



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Карташова Милана Ярославовна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход в тираж
13:00 - 13:02 ММ
14:25 - 14:28 ММ

Дата
« 12 » апреля 2025 года

Подпись участника
М. Карташова

11-60-70-68
(154.2)

Мисловик

Задача 11

Мисловик.
Вариант № 03

Вопрос:

Для того, чтобы летательный аппарат "завис" неподвижно в некой точке у поверхности Земли необходимо, чтобы сумма действующих на него сил была равна 0. Из условия на ось y:

$$\text{по } y: F_{\text{под}} = F_{\text{тяжести}}$$

$$-\frac{\Delta m}{\Delta t} v_y = mg$$

Подставляем значение:

$$-\frac{0,01 \text{ м}}{10 \text{ с}} v_y = m \cdot 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_y = -\frac{100 \text{ м/с}}{0,01}$$

$$v_y = -10000 \text{ м/с}$$

соответственно по модулю:

$$|v| = 10000 \text{ м/с.}$$

Ответ: 10000 м/с. (+)

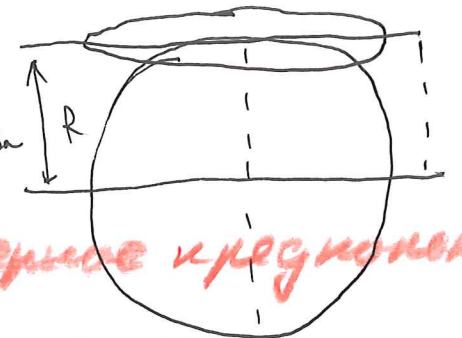
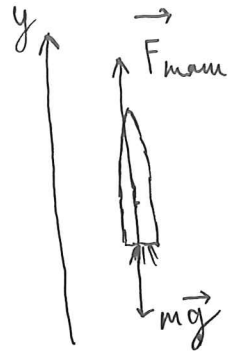
Задача:

Учитывая, что спутник использует силу магнит, что распределение магнитных моментов, по углу, под которым направлена сила магнит $\approx$ силе магнитов равен 45° . Тогда для спутника справедливо закон сохранения энергии:

$$\text{или: } \frac{m_m v^2}{2} = \frac{m_s v^2}{2}, \text{ где } m_m - \text{масса магнита, } m_s - \text{спутника}$$

Получаем:

$v = V$. Также, для спутника на нулевой высоте справедливо, что его скорость относительно Земли равна: (следующий шаг)



105

это неверное предположение!

$$V_c = \frac{2\pi R}{T_0}$$

числовый

Тогда период обращения спутника с двигателем:

$$T = \frac{2\pi R}{V \cos 45^\circ + V_c} = \frac{2\pi R}{10 \text{ км/с} \cdot \cos 45^\circ + \frac{2\pi R}{T_0}} =$$

($R \approx 6400 \text{ км}$)

$$= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6400 \text{ км}}{10 \text{ км/с} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6400 \text{ км}}{5000 \text{ с}}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6400 \text{ км}}{5\sqrt{2} \text{ км/с} + 8,4152 \text{ км/с}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6400 \text{ км}}{15,4852648119 \text{ км/с}} \approx$$

$\approx 2414 \text{ с}$.

Время полета найдем, приравняв увеличение энергии к силе тяги:

$$\cos \alpha \cdot \frac{\Delta M}{\Delta t} v = mg$$

$$\frac{\sqrt{2} \cdot 0,5 \text{ м}}{2} \cdot \frac{1}{\Delta t} \cdot v = 0,45 \text{ мг} \quad (\text{здесь взято среднее значение оставшейся массы спутника})$$

$$\Delta t = \frac{\sqrt{2} \cdot 0,5 \text{ м}}{2 \cdot 0,45 \text{ г}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 0,5 \cdot 10 \text{ км/с}}{1,5 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1000 \text{ м/с}}{1,5 \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx$$

$\approx 4414 \text{ с}$.

Итого: $T = 2414 \text{ с}$; $\Delta t = 4414 \text{ с}$.

Черновик

Скорость обитного спутника без двигателя ~~относительно~~ (относительно Земли, при условии, что Земля вращается за систему отсчета):

$$V_c = \frac{2\pi R}{T_0}$$

Дано:

П.р. газ можно считать идеальным, но для обоих случаев применим уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} R T_2$$

Поделив второе на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2 T_2}{m_1 T_1} = \frac{251 \cdot 54^\circ \text{C}}{201 \cdot 24^\circ \text{C}} = \frac{251 \cdot 330^\circ \text{K}}{201 \cdot 300^\circ \text{K}} = 1,345$$

П.р. p_2 на 34,5% больше, чем p_1 .

Ответ: 34,5%.

Задача:

Считая воздух идеальным газом, применим уравнение Менделеева-Клапейрона для двух случаев: начального и конечного:

$$p_0 V = \frac{m_0}{M} R T_0$$

$$p V = \frac{m}{M} R T$$

Поделив получим:

$$\frac{p_0}{p} = \frac{m_0 T_0}{m T}$$

$$p = p_0 \frac{m T}{m_0 T_0}$$

$$= p_0 \frac{\frac{m}{4} + \frac{3m_0^2}{4m}}{m_0}$$

Подставим зависимость $T(m)$ в качестве T и получим:

$$p = p_0 \frac{m \frac{T_0}{4} + \frac{3T_0 m_0^2}{4m}}{m_0 T_0} =$$

Далее подставим числа:
(след. лист)

$$p = 200000 \text{ Па} \cdot \frac{m^2 + 3m^2}{4m m_0} = 200000 \text{ Па} \cdot \frac{m^2 + 3 \cdot 1^2 m^2}{4m \cdot 1 \text{ м}} \text{ мисловит}$$

Період протікання напруги лінійної, прирівняв її до нуля:
Пустя $m = x$.

$$p' = 0$$

$$\left(200000 \frac{x^2 + 3}{4x} \right)' = \left(\frac{50000 (x^2 + 3)}{x} \right)' =$$

500

$$= \frac{(50000(x^2 + 3))' \cdot x - x' \cdot 50000(x^2 + 3)}{x^2} = \frac{50000(x^2 + 3)}{x} =$$

$$= \frac{((50000 \cdot (x^2 + 3)' + 0 \cdot (x^2 + 3)) \cdot x - 50000(x^2 + 3))}{x^3} =$$

$$= \frac{(100000x^2 - 50000x^2 - 150000) \cdot 50000(x^2 + 3)}{x^3} =$$

$$= \frac{(50000x^2 - 150000)(50000x^2 + 150000)}{x^3} =$$

$$= \frac{50000^2 x^4 - 150000^2}{x^3} = 0 \text{ Откуда:}$$

$$50000^2 x^4 - 150000^2 = 0 \Rightarrow 50000^2 x^4 - (3 \cdot 50000)^2 = 0$$

$$50000^2 (x^4 - 3^2) = 0$$

$$x^4 = 3^2$$

$$x = \sqrt{3}$$

$$m = \sqrt{3} \text{ кл}$$

$$= \sqrt{3} \text{ кл}$$

$$(\text{смг. мет})$$

не измерился. П.е.:

мисловит

$$V_2 = V_1 = 4 \text{ мм/с.}$$

$$\text{Ответ: } 4 \text{ мм/с.}$$

$$= \frac{44 \text{ В} - 8,25 \text{ В} - 12,345 \text{ В} - 1,345 \text{ В}}{0,001 \text{ Ом}} = 22000 \text{ А.}$$

источник

Ответ: ток через источник $I = 1,345 \text{ А}$,
показания вольтметров: $U_1 = U_2 = U_3 = 0 \text{ В}$, показания
амперметра: $I_A = 22000 \text{ А}$.

вопрос:

Почему линия может быть
только собирающей,
как показано на

рисунке, потому

что при рассеивающей линзе
мы бы не увидели четкого

изображения. Данное изображение - мнимое, т.е.

оно перевернуто, а также можно сделать вывод
о том, что свет пойдет дальше, чем фокусное

расстояние линзы, т.е. $< 50 \text{ см}$.

Ответ: мнимое; собирающая; $< 50 \text{ см}$.

Задача:

решение неверно

Из условия можно определить, что:

т.е. $V_1 = 2 \text{ В}$, но факт можно
сказать, что линза расположена между
расстоянием между экраном и светодiodом.

