

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21203137**

ID профиля: **361703**

Вариант 3

Чистовик  
 вариант 11-03  
 Задача №2

1

Запишем сколько теплоты отдает газ через уравнение теплового баланса

$$Q = \int_{\frac{3T_0}{5}}^{T_0} c_{vT} \cdot \nu \cdot \Delta T = \int_{\frac{3T_0}{5}}^{T_0} 3R \frac{\nu}{T_0} \Delta T \cdot \nu \cdot \frac{2T_0}{5} = \int_{\frac{3T_0}{5}}^{T_0} \nu \Delta T \cdot \nu \cdot \frac{2T_0 \cdot 3R}{5T_0} =$$

$$= \frac{4T_0}{5} \cdot \frac{2T_0 \cdot 3R}{5T_0} = \frac{24RT_0 \nu}{25}$$

Запишем первый закон термодинамики

$$\Delta U_{\text{ог.}} = Q_{\text{ог.}} + A_{\text{ог.}} \Rightarrow A_{\text{сов.}} = \Delta U_{\text{ог.}} - Q_{\text{ог.}}$$

значит  $\Delta U - Q_{\text{ог.}}$  должно быть экстремальным

$$(\Delta U - Q_{\text{ог.}})' = 0 \quad (\text{производная по } T)$$

$$\frac{3}{2} \nu R - \left( \frac{3R}{T} \cdot \nu \right) = 0$$

$$\frac{3}{2} R = 3R \frac{T}{T_0} \Rightarrow T = \frac{T_0}{2}, \text{ тогда}$$

$$A = \Delta U - Q = \frac{3}{2} \nu R T_0 \left( \frac{1}{2} \right) - \int_{\frac{T_0}{2}}^{T_0} \nu \cdot \frac{3R}{5T_0} \cdot \frac{3R}{T_0} \cdot \frac{T_0}{2} =$$

$$= \frac{3}{4} \nu R T_0 - \frac{3}{4} T_0 \cdot \nu \cdot \frac{3R}{2} = \nu R T_0 \left( \frac{6}{8} - \frac{9}{8} \right) = -\frac{3}{8} \nu R T_0$$

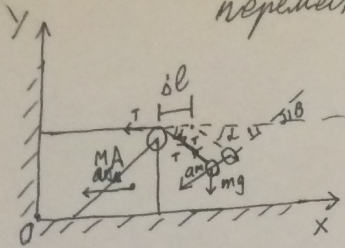
Ответ: 1)  $\frac{24 \nu R T_0}{25} = Q$

2)  $T = \frac{T_0}{2}$

3)  $A = -\frac{3}{8} \nu R T_0$

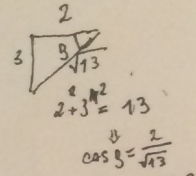
Чистовик  
Вариант 11-03  
Задача №1

Вспользуемся методом виртуальных перемещений, переместим клин на малое  $\Delta l$ , и определим его дугот перем.



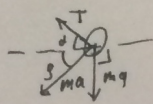
$$\Delta Y_w = -\Delta l \cdot \sin \beta = -\Delta l \cdot \sqrt{1 - \frac{25}{169}} = -\frac{12}{13} \Delta l$$

$$\Delta X_w = -\Delta l \cdot \cos \beta = +\frac{5\Delta l}{13} \Rightarrow \Delta l = -\frac{8\Delta l}{13}$$



$$\beta = \arctg \frac{\Delta Y_w}{\Delta X_w} = \arctg \frac{3}{2} \quad (\text{tg } \beta = \frac{3}{2})$$

- M - масса клина
- m - масса шарика
- A - выс. клина
- a - ускорение шарика



Запишем силы действующие на тела в системе

Массе M

- (1)  $MA = T - T \cdot \cos \beta$
- (2)  $ma \cdot \cos \beta = T \cdot \cos \beta$
- (3)  $ma \cdot \sin \beta = mg - T \cdot \sin \beta$

