0}{R \cdot \frac{T_0}{2}} = \frac{p_0 \cdot 6V_0}{R T_0} = 2\nu_1 = 3 \text{ моль}$$

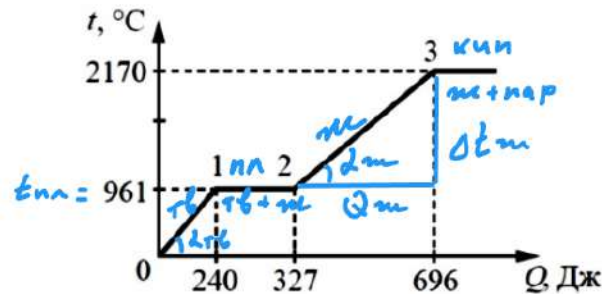
Двум моль газа сообщили количество теплоты, равное 1700 Дж, при этом внешние силы совершили над газом работу, равную 500 Дж. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: 2200 Дж.

$$Q_{\text{получ}} = A_{\text{газа}} + \Delta U \quad A_{\text{газа}} = -A_{\text{вн. сил}}$$

$$\Delta U = Q_{\text{получ}} - A_{\text{газа}} = Q_{\text{получ}} + A_{\text{вн. сил}} = 1700 + 500 = 2200 \text{ Дж}$$

Твёрдый образец вещества нагревали в печи. По мере поглощения количества теплоты Q температура образца t росла в соответствии с графиком.



Выберите из предложенного перечня все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённого эксперимента.

- 1) Участок 2–3 соответствует процессу, в котором внутренняя энергия вещества уменьшалась.
- 2) Удельная теплоёмкость вещества в жидком агрегатном состоянии больше, чем в твёрдом.
- 3) Для того чтобы полностью расплавить образец вещества, уже находящийся при температуре плавления, потребовалось количество теплоты, равное 327 Дж.
- 4) Температура плавления вещества равна 961 °С.
- 5) Точка 2 соответствует состоянию, в котором вещество полностью расплавилось.

Ответ: 245

$$\text{1) } t_{\text{пл}} = 961 \Rightarrow U_{\text{жл}}$$

$$\text{2) } Q = c m \Delta t$$

$$c_{\text{жл}} = \frac{Q_{\text{жл}}}{m \Delta t_{\text{жл}}} = \frac{1}{m \Delta t_{\text{жл}}}$$

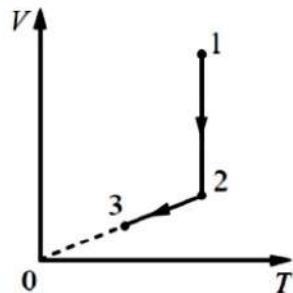
$$c_{\text{тл}} = \frac{1}{m \Delta t_{\text{тл}}}$$

$$\Delta t_{\text{жл}} < \Delta t_{\text{тл}} \Rightarrow c_{\text{жл}} > c_{\text{тл}}$$

$$\text{3) } Q_{\text{пл}} = Q_2 - Q_1 = 327 - 240$$

4) 5)

Один моль идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах $V-T$, где V – объём газа, T – абсолютная температура газа. Как изменяются давление газа p в ходе процесса 1-2 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.



$$1-2 \quad T = \text{const}$$

$$pV = \text{const} \Rightarrow p = \frac{\text{const}}{V \downarrow}$$

$$2-3 \quad \uparrow n = \frac{N}{V \downarrow}$$

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.

Давление газа в ходе процесса 1-2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2-3
<u>1</u>	<u>1</u>

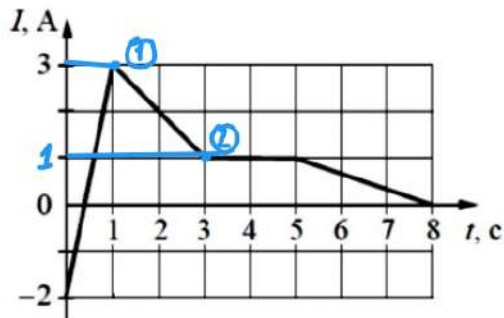
Расстояние между двумя неподвижными точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, при этом величину одного из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз уменьшился модуль сил электростатического взаимодействия между зарядами?

