

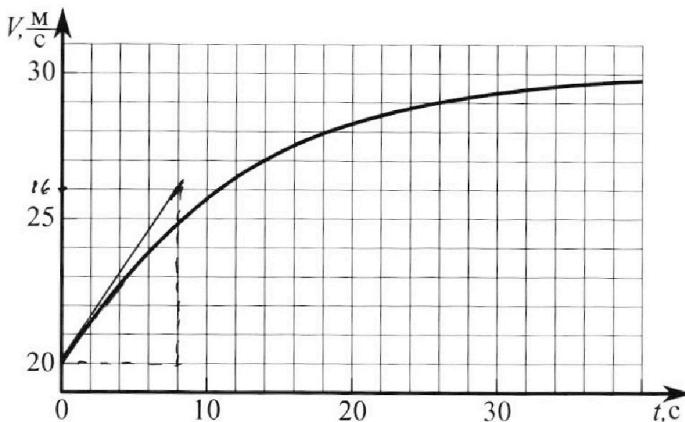
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

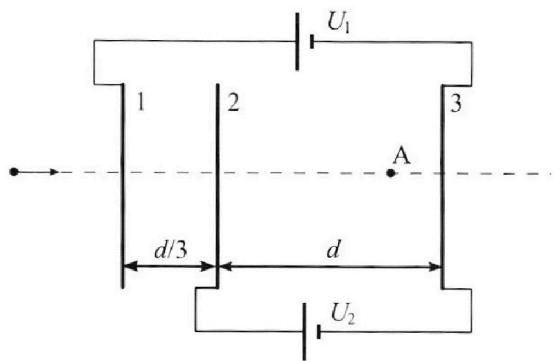
Требуемая точность числового ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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) Определите 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**



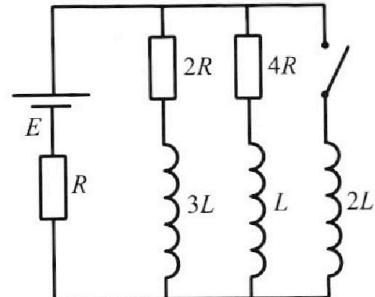
Вариант 11-04

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

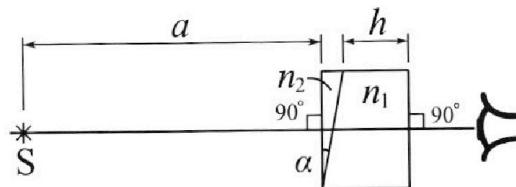
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



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

1.

Ускорение тела уменьшается в начале над водой

$$\text{решение} \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{26\ddot{\varepsilon} - 10\ddot{\varepsilon}}{80\text{с} - t} = \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \text{уменьшается}$$

над водой, начальная и текущая $v(t)$ в конце $t=0$

Пусть на тело действует разгоняющая сила F_{gb} . Т.к. в воде действует сила F_k сопротивления

$$F_{gb} \cdot v = P = \text{const}$$



$$\text{в конечной зоне: по З.Н. } m\ddot{v} = F_{gb} - F_k$$

$$\text{от: } 0 = F_{gb} - F_k$$

$$P = F_{gb} \cdot v_k =, \text{ где } v_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{скорость в конечной зоне.} \quad F_{gb} = F_k$$

$$\text{В начале движения из З.Н.: } m\ddot{v} = F_{gb} - F_0 \quad v_0 - \text{скорость в начале движения.} \quad m\ddot{v} = \frac{P}{m} - F_0$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} - m\ddot{v} = F_k \frac{v_k}{v_0} - m\ddot{v}$$

$$F_0 = 200 \text{ Н. } \frac{30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 200 \text{ Н. } \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= 300 \text{ Н. } 110 \text{ Н. } 110 \text{ Н.}$$

Мощность, передаваемая на преодоление сопротивления $P_1 = F_0 v_0$

$$\frac{P_1}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_k v_k} = \frac{110 \text{ Н. } 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{200 \text{ Н. } 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,4$$

$$\text{Ответ: 1) } 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad 2) 120 \text{ Н.} \quad 3) 0,4$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

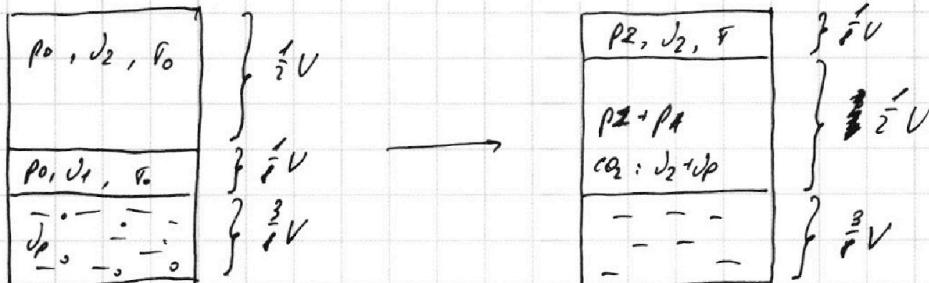


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

2.



