



Вход: 12:01 - 12:05
Анн

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Кашинград
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

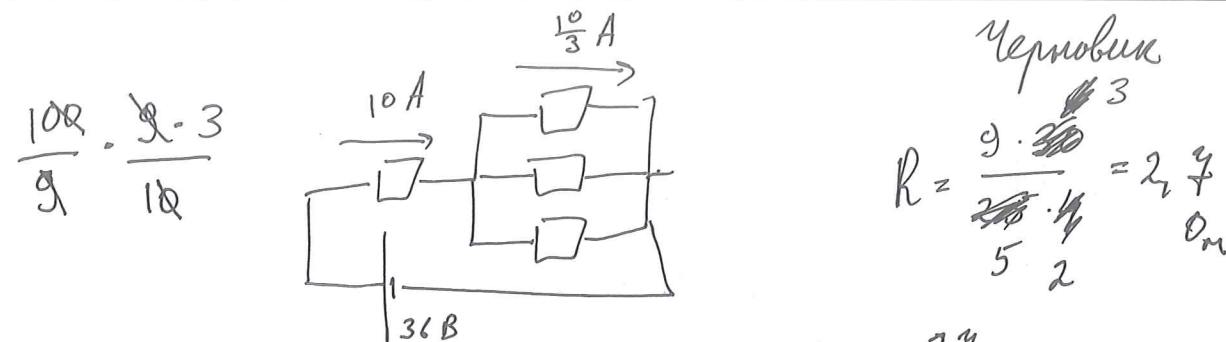
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Видякина Артёма Олеговича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
В



$\frac{10}{3} A \cdot \frac{27}{10} = 9V$

$10 \cdot 2,7 = 27V$

$8 \cdot 2,7 = \frac{216}{10} + \frac{16}{3} \cdot \frac{27}{10} = \frac{27 \cdot 40}{10 \cdot 3} = 36V$

$U_K = \frac{36}{100} \cdot 5 = 1,8V$

$U = 0,8 \cdot 5 = 4$

$36 \cdot 25 = 36 \cdot 16 + 100 \cdot 1,8^2$

$800 = 576 + 324$

$\tilde{C} = \frac{4}{10}$

$S = 1,8 \cdot \frac{4}{10} = 0,72$

29-04-29-50
(7.1)

✓ 1.3 :

Поставим силы токов в цепи из соотношений закона Ома и I_{np}-ла Кирхгофа для каждой схемы.

Запишем закон Ома для каждого случая.

$$\begin{cases} \text{①} \quad E = I_1 R + I_1 R/3 = I_1 R \cdot \frac{4}{3} \\ \text{②} \quad E = I_2 R + \frac{2I_2 R}{3} = \frac{5}{3} I_2 R \end{cases} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{5}{4}$$

$$I_1 = \frac{5}{4} I_2$$

$I_1 = I_2 + \Delta I$ (уче.) $\Rightarrow \frac{1}{4} I_2 = \Delta I \Rightarrow \begin{cases} I_2 = 4 \Delta I \\ I_1 = 5 \Delta I \end{cases}$

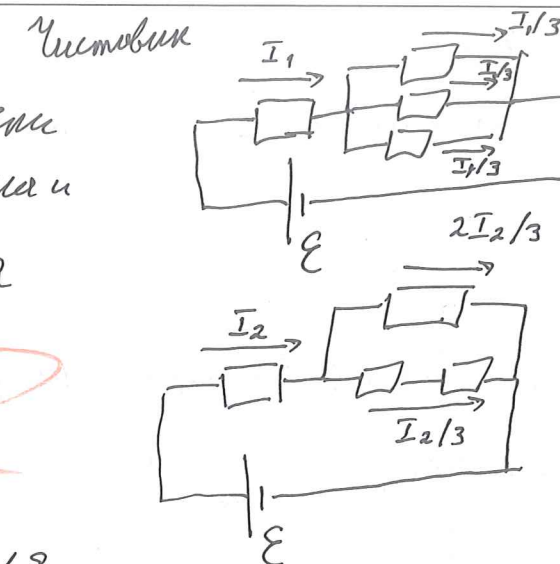
Запишем мощность, выделяющуюся на R_н в первой схеме.

