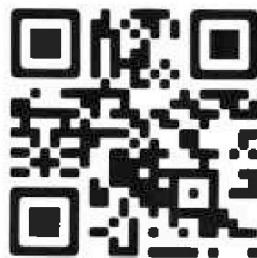




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



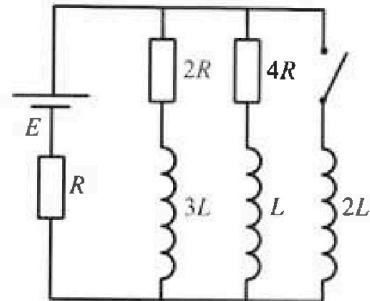
Вариант 11-04

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

- Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

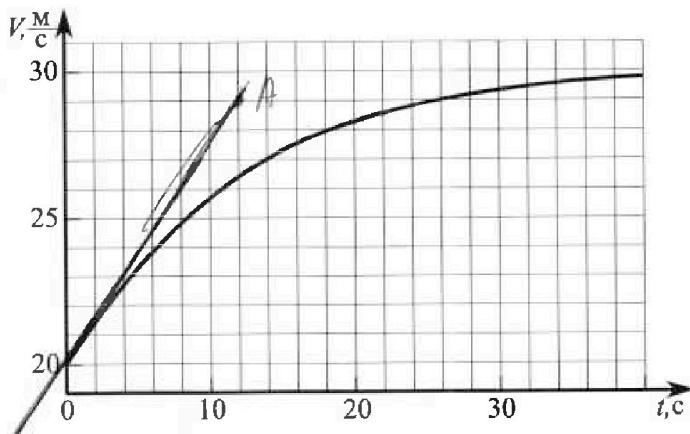


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 чи сленного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



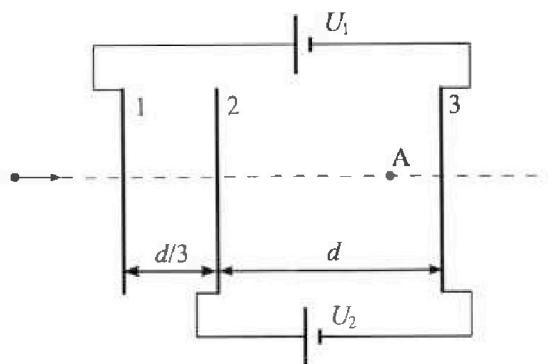
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 w 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 $RT \approx 3 \cdot 10^3$ 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) 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.





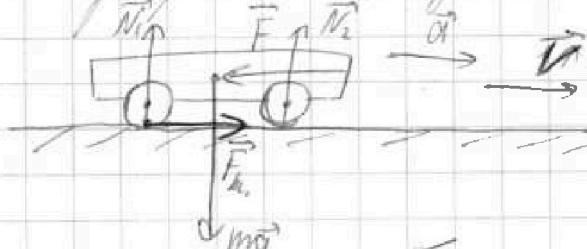
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

Лучше Р-мощность, передаваемая от движущегося на винте
двигателя мотоцикла, F_m - сила тяги движущего винта, F -
阻力, F_n - сила сопротивления воздуха,

a - ускорение мотоцикла.



$$P = F_m V \Rightarrow F_m = \frac{P}{V}$$
 ~~$m \frac{dv}{dt} = \frac{P}{V} - F$~~

При движении мотоцикла с константой скоростью: $ma = F_m - F$

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \text{const}$$

и соответствующим коэффициентом трения μ .

Если движение мотоцикла происходит с ускорением a , то $P = F_m V$

Чтобы P будем иметь на приложение F и разгон, а не торможение за счет излишних колес вперед.