ρ_2 - давл. ρ_2 в верх. части после изгиба

ρ_1 - давл. ρ_2 в нижней части после изгиба

$$\rho_1 = \rho_2$$

ρ_2 - давл. расщепленного в воде ρ_2 уменьшено

ρ_1, ρ_2 - давл. ρ_2 в нижней и верх. частях сосуда одинаковы

Поршень в обоих сеч. находится в равновесии,

и он небесоман \Rightarrow давл. в нижних частях равны.

Из ур. состояния газа:

$$\text{из началь: } \rho_0 \cdot \frac{1}{2}V = \rho_2 R T_0 \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_0} = \frac{\frac{1}{2}V}{R T_0} = 4$$

$$\frac{R T_0}{V} = \frac{1}{8} \quad \leftarrow \rho_0 \cdot \frac{1}{2}V = \rho_1 R T_0 \quad \rho_1 = 4 \rho_0$$

$$\text{из закона Берн.: } \rho = k \rho_0 \cdot \frac{3}{8}V \quad \rho_2 = 4 \rho_0$$

После изгиба расщепл. ρ_2 передалась в эл. давл. поршня при $383K - PA$

Давл. в обеих частях равны $\Rightarrow \rho_2 = \rho_1 + p_A$

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 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!

$$\begin{cases} p_2 \cdot \bar{\rho}V = V_2 RT \Rightarrow p_2 = \frac{RT}{V} = \frac{128}{3} \cdot \frac{RT_0}{V} \\ (p_2 - p_A) \cdot \bar{\rho}V = (V_2 - V_A)RT \end{cases}$$

$$(p_2 - p_A) \cdot \bar{\rho}V = (V_2 - V_A) \cdot R \cdot \frac{T_0}{3}$$

$$(p_2 - p_A) = \frac{1}{3} \frac{(RT_0)}{(V_2 - V_A)} \cdot (V_2 - V_A)$$

$$(p_2 - p_A) = \frac{f_0}{3} \cdot \frac{V_2 - V_A}{V_2}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{RT_0}{V} - p_A = \frac{f_0}{3} \left(1 + \frac{V_2 - V_A}{V_2} \right)$$

~~$$f_0 = \frac{1}{3} \frac{RT_0}{\rho_0 V}$$~~

$$\frac{16}{3} \cdot p_0 - p_A = \frac{f_0}{3} + \frac{k_{p_0} \cdot \bar{\rho}V}{\frac{1}{3} \frac{\rho_0 V}{R T_0}}$$

$$5p_0 = p_A + 3k_{p_0} T_0$$

М.н. $3k_{p_0} T_0 = \frac{9}{4} k_{p_0} RT = \frac{9}{4} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \approx 51 \text{ Pa} \ll p_A \approx 10^6 \text{ Pa}$

$$p_0 \approx \bar{\rho} p_A$$

Ответ: 1) 4 2) $\bar{\rho} p_A$



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

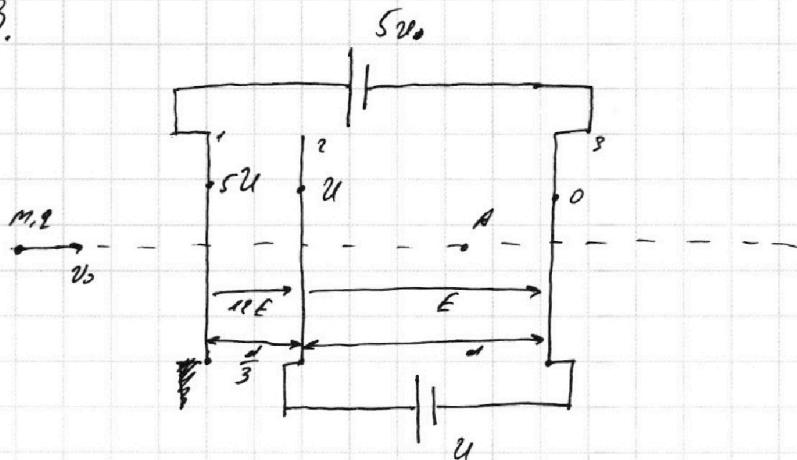
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3.



Рядом на пластине 3 небольшой $\varphi \rightarrow$ из-за

изменения поля на пластине 2 и 1 небольшой

$\varphi + U$ и $\varphi + 5U$ соответственно.