зная через m используя неразрывность ните запишем m перемещения при клина и шарика

$$L = \frac{At^2}{2} \quad L_w = \sqrt{\left(\frac{5L}{13}\right)^2 + \left(\frac{12L}{13}\right)^2} = \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{L_w}{L} = \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{a}{A} = \frac{L_w}{L} = \frac{\sqrt{25+144}}{13} = \frac{4\sqrt{13}}{13}$$

(4)  $\frac{a}{A} = \frac{4\sqrt{13}}{13}$

~~Запишем Закон Сохранения механической энергии в системе~~

~~$$mg \Delta H = \frac{MA^2 t^2}{2} + \frac{ma^2 t^2}{2}$$~~

~~$$mg \left(\frac{at^2}{2} \cdot \sin \beta\right) = \frac{MA^2 t^2}{2} + \frac{ma^2 t^2}{2}$$~~

~~$$mga \sin \beta = MA^2 + ma^2$$~~

~~(5)  $ma(g \sin \beta - a) = MA^2$~~

Решим полученную систему уравнений (1)-(5)(4)

$$MA = T(1 - \cos \beta) = \frac{8T}{13} m$$

$$ma \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = T \cdot \frac{5}{13}$$

$$Mg \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = mg - T \cdot \frac{12}{13}$$

$$\Rightarrow \frac{19,5}{13} T = mg$$

$$m = \frac{19,5 T}{13g} = \frac{39T}{26g} = \frac{3T}{2g}$$

Чистовик  
вариант 11-03  
Задача №1 (продолжение)

③

$$m a \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = T \cdot \frac{5}{13}$$

$$a = T \cdot \frac{5\sqrt{13}}{26m} = T \cdot \frac{5\sqrt{13}}{26} \cdot \frac{13g}{19,5T} = \frac{5\sqrt{13}g}{39} = 4,53 \text{ м/с}^2$$

$$MA = \frac{8T}{13} = M \cdot \frac{13a}{4\sqrt{13}} = M \cdot \frac{13}{4\sqrt{13}} \cdot \frac{5\sqrt{13}g}{39} = M \cdot \frac{5g}{12}$$

$$M = \frac{8T}{13} \cdot \frac{12}{5g} = \frac{96T}{65g}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{96 \cdot \frac{3T}{29}}{65g} = \frac{3/2}{96/65} = \frac{3 \cdot 65}{96 \cdot 2} = \frac{65}{64} = 1,016$$

Зная ускорение шарика и формулу перемещения найдем время за которое шарик достигнет пола.

$$H = \frac{a t^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$t^2 = \frac{2H}{a \cdot \sin \alpha} = \sqrt{\frac{2H \cdot 39 \cdot \sqrt{13}}{5\sqrt{13}g \cdot 3}} = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$$

Ответ: 1)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{2}$

2)  $a = 4,53 \text{ м/с}^2$

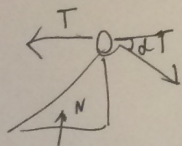
3)  $\frac{M}{m} = 1,016$

4)  $t = \sqrt{\frac{26H}{g}}$

# Черновик №1

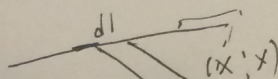
$$\cos \alpha = \frac{5}{13}$$

$$a \sin \alpha = \sqrt{\frac{169-25}{169}} = \frac{12}{13}$$



$$dy = dl \cdot \cos \alpha$$

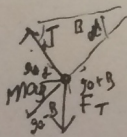
$$dx = dl \cdot \sin \alpha$$



Объем; 1)  $\tan \alpha = \frac{3}{2}$

$$x' = (x - \frac{8}{13} dl, y - \frac{12}{13} dl)$$

$$y = \frac{12}{13} x = \frac{8}{13} x \cdot a$$



$$\tan \beta = \frac{3}{2}$$

$$a = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{12}{13} dl$$

$$4+9=13$$

$$\sin \beta = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$\frac{14}{56}$$

$$F_{KN} = m_{KN} \cdot a_{KN} = T - T \cdot \sin \alpha$$

$$F_w = m_w a_w = mg \cdot \frac{\cos(90-\beta)}{\sin \beta} = mg \cdot \frac{1}{\sin \beta} = T \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

