



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1
2. Маева

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Чистика Богдана Андреевича

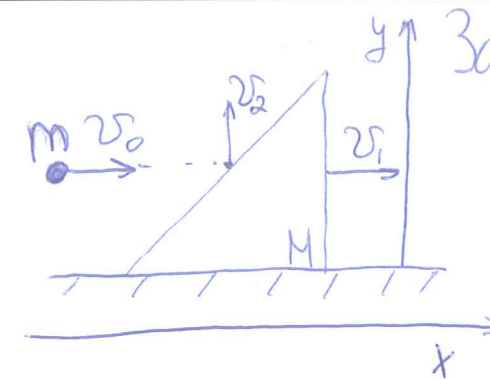
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 14 » февраля 2025 года

Подпись участника

Богдан

[illegible]



Zagaza 1.

Гелетович

Удар абсолютно упругий,
а значит что энергия
сохраняется, и можно использовать
ЗСЭ.

Прямое поле зрения составляет 180°, скорость шара - v_2 .
ЗУ на ось x_1 .

$$m v_{0x} = M v_{1x}; v_{0x} = v_0; v_{1x} = v_1$$

$$mV_0 = MV_1 \text{ T.k. } V_{2x} = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_0}{M} \quad \text{so: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mv_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m v_0^2 = m v_2^2 + M v_1^2 \text{ по закону } v_1, \text{ получим}$$

$$m v_0^2 = m v_2^2 + \frac{m^2 v_0^2}{M} \Rightarrow m v_2^2 = m v_0^2 - \frac{m^2 v_0^2}{M} = v_0^2 \left(\frac{M m - m^2}{M} \right) \Rightarrow$$

$\Rightarrow v_2^2 = v_0^2 \left(\frac{M-m}{M} \right) \Rightarrow v_2 = v_0 \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$. Т.н. шарик спуска
 находится тогда траектории, то $v_2 = gt$, где t - время движения
 шарика до нахождения тогда траектории. $t = \frac{v_2}{g}$; $S = v_1 t =$

$$= \frac{v_1 v_2}{g}. \text{ Сделаем кратчайш. возмещение: } v_1 = \frac{m \Delta v}{M} = \frac{36 \cdot 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{100} =$$

$$= 5 \frac{\text{M}}{\text{C}} \cdot 0,36 = 1,8 \frac{\text{M}}{\text{C}}. \quad v_2 = 5 \frac{\text{M}}{\text{C}} \sqrt{1 - \frac{362}{1002}} = 5 \frac{\text{M}}{\text{C}} \sqrt{0,64} = 4 \frac{\text{M}}{\text{C}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \frac{1,8 \frac{\text{M}}{\text{C}} \cdot 4 \frac{\text{M}}{\text{C}}}{10 \frac{\text{M}}{\text{C}}} = 1,8 \cdot 0,4 \text{ M} = 0,72 \text{ M.} +$$

Qm km: 0.72 M.

Задача 2.

Земновек

Т.к. азот двуатомный газ, то $i=5$. По началу
давление P , объем V , его количество ν моль. Тогда $PV = \nu RT$
по закону Менделеева - Клапейрона. $C_V = \frac{i}{2} \nu R = \frac{5}{2} \nu R$ — ~~теплотемпература~~
теплотемпература азота. Масса азота $m = \mu \nu$. Пусть в
изотермическом процессе мы подаем dQ теплоты газу.

$$dQ = dU + dA = dU \text{ т.к. } dA = 0 \quad dU = \frac{5}{2} \nu R dT = \frac{5}{2} \frac{m}{\mu} R dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dQ = \frac{5}{2} \frac{m}{\mu} R dT \Rightarrow \frac{dQ}{dT} = C_V = \frac{5}{2} \frac{m}{\mu} R \Rightarrow \frac{C_V}{m} = \frac{5R}{2\mu} = 745 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Из закона термодинамики: $Q = \Delta U + A$. $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$.

При этом $PV = \nu RT_1$; $0,99P \cdot 1,02V = \nu RT_2 = 1,0098PV \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} \nu R T_2 - \frac{5}{2} \nu R T_1 = \frac{5}{2} \cdot 1,0098PV - \frac{5}{2} PV = \frac{5}{2} \cdot 0,0098PV. \text{ Т.к. в условии}$$

сказано, что изотермический процесс можно представить, то
как процесс — изотермический. $C_P = \frac{i+2}{2} C_V = \frac{7}{2} C_V = 1043 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$$A = P \cdot (1,02V - V) = 0,02PV. Q = C_P (T_2 - T_1) = C_P \left(\frac{1,0098PV}{\nu R} - \frac{PV}{\nu R} \right) =$$

$$= \frac{C_P PV}{\nu R} \cdot 0,0098. \eta = \frac{A}{Q} = \frac{A}{\Delta U + A} = \frac{0,02PV}{\frac{5}{2} \cdot 0,0098PV + 0,02PV} = \frac{0,02}{\frac{5}{2} \cdot 0,0098 + 0,02} =$$

$$= \frac{2}{2,5 \cdot 0,98} = \frac{200}{25 \cdot 98} = \frac{200}{245} = \frac{40}{49}$$

$$\eta = \frac{A}{\Delta U + A} = \frac{0,02PV}{\frac{5}{2} \cdot 0,0098PV + 0,02PV} = \frac{0,02}{\frac{5}{2} \cdot 0,0098 + 0,02} = \frac{2}{2,5 \cdot 0,98 + 2} = \frac{200}{245 + 200} = \frac{200}{445} =$$

$$= \frac{40}{89} \approx 45\%$$

Ответ: ~~56%~~ 45%

⊕ Решение

$$\frac{BI}{ab\epsilon e} = \frac{BI\sqrt{e}}{ab\epsilon\sqrt{e}} = \frac{2e\sqrt{BI\sqrt{e}}}{ab\epsilon} = \frac{\sqrt{BIN}}{ab\sqrt{e}}$$

$$\frac{BIN}{ab\sqrt{e}} = \frac{BIN}{\frac{E^2}{4} b\sqrt{e}} = \frac{BIN \cdot 4}{E^2 b\sqrt{e}} = \frac{4N}{E^2 b\sqrt{e}} = \frac{4N}{E^2}$$

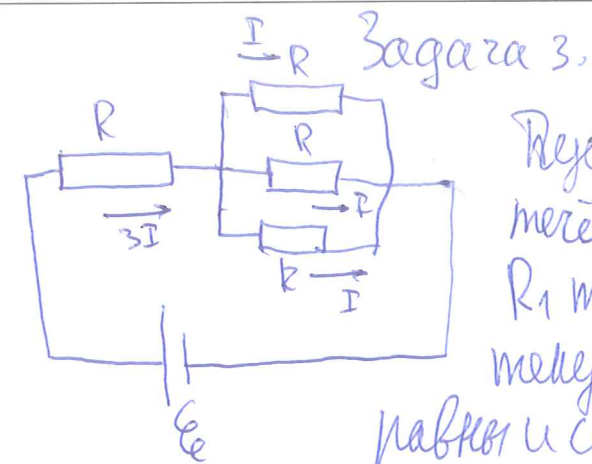
$$E = \sqrt{\frac{BI}{e}}$$

$$N = \frac{e}{e} = \frac{BI}{Ee}$$

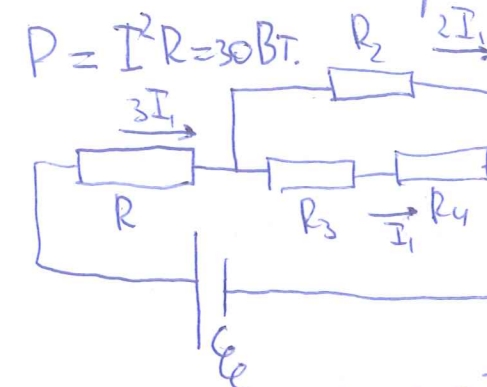
$$= \frac{\sqrt{BI} \sqrt{e}}{Ee}$$

$$\frac{0,1 \cdot 8 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} =$$

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



Решение: через каждый резистор R_2, R_3, R_4 течёт ток I , тогда через резистор R_1 течёт ток $3I$. Через R_2, R_3 и R_4 течёт одинаковый ток, т.к. они равны и соединены параллельно.



Решение: через R_3 и R_4 течёт ток I , тогда через R_2 течёт ток $2I$, ведь $R_3 + R_4 = 2R = 2R_2$ и они соединены параллельно. Тогда через R_1 течёт ток $3I$. Общее сопр. цепи в этом случае:

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{5}{3}R \Rightarrow \varepsilon = 3I \cdot \frac{5}{3}R = 5IR \quad (\text{действ. ток в цепи } 3I)$$

$$\text{или 1-го случая } R_{\text{общ}} = R + \frac{R}{3} = \frac{4R}{3} \Rightarrow \varepsilon = 3I \cdot \frac{4R}{3} = 4IR \quad (\text{действ. ток в цепи } 3I)$$

т.е. $4IR = 5IR \Rightarrow 4I = 5I$; при этом $3I = 3I_1 + I \Rightarrow 4I = 3I_1 + I \Rightarrow 3I_1 = 3I \Rightarrow I_1 = I$

$$\Rightarrow 4I_1 + \frac{4}{3} \Delta I = 5I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{4}{3} \Delta I = \frac{8}{3} \text{ А} \Rightarrow I = \frac{5}{4} I_1 = \frac{5 \cdot 8}{4 \cdot 3} = \frac{10}{3} \text{ А}$$

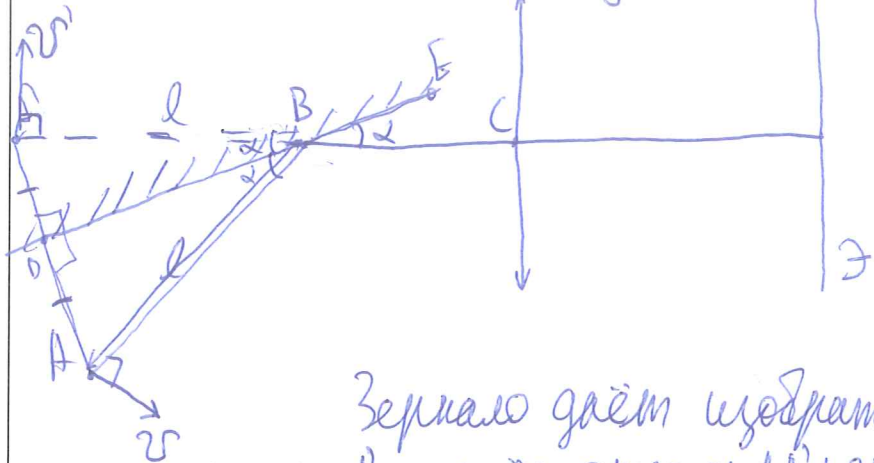
$$P = I^2 R \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{30 \text{ Вт} \cdot 9}{100 \text{ А}^2} = 2,7 \text{ Ом}$$

$$\varepsilon = 4IR = \frac{40}{3} \text{ А} \cdot 2,7 \text{ Ом} = \frac{40 \cdot 2,7}{3} \text{ В} = 36 \text{ В}$$

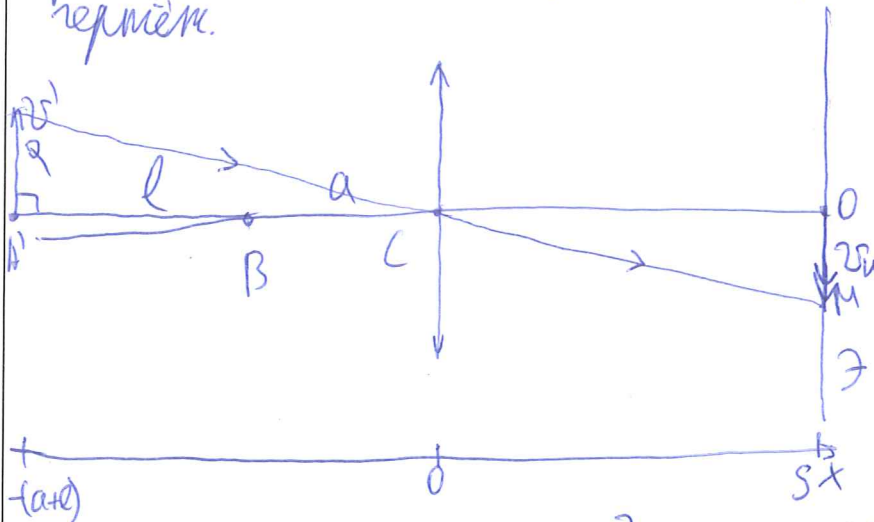
Ответ: 36 В.

Задача 4.

Тетюшев



Зеркало даёт изображение точки A в точке A' , причём отрезок AA' перпендикулярен зеркалу, и $A'D = AD$ (см. рис.). $\triangle A'BD = \triangle ABD$ по 2-м сторонам и прилежащему углу между ними $\Rightarrow \angle A'BD = \angle ABD$ который в свою очередь равен углу $\angle EBC \Rightarrow \angle A'BD = \angle EBC$, а оси вертикальные $\Rightarrow A'$ лежит на прямой BC . $A'B = AB = l$ из равенства треугольников. Попробуем чертёж.



$v \perp AB \Rightarrow v' \perp A'B$ т.е. $v' \perp BC$. Запишем формулу токамак-линии, предварительно обозначив координаты источника и изображения на оси x (изображение возникает на экране, т.к. из условия резкости изображение на экране наводилось).

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_{\text{air}}} + \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{F} + \frac{1}{a+l} = \frac{1}{30\text{cm}} + \frac{1}{35\text{cm}} = \frac{2}{S} = \frac{65\text{cm}}{30\text{cm} \cdot 35\text{cm}} \Rightarrow$$

~~$$\Rightarrow 30 \cdot 35 \text{ cm}^2 = 65 \text{ cm} \cdot S \quad 13S = 210 \text{ cm}^2 \Rightarrow S = \frac{210}{13} \text{ cm}$$~~

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a+l} + \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a+l} = \frac{1}{30\text{cm}} - \frac{1}{35\text{cm}} = \frac{35\text{cm} - 30\text{cm}}{30\text{cm} \cdot 35\text{cm}} = \frac{5}{30 \cdot 35\text{cm}} \Rightarrow 5S = 30 \cdot 35\text{cm} \Rightarrow S = 210\text{cm}$$

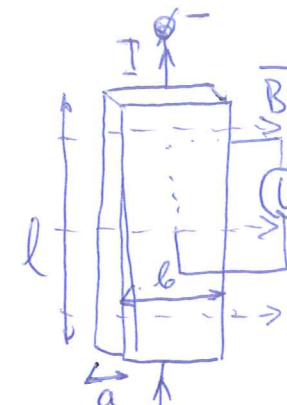
Задача 4 (продолжение) Чистовик

Проведём пер QC . Видим, что $QAC \sim \triangle COM \Rightarrow \frac{v_1}{AC} = \frac{v_4}{OC} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_4 = \frac{OC}{AC} v_1 = \frac{OC}{AC} \cdot v = \frac{S}{AC} \cdot v = \frac{20 \text{ см}}{35 \text{ см}} \cdot 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $12 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ +

Задача 5. +



Однородным полем сечении проводника ширины a . $S = al$. Количество электронов N . Тогда их общий заряд $q = eN$; $F = BIl$; $F = Eq$, где E — катр. поле.

При этом $A = qU$ т.к. $U = \frac{A}{q}$. $BIl = Eq$.

ϕ + искомая величина — $\frac{N}{al}$ — количество электронов на единицу объема.

$$E = \frac{kq}{x^2} \quad Eq = BIl \Rightarrow l = \frac{Eq}{BI} \Rightarrow n = \frac{NBI}{alEq} = \frac{NBI}{al e N} = \frac{BI}{al e}$$

$$A = Fd = qU = UeN \Rightarrow BIl a = UeN \Rightarrow al = S = \frac{UeN}{BI} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N}{al} = \frac{NBI}{UeN} = \frac{BI}{Ue} = \frac{0,1 \text{ Тл} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ В} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-22}}{1,6 \cdot 5} \frac{1}{\text{м}^3} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{-21}}{8} \frac{1}{\text{м}^3} = \frac{10^{-21}}{4} \cdot \frac{1}{10^6} = \frac{10^{-15}}{4} \frac{1}{\text{см}^3} = 2,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{см}^3}$$

Ответ: $2,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{см}^3}$, т.е. в 10^{14} см^3 это будет 2,5.

P.S. пояснение, что $A = Fa$: так как сила (Лоренца) F совершает перемещение заряда ширины a $\Rightarrow A = Fa$.