При этом пластине 1, 2, 3 заряжены Q_1, Q_2, Q_3

согласно \Rightarrow из закона сохр. заряда $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

Следует можно считать для пластинички, что она

имеет поля E_1, E_2, E_3 равные $\frac{Q_1}{26S}, \frac{Q_2}{26S}, \frac{Q_3}{26S}$
(S -площадь сечения)

согласно \Rightarrow поле за сечением \neq будет равно

$$\frac{Q_1}{26S} + \frac{Q_2}{26S} + \frac{Q_3}{26S} = \frac{1}{26S}(Q_1 + Q_2 + Q_3) = 0 \Rightarrow$$

следует это будет только если прохода нет

то сечка в то время из β . Тогда $\varphi = \varphi_\infty = 0$



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!

Между первыми 2 и 3 сидят по 12

человека, то $E_d = 11$

Уз 23.1:

$$ma = F_d \Rightarrow ma = gE = \frac{gU}{d}$$

$$a = \frac{gU}{md}$$

Уз 3с3: (φ_2, φ_3 - потен. энергия 2 и 3)

$$K_3 + g\varphi_3 = K_2 + g\varphi_2 \Rightarrow K_3 - K_2 = g(\varphi_2 - \varphi_3) =$$

$$= gU$$

$$\varphi_A = \varphi_2 + E_d \cdot \left(1 - \frac{2l}{d}\right) = \frac{Ed}{d} = \frac{U}{4}$$

Уз 3с3:

$$\frac{mV_0^2}{2} + 5gU = \frac{mV_2^2}{2} + gU \Rightarrow$$

$$= \frac{mV_2^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + 4gU, \text{ где } V_2 - \text{ скорость в } \frac{\text{умножить на } 2}{\text{умножить на } 2}.$$

$$\frac{mV_2^2}{2} + gU = \frac{mV_A^2}{2} + \frac{gU}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{3gU}{4} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{19gU}{4}$$

$$V_A^2 = V_0^2 + \frac{19gU}{2m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19gU}{2m}}$$

Ответ: 1) $\frac{gU}{md}$ 2) gU 3) $\sqrt{V_0^2 + \frac{19gU}{2m}}$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

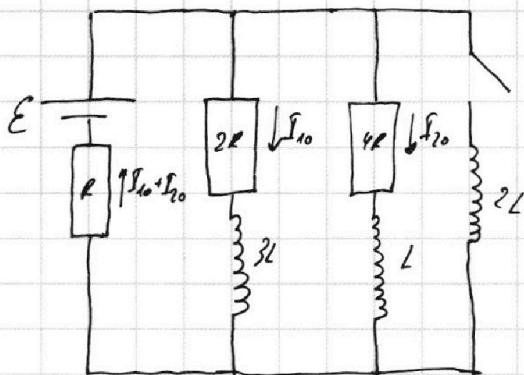
МФТИ

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

4.

В учен. режиме тока не меняется \Rightarrow
 \Rightarrow напр. на катушках - 0

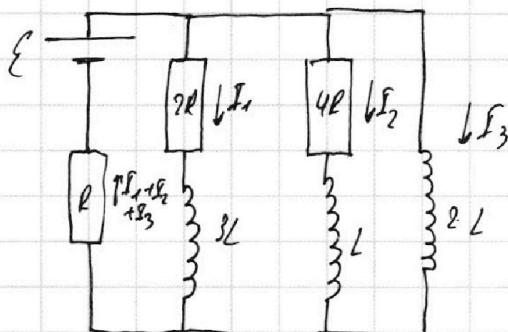
По пр-гу Кирхгофа:



$$\left\{ \begin{array}{l} E = R(I_{10} + I_{20}) + 4R I_{20} \\ E = R(I_{10} + I_{20}) + 2R I_{10} \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2I_{10} = 4I_{20} \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$E = R \cdot 3I_{20} + 4RI_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{7R}$$



По пр-гу Кирхгофа:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = R(I_1 + I_2 + I_3) + 2LI_3 \\ 2LI_3 = 4RI_2 + LI_2 \\ 2LI_3 = 2RI_1 + 3LI_1 \end{array} \right.$$

В момент замыкания тока $I_3 = 0$, так как на резисторах не меняется.

$$\Rightarrow E = R(I_1 + I_2) + 2LI_3 = R(I_{10} + I_{20}) + 2LI_3$$

$$E = \frac{3}{7}E + 2LI_3 \Rightarrow 2LI_3 = \frac{4}{7}E$$

По-моему, для этого бралось то

$$I_3 = \frac{2}{7}\frac{E}{L}$$

также есть только через катушку $2L$, т.к. ее сопр. дифф. 0.
Через осн. катушку ток тоже не дифф. Так что сопр. $I_{21} = \frac{E}{2}$

$$2LI_3 = 4RI_2 + LI_2 \Rightarrow 2LI_3 = 4R(I_{10} + I_{20}) + LI_2 \quad \boxed{I_{21}=0}$$

