



# Олимпиада «Физтех» по физике,

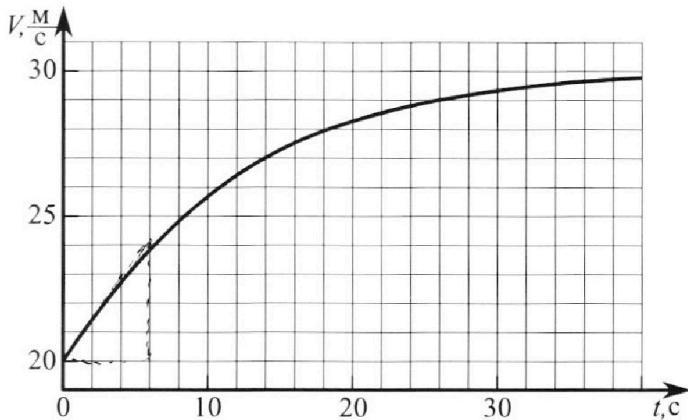
февраль 2023



## Вариант 11-04

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 1.** Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 200$  Н.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

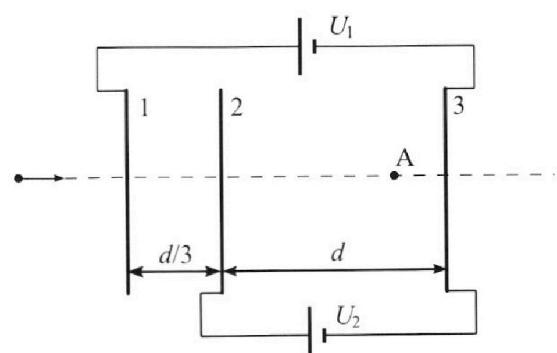
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

- 2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определить начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{АТМ}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- 3.** Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



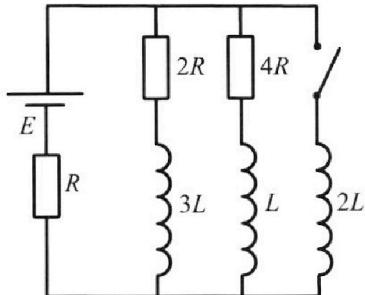
## Вариант 11-04

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

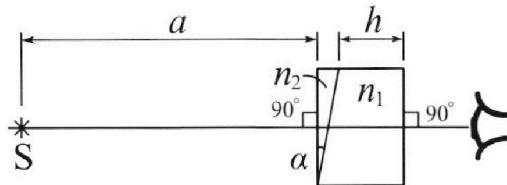
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 100$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N1.

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

Дано ускорение  
1)  $a_0 - ?$

$$2) F_o - ?$$

$$3) \frac{\text{Равнодействующая}}{P} - ?$$

$$1) d = \frac{dV}{dt} = \dot{v}$$

~~доказательство~~ Доказательство  $V = \int d$

Учтём путь  $\dot{v}$ , надо найти максимум начальной скорости в данной задаче.

$$\text{Из условия: } V_{01} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}, V_{02} = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t_{01} = 0 \text{ с}, t_{02} = 4 \text{ с. } a_0 = \frac{V_{02} - V_{01}}{t_{02} - t_{01}} = \frac{23 - 20}{4 - 0} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$2) \text{ В конце пути } V \approx \text{const.} \Rightarrow \cancel{F_{\text{тр}} = F_{\text{阻力}}} \rightarrow F_{\text{тр}} = F_{\text{阻力}}$$

$\Rightarrow F_{\text{тр}} = F_k$  (это  $F_{\text{тр}}$  - сила торможения)

$$\text{В начале } \vec{F}_{\text{норм}} + \vec{F}_o = m \vec{a}_0. \quad \vec{F}_o \xleftarrow{\text{равн.}} \vec{F}_{\text{норм}}$$

$$\text{и: } F_{\text{норм}} - F_o = m a_0. \quad a_0 = \frac{F_{\text{норм}} - F_o}{m} = \frac{F_{\text{норм}} - F_k}{m}$$

$$F_o = F_{\text{норм}} - m a_0 = F_k - m a_0 = 200 - 240 \cdot 0,75 =$$

$$= 20 \text{ Н.}$$

$$3) \frac{\text{Равнодействующая}}{P} \sim F_o, \quad P \sim F_{\text{норм}}. \quad \cancel{P \sim F_{\text{норм}}}.$$

$$3) \text{ Равнодействующая} \sim F_o, \quad P \sim F_{\text{норм}}. \quad \cancel{P \sim F_{\text{норм}}} \quad \begin{matrix} \text{Равнодействующая} \\ \text{равнодействующая в начале} \end{matrix}$$

$$n = \frac{P_{\text{равнодействующая}}}{P} = \frac{F_o}{F_{\text{норм}}} = \frac{20}{200} = 0,1.$$

$$\text{Ответ: 1) } a_0 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad 2) F_o = 20 \text{ Н.} \quad 3) n = 0,1.$$



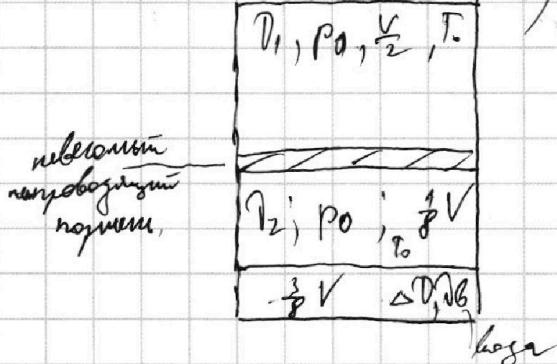
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№2.

