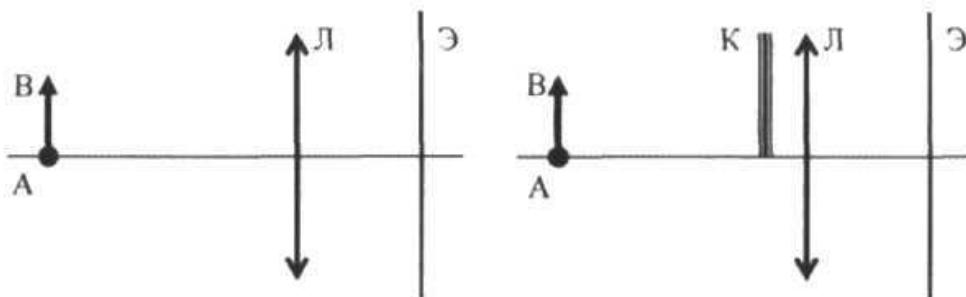


C1 Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране \mathcal{E} (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона K (см. рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Образец возможного решения

1. Изображением точки в тонкой линзе служит точка. В данной задаче это значит, что все лучи от любой точки предмета, давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.
2. Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета AB , используя лучи, исходящие из точки B (см. рисунок 3). Проведя луч 1 через центр линзы, находим точку B' – изображение точки B . Проводим луч 2 , попутно находя задний фокус линзы. Затем проводим лучи 3 и 4 .
3. Кусок картона K перехватывает лучи 1 и 2 , но никак не влияет на ход лучей 3 и 4 (см. рисунок 4). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, т.к. часть лучей (например, лучи 1 и 2) больше не участвуют в построении изображения.

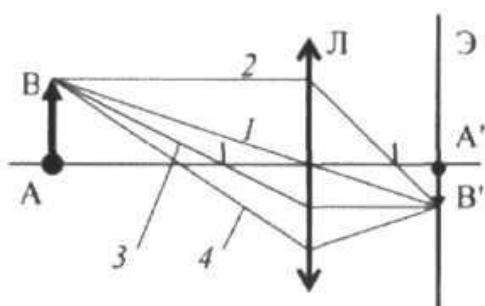


Рис. 3

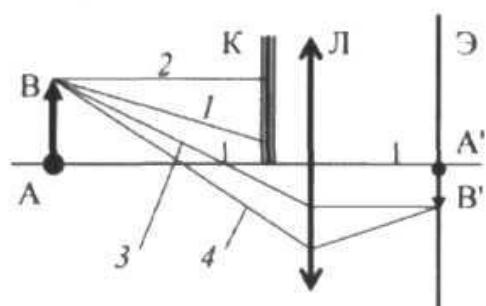
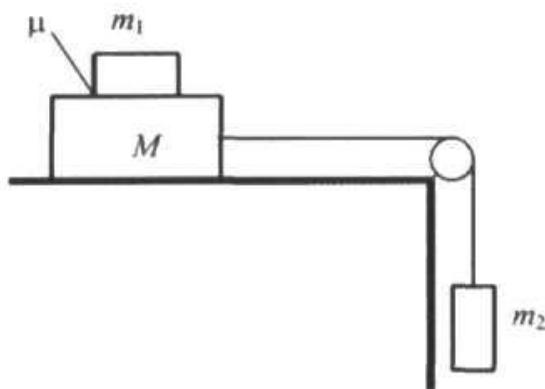


Рис. 4

C2

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1,2 \text{ кг}$, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое?

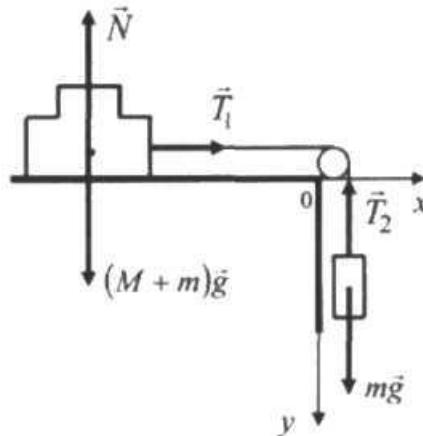


Образец возможного решения

1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M+m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .

2. Будем считать систему отсчета, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введенной системы координат:

$$\left. \begin{array}{l} Ox: (M+m)a_1 = T_1 \\ Oy: ma_2 = mg - T_2 \end{array} \right\}$$



Учтем, что

$$T_1 = T_2 = T \quad (\text{нить легкая, скользит по блоку без трения}),$$

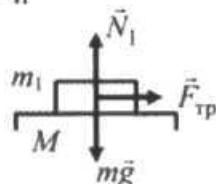
$$a_1 = a_2 = a \quad (\text{нить нерастяжима}), \text{ и сложим уравнения.}$$

Получим:

$$(M+2m)a = mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m}.$$

3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтем, что груз m_1 покоятся относительно груза M :

$$\left. \begin{array}{l} Ox: ma = F_{tp} \\ Oy: mg - N_1 = 0 \\ F_{tp} \leq \mu N_1 \end{array} \right\}$$



Получим:

$$ma \leq \mu N_1 = \mu mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m} \leq \mu g.$$

Решая неравенство

$$\frac{m}{M+2m} \leq \mu$$

относительно m , получим:

$$m \leq \frac{\mu M}{1-2\mu} = 0,4 \text{ кг.}$$

C4

Полый положительно заряженный шарик массой $m = 0,4 \text{ г}$ движется в горизонтальном однородном электрическом поле напряжённостью $E = 500 \text{ кВ/м}$ из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен заряд шарика q ?

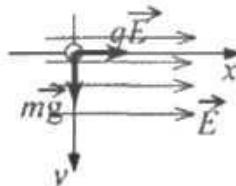
Образец возможного решения

1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.

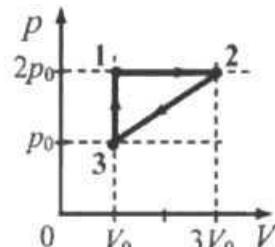
2) В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

3) При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$. Отсюда $q = \frac{mg}{E}$.

Ответ: $q = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.

**C3**

С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_u = 5 \text{ кДж}$. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?

**Образец возможного решения**

За цикл количество теплоты, полученное от нагревателя:

$$Q_u = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(vRT_2 - vRT_3) + 2p_0 \cdot 2V_0 =$$

$$= \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2}p_0 V_0.$$

$$\text{Работа газа за цикл } A_u = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0.$$

$$\text{Отсюда } Q_u = \frac{23}{2}A_u = 57,5 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q_u = 57,5 \text{ кДж.}$$

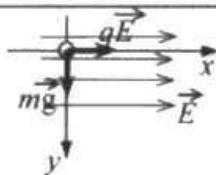
C4

Полый шарик массой $m = 0,4 \text{ г}$ с зарядом $q = 8 \text{ нКл}$ движется в горизонтальном однородном электрическом поле, напряженность которого $E = 500 \text{ кВ/м}$. Какой угол α образует с вертикалью траектория шарика, если его начальная скорость равна нулю?

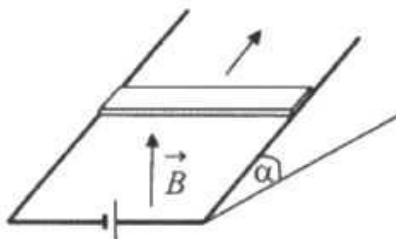
Образец возможного решения

- На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.
- В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.
- При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Следовательно, прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует с вертикалью угол, определяемый условием: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg}$. Отсюда $\operatorname{tg} \alpha = 1$, $\alpha = 45^\circ$.

Ответ: $\alpha = 45^\circ$.

**C5**

- На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле \vec{B} находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 20 \text{ г}$. Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Расстояние между рельсами $L = 40 \text{ см}$. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику протекает постоянный ток $I = 11 \text{ А}$. При этом проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,2$. Чему равен модуль индукции магнитного поля B ?



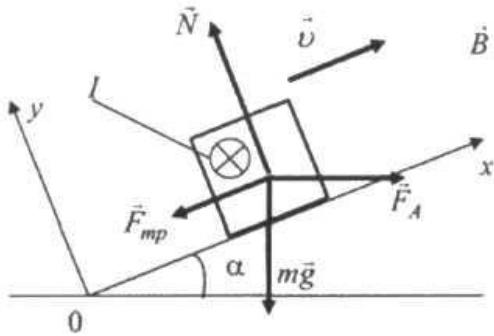
Образец возможного решения

1. На проводник с током со стороны магнитного поля действует сила Ампера, равная по модулю $F_A = IBL$ и направленная горизонтально, перпендикулярно проводнику.