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!

$$2L \int_{\text{arc}} d\varphi_3 = 4R \cdot \int_{\text{arc}} d\varphi_2 + L \int_{\text{arc}} d\varphi_2$$

$$2L \left(\frac{\theta}{R} - 0 \right) = 4R(\varphi_2 - 0) + L(0 - \frac{\theta}{R})$$

$$\frac{2L\theta}{R} = 4R\varphi_2 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{L\theta}{2R}$$

$$4R\varphi_2 = \frac{15}{8} \frac{LE}{R}$$

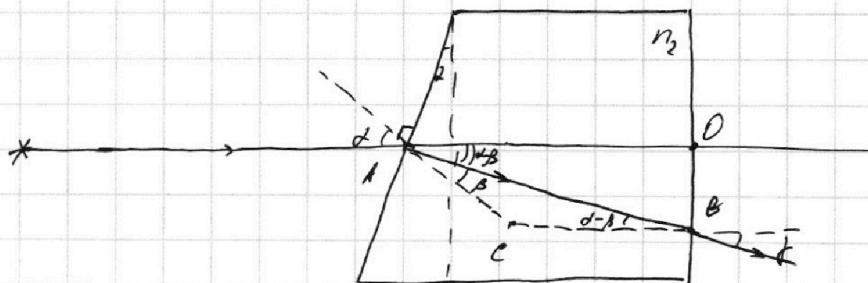
$$\varphi_2 = \frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{8} \frac{E}{R}$ 2) $\frac{2E}{2L}$ 3) $\frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$

5.

При $n_1 = n_2 = 1,0$ свет, проходя через границу, не преломляется.

1)



По 3-му представлению в зоне A: $\sin \alpha' = n_2 \sin \beta$

~~alpha~~ = beta, $\angle CAB = \alpha = \angle BAO = \delta - \beta \Rightarrow \angle CBA = \angle BAO = \delta - \beta$

По 3-му представлению в зоне B: $n_2 \sin'(\delta - \beta) = \sin' f$

$$\begin{cases} \sin \alpha' = n_2 \sin \beta \\ n_2 \sin'(\delta - \beta) = \sin' f \end{cases} \quad \text{умножим} \quad \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \\ f = n_2(\delta - \beta) \end{cases} \Rightarrow \cancel{n_2} f = n_2 \alpha (1 - \frac{1}{n_2})$$
$$f = \alpha(n_2 - 1)$$

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

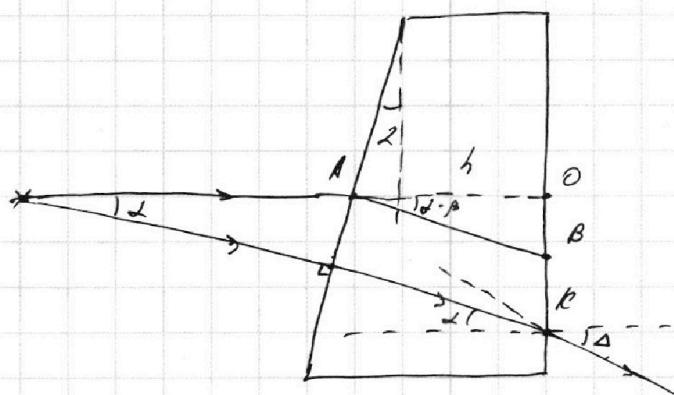
МФТИ

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

$$f = 0,1 \cdot \operatorname{tg}(1,7 - 1) = 0,07 \text{ rad}$$

2) рассмотрим в т. 25 угл. подающий перп. зрачок проекции

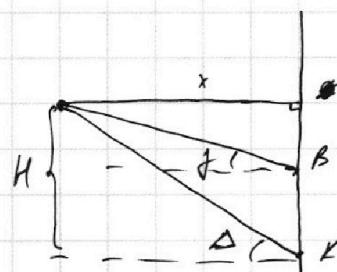
Через то зрачок он проходит
без преломления.