В начале



$$1) \text{Равенство начальное} \quad p_0 \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{1}{2} V D_2 R T_0.$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 4$$

$$\Delta D = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V = 3 k D_2 R T_0 = 3 k D_2 R T_0$$

Применение гравитации берется  
наработки выше начальные.

Потому  $p_1 = p_{\text{атм}} + p_2 + p_3$

где  $p_3 = \text{равн. давл. газа при } T = 323 \text{ K}$ , а  $p_2 = \text{давл. CO}_2$ .

$$p_1 = p_{\text{атм}} + p_2.$$

$$p_2 \frac{V}{2} = \frac{3}{8} (D_2 + \Delta D) R T_0.$$

$$p_1 \cdot \frac{V}{2} = \frac{1}{2} D_1 R T_0.$$

$$(p_{\text{атм}} + \frac{6}{3} V D_2 (3 k R T_0 + 1) R T_0) = \frac{8}{8} p_1.$$

$$(p_{\text{атм}} + \frac{6}{3} V D_2 (3 k R T_0 + 1) R T_0) = \frac{4}{3} \cdot \frac{p_0}{2} = 4 p_0.$$

$$p_{\text{атм}} + \frac{6}{3} (3 k R T_0 + 1) \cdot \frac{p_0}{8} = 4 p_0. \quad (\text{Учитывая } TR = \frac{4}{3} R T_0 = \frac{4}{3} \cdot 82 = 106.7)$$

$$p_{\text{атм}} + \frac{6}{3} \frac{p_0}{8} (3 k \cdot \frac{3}{4} T_0 + 1) = 4 p_0.$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{4 - \frac{6}{3} (\frac{9}{4} k T_0 + 1)} = \frac{p_{\text{атм}}}{4 - \frac{6}{3} (\frac{9}{4} \cdot 0.6 \cdot 10^3; 3 \cdot 10^3 + 1)} = \frac{p_{\text{атм}}}{2,55}$$

$$\text{Делю: 1) } \frac{D_1}{D_2} = 4 \quad 2) \quad p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2,55}.$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

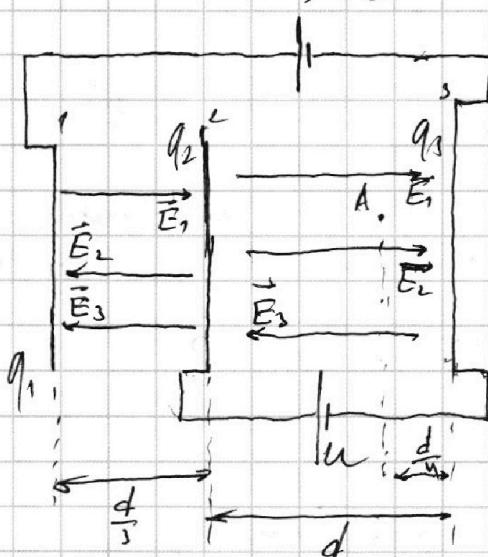


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

5 Н



№3.

Решение задачи 1 схемы  $q_1, q_2, q_3; E_1, E_2, E_3$  - константы времени изменения напряжения

$$E_1 = \frac{q_1}{2L_{0.5}}, E_2 = \frac{q_2}{2L_{0.5}}, E_3 = \frac{q_3}{2L_{0.5}}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0, \text{ т.к. напряжение не меняется}$$

Решение напряжений между 2 и 3 схемой задачи 1:

$$d\left(\frac{q_1}{2L_{0.5}} d (E_1 + E_2 - E_3)\right) = u.$$

$$\frac{d}{2L_{0.5}} (q_1 + q_2 - q_3) = u$$

Напряжение между 1 и 3, где напряжение постоянное 5 Н

$$\frac{d}{2} (E_1 - E_2 - E_3) + d (E_1 + E_2 - E_3) = 5u$$

$$\frac{d}{6L_{0.5}} (q_1 - q_2 - q_3) = 4u$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2uL_{0.5}}{d} \\ q_1 - q_2 - q_3 = \frac{2uL_{0.5}}{d} \end{cases}$$

$$2q_1 = \frac{24uL_{0.5}}{d}, q_1 = \frac{12uL_{0.5}}{d}$$

$$2q_3 = -\frac{24uL_{0.5}}{d}, q_3 = \frac{-12uL_{0.5}}{d}$$

$$(q_2)^2 - q_1 - q_3 = -\frac{12uL_{0.5}}{d} + \frac{12uL_{0.5}}{d} = \frac{-11uL_{0.5}}{d}$$