2. Силы, действующие на проводник, показаны на рисунке. Считая систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной, запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy (см. рисунок):

$$Ox: F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha - F_{tp} = 0, \quad (1)$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha - F_A \sin \alpha = 0. \quad (2)$$



Бруск скользит по наклонной плоскости, поэтому

$$F_{tp} = \mu N. \quad (3)$$

3. Решаем систему уравнений (1) – (3).

Из уравнения (2) выражаем N , подставляем полученное выражение в уравнение (3) и получаем выражение для F_{tp} . Подставив его в (1), получаем уравнение для F_A :

$$F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - \mu F_A \sin \alpha = 0$$

с решением

$$F_A = IBL = mg \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha},$$

откуда

$$B = \frac{mg}{IL} \cdot \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} \approx 0,04 \text{ Тл}.$$

Ответ: $B \approx 0,04 \text{ Тл}$.

C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $v_{kp} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?

Образец возможного решения

Энергия фотона $h\nu = E_2 - E_1$.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = h\nu_{kp} + \frac{m_e v_{max}^2}{2}$.

Отсюда $v_{max} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{kp}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

Ответ: $v_{max} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

Критерии оценивания заданий с развернутым ответом**C1**

Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране \mathcal{E} (см. рисунок 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона K (см. рисунок 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

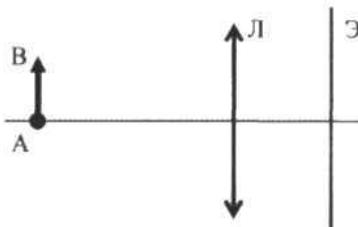


рисунок 1

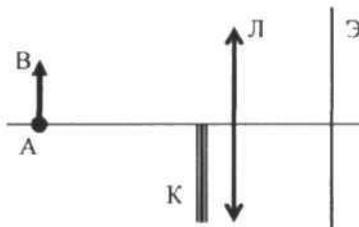
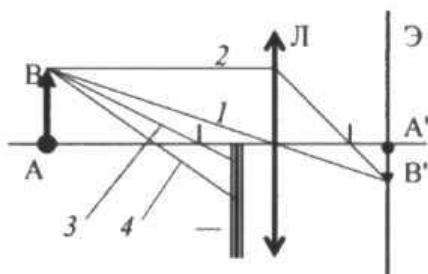
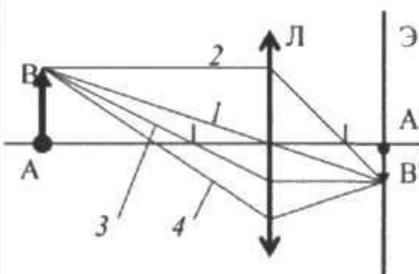


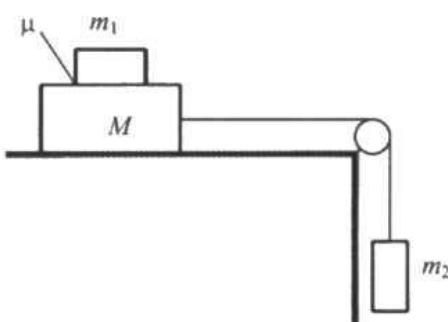
рисунок 2

Образец возможного решения

1. Изображением точки в тонкой линзе служит точка. В данной задаче это значит, что все лучи от любой точки предмета, давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.
2. Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета AB , используя лучи, исходящие из точки B (см. рисунок 3). Проведя луч 1 через центр линзы, находим точку B' – изображение точки B . Проводим луч 2 , попутно находя задний фокус линзы. Затем проводим лучи 3 и 4 .
3. Кусок картона K перехватывает лучи 3 и 4 , но никак не влияет на ход лучей 1 и 2 (см. рисунок 4). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, т.к. часть лучей (например, лучи 3 и 4) больше не участвуют в построении изображения.

**C2**

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку m_1 без трения. Пусть $m_1 = m_2 = m = 0,5$ кг. При каких значениях M грузы M и m_1 движутся как одно целое?



Образец возможного решения

1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M+m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .

2. Будем считать систему отсчета, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введенной системы координат:

$$\left. \begin{array}{l} Ox: (M+m)a_1 = T_1 \\ Oy: ma_2 = mg - T_2 \end{array} \right\}$$

Учтем, что

$T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, скользит по блоку без трения),

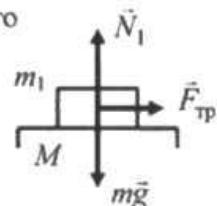
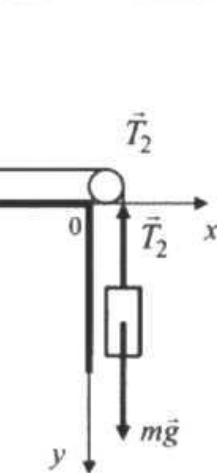
$a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим:

$$(M+2m)a = mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m}.$$

3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтем, что груз m_1 покоятся относительно груза M :

$$\left. \begin{array}{l} Ox: ma = F_{tp} \\ Oy: mg - N_1 = 0 \\ F_{tp} \leq \mu N_1 \end{array} \right\}$$



Получим:

$$ma \leq \mu N_1 = \mu mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m} \leq \mu g.$$

Единый государственный экзамен, 2011 г.

ФИЗИКА, 11 класс

(202 – 4/12)

Решая неравенство

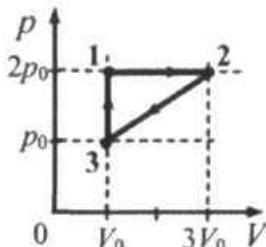
$$\frac{m}{M+2m} \leq \mu$$

относительно M , получим:

$$M \geq m \frac{1-2\mu}{\mu} = 1,5 \text{ кг.}$$

C3

С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_u = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?



Образец возможного решения

За цикл количество теплоты, полученное от нагревателя:

$$Q_n = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(vRT_2 - vRT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ = \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2}p_0 V_0.$$

Работа газа за цикл $A_n = \frac{P_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0$.

Отсюда $A_n = \frac{2}{23}Q_n \approx 700$ Дж.

Ответ: $A_n \approx 700$ Дж.

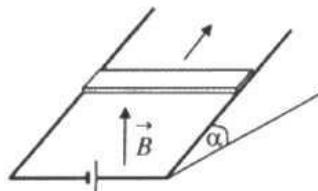
Единый государственный экзамен, 2011 г.

ФИЗИКА. 11 класс

(202 – 9/12)

C5

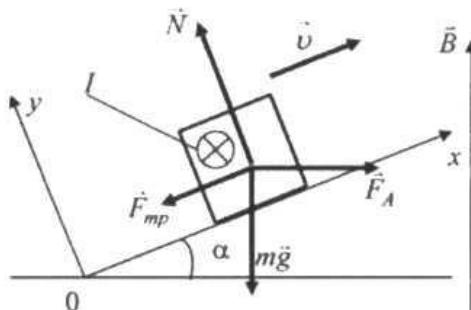
На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле \vec{B} находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 20$ г. Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$, модуль индукции магнитного поля $B = 0,04$ Тл, расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику протекает постоянный ток I и проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,2$. Чему равна сила тока I ?



Образец возможного решения

1. На проводник с током со стороны магнитного поля действует сила Ампера, равная по модулю $F_A = IBL$ и направленная горизонтально, перпендикулярно проводнику.

2. Силы, действующие на проводник, показаны на рисунке. Считая систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной, запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy (см. рисунок):



$$Ox: F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha - F_{tp} = 0, \quad (1)$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha - F_A \sin \alpha = 0. \quad (2)$$

Бруск скользит по наклонной плоскости, поэтому

$$F_{tp} = \mu N. \quad (3)$$

3. Решаем систему уравнений (1)–(3).

Из уравнения (2) выражаем N , подставляем полученное выражение в уравнение (3) и получаем выражение для F_{tp} . Подставив его в (1), получаем уравнение для F_A :

$F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - \mu F_A \sin \alpha = 0$
с решением

$$F_A = IBL = mg \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha},$$

откуда

$$I = \frac{mg}{BL} \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} \approx 11 \text{ (A)}.$$

Ответ: $I \approx 11$ А.

C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{kp} = 300$ нм. Чему равна максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

Образец возможного решения

Энергия фотона $h\nu = E_2 - E_1$.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = \frac{hc}{\lambda_{kp}} + \frac{m_e v_{max}^2}{2}$.

Отсюда $v_{max} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left[(E_2 - E_1) - \frac{hc}{\lambda_{kp}} \right]} \approx 1,46 \cdot 10^6$ (м/с).

Ответ: $v_{max} \approx 1,46 \cdot 10^6$ м/с.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**C1**

Тонкая линза Л даёт чёткое действительное изображение предмета АВ на экране Э (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если центральную часть линзы закрыть кружком из чёрного картона К, оставив незакрытым лишь ободок небольшой ширины (см. рисунок 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

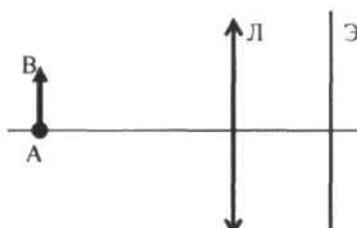


Рис. 1

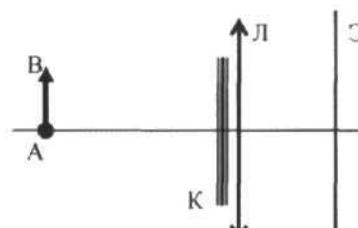
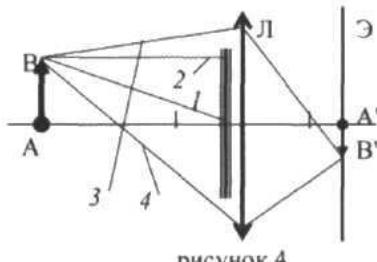
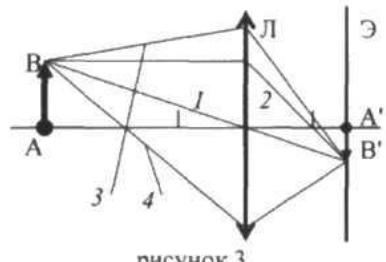


Рис. 2

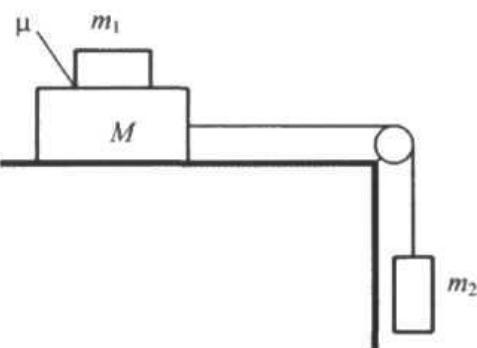
Образец возможного решения

1. Изображением точки в тонкой линзе служит точка. В данной задаче это значит, что все лучи от любой точки предмета, давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.
2. Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (см. рисунок 3). Проведя луч 1 через центр линзы, находим точку В' – изображение точки В. Проводим луч 2, попутно находя задний фокус линзы. Затем проводим лучи 3 и 4.
3. Кусок картона К перехватывает лучи 1 и 2, но никак не влияет на ход лучей 3 и 4 (см. рисунок 4). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, т.к. часть лучей (например, лучи 1 и 2) больше не участвуют в построении изображения.



C2

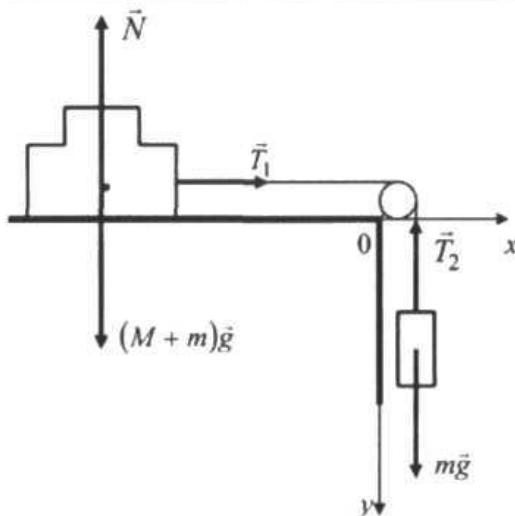
Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коеффициент трения между грузами M и m_1 равен μ . Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 0,8$ кг, $m_1 = m_2 = m = 0,1$ кг. При каких значениях μ грузы M и m_1 движутся как одно целое?

**Образец возможного решения**

1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M+m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .

2. Будем считать систему отсчета, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введенной системы координат:

$$\left. \begin{array}{l} Ox: (M+m)a_1 = T_1 \\ Oy: ma_2 = mg - T_2 \end{array} \right\}$$



Учтем, что

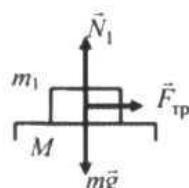
$T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, скользит по блоку без трения),
 $a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим:

$$(M+2m)a = mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m}.$$

3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтем, что груз m_1 поконится относительно груза M :

$$\left. \begin{array}{l} Ox: ma = F_{tp} \\ Oy: mg - N_1 = 0 \\ F_{tp} \leq \mu N_1 \end{array} \right\}$$



Получим:

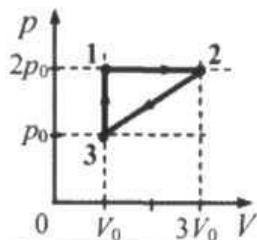
$$ma \leq \mu N_1 = \mu mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m} \leq \mu g.$$

Отсюда

$$\mu \geq \frac{m}{M+2m} = 0,1.$$

C3

С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдает за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8 \text{ кДж}$. Чему равна работа газа за цикл?



Образец возможного решения

За цикл количество теплоты, отданное холодильнику:

$$|Q_x| = (U_2 - U_3) + |A_{23}| = \frac{3}{2} (vRT_2 - vRT_3) + \frac{1}{2} (p_0 + 2p_0) 2V_0 = \\ = \frac{3}{2} (2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 3p_0 V_0 = \frac{21}{2} p_0 V_0.$$

$$\text{Работа газа за цикл } A_u = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0.$$

$$\text{Отсюда } A_u = \frac{2}{21} |Q_x| \approx 760 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A_u \approx 760 \text{ Дж.}$

Единый государственный экзамен, 2011 г.

ФИЗИКА, 11 класс

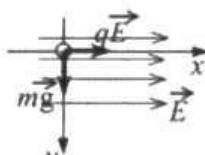
(203 – 7/12)

C4

Полый шарик с зарядом $q = 8 \text{ нКл}$ движется в горизонтальном однородном электрическом поле напряженностью $E = 500 \text{ кВ/м}$ из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равна масса шарика m ?

Образец возможного решения

1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = mg$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



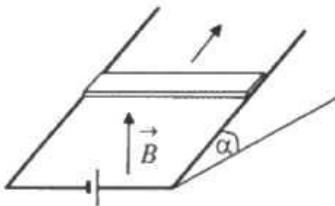
2) В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

3) При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно,

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1. \text{ Отсюда } m = \frac{qE}{g}. \text{ Ответ: } m = 4 \cdot 10^{-4} \text{ кг.}$$

C5

На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле \vec{B} находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения. Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$, модуль индукции магнитного поля $B = 0,04$ Тл, расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику протекает постоянный ток $I = 11$ А. При этом проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,2$. Чему равна масса m проводника?



Единый государственный экзамен, 2011 г.

ФИЗИКА. 11 класс

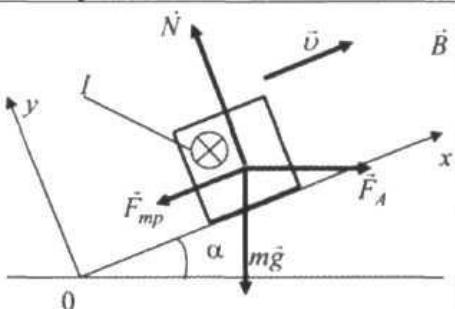
(203 – 9/12)

(203 – 5/12)

Образец возможного решения

1. На проводник с током со стороны магнитного поля действует сила Ампера, равная по модулю $F_A = IBL$ и направленная горизонтально, перпендикулярно проводнику.

2. Силы, действующие на проводник, показаны на рисунке. Считая систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной, запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy (см. рисунок):



$$Ox: F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha - F_{tp} = 0, \quad (1)$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha - F_A \sin \alpha = 0. \quad (2)$$

Бруск скользит по наклонной плоскости, поэтому

$$F_{tp} = \mu N. \quad (3)$$

3. Решаем систему уравнений (1)–(3).

Из уравнения (2) выражаем N , подставляем полученное выражение в уравнение (3) и получаем выражение для F_{tp} . Подставив его в (1), получаем уравнение для F_A :

$$F_A \cos \alpha - mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - \mu F_A \sin \alpha = 0$$

с решением

$$F_A = IBL = mg \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha},$$

откуда

$$m = \frac{IBL}{g} \cdot \frac{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} \approx 0,02 \text{ (кг)}.$$

Ответ: $m \approx 0,02$ кг.