$P_n = P = \left(\frac{I_1}{3}\right)^2 R = \frac{25 \Delta I^2}{9} R \Rightarrow R = \frac{9 P}{25 \Delta I^2}$

$E = \frac{4}{3} I_1 R = \frac{4}{3} \cdot \frac{9 P \cdot 5 \Delta I}{25 \Delta I^2} = \frac{4 \cdot 3}{5} \frac{P}{\Delta I} = \frac{12}{5} \frac{P}{\Delta I}$

$E = \frac{12 \cdot 30 Вт}{5 \cdot 2 А} = 36 В$

Ответ: $E = 36 В$.



1.2 : Чистовик
Запишем 1-й закон Термодинамики.

$$\begin{cases} Q = A + \Delta U + \\ A = p \Delta V = p V n + \\ \Delta U = \frac{5}{2} p R \Delta T \text{ (двухат. газ)} + \end{cases}$$

Рассмотрим ур-е Менделеева - Клапейрона:

$$pV = p R T$$

$\Delta p, \Delta V, \Delta T$ малы

$$(p + \Delta p)(V + \Delta V) = p R (T + \Delta T)$$

$$pV + \Delta p V + p \Delta V + \Delta p \Delta V = p R T + p R \Delta T$$

$\Delta p \Delta V \rightarrow 0$, и так мы можем пренебречь

$$p \Delta V + \Delta p V = p R \Delta T$$

$$\frac{5}{2} p R \Delta T = \frac{5}{2} p R \Delta T$$

$$\begin{cases} Q = p \Delta V + \frac{5}{2} p \Delta V + \frac{5}{2} \Delta p V \\ \Delta p = -p K (p \downarrow) \\ \Delta V = V n (V \uparrow) \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{7}{2} p V n - \frac{5}{2} p V K$$

$$A = p V n$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{2n}{4n - 5K}$$

$$\eta = \frac{2 \cdot 2\%}{4 \cdot 2\% - 5 \cdot 1\%} = \frac{4}{9} = 0,444 = 44\%$$

$$\text{Ответ: } \eta = 44\%$$

Черновик

$$Bv = E$$

$$Ea = U$$

$$E = \frac{U}{a}$$

$$v = \frac{U}{aB}$$

$$\frac{0,1 \cdot 8}{4 \cdot 5 \cdot 1,6} \cdot 10^{22}$$

$$\frac{0,8}{20} = \frac{1}{40} \cdot 10^{22} =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 10^{21} =$$

$$I = abvn$$

$$\begin{cases} I = abvn \\ v = \frac{U}{aB} \end{cases} \Rightarrow I = \frac{Ubvn}{B}$$

$$= 0,25 \cdot 10^{21} = 2,5 \cdot 10^{20} \mu^{-3}$$

$$n = \frac{BI}{Ube}$$

$$B \cdot \frac{K_1}{c} \cdot M = H \Rightarrow B = \frac{H \cdot c}{M \cdot K_1}$$

$$n = \frac{H \cdot c}{M \cdot K_1} \cdot \frac{D_{me}}{K_1} \cdot M \cdot K_1$$

$$B_1 = U = \frac{D_{me}}{K_1}$$

$$D_{me} = H \cdot c$$

$$n = \frac{1}{\mu^3}$$

$$\frac{1}{20 \cdot 10^2} = 8$$

$$F_A = BIl$$

$$F_A = e v B$$

$$F_A = \sum F_A = N \cdot F_A$$

$$N = n \cdot a \cdot b$$

$$F_A = n a$$

$$F_A = I l = n e a b v$$

$$E a = U$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{e n a}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{e n a^2}{2\epsilon_0} = U \Rightarrow a = \sqrt{\frac{2\epsilon_0 U}{e n}}$$

$$I = n \sqrt{\frac{2\epsilon_0 U}{e n}} e b v$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n \cdot a \cdot b \cdot v \cdot e}{\Delta t} = a b v n e$$