$$1) (E_1 + E_2 - E_3) q = m a_2$$

$$\left( \frac{6u}{d} + \left( -\frac{11u}{2d} \right) - \left( -\frac{u}{2d} \right) \right) q = m a_2$$

$$a_2 = \frac{uq}{md}$$

$$2) (E_1 - E_2 - E_3) q \cdot \frac{d}{3} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} - \text{здесь учитывается энергия}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$2) (E_1 + E_2 - E_3) q \frac{d}{2} = \frac{m V_2^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2} - \text{закон сохранения кинетической энергии}$$

$$\text{Нам надо найти } \frac{m V_2^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2} = \frac{U q d}{2} = U q$$

$$3) (E_1 - E_2 - E_3) q \frac{d}{3} = \frac{m V_1^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\frac{m V_1^2}{2} = \left( \frac{6U}{d} + \frac{11U}{2d} + \frac{U}{2d} \right) q \frac{d}{3} = 4Uq$$

$$(E_1 + E_2 - E_3) q \frac{3d}{4} = \frac{m V_A^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{3}{4} Uq = \frac{m V_A^2}{2} - 4Uq \quad \cancel{V_A^2 \rightarrow 4,5 Uq}$$

$$V_A^2 = \frac{9,5 Uq}{m} \quad (V_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2 m}})$$

$$\text{Отв: } 1) a_2 = \frac{Uq}{md} \quad 2) E_{k3} - E_{k2} = Uq, 3) V_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2 m}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sigma Q = I_0 k + I_2 k + I_2 \cdot 4R = \frac{11}{3} I_3 R + \\ + \frac{2}{3} I_3 \cdot 2k + 2I_3 \cdot 4R = \cancel{\frac{34}{3} I_3 k} \cdot 13I_3 R.$$

$$E_{\text{пол.}} = \Delta W + Q$$

$$W = W_1 = \frac{L I_{02}^2}{2} + 3 \frac{L I_3^2}{2}$$

$$W_2 = 82 \frac{L I^2}{2}, \text{ где } I = \frac{E}{R}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{02} = \frac{E}{2R} \quad 2) \dot{I}_3 = \frac{2E}{7L}$$

$$Q = \int_0^{13} I_3 k dI_3 = 13 \frac{I_3^2}{2} R \Big|_0^{13} = \\ = \frac{13}{2} \frac{2 \frac{E^2}{R^2} R}{2} = \frac{13}{2} \frac{E^2}{R}.$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{02} = \frac{E}{2R} \quad 2) \dot{I}_3 = \frac{2E}{7L}.$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

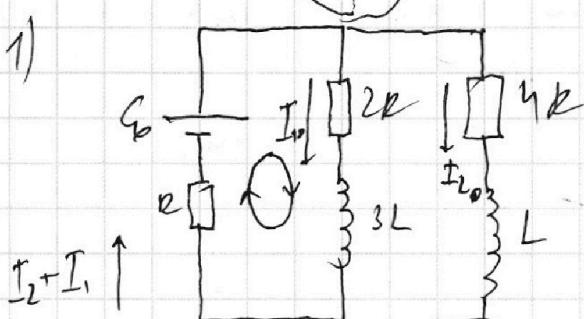
**МФТИ**



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N 4

1)



Установив резину,  $U_L = U_{3L} = 0$ .

Кирхгоф:

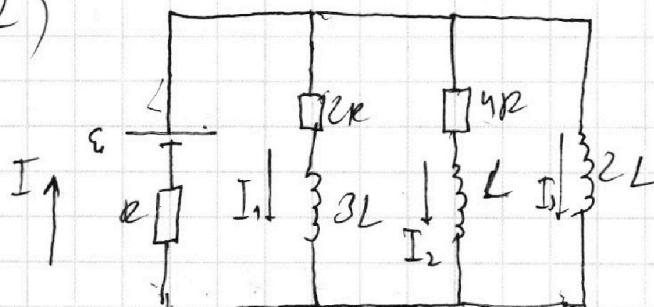
$$E = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20}) R$$

$$E = I_{20} \cdot 4R + (I_{10} + I_{20}) R.$$

$$I_{10} R = \frac{E - I_{20} R}{3}; E = 5 I_{20} R + \frac{E - I_{20} R}{3}$$

$$3E = 15 I_{20} R + E - I_{20} R \quad \left( I_{20} = \frac{E}{4R} \right), I_{20} = \frac{2E}{4R}, I_2 = \frac{3E}{4R}$$

2)



Следующее уравнение  
меня в конечном итоге  
не интересует

Кирхгоф для контура  
с  $E$  и конденсатором  $2L$ :

$$E = 2L \frac{dI_3}{dt} + IR$$

$$\dot{I}_3 = \frac{E - IR}{2L} = \frac{E - \frac{3E}{4}}{2L} = \frac{2E}{4L}$$

3) Задача 3 упрощена из Кирхгофа

3) 3 упрощена из Кирхгофа для упрощения решения

$$\left\{ \begin{array}{l} E = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3) R \\ E = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3) R \end{array} \right.$$

он же

$$3I_1 = 2I_3 = I_2$$

в свободном колебании

$$3I_1 = 2I_3 = f_n$$



- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

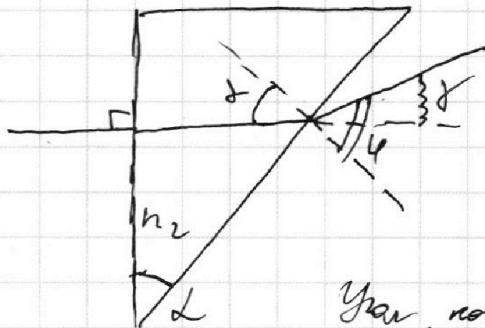
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 5.

1) Имея  $n_1 = n_2 = 1$ , можно сказать, что лучи с путью  $n_1$ ,  
где  $\sin \theta \approx d$ , имеющие длину  $d$ .

$$n_2 \sin d = n_1 \sin \theta$$



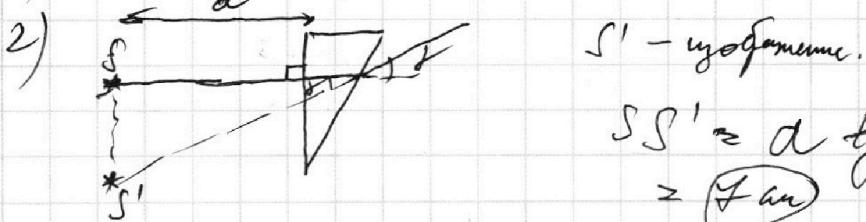
$$\theta = \arcsin\left(\frac{n_2 \sin d}{n_1}\right) \approx \\ = \arcsin(0,14)$$

Угол, который имеет этот путь -  $\theta$ .

$$\theta = \arcsin(0,14) - 0,1 = \theta \approx 0,04^\circ$$

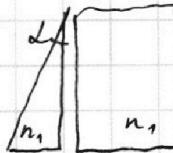
2) ~~Чем больше угол между  $\theta$  и  $\pi$ , тем меньше путь.~~ (истинно)

2) Чем ~~меньше~~ угол между  $\theta$  и  $\pi$ , тем ~~больше~~ путь.



$$SS' \approx d \text{ т.к. } \theta \approx 100.00^\circ \\ \approx 100 \text{ мкм}$$

3) Разделите путь с показателем  $n_1$  на 2 (если имеется возможность разделить путь на две части).



Путь с  $n_2 = 1,7$  разделен на две части по  $d$ .

Путь с  $n_2 = 1,7$  разделен на две части по  $d$ .

Из полученного пути с показателем  $n_2 = 1,7$  можно вычесть  $d = 0,4 \text{ мкм}$ .

- |                          |   |                          |   |                          |   |                          |   |                                     |   |                          |   |                          |   |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | 6 | <input type="checkbox"/> | 7 |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|



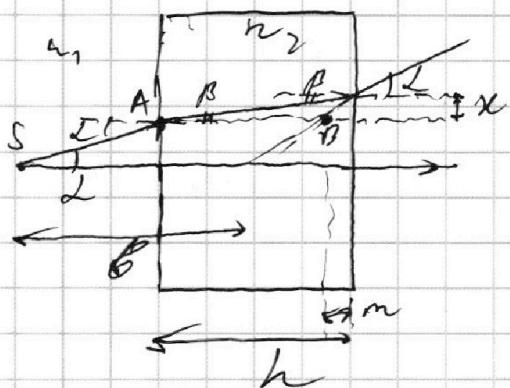
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

15.

$$\text{на } h = a \cdot \operatorname{tg} \beta = 100 \cdot 0,04 = 4 \text{ см}$$

~~Н.т. с. он неизвестно~~ ~~изображение~~ ~~будет~~ ~~найдено~~  
~~если~~ ~~3 см~~ ~~он~~

Задача решена методом нахождения ~~изображения~~ ~~будет~~ ~~найдено~~  
расстояния пока будем ~~изображение~~.



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta; n_1 \alpha = n_2 \beta$$

Найден ~~изображение~~ ~~будет~~ ~~найдено~~  
(угол  $\beta$ )

$$b \sin \beta = \frac{n}{h}; b = \frac{n}{\sin \beta}$$

$$b = h - m =$$

$$= h - \frac{\beta h}{\alpha} = h - \frac{n_1}{n_2} h = h \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) \text{ с условием,}$$

$$\text{что } n_2 > 1 \text{ (богдан) } \text{ найдем } b = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\text{Для нашего случая } b = 94 \left(1 - \frac{1}{7,4}\right) = 4 \text{ см.}$$

Наше расч.  $N$  с  $\Gamma$  до  $H$  конечного

$$\text{Известно } N = \sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{5^2 + 4^2} = 5 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: 1) } \beta = 0,07 \quad 2) \quad S \beta_1 = 4 \text{ см}, \quad 3) \quad N = 5 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N1

$$1) \quad a = \frac{dV}{dt}^2 \text{ гд. } \frac{9}{6} = \frac{2}{2} \approx 0,666 \\ dt = 6 \text{ с } \Delta V = ? \quad \frac{3}{4} \approx 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$P = \text{const} \quad P_t = A^2 \frac{m v^2}{2} - m \frac{v_0^2}{2}$$

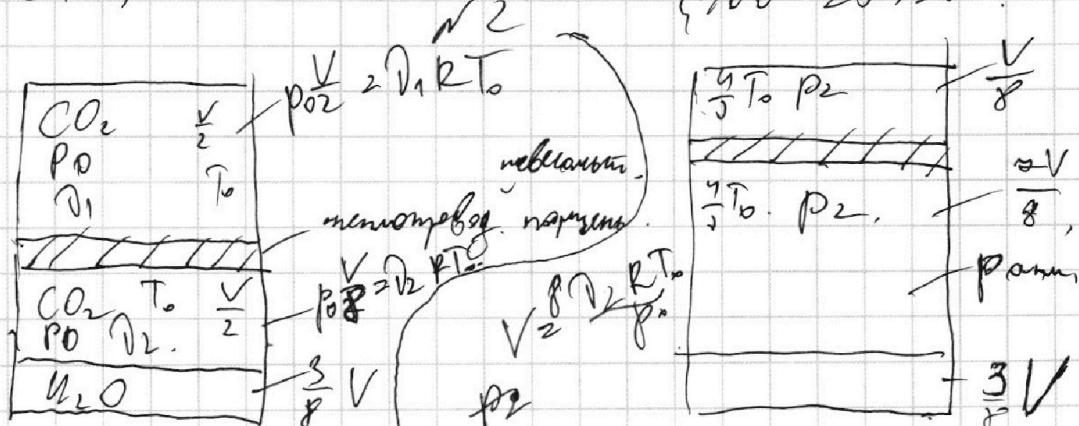
$$\frac{F_T}{120} = F_c \quad F_T - F_c = ma.$$

$$\frac{168}{180} \quad R_c = F_T - ma = 200 - 240 \cdot 0,75 = 0.$$

$$\therefore \frac{P_c}{P_t} = \frac{F_c}{F_T} = \frac{200 - 240 \cdot 0,75}{200} = 0.25$$

$$200 - 240 \cdot 0.25$$

$$\frac{3}{4} \cdot 100 = 25 \Rightarrow 95^\circ$$



$$\Delta T = k p_0 V$$

$$\Delta T = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V.$$

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = RT_0.$$

$$\Delta T_1 = \Delta T_2$$

$$\left( \frac{T_1}{T_2} = 2 \right)$$

$$p_2 \frac{V}{8} = \frac{3}{8} k T_0$$

$$p_2 \frac{V}{2} = (p_2 + \Delta p) \frac{V}{2} = \frac{1}{3} (p_2 + \Delta p) V_1$$

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

$$15 p_2 = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V_1$$

$$15 p_2 = k \cdot p_0 \cdot \frac{3}{8} V_1$$



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V}{2} \xrightarrow{1) p_0 \frac{V}{2} = \bar{D}_1 R T_0} \left( \frac{V}{2} \right) \frac{\bar{D}_1}{\bar{D}_2} = \bar{D}_2 R T_0 \quad \left( \frac{V}{2} \right) \frac{R T_0}{\bar{D}_2} = \bar{D}_2 R T_0$$

$$2) \text{ в баллоне избыток газа} \quad \Delta T = K p_0 \cdot \frac{3V}{8} = 3K \cdot \bar{D}_2 R T_0$$
  

$$3) \frac{1}{3} \bar{D}_1 = \bar{D}_1 p_1 + \frac{V}{8} \cdot \frac{1}{12} T_0 \cdot R \cdot 3 \cdot 10^3 \quad p_1 \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \bar{D}_1 R T_0$$

$$p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{4}{3} \bar{D}_1 R T_0$$

$$p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{4}{3} (\bar{D}_2 + \Delta D) R T_0$$

$$p_{\text{атм}} + \frac{4}{3} \bar{D}_1 R T_0 = p_{\text{атм}} + \frac{4}{3} (\bar{D}_2 + \Delta D) R T_0$$

$$(p_{\text{атм}} + \frac{4}{3} \bar{D}_2 (3K R T_0 + 1) R T_0) \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \bar{D}_2 R T_0$$

$$p_{\text{атм}} + \frac{4}{3} \bar{D}_2 (3K R T_0 + 1) R T_0 = p_{\text{атм}} + \frac{2}{3} \frac{p_0}{R T_0} +$$

$$\frac{3 \cdot 0,3}{9} \cdot \frac{4}{3} \bar{D}_2 R T_0 = \frac{2}{3} \frac{p_0}{R T_0}$$

$$\frac{4}{9} - \frac{0,9}{9} + 1 = 0,45 \quad \frac{4}{3} (1,95) = 2,6 \quad \sqrt{3} = 1,732 \quad E_d = 2,55$$
  

$$E_2 = \int E dS = \frac{0,5}{\epsilon_0}$$

$$2E \cdot S = \frac{q}{\epsilon_0} \quad E = \frac{q}{2\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$F = m \cdot \epsilon^2 \cdot E q = q \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right)$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$q = \frac{dI_2}{dt} = 2L + IR$$

$$q = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + IR^2 (I_1 + I_2 + I_3)$$

$$IR = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} = + I_2 \cdot 4R +$$

$$I_1 \cdot 2R + 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R + L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

$$A_{q_1} = q_1 = 2L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$(I_1 \cdot R = L \cdot \ddot{q}_1 - 3L \cdot \dot{q}_1 + I_2 \cdot 4R) = 2L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 3L \cdot \dot{q}_1 + 2L \cdot \ddot{q}_3$$

$$q_1 = 2L \cdot \frac{dI_1}{dt} = I_1 \cdot 2R + 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_1}{dt} - L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

$$q_1 = 2L \cdot \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R + L \cdot \ddot{q}_2 - L \cdot \dot{q}_1 - 3L \cdot \ddot{q}_3$$

$$q_1 = I_2 \cdot 4R + L \cdot \ddot{q}_2 + L \cdot \dot{q}_1 - 3L \cdot \ddot{q}_3 + I_2 \cdot 4R +$$

$$+ 2L \cdot \ddot{q}_3 - L \cdot \dot{q}_2 = \frac{3}{2} (2L \cdot \dot{q}_2 - L \cdot \ddot{q}_2) +$$

$$+ \frac{L \cdot \ddot{q}_2}{4}$$

$$q_1 = 2L \cdot \dot{q}_3 + \frac{2L \cdot \dot{q}_3 - 3L \cdot \dot{q}_1 + 2L \cdot \dot{q}_3 - L \cdot \ddot{q}_2}{4} +$$

$$+ R \cdot \dot{q}_2 \cdot R \cdot I_1 \cdot 2R + 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R$$

$$I_2 \cdot 4R + I_3 \cdot 4R = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{dI_1 \cdot 3R - 2I_2 \cdot I_3}{dt} = 0$$

$$I_3 \cdot \frac{dI_1}{dt} - 2I_2 \cdot \frac{dI_3}{dt} = 0$$

$$3I_1 = 2I_3$$

$$2I_1 - I_2 = 0 \quad I_2 = 2I_3$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

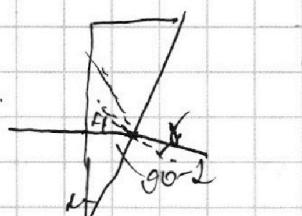
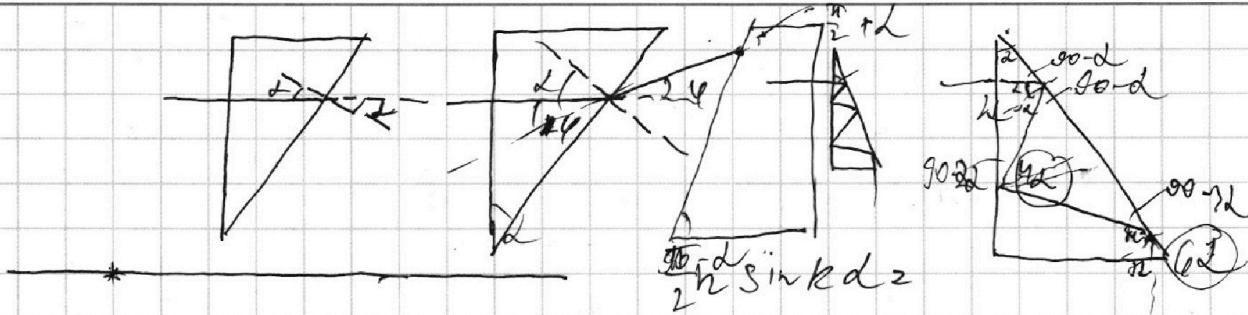
решение которой представлено на странице:



- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$h_2 \sin \theta = n b \sin \gamma$$

$$\cos \theta = \frac{a}{n}$$

$$n = \frac{a}{\sqrt{a^2 + h^2}}$$

$$a = 5,5 \text{ m}$$

$$\sin \gamma = 0,14$$

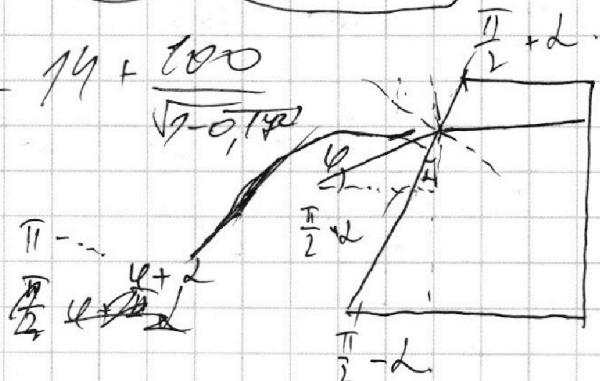
$$\Rightarrow \gamma - \theta \quad \sin \gamma = \frac{n b \sin \theta}{n} = \frac{n b}{n} = b$$

$$\sqrt{1 - 0,14^2}$$

$$Eq_3 = \frac{n U_2^2}{2} \frac{h + a}{\cos \theta} = 14 + \frac{100}{\sqrt{1 - 0,14^2}} \cdot \frac{\pi}{2} + d$$

$$Eq_2 = \frac{n U_2^2}{2} \cdot \frac{a}{2}$$

$$\frac{n U_2^2}{2} \left( \frac{6a}{d} + \frac{11h}{2d} \right)$$



Eq\_2 R

$$2Lq_3 = Lq_2 + I_2 R$$

$$0 = 2Lq_3 + (I_1 R + I_2 + I_3) R$$

$$Eq_{общ} = Lw + IR$$

Eq\_2 R



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ**

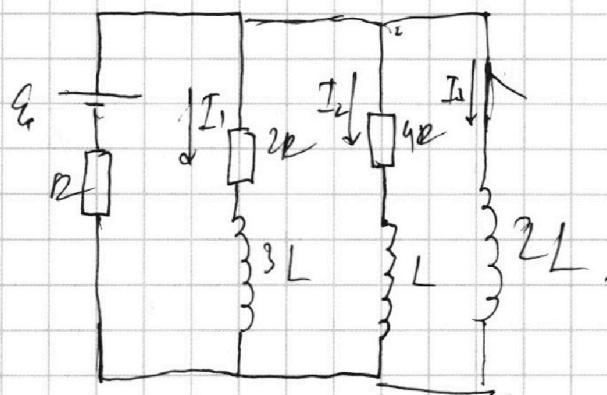
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3) q^2 = \text{max.}$$

$$2a \frac{q}{5} = V_L - V_0$$

$$I_{012} = \frac{V_0 - \frac{\mathcal{E}_3}{2}}{3R} = \frac{\frac{2}{3}\mathcal{E}_3}{3R}$$

н/у.



$$\mathcal{E}_1 = I_1 \cdot 2R + IR$$

$$\mathcal{E}_2 = I_2 \cdot 4R + IR$$

$$I_2 = I_1 + I_3$$

$$2\mathcal{E}_2 = I_1 \cdot 2R + I_3 \cdot 4R +$$

$$+ 2IR + 2I_2 R ..$$

$$\mathcal{E} = I_1 \cdot 2R + (I_1 + I_2) R$$

$$\mathcal{E} = I_2 \cdot 4R + IR$$

$$\mathcal{E} = 2\mathcal{E}_2 - 8I_2 R + I_2 R$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R} - 5I_2$$

$$2\mathcal{E}_2 = 13I_2 R; I_2 = \frac{1}{13} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{5}{13} \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{28}{13} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I_2 = ?$$

$$\mathcal{E}_0 = I_3 R + 2L \frac{dI_3}{dt} + I_0 R$$

$$= \frac{\mathcal{E}}{94L}$$

$$\mathcal{E}_0 = I_3 \cdot 2R + \frac{\mathcal{E} - I_0 R}{2L} = I_3 = \frac{\mathcal{E} - 2I_0}{2L}$$

$$2R \quad \mathcal{E}_0 = 2I_3 + IR$$

$$\mathcal{E}_0 = 2 \frac{dI_3}{dt} + IR$$

$$\mathcal{E}_0 = 3L \frac{dI_3}{dt} + IR$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

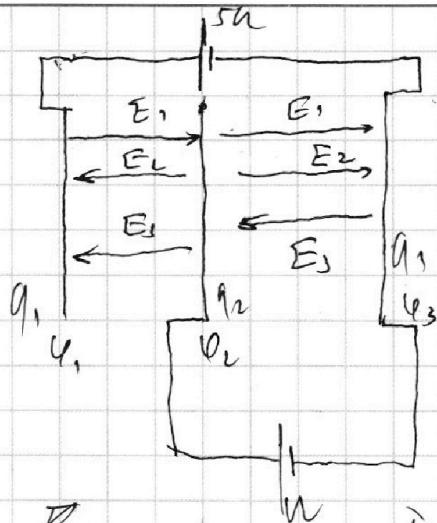
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$U_2 - U_3 = \underline{?} \text{ d } \sum E =$$

$$\text{d} \left( \frac{q_1}{260S} + \frac{q_2}{260S} - \frac{q_3}{260S} \right) ?$$

$$U_1 - U_2 + U_2 - U_3 =$$

$$= \text{d} \left( \frac{q_1}{260S} - \frac{q_2}{260S} - \frac{q_3}{260S} \right) \neq U = 5U$$

Р.  
направление тока

$$\text{d} \left( \frac{q_1}{260S} + \frac{q_2}{260S} \right) (q_1 + q_2 - q_3) = \text{d} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$12q_1 + 12q_2 - 12q_3 = q_1 - q_2 - q_3 \quad 1 - \frac{1}{12}$$

$$\begin{cases} 11q_1 + 3q_2 - 11q_3 = 0 \\ 11q_1 + 11q_2 + 11q_3 = 0 \end{cases} \quad 11 - 60$$

$$\left\{ \frac{U}{d} \cdot 260S = q_1 + q_2 - q_3 \right. \quad \left. \Rightarrow \frac{U}{d} = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{260S} \right.$$

$$\frac{U}{d} = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{260S} = q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0. \quad q_1 = \frac{12U}{d} \cdot 260S$$

$$q_2 + q_3 = \frac{26U}{d} \cdot 260S = 2q_1 - 2q_3. \quad q_2 = \dots$$

$$I = (E_1 + E_2 - E_3) q_1$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$+ \cancel{I_3} \cdot \frac{2}{3} I_3 \cdot 2R + \cancel{I_4} \cdot 2I_3 \cdot 4R = Q$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 3I_3 + \frac{2}{3} I_3 = I_4 \leq \frac{11}{2} I_3$$

$$\cancel{\frac{13}{3}} + \cancel{\frac{24}{3}} = \frac{34}{3}$$

$$I_0 = \cancel{I_3} \cdot IR$$

$$\frac{11}{2} + \frac{4}{3} \neq \frac{24}{3} = \frac{34}{3} = 13$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

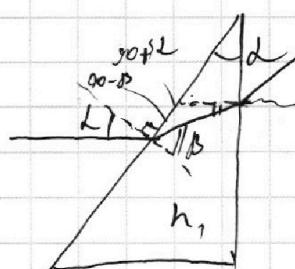


- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

21



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \Rightarrow \beta = \arcsin \left( \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha \right)$$

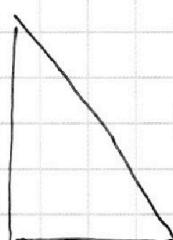
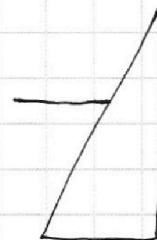
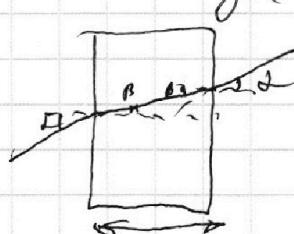
$$h_1 = n_1 \sin \alpha \cdot d = n_1 \sin \beta \cdot d$$

$$\beta = \arcsin \left( \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha \right)$$

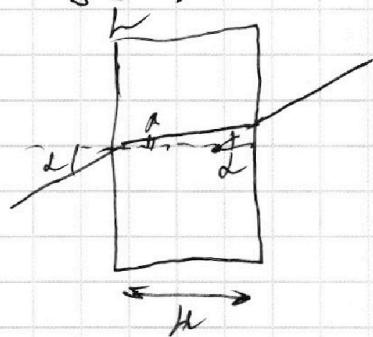
$$\text{на } h = a \cdot \tan \beta =$$

$$(n-1) \cdot d =$$
  
$$0,16 \cdot 0,75 =$$
  
$$0,04.$$

$$h = 0,04.$$



$$h$$



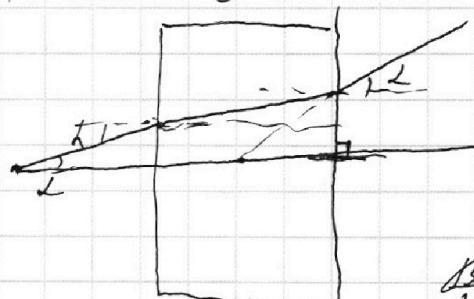
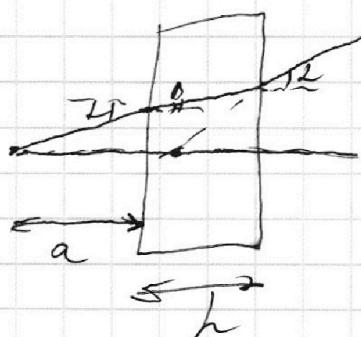
$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 d = h_2 \beta. \quad \beta = \frac{\pi}{n}$$

$$\pi$$

$$\sin \beta = \frac{\pi}{n}$$

$$\sin \alpha = \frac{\pi}{n}$$



$$\frac{\beta}{2} = \frac{h_1}{h_2}$$

$$\alpha = n_1 \sin \alpha, \quad \beta = n_2 \sin \beta$$

$$\beta = \frac{\pi}{n}, \quad d = \frac{\pi}{n_1}$$

$$h - m_2 h = h - \frac{\beta h}{2} = 2h - \frac{h_1}{n_2} h_2$$

$$2h$$