Ответ: в 3 раз(а).

$$F_1 = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$F_2 = \frac{k|3q_1||q_2|}{(3r)^2} = \frac{k|q_1||q_2|}{3r^2} = \frac{F_1}{3}$$

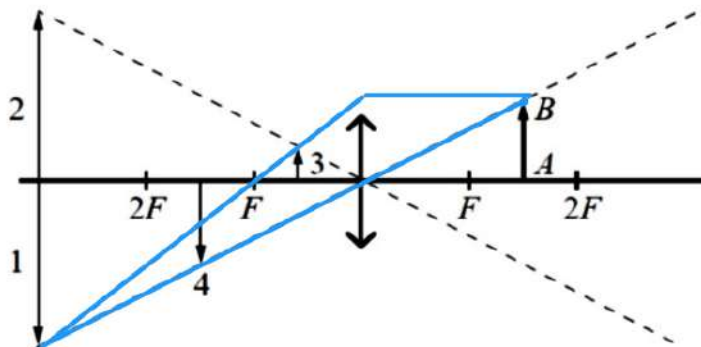
На рисунке показан график зависимости силы тока I , протекающего в катушке с индуктивностью 4 мГн , от времени t . Определите модуль ЭДС самоиндукции в промежутке времени от 1 до 3 с.



Ответ: 4 мВ.

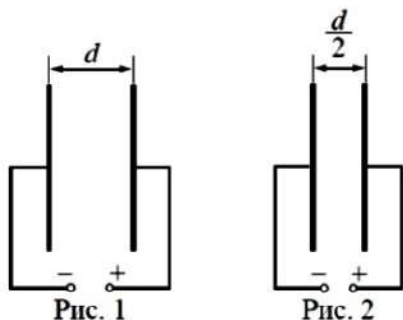
$$\mathcal{E}_{si} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \cdot \frac{I_2 - I_1}{t_2 - t_1} = -4 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1 - 3}{3 - 1} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 4 \text{ мВ}$$

Какая из стрелок 1–4 является изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: 1.

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рис. 1). Не отключая пластины от источника, их сближают, уменьшая расстояние между ними в 2 раза (см. рис. 2).



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие свойства конденсатора после установления равновесия в системе.

- 1) Энергия электрического поля конденсатора увеличилась в 4 раза.
- 2) Модуль заряда обкладок конденсатора увеличился в 2 раза.
- 3) Напряжение между обкладками конденсатора уменьшилось в 4 раза.
- 4) Электроёмкость конденсатора увеличилась в 2 раза.
- 5) Напряжённость электростатического поля между обкладками конденсатора увеличилась в 2 раза.

Ответ: 2 4 5

$$\textcircled{1} \quad U = \text{const} \quad W = \frac{CU^2}{2}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d/2} = 2C_1$$

$$W_2 = 2W_1$$

$$\textcircled{2} \quad q = CU \Rightarrow q_2 = 2q_1$$

~~3~~ ~~4~~

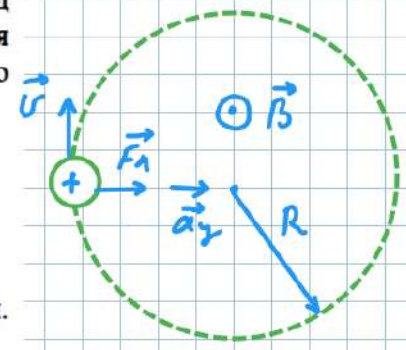
$$\textcircled{5} \quad E_1 = \frac{U}{d} \quad E_2 = \frac{U}{d/2} = 2E_1$$

В однородном магнитном поле между полюсами постоянного магнита под действием силы Лоренца движется по окружности α -частица. Как изменятся модуль силы Лоренца и частота обращения частицы, если в поле этого магнита по окружности такого же радиуса будет двигаться протон?
 Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Модуль силы Лоренца	Частота обращения частицы
3	1