По з-ку обр. 6
вокруг K:

$$\begin{aligned} n_2 \sin \alpha &= \sin \Delta \\ n_2 \Delta &= \Delta \\ \Delta &= 0,1 \cdot 1,7 = \\ &= 0,17 \text{ rad} \end{aligned}$$

Рассмотрим пересечение зрачка в углу



$$\frac{H}{x} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow H = x \alpha$$

$$H = BK - x \operatorname{tg} \beta$$

$$\begin{aligned} BK &= OK - OB = (a + b) \operatorname{tg} \alpha - \\ &- h \operatorname{tg} (\alpha - \beta) = \end{aligned}$$

$$= (a + b) \alpha - h \cdot \alpha (1 - \frac{1}{m})$$

~~$$x \alpha = (a + b) \alpha - h \cdot \alpha (1 - \frac{1}{m}) + x \beta$$~~

~~$$(a + b) \alpha - h \alpha (1 - \frac{1}{m})$$~~

~~$$x = \alpha - \beta$$~~

$$l = \frac{a + b}{\alpha - \beta} h - x = a + b - \frac{(a + b) \alpha - h \alpha (1 - \frac{1}{m})}{\alpha - \beta}$$

$$l = 100 + 14 - \frac{114 - 14(1 - \frac{1}{17})}{0,17 - 0,07} = 114 - \frac{114 - 14 \cdot \frac{17}{18}}{0,1} \approx 1020 \text{ mm}$$

Ответ: 1) 0,07 rad 2) 1020 mm

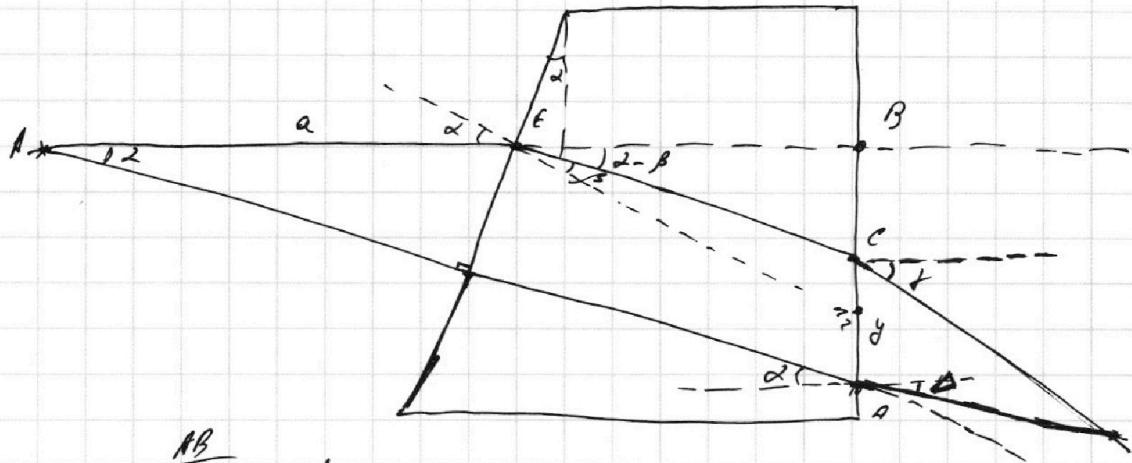


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

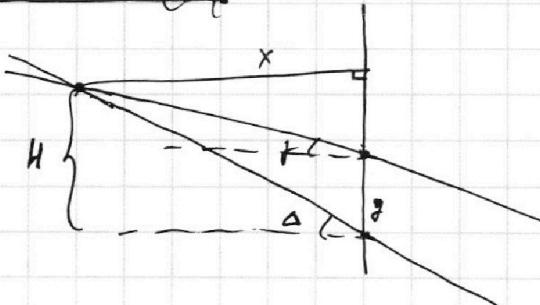


$$\frac{AB}{a+h} = \lg d$$

$$BC = h \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \beta) = h \cdot \alpha(1 - \frac{\beta}{\alpha}) = \Delta n_2 = \text{?} \quad \Delta$$

$$= h \cdot \frac{\alpha^2}{\alpha + \beta} \cdot \alpha$$

$$\Delta = 0,12 \text{ pag}$$



$$\text{• } \frac{H}{x} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow H = x \operatorname{tg} \alpha$$

$$H = g + x t g f$$

$$1190 - \textcircled{16} \quad \begin{array}{l} 15 \\ 0.3 \\ 1.2 \end{array} \quad \cancel{\frac{5}{2}} \cancel{\frac{5}{2}} \cancel{\frac{2}{2}}$$

$$1134 - 114 = 1020$$



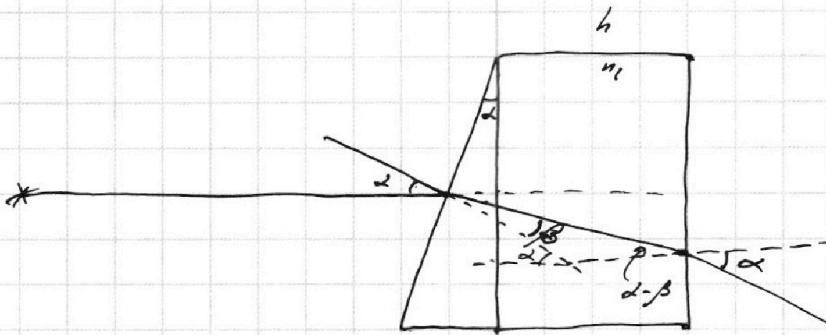
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