#

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{8}{13} dl\right)^2 + \left(\frac{12}{13} dl\right)^2} = dl \cdot \sqrt{\frac{64+144}{169}} = \frac{dl}{13} \cdot \sqrt{208} = \frac{4dl}{13} \sqrt{13}$$

$$m_{KN} \cdot a_{KN} = T(1 - \sin \alpha) = \frac{T}{13}$$

$$m_w \cdot a_w \cdot \cos \beta = T \cdot \cos \alpha = T \cdot \frac{5}{13}$$

$$m_w \cdot a_w \cdot \sin \beta = mg - T \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{a_w^2}{2} = \frac{4\sqrt{13}}{13} \cdot \frac{a_{KN}^2}{2}$$

$$m a_w \cdot 2\sqrt{13} = 5T$$

$$m a_w \cdot \frac{3\sqrt{13}}{13} = mg - T \cdot \frac{12}{13}$$

$$13 a_w = 4\sqrt{13} a_{KN}$$

$$7,5T = 13mg - 12T$$

$$19,5T = 13mg \quad m = \frac{19,5T}{13g}$$

$$\frac{19,5T}{13g} a_w \cdot 2\sqrt{13} = 5T \quad a_w =$$

Черный

He - ~~gas~~  $i=3$

$\sqrt{2}$

$i=3$

$$C_v = \frac{3R}{2}$$

$$C_{(T)} = \frac{3RT}{T_0}$$

$$U = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{9}{10} \nu R T_0 + Q + A$$

$$Q = \nu \int_{\frac{3}{5} T_0}^{T_0} C \cdot \nu \cdot \frac{2}{5} T_0 = \int_{\frac{3}{5} T_0}^{T_0} 3R \frac{T}{T_0} \nu \frac{2}{5} T_0$$

$$\int_{\frac{3}{5} T_0}^{T_0} T \cdot \frac{2}{5} T_0 \nu \cdot 3R$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{45}{50} \nu R T_0 + \frac{48}{50} \nu R T_0 + A$$

$$\frac{4}{5} T_0 \cdot \frac{2}{5} \nu \cdot 3R$$

$$A = \frac{75 - 93}{50} \nu R T_0 = -\frac{18}{50} \nu R T_0 = -\frac{9}{25} \nu R T_0$$

# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21203137**

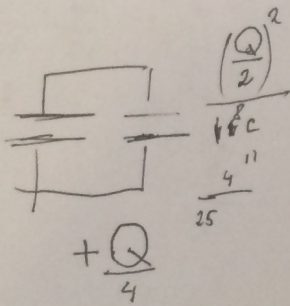
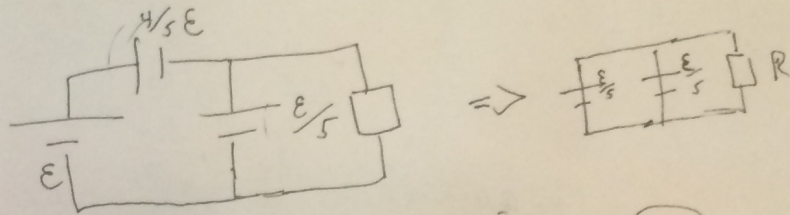
ID профиля: **361703**