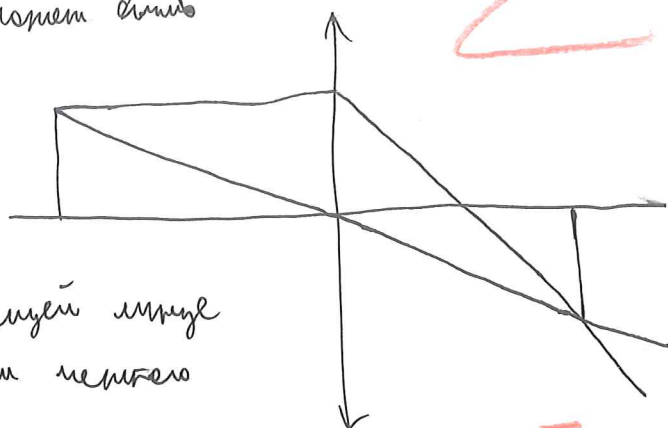
Почему по ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{2}{a_1} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{a_1}{2} = 30 \text{ см.}$$

Получается во втором
случае лучше светодiod поставим между на
фокусное расстояние. Что означают, что светодiod



11-60-70-68
(154,2)

Проверим в интервале $[m; m]$

$$\rho = \frac{200000}{4\sqrt{3}} = 50000 \cdot \frac{2\sqrt{3}}{4\sqrt{3}} = 100000 \sqrt{3} \approx$$

источник

$$\approx 173205 \text{ Па}$$

При $m = m_0 = 1 \text{ км}$:

$$\rho = 200000 \cdot \frac{1+3 \cdot 1}{4 \cdot 1} = 50000 \cdot 4 = 200000. \quad (\text{Па})$$

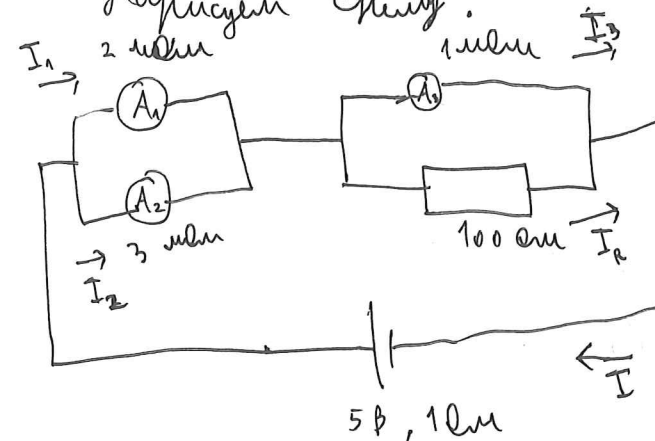
При $m = m = 3 \text{ км}$:

$$\rho = 200000 \cdot \frac{3^2 + 3 \cdot 1}{4 \cdot 3 \cdot 1} = 50000 \cdot \frac{12}{3} = 200000 \quad (\text{Па})$$

Ответ: минимум при $m = \sqrt{3} \text{ км}$, $\rho_{\min} = 173205 \text{ Па}$.

вопрос:

Напишем схему:



По Правилам Кирхгофа составим систему
ур-ний:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I = I_3 + I_R \\ \mathcal{E} = I_1 r_1 + I_3 r_3 + I r_E \\ \mathcal{E} = I_2 r_2 + I_3 r_3 + I r_E \end{cases}$$

Из системы уравнений найдем, что ток I через резистор R равен 100 А .
Заметим, что ток I можно найти.

Из соотношений сопротивлений получим: ^{методом}

$$I_1 = \frac{2}{5} I, I_2 = \frac{3}{5} I, \text{ и так мы уже узнаем:}$$

$$I_3 = I.$$

Из ур-ня 3 получим:

$$\mathcal{E} = \frac{2}{5} I r_1 + I r_3 + I r_6$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{2}{5} r_1 + r_3 + r_6} = \frac{5 \text{ В}}{\frac{2}{5} \cdot 2 \text{ мОм} + 1 \text{ мОм} + 1 \text{ мОм}} =$$

$$= \frac{5 \text{ В}}{\frac{4}{5000} \text{ Ом} + \frac{1}{1000} \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = \frac{5 \text{ В}}{1,0018 \text{ Ом}} \approx 5 \text{ А} \checkmark$$

$$I_1 = 2 \text{ А} \checkmark, I_2 = 3 \text{ А} \checkmark, I_3 = 5 \text{ А} \checkmark$$

ответ: 2 А; 3 А; 5 А.

Задача:

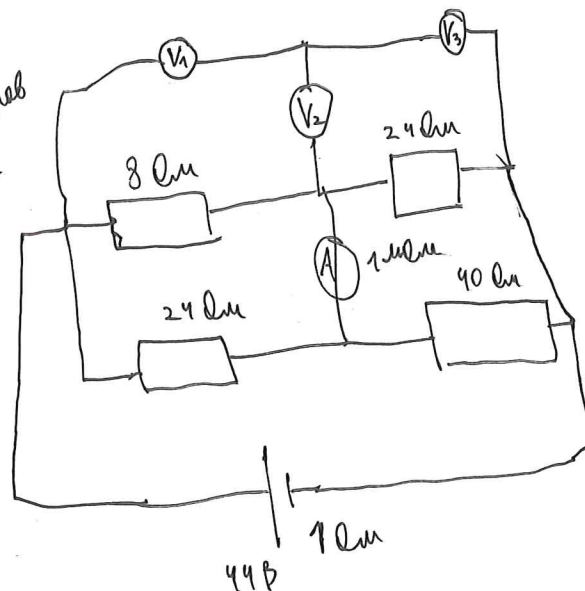
П.р. сопротивление вольтметров более 1 Мом, что много больше сопротивлений всех участков цепи, но так, ^{неудобно} но нам настолько мало, что мы можем пренебречь. А значит показания равны 0 В.

$$U_1 = U_2 = U_3 = 0 \text{ В}$$

Стало быть, мы можем

перерисовать схему (следующий шаг)

Сопротивления проводов можно не учитывать, т.к. оно много меньше ~~всех~~ сопротивлений участков цепи.



По правилам Кирхгофа и ^{методом} записав систему ур-ий:

$$I = I_1 + I_2$$

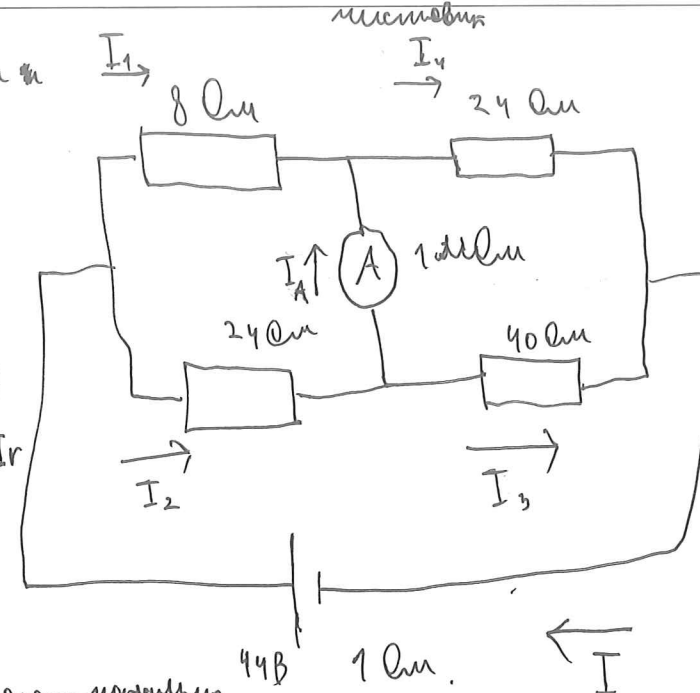
$$I = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_A = I_4$$

$$\mathcal{E} = I_1 r_1 + I_4 r_4 + I r$$

$$\mathcal{E} = I_2 r_2 + I_3 r_3 + I r \quad (5)$$

$$\mathcal{E} = I_2 r_2 + I_A r_A + I_4 r_4 + I r$$



Учитывая, что мы разделимся согласно пропорциональности сопротивлений, получим:

$$I_1 = \frac{3}{4} I, I_2 = \frac{1}{4} I, I_4 = \frac{3}{8} I, I_3 = \frac{5}{8} I$$

Из (5) ур-ня системы:

$$\mathcal{E} = \frac{1}{4} I R_2 + \frac{5}{8} I R_3 + I r$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{1}{4} R_2 + \frac{5}{8} R_3 + r} = \frac{44 \text{ В}}{\frac{1}{4} \cdot 24 \text{ Ом} + \frac{5}{8} \cdot 40 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = \frac{44 \text{ В}}{6 \text{ Ом} + 25 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = \frac{44 \text{ В}}{32 \text{ Ом}} = \frac{11}{8} \text{ А} = 1,375 \text{ А}$$

Из (6):

$$I_A = \frac{\mathcal{E} - I_2 r_2 - I_4 r_4 - I r}{r_A} = \frac{44 \text{ В} - \frac{1}{4} \cdot 1,375 \text{ А} \cdot 24 \text{ Ом} - \frac{3}{8} \cdot 1,375 \text{ А} \cdot 40 \text{ Ом} - 1,375 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом}}{0,001 \text{ Ом}} = \dots$$