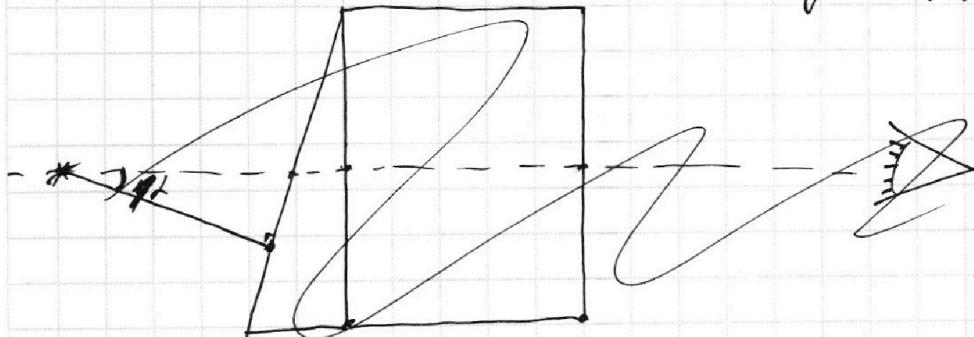


$$\begin{cases} \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ \sin \gamma = n_2 \sin (\alpha - \beta) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n_2} \\ \gamma = n_2 (\alpha - \beta) \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} 2,2 \\ \times 0,7 \\ \hline 1,54 \end{array}$$

~~$$\begin{aligned} \gamma &= n_2 (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = 2 \cdot \frac{1,54}{2} \\ &= 0,3 \cdot 1,54 = 0,972 \\ &\cancel{1,54} \quad \cancel{1,54} \end{aligned}$$~~

$$\begin{aligned} \gamma &= n_2 (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = 2(1,54 - 1) = \\ &= 0,2 \cdot 2 = 0,08 \end{aligned}$$



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

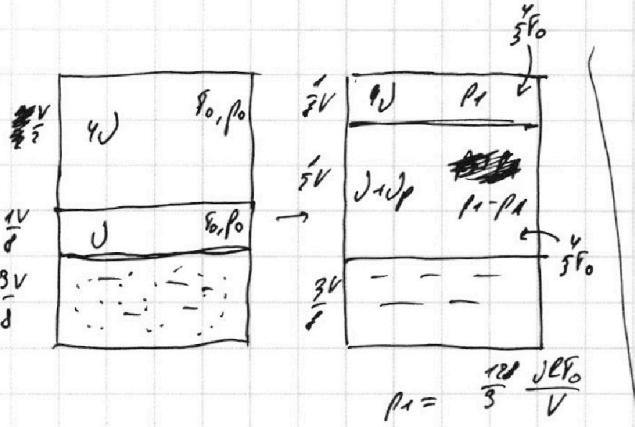
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\frac{16}{3} p \cdot \bar{\varepsilon} V = (J_1 + J_p) R_F$$

$$\frac{8}{3} p V = (J_2 + J_p) R_F$$

$$\frac{16}{3} J_2 R_F_0 = (J_1 + J_p) \cdot \frac{8}{3} R_F$$

$$J_2 = J_1 + J_p$$

$$J_p = \cancel{15} J_2$$

$$p_1 \cdot \bar{\varepsilon} V = J_1 R \cdot \frac{8}{3} R_F$$

$$(p_1 - p_A) \cdot \bar{\varepsilon} V = (J_1 + J_p) R \cdot \frac{8}{3} R_F$$

$$(p_1 - p_A) = (J_1 + J_p) \cdot \frac{8}{3} \frac{R_F}{V}$$

$$(p_1 - p_A) = \frac{8}{3} \cdot \frac{J_1 R_F}{V}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \left(\frac{J_1 R_F}{V} \right) - p_A = \frac{8}{3} + \frac{J_p}{R_F}$$

$$R_F = 3 \cdot 10^3$$

$$R_F_0 = \frac{8}{9} R_F = \frac{8}{9} \cdot 10^3$$

$$L \cdot \frac{8}{3} p V = 15 \cdot \frac{8}{3} \frac{p V}{R_F_0}$$

$$p = 20 \frac{1}{K R_F_0}$$

$$p = 20 \cdot \frac{1}{0.6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{8}{9} \cdot 10^3}$$

$$p = \frac{200 \cdot 9}{6 \cdot 9} = \cancel{22}$$

$$\frac{J_p}{V} = \frac{\frac{8}{3} K p V}{\frac{8}{3} \frac{p V}{R_F_0}} = 3 K R_F_0 = \frac{8}{9} K R_F$$