Вариант 3

чепуха  
N3

$$Q = Q_1 = Q_2 \quad \frac{Q}{C} + \frac{Q}{4C} = E$$

$$\frac{5Q}{4C} = E \quad Q = \frac{4CE}{5}$$



$$I = \frac{2E}{5R}$$

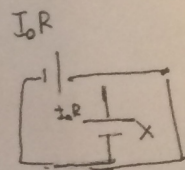
$$Q = \int I dt = \frac{2E}{5R} \cdot t = 2$$

$$Q + \frac{1}{5}CE = CE$$

$$Q = 2Q$$

$$A = P \cdot t = UI \cdot t = \frac{UQ}{I} = \frac{Q^2}{C}$$

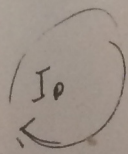
$$\frac{CE^2}{2C} = \frac{E^2}{2}$$



Ответ: 1)  $\frac{2E}{R}$

2)  $\frac{E^2 C}{2}$

3)  $2I_0 R$



$$U_1 = E - I_0 R$$

$$2I_0 R$$



Задача №5

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{72} + \frac{1}{f} = \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{72}$$

$$f = \frac{72 \text{ см}}{3} = 24 \text{ см.}$$



$$\frac{1}{48} + \frac{1}{f} = \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{18} - \frac{1}{48}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{48 - 18}{48 \cdot 18}$$

$$f = \frac{48 \cdot 18}{30} = \frac{48 \cdot 3}{5} = \frac{144}{5} = 28,8$$

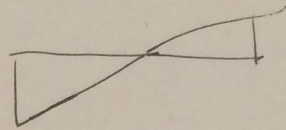
$$D_{\text{гн}} = 48 \text{ см.}$$

$$\frac{4,5}{72} = \frac{x}{24}$$

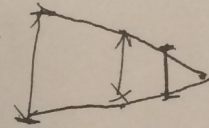
$$x = 1,5$$

$$r_n = 3 \text{ см.}$$

$$D_d = 6 \text{ см.}$$



$$72 - 28,8 = 43,2$$



$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d}} = \frac{Fd}{d - F}$$

$$\frac{28,8}{6} = \frac{43,2}{9}$$

$$= \frac{48 \cdot 18}{30} = 28,8 \text{ см.}$$

- Ответ:
- 1) ~~72~~ 48 см.
  - 2) 6 см.
  - 3) 43,2 28,8 см.

Упражнение N4

$$\Phi = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Delta S = -v_1 \cdot L \cdot dt + v_2 \cdot L \cdot dt$$

$$\mathcal{E} = \frac{(v_2 - v_1) L \cdot dt \cdot B}{dt}$$

$$\mathcal{E}_0 = v_0 L B$$

$$I = \frac{v_0 L B}{4 R}$$

$$F_A = I L \cdot 1 \cdot B$$

$$F = q \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{B}$$

$$B = \frac{B \cdot \cancel{m} \cdot c}{\cancel{m} \cdot m^2} \quad \frac{B \cdot \cancel{m} \cdot c}{\cancel{m} \cdot m^2} \cdot m \cdot \frac{q \cdot c}{m^2}$$

Сила Ампера

$$F_A = I L B \quad a = \frac{I L B}{2m} = \frac{v_0 L^2 B^2}{8 m R}$$

БК =

$$\frac{B^2 R^2}{m}$$

$$a t = \frac{2 v_0 L}{3} \quad \frac{2 v_0}{3}$$

$$\Delta V = (a_2 + a_1) t \cdot v_0$$

$$\Delta V = -v_0 + \frac{3 \Delta V B^2 L^2}{8 R m} t$$

$$\frac{3 B^2 L^2 v_0 R m}{8 R m} \quad \frac{3 B^2 L^2 v_0 R m}{8 R m}$$

$$t = \frac{(\Delta V + v_0) 8 R m}{3 \Delta V B^2 L^2}$$

Ответ:

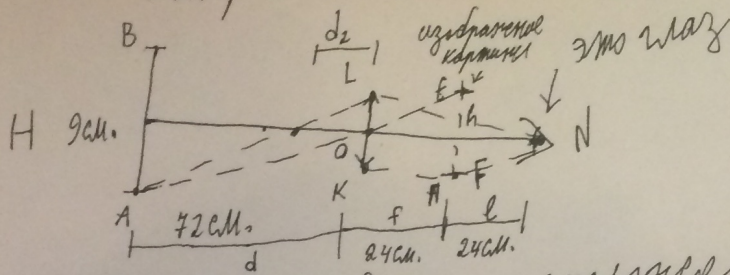
- 1)  $\frac{v_0 L^2 B^2}{8 m R}$
- 2)  $\frac{2 v_0}{3}$

3)

Чистовик  
Вариант 11-03  
Задача №5

(1)

Посмотрим схему этой оптической системы



Найдём где будет расположено изображение картины по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{72 \cdot 18}{72-18} = \frac{72}{3} = 24 \text{ см.}$$

Так как глаз accommodated на 24 см, значит изображение картины находится на расстоянии 24 см. от глаза. Значит сама линза находится на расстоянии  $24+24=48$  см от линзы. Теперь воспользуемся формулой увеличения и найдём диаметр изображения картины

$$\frac{d}{H} = \frac{f}{h} \Rightarrow h = \frac{Hf}{d} = \frac{9 \cdot 24}{72} = 3 \text{ см.} \quad (\text{подобные } \triangle ABO \text{ и } \triangle EFO)$$

тогда эти лучи NE и NF должны пересекаться на отрезке KL, иначе изображение (для наблюдателя) не разместится на линзе. Значит: EE'NL, и F'EKN (при параллельных KL).

Тогда из подобия  $\triangle NLK$  и  $\triangle NEF$

$$D_{\text{из}} = LK = EF \cdot \frac{d+f}{l} = [F \cdot 2] = 6 \text{ см.}$$

Теперь посмотрим, на каком расстоянии от глаза фокусируются лучи в него приходящие, по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f+l} = \frac{1}{F} \Rightarrow d_2 = \frac{F(f+l)}{f+l-F} = \frac{48 \cdot 18}{30} = 28,8 \text{ см.}$$

Значит если на этом расстоянии поставит экран, то наблюдатель не увидит None одной детали изображения.

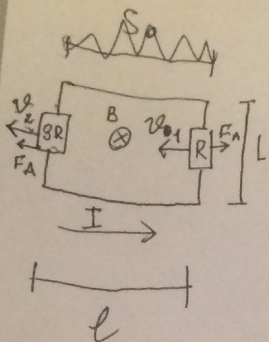
1) 48 см.

2) 6 см.

3) 28,8 см.

Ответ: (концы линзы и фото картинкой)

Чистовик  
вариант 11-03 (2)  
Задача 14



Рассмотрим контур из 2 rails и 2 перемычек, при движении одной из перемычек магнитный поток через этот контур уменьшается, тогда по закону ЭММ Эндерса  $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t}$

$$= -B \frac{(v_2 - v_1) \cdot L}{\Delta t}$$

Тогда по системе течёт ток  $I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{-BL \Delta v}{4R}$

Тогда на перемычки действует сила Ампера

$$F_A = IBL = \frac{-\Delta v B^2 L^2}{4R}$$

Значит в начальный момент времени ускорение первой перемычки равно  $a = \frac{v_0 B^2 L^2}{8mR}$ , и оно направлено влево.