$\frac{4}{2} \rho$ $\frac{1}{1} \rho$ $m_1 = 4m_2$
 $q_1 = 2q_2$

$$F_L = m a_c \quad q v B = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m v}{q B} \quad R_2 = R_1 \Rightarrow \frac{m_2 v_2}{q_2 B} = \frac{m_1 v_1}{q_1 B} \Rightarrow v_2 = 2v_1$$

$$F_{L1} = q_1 v_1 B \quad F_{L2} = q_2 v_2 B = \frac{q_1}{2} \cdot 2v_1 \cdot B = q_1 v_1 B = F_{L1}$$

$$T_1 = \frac{2\pi R}{v_1} \Rightarrow \nu_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{v_1}{2\pi R} \quad \nu_2 = \frac{v_2}{2\pi R} = \frac{2v_1}{2\pi R} = 2\nu_1$$

Период T полураспада изотопа магния ${}_{12}^{28}\text{Mg}$ равен 21 ч. Изначально образец содержал 0,8 мкмоль этого изотопа. Какое количество вещества этого изотопа останется через 42 ч?

Ответ: 0,2 мкмоль.

$$m = \frac{m_0}{2^{t/T}} \quad \mu \cdot \nu = \frac{\mu \cdot \nu_0}{2^{t/T}}$$

$$\nu = \frac{\nu_0}{2^{t/T}} = \frac{0,8}{2^{\frac{42}{21}}} = \frac{0,8}{2^2} = 0,2 \text{ мкмоль}$$

$$T = 21 \text{ ч}$$

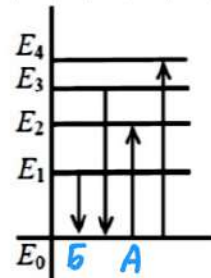
$$\nu_0 = 0,8 \text{ мкмоль}$$

$$t = 42 \text{ ч}$$

$$\nu = ?$$

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.

Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите верную позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



↓ излучение фотона
↑ поглощение фотона

$m \rightarrow n \quad E_{\text{ф}} = |E_m - E_n|$
 $E_{\text{ф}} \sim \text{длина волны}$

А) $E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda}$

$\max \lambda \rightarrow \min E_{\text{ф}}$

короткая стрелка вверх

$E_{\text{ф}} = E_2 - E_0$

- | ПРОЦЕСС |
|--|
| А) поглощение света наибольшей длины волны |
| Б) испускание света наименьшей частоты |

- | ЭНЕРГИЯ ФОТОНА |
|----------------|
| 1) $E_1 - E_0$ |
| 2) $E_2 - E_0$ |
| 3) $E_3 - E_0$ |
| 4) $E_4 - E_0$ |

Ответ:

А	Б
2	1

Б) $E_{\text{ф}} = h\nu \quad \min \nu \rightarrow \min E_{\text{ф}}$. короткая стрелка вниз. $E_{\text{ф}} = E_1 - E_0$

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Кинетическая энергия тела зависит от его массы и высоты положения тела над поверхностью Земли.
- 2) Удельная теплота парообразования показывает, какое количество теплоты необходимо для нагревания жидкости массой 1 кг до температуры кипения.
- 3) Модуль сил электростатического взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.
- 4) Скорость распространения ультрафиолетового излучения в вакууме меньше скорости света в вакууме.
- 5) При электронном β -распаде массовое число ядра остаётся неизменным.

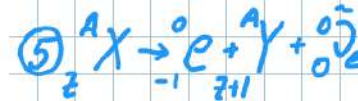
Ответ: 35.