$$\frac{J}{V} = \bar{\varepsilon} \cdot \frac{f}{R_F_0} = \cancel{\frac{f}{R}}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \bar{\varepsilon} \cdot \frac{f}{R_F_0} \cdot \frac{R_F_0}{V} - p_A = \frac{f}{3} + \frac{9}{4} K R_F$$

$$\frac{9}{8} \cdot \frac{0.3}{0.6 \cdot 10^{-3}} \cdot 3 \cdot 10^3 = \\ 4.5 \cdot 0.3 \cdot 3 = 4.5 \cdot 0.9$$

$$\frac{16}{3} p - p_A = \frac{f}{3} + \frac{9}{4} K R_F$$

$$J_p = p_A + \frac{9}{4} K R_F$$

$$p \approx \bar{\varepsilon} p_A$$

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!

$$1. \quad f_0 = \frac{6^2}{80} = \cancel{0.225} \quad f = \frac{45 \cdot \pi}{20} \cdot \frac{4}{\ell} \quad m = 40 \text{ кг} \quad \frac{4 \cdot 4}{\ell} = \frac{\partial \epsilon}{\ell} = k_f$$

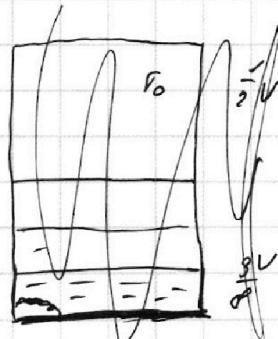
$$\cancel{F_x \cdot \delta \ell = P} \Rightarrow$$

$$m_a = \frac{P}{26} - f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{P}{26} - m_a = F_x \frac{\delta \ell}{26} - m_a$$

$$= 200 \cdot \frac{30}{20} - 240 \cdot \cancel{\frac{3}{4}} = 300 - 180 = 120 \text{ Н}$$

$$\lambda = \frac{f_0}{\frac{P}{26}} = \frac{\cancel{120}}{300} = \frac{4}{10} = \cancel{0.4}$$

2.



f_0	P	$\frac{1}{2}V$
λ_2		
f_0	P	$\frac{1}{2}V$
$-$	$\frac{3}{2}V$	$\frac{3}{2}V$

P	λ_2	f_0	$\frac{1}{2}V$
P	f_0		$\frac{1}{2}V$
$\lambda_1 \lambda_2$			
$-$	$\frac{3}{2}V$	$\frac{3}{2}V$	

$$P = \frac{2 \lambda_2 P f_0}{V}$$

$$P \cdot \frac{1}{2}V = \lambda_1 \lambda_2 f_0 \Rightarrow \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2}V = \frac{P f_0}{V}$$

Паров aer.

$$\text{aer. } P \cdot \frac{1}{2}V = \lambda_2 R f_0 \Rightarrow \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2}V = \lambda_2 R f_0$$

$$P \cdot \frac{3}{2}V = \lambda_1 R f_0$$

$$\lambda = \frac{P}{P_0} \frac{3}{2}V$$

$$V_p = k_p \cdot \frac{3}{2}V ; \quad P_1 \cdot \frac{1}{2}V = \lambda_2 R f_0 = \frac{4}{3} \lambda_2 R f_0 \Rightarrow P_1 = \frac{32}{3} \frac{R f_0}{V} = \frac{16}{3} P$$

$$P_1 \cdot \frac{1}{2}V = (\lambda_1 + \lambda_p) R f_0$$

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

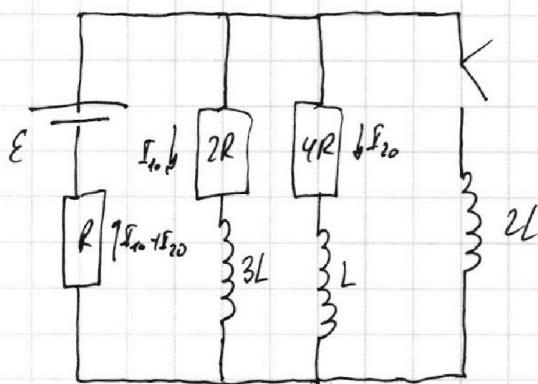
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



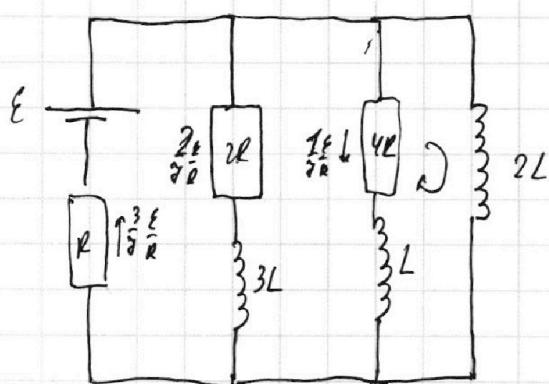
$$\frac{1}{L} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{3}{4R}$$

$$L_0 = 3R$$

$$I_0 = \frac{E}{3R} = \frac{3}{2} \cdot \frac{E}{R}$$

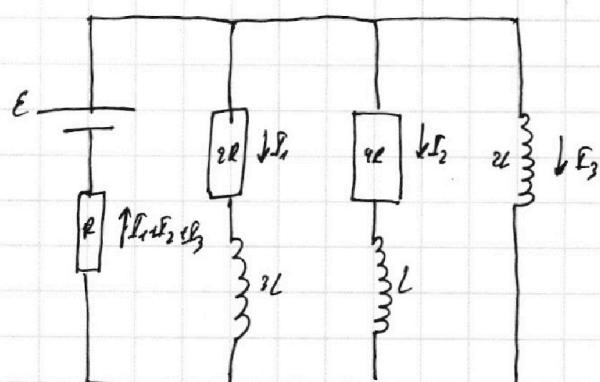
$$I_{20} = \frac{1}{2} \cdot I_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{E}{R}$$

$$I_{10} = \frac{3}{2} \frac{E}{R}$$



$$4R \cdot \frac{1}{2L} = 2L \cdot I$$

$$I = \frac{2E}{3R} \frac{2E}{2L}$$



$$\begin{cases} 4R \cdot I_2 + 4L \dot{I}_2 = 2L \dot{I}_3 \\ 2R \cdot I_1 + 3L \dot{I}_1 = 2L \dot{I}_3 \\ E = 1(I_1 + I_2 + \dot{I}_3) + 2L \dot{I}_3 \end{cases}$$

$$E = R(I_1 + I_2) + 2L \dot{I}_3$$

$$4R I_2 + L \cdot \frac{1}{2} \frac{E}{R} = 2L \cdot \frac{E}{R}$$

$$I_2 = \frac{13}{24} \cdot \frac{E}{R^2}$$

$$E = R \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{E}{R} + 2L \dot{I}_3$$

$$2R I_1 + 3L \dot{I}_1 = 4R I_2 + 4L \dot{I}_2$$

$$4R I_2 + L \cdot \dot{I}_{20} = 2L \dot{I}_{30}$$

~~$$4R I_2 + L \cdot \dot{I}_{20} = 2L \dot{I}_{30}$$~~

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

$$\dot{I}_3 = \frac{2E}{3R}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

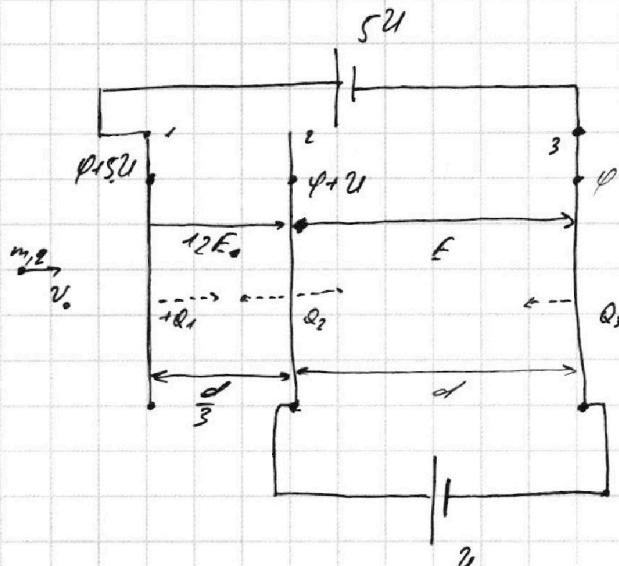
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$E_1 = \frac{4U}{3} - \frac{12U}{d}$$

$$E_2 = \frac{U}{d}$$

$$\bar{Q} = E - 260S$$

$$-\frac{Q_3}{260S} + \frac{Q_1}{260S} - \frac{Q_2}{260S} = 12E$$
~~$$-\frac{Q_3}{260S} + \frac{Q_1}{260S} - \frac{Q_2}{260S} = E$$~~

$$mQ = \rho E$$

$$a = \frac{\rho E}{m} = \frac{E}{md}$$

$$aE = 8U$$

$$\frac{mU^2}{2} + 4Uq = \cancel{\frac{3}{4}E^2l} = \frac{mbl^2}{2}$$

$$Q_3 = -\frac{\bar{Q}}{2}$$

$$Q_1 = 6\bar{Q}$$

$$Q_2 = -5,5\bar{Q}$$

$$U_b^2 + \frac{19}{2} \frac{E^2 l^2}{m} = U_1^2 \Rightarrow U_1 = \sqrt{U_b^2 + \frac{19}{2} \frac{E^2 l^2}{m}}$$