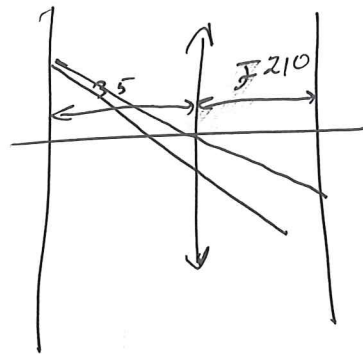
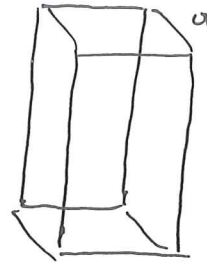
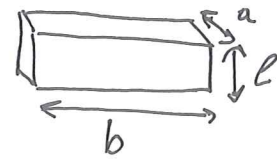
$$a n v = \frac{I}{b}$$

$$\frac{210}{35} \cdot 2 = 12$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} - \frac{1}{35} = \frac{5}{5 \cdot 7 \cdot 30}$$

$$f = 210$$

Чертавик

29-04-29-50
(7.1)

№1.1:

Запишем ЗСИ в проекции на ось X.

$$Ox: m v_0 = M v_k \Rightarrow v_k = \frac{m v_0}{M}$$

Теперь запишем ЗСЭ, м.к. удар являлся упругим.

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{M v_k^2}{2}$$

$$m v_0^2 = m v^2 + m^2 v_0^2 / M \quad | \cdot M$$

$$M v_0^2 = M v^2 + m v_0^2 \Rightarrow v^2 = \frac{M-m}{M} v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{M-m}{M}} v_0$$

После соударения клин будет двигаться равномерно со скоростью v_k , а шарик будет лететь под действием силы тяжести вверх в течение времени t , пока не достигнет наивысшей т. своей траектории.

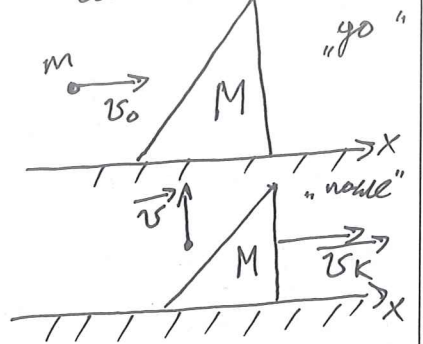
$$\begin{cases} v = g t \\ S = v_k t \end{cases} \Rightarrow S = \frac{v v_k}{g}$$

$$S = \frac{m}{M} \cdot \sqrt{\frac{M-m}{M}} \frac{v_0^2}{g}$$

$$S = \frac{36}{100} \sqrt{\frac{100-36}{100}} \cdot \frac{25 \frac{m^2}{c^2}}{10 \frac{m}{c^2}} = \frac{9}{25} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{25}{10} m = \frac{36}{50} m = 0,72 m$$

Ответ: $S = 0,72 m$.

Чистовик



1.4:

Обозначим за A' изображение мухи в зеркале. Оно находится на том же расстоянии от плоскости зеркала, $\triangle ABA'$ - р.б (м.р.м.).

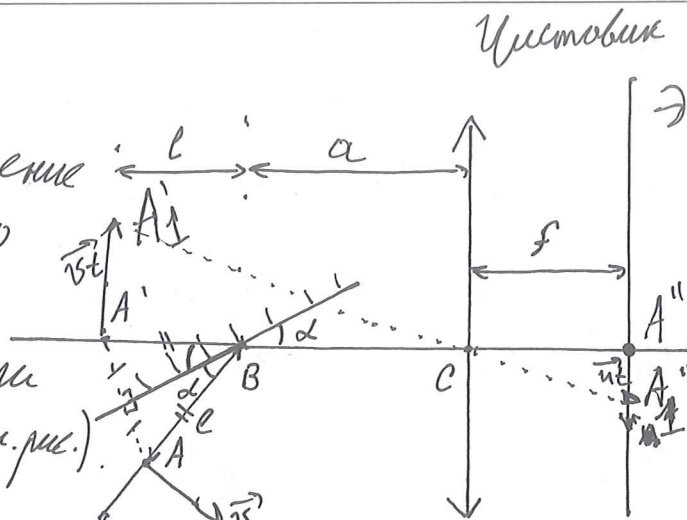
Значит $A'B$ находится под тем же углом α к зеркалу, что и BC , т.е. A' лежит на ΓOO линзы.