~~1~~ $E_k = \frac{mv^2}{2}$

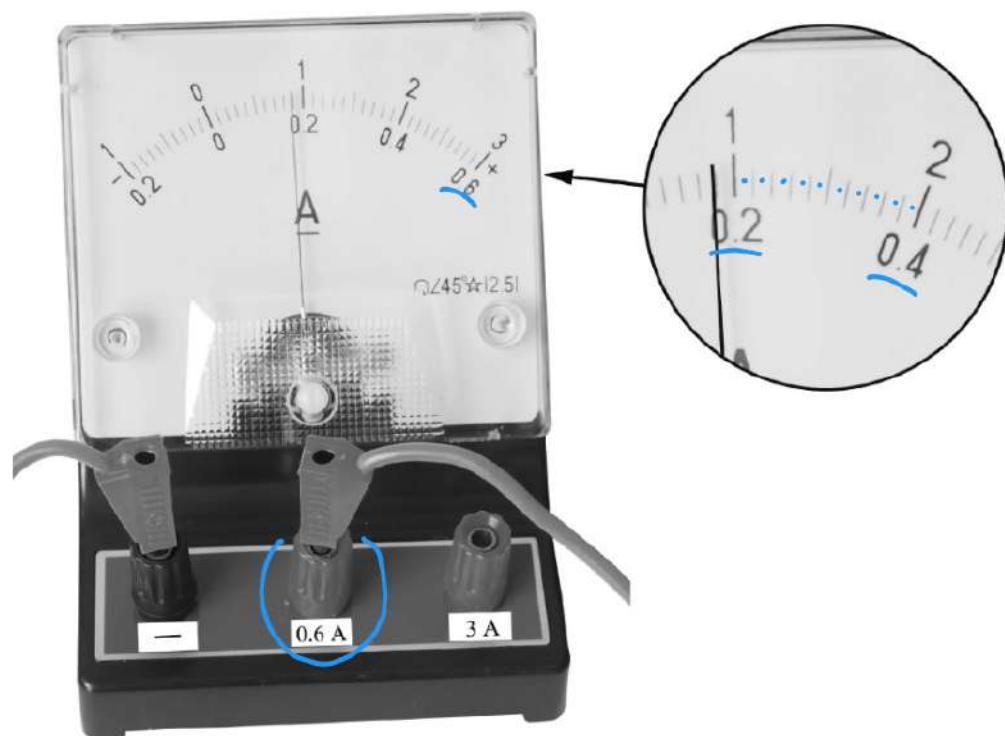
~~2~~ $Q = \frac{Q}{m}$

3 $F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$

~~4~~



Запишите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



$$\Delta_{\text{г.}} = \frac{0,4 - 0,2}{10} = 0,02 \text{ A}$$

$$I = 0,2 - 0,02 = 0,18 \text{ A}$$

В бланке:

0,180,02

Ответ: (0,18 ± 0,02) A.

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от абсолютной температуры газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены равными массами различных газов при различных температурах (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести это исследование?

№ сосуда	Объём сосуда, л	Температура газа в сосуде, К	Газ в сосуде
1	5	290	гелий
2	3	290	гелий
3	3	290	азот
4	5	320	азот
5	5	320	гелий

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

Ответ:

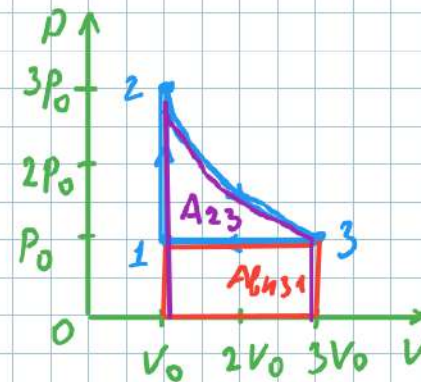
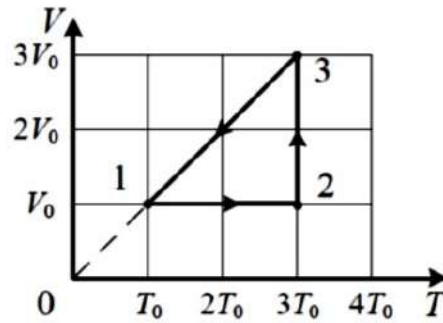
1	5
---	---

$p(T)$ - ?

T - различна

V и газ - одинаковые

— Один моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–1, график которого изображён на рисунке в координатах $V-T$, где V – объём газа, T – абсолютная температура газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и работу внешних сил в процессе 3–1. Постройте график цикла в координатах $p-V$, где p – давление газа, V – объём газа.