Если движение мотоцикла не происходит с ускорением, то $P = F_m V$.

$$\text{Тогда } ma = \frac{P}{V} - F \Rightarrow P = \frac{mV^2}{2} + F$$

1) Движение мотоцикла к уединению в течение времени t начиная разгоном, имеющим форму A ($12\text{c}; 29\frac{\text{м}}{\text{с}}$). Тогда ускорение мотоцикла в начале разгона

$$a_0 = \frac{\frac{29\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{с}} - 20\frac{\text{м}}{\text{с}}}{12\text{c}} = \frac{9\frac{\text{м}}{\text{с}}}{12\text{c}} = \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

из уравнения

2) В конце разгона скорость мотоцикла $V_k = 30\frac{\text{м}}{\text{с}}$, $a_k = 0\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

$$F = F_m = 0 \Rightarrow 0 = \frac{P}{V_k} - F_k \Rightarrow P = F_k V_k$$

В начале разгона скорость мотоцикла $V_0 = 20\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$ma_0 = \frac{P}{V_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{V_0} - ma_0 = F_k \frac{V_k}{V_0} - ma_0$$

$$F_0 = 200\text{Н} \cdot \frac{30\frac{\text{м}}{\text{с}}}{20\frac{\text{м}}{\text{с}}} - 240\text{кг} \cdot \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 300\text{Н} - 180\text{Н} = 120\text{Н}$$

3) Идем ускорение силы сопротивления в начале разгона $(-F_k V_0)$. $\frac{P_0}{P} = \frac{F_0 V_0}{F_k V_k} = \frac{200\text{Н} \cdot 20\frac{\text{м}}{\text{с}}}{200\text{Н} \cdot 30\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2400\text{Н}\cdot\text{м}}{6000\text{Н}\cdot\text{м}} = 0,4$

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



- 1 2 3 4 5 6 7

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

Численно:

$$\begin{aligned} P_0, \frac{V}{2}, T_0 \\ J_2 \\ \hline J_3, P_0, \frac{V}{2}, T_0 \\ \frac{3}{8}V = J_3 - \frac{P_{\text{атм}}}{T_0} \end{aligned}$$

Задача Давы:

$$\Delta J = k \cdot P_0 \cdot \frac{3}{8} V$$

При температуре $T = 343\text{K}$
давление паров H_2O равно
Равн., т.к. T — температура
кипения H_2O при атмосфер-
ном давлении. Тогда
всё давление паров H_2O
равно $\frac{V}{2} = J_3, RT$

После нагревания

$P, \frac{V}{2}, T, J_2$
$P, \frac{V}{2}, T$
$(J_1 + \Delta J) - C_0$
$J_3 - \text{пар} \text{H}_2\text{O}$
$\frac{3}{8}V$
—

По упрощению Ньютона-Клодруса, где разеб в баллоне
и массой газовых частиц сажа соотвественно:

Численно: $P_0 \frac{V}{2} = J_2, RT_0 \quad (1)$ $\rightarrow \frac{J_2}{J_1} = 4$

$$P_0 \frac{V}{8} = J_1, RT_0 \quad (2)$$

После нагревания: $P \frac{V}{8} = J_2, RT \quad (3)$

$$P \frac{V}{2} = (J_1 + \Delta J + J_3) RT \quad (4) \rightarrow \frac{J_2}{J_1 + \Delta J + J_3} = \frac{1}{4}$$

$$4J_2 = J_1 + k P_0 \cdot \frac{3}{8} V + P_{\text{атм}} \cdot V$$

$$J_2 = 4J_1 \Rightarrow 15J_1 = \left(\frac{3}{8}k P_0 + \frac{P_{\text{атм}}}{2RT} \right) V$$

$$V_2 (2) \Rightarrow V = \frac{8J_1, RT_0}{2k P_0}$$

$$15J_1 = \left(\frac{3}{8}k P_0 + \frac{P_{\text{атм}}}{2RT} \right) \cdot \frac{8J_1, RT_0}{P_0}$$

$$15 = 3kRT_0 + 4 \frac{P_{\text{атм}}}{P_0} \cdot \frac{T_0}{2RT}$$

$$T_0 = \frac{3}{4}T \Rightarrow 15 = \frac{9}{4}kRT + 3 \frac{P_{\text{атм}}}{P_0}$$

$$\frac{P_{\text{атм}}}{P_0} = 5 - \frac{3}{4}kRT$$



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!

$$P_0 = \frac{P_{\text{дни.}}}{5 - \frac{3}{4} kRT}$$

$$P_0 = \frac{1}{5 - \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{нм}^3}{\text{моль}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}} P_{\text{дни.}} =$$
$$= \frac{20}{100 - 27} P_{\text{дни.}} = \frac{20}{73} P_{\text{дни.}}$$

Ответ: 1) 4; 2) $\frac{20}{73} P_{\text{дни.}}$