$l+a=d > F \Rightarrow$ изображение ^{изображения A'} мухи является действительным и так же ^{в линзе} лежит на ΓOO , но по другую сторону от линзы (м.т. A'' экрана)

~~Из того, что изображение мухи A' прямое~~

Из симметрии наблюдаемой картины по обе стороны зеркала (муха и её изображение A' нах. в симм. друг другу точек отр. т.т. линзы; ^{дальности} и движатся всё время симметрично друг другу) следует, что как муха движ-ся перп. AB со скор-ю v , так и изображение ~~A'~~ A' движ-ся перп. $A'B$ со скор-ю v , т.е. перп. плоскости линзы.

Значит, изобр. A'' так же находится всё время движется в перп. плоскости линзы, всё время оставаясь на экране чётким.



29-04-29-50
(7.1)

Изображения A' и A'' постоянно ^{находятся} ~~должны~~ находиться на одной прямой с м.с (ОУЛ), т.к. A'' - изобр-е A' . Из этого следует ~~что~~ подобие $\Delta A'SA_1'$ и $\Delta A''SA_1''$ (A_1' и A_1'' - падающие изображения мурки A' и A'' соответственно в момент t после начала наблюдений;

$$A''A_1'' = ut; \quad A'A_1' = vt$$

$$\frac{A''A_1''}{A'A_1'} = \frac{u}{v} = \frac{f}{d} = \frac{f}{a+l} \Rightarrow u = \frac{vf}{a+l}$$

Выполняя формулой тонкой линзы.

$$\frac{1}{a+l} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} = \frac{a+l-F}{F(a+l)}$$

$$f = \frac{F(a+l)}{a+l-F}$$

$$u = \frac{vf(a+l)}{(a+l-F)(a+l)} = \frac{vF}{a+l-F}$$

$$u = \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 30 \text{ м}}{25 \text{ м} + 10 \text{ м} - 30 \text{ м}} = \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 30}{5} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } u = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

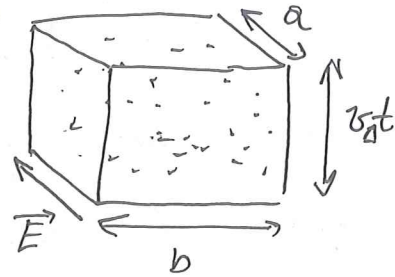
№1.5:

Условие

Записать I через e, b, a, v, n , где a - ширина пластинки (см. рис.), а v - скорость направленного движения электронов

$$\begin{cases} I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \\ \Delta q = e \cdot \Delta N \\ \Delta N = n \cdot \Delta V \\ \Delta V = a b v \Delta t \end{cases}$$

электроны, прошедшие через сечение полупроводника за время Δt



$$\Rightarrow I = abvne$$

На электроны в пластинке действует сила Лоренца $F_L = evB$, но так же эту силу

Внешнее поле действует на все заряды и пропорциональна q . Значит, можно

сказать о том, что в пластинке возникает однородное электрическое поле (об этом уже сказано в условии), действующее на электроны силой $F = qE$. Но

сила F_L и F_E это по сути одна и та же сила, действующая перпендикулярно пластинке. $\vec{F}_L = \vec{F}_E$

$$E = vB$$

Падение напряжения между краями пластинки можно записать как $U = Ea = vBa$

Числовик

$$v = \frac{U}{Ba}$$

$$I = abvne = \frac{U b n e}{B} \Rightarrow n = \frac{B I}{U b e}$$

$$n = \frac{0,1 \text{ Тл} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ В} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3} = 2,5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$$

$$\text{Ответ: } n = 2,5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3} +$$