Пусть $p_1 = p_0$ 1-2 $V = V_0 = \text{const}$, $\nu = \text{const} \Rightarrow$ 3-й закон Шарля:

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{p_0 \cdot 3T_0}{T_0} = 3p_0 \quad 2-3: T = \text{const} \Rightarrow \text{3-й закон Маршотта:}$$

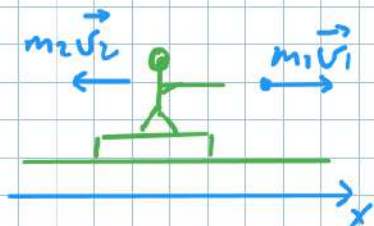
$$p_3 V_3 = p_2 V_2 \Rightarrow p_3 = \frac{p_2 V_2}{V_3} = \frac{3p_0 \cdot V_0}{3V_0} = p_0; \quad p = \frac{\text{const}}{V}$$

3-1 $\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow$ по 3-му закону Гей-Люссака $p = p_3 = p_0 = \text{const}$

$A_{31} = 2p_0 V_0$ A_{23} равна площади под кривой 2-3 $A_{23} > 2p_0 V_0$

$$\underline{A_{23} > A_{31}}$$

Сани с охотником стоят на очень гладком льду озера. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда дроби равна 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле равна 360 м/с. Общая масса саней и охотника с ружьём – 120 кг. Какова по модулю скорость саней с охотником сразу после выстрела? Считать, что сразу после выстрела санки и охотник с ружьём движутся как единое целое.



$$\text{ЗСИ } O_x: 0 = m_1 v_1 - m_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} = \frac{0,03 \cdot 360}{120} = 0,09 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } v_2 = 0,09 \text{ м/с.}$$

$$m_1 = 0,03 \text{ кг}$$

$$v_1 = 360 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 120 \text{ кг}$$

$$v_2 = ?$$

Прямолинейный однородный проводник постоянного сечения подвешен горизонтально на двух непроводящих нитях в однородном магнитном поле с индукцией $B = 10$ мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Ток какой силы следует пропустить по проводнику, чтобы сила натяжения каждой из нитей уменьшилась вдвое?

Отношение массы проводника к его длине $\frac{m}{l} = 0,01$ кг/м.

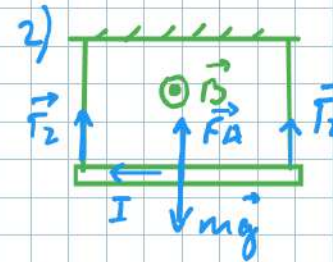
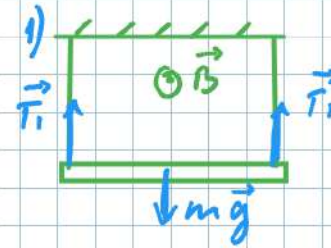
$$T_2 = \frac{T_1}{2} \quad I - ?$$

$$\text{Рис. 1} \quad 2T_1 = mg \Rightarrow T_1 = \frac{mg}{2} \Rightarrow T_2 = \frac{mg}{4}$$

$$\text{Рис. 2} \quad 2T_2 + F_A = mg \Rightarrow \frac{mg}{2} + BIl = mg$$

$$BIl = \frac{mg}{2} \Rightarrow I = \frac{m}{l} \cdot \frac{g}{2B} = 0,01 \cdot \frac{10}{2 \cdot 0,01} = 5 \text{ A}$$

Ответ: $I = 5 \text{ A}$



Метеорологический зонд общей массой 20 кг удерживают на поверхности Земли силой, равной по модулю 1 кН и направленной вниз. Затем зонд отпускают, он поднимается вверх и остаётся на такой высоте, где его объём увеличивается в 2 раза. Температура, измеренная зондом на этой высоте, равна -43°C . Определите давление на этой высоте, если на поверхности Земли давление равно 10^5 Па, а температура равна $+17^\circ\text{C}$.

$$m = 20 \text{ кг} \quad F = 1000 \text{ Н} \quad V_2 = 2V_1 \quad T_1 = 290 \text{ К} \quad T_2 = 230 \text{ К}$$

$$p_1 = 10^5 \text{ Па} \quad p_2 = ?$$

$$p_1 = \frac{p_1}{M} RT_1; \quad p_2 = \frac{p_2}{M} RT_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_2 T_2}{p_1 T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{p_2 T_2 \cdot p_1}{p_1 T_1}$$

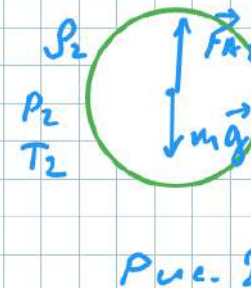
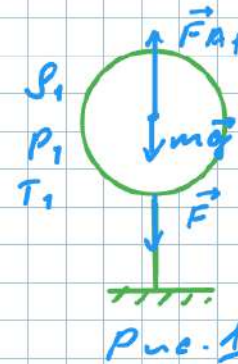
$$p_{\text{рис. 1}} \quad F_{A1} = mg + F = 20 \cdot 10 + 1000 = 1200 \text{ Н}$$

$$p_{\text{рис. 2}} \quad F_{A2} = mg = 200 \text{ Н}; \quad F_{A1} = 6 F_{A2}$$

$$p_1 \cdot V_1 \cdot g = 6 p_2 \cdot 2V_1 \cdot g \Rightarrow p_1 = 12 p_2$$

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot 230 \cdot 10^5}{12 p_1 \cdot 290} \approx 6,6 \cdot 10^3 = 6,6 \text{ кПа}$$

Ответ: $p_2 \approx 6,6 \text{ кПа}$



На полutorном фокусном расстоянии от тонкой рассеивающей линзы с оптической силой, равной -10 дптр, на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу с радиусом открытой части 5 см. Каков диаметр светлого пятна от источника на экране, расположенном с другой стороны от линзы на расстоянии 10 см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

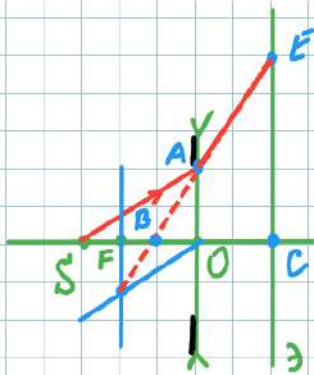
$$D = -10 \text{ дптр}$$

$$SO = 1,5F$$

$$AO = 5 \text{ см}$$

$$OC = 10 \text{ см}$$

$$d_{cb} = ?$$



$$d_{cb} = 2EC$$

$$\triangle BEC \sim \triangle BAO \Rightarrow \frac{EC}{BC} = \frac{AO}{BO}$$

$$d_{cb} = \frac{2AO \cdot BC}{BO} \quad BC = BO + OC$$

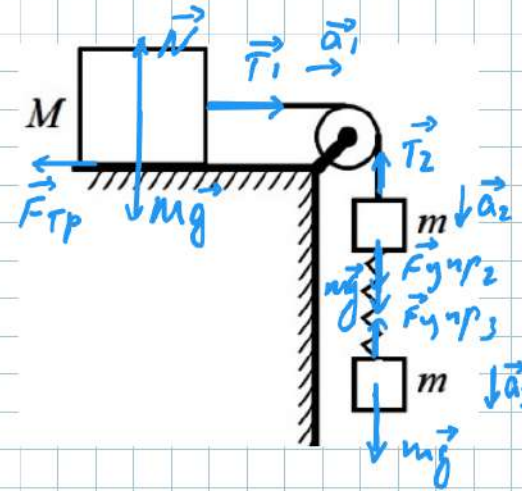
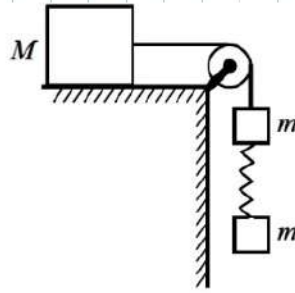
$$F = \frac{1}{|D|} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см} \quad d = SO = 1,5F; \quad f = BO$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{F} = \frac{2,5}{1,5F} \Rightarrow f = \frac{1,5F}{2,5} = 6 \text{ см}$$

$$BO = 6 \text{ см}, \quad BC = 6 + 10 = 16 \text{ см}. \quad d_{cb} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 16}{6} \approx 26,7 \text{ см}.$$

Ответ: $d_{cb} = 26,7 \text{ см}.$

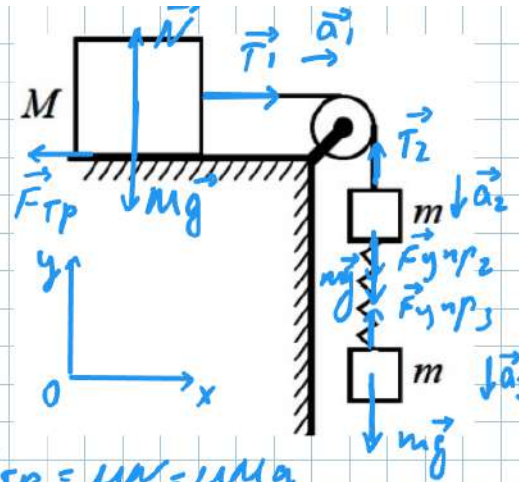
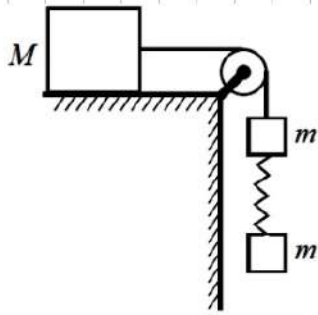
Брусок массой $M = 600$ г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 200$ г. К этому грузу на лёгкой пружине подвешен второй такой же груз. Длина нерастянутой пружины $l = 12$ см, коэффициент трения бруска о поверхность стола $\mu = 0,2$. Определите жёсткость k пружины, если при движении грузов длина пружины L постоянна и равна 14 см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и грузы. Трением в оси блока и трением о воздух пренебречь.



Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

1. Будем решать задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Такую СО можно считать инерциальной.
2. Т.к. груз и бруски движутся поступательно, будем считать их материальными точками независимо от размера.
3. В ИСО к материальным точкам применим второй закон Ньютона.
4. Т.к. нить невесома и блок идеальный (невесомый, вращается без трения), сила натяжения нити во всех ее точках одинакова, и нить действует на груз и верхний брусок с силами, равными по величине: $T_1 = T_2 = T$ (см. рисунок).
5. Т.к. пружина легкая, ее массой можно пренебречь, поэтому она действует на бруски с силами упругости, равными по величине: $F_{упр2} = F_{упр3} = F_{упр}$
6. Т.к. нить нерастяжима и длина пружины постоянна, а груз и бруски движутся прямолинейно, то их ускорения равны по величине: $a_1 = a_2 = a_3 = a$.

Брусок массой $M = 600$ г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 200$ г. К этому грузу на лёгкой пружине подвешен второй такой же груз. Длина нерастянутой пружины $l = 12$ см, коэффициент трения бруска о поверхность стола $\mu = 0,2$. Определите жёсткость k пружины, если при движении грузов длина пружины L постоянна и равна 14 см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и грузы. Трением в оси блока и трением о воздух пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



$$\text{Для } M \text{ } O_x: T - F_{\text{тр}} = Ma \quad O_y: N - Mg = 0; \quad F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg$$

$$T - \mu Mg = Ma \quad (1) \quad \text{Для верхнего } m \text{ } O_y: T - F_{\text{упр}} - mg = -ma \quad (2)$$

$$\text{Для нижнего } O_y: F_{\text{упр}} - mg = -ma \quad (3); \quad (2) + (3): T - 2mg = -2ma$$

$$T = 2ma + 2mg \rightarrow \text{в } (1): -2ma + 2mg - \mu Mg = Ma$$

$$a = \frac{(2m - \mu M)g}{M + 2m} = \frac{(2 \cdot 0,2 - 0,2 \cdot 0,6) \cdot 10}{0,6 + 2 \cdot 0,2} = 2,8 \text{ м/с}^2 \quad \text{и } (3) \quad F_{\text{упр}} = m(g - a)$$

$$F_{\text{упр}} = 0,2(10 - 2,8) = 1,44 \text{ Н}. \quad F_{\text{упр}} = k(L - l) \Rightarrow k = \frac{F_{\text{упр}}}{L - l} = \frac{1,44}{0,14 - 0,12} = 72 \text{ Н/м}$$

Ответ: $k = 72 \text{ Н/м}$.