Запишем ускорение перемычки в любой момент времени (аналогично ускорений) какой то

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{-\Delta v B^2 L^2}{4mR}}{\frac{-\Delta v B^2 L^2}{8mR}} = 2 \Rightarrow$$

через промежуток времени  $t$  когда  $\frac{\Delta S}{\Delta t}$  будет равно 0,

$$v_2 = v_1, \quad v_2 = a_2 t = 2a_1 t = v_0 - a_1 t = v_1$$

$$\begin{aligned} \Delta v &\sim t \\ \Delta v &\sim a t \\ a &\sim t \\ \Delta v &\sim t^2 \end{aligned}$$

$$a_1 a_2 t = \frac{v_0}{3}$$

$$v_1 = v_2 = \frac{v_0}{3}$$

Значит с хорошей точностью можно взять среднюю квадратичную скорость в изменении  $t = \frac{v_0}{-3a_1} = \frac{v_0}{\frac{3 \cdot v_0 \sqrt{2} B^2 L^2}{16mR}} = \frac{16mR}{3\sqrt{2} B^2 L^2}$

Ответ:

- $\frac{v_0 B^2 L^2}{8mR}$
- $\frac{2v_0}{3}$
- $S_0 \cdot \frac{8mR v_0}{3B^2 L^2}$

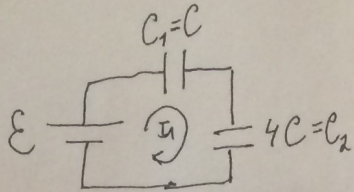
$$\Delta S = \Delta l \cdot l_{\text{замк}} = S_0 \cdot \frac{16mR}{3\sqrt{2} B^2 L^2} \cdot \frac{\sqrt{2} v_0}{2} = S_0 \cdot \frac{8mR v_0}{3B^2 L^2}$$

Чистовик  
Вариант 11-03  
Задача №3

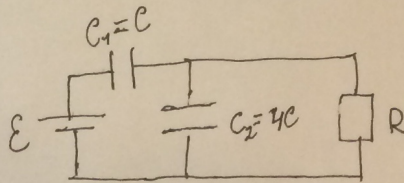
③

Перерисуйте схему (при открытом и закрытом ключе)

Ключ открыт



Ключ закрыт



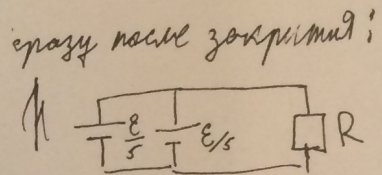
1) При открытом ключе через контур течёт ток  $I_1$ , значит <sup>заряды</sup> через проводники и через конденсаторы будут равны. Запишем 2 зак Кирхгофа для этого контура ~~на~~ когда режим установится

$$q = q_1 = q_2$$

$$\varepsilon = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{4C} = \frac{5q}{4C}$$

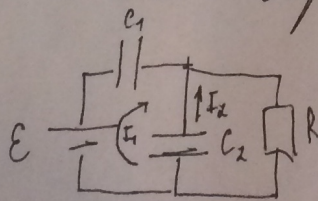
Значит:  $q = \frac{4C\varepsilon}{5}$   
( $U_1 = \frac{4\varepsilon}{5}$ ;  $U_2 = \frac{\varepsilon}{5}$ )

2) Теперь рассмотрим, что происходит сразу после закрытия ключа



Значит после замыкания ключа через резистор пойдёт ток  $-\frac{2\varepsilon}{5R}$  ( $\frac{2\varepsilon}{5R}$ )

Рассмотрим что из себя будет представлять схема через проводимый ток.



$$I_1 = 0 \Rightarrow U_1 = \varepsilon$$

$$I_2 = 0 \Rightarrow U_2 = 0$$

$$U_2 = \varepsilon - U_1 \text{ всегда, или } (-U_2' = U_1')$$

$$\sum I^2 \cdot R = A = 2 \cdot \Delta E_{\text{конг.2}} = 2 \cdot \frac{q_2^2}{4C} = \frac{16C^2\varepsilon^2}{25C \cdot 4} = \frac{4}{25} C\varepsilon^2$$

$$\frac{\varepsilon - U_1}{R} = I_0 \Rightarrow U_R = 2I_0 R$$

1)  $\frac{2\varepsilon}{5R}$

2)  $\frac{4C\varepsilon^2}{25}$

3)  $2I_0 R$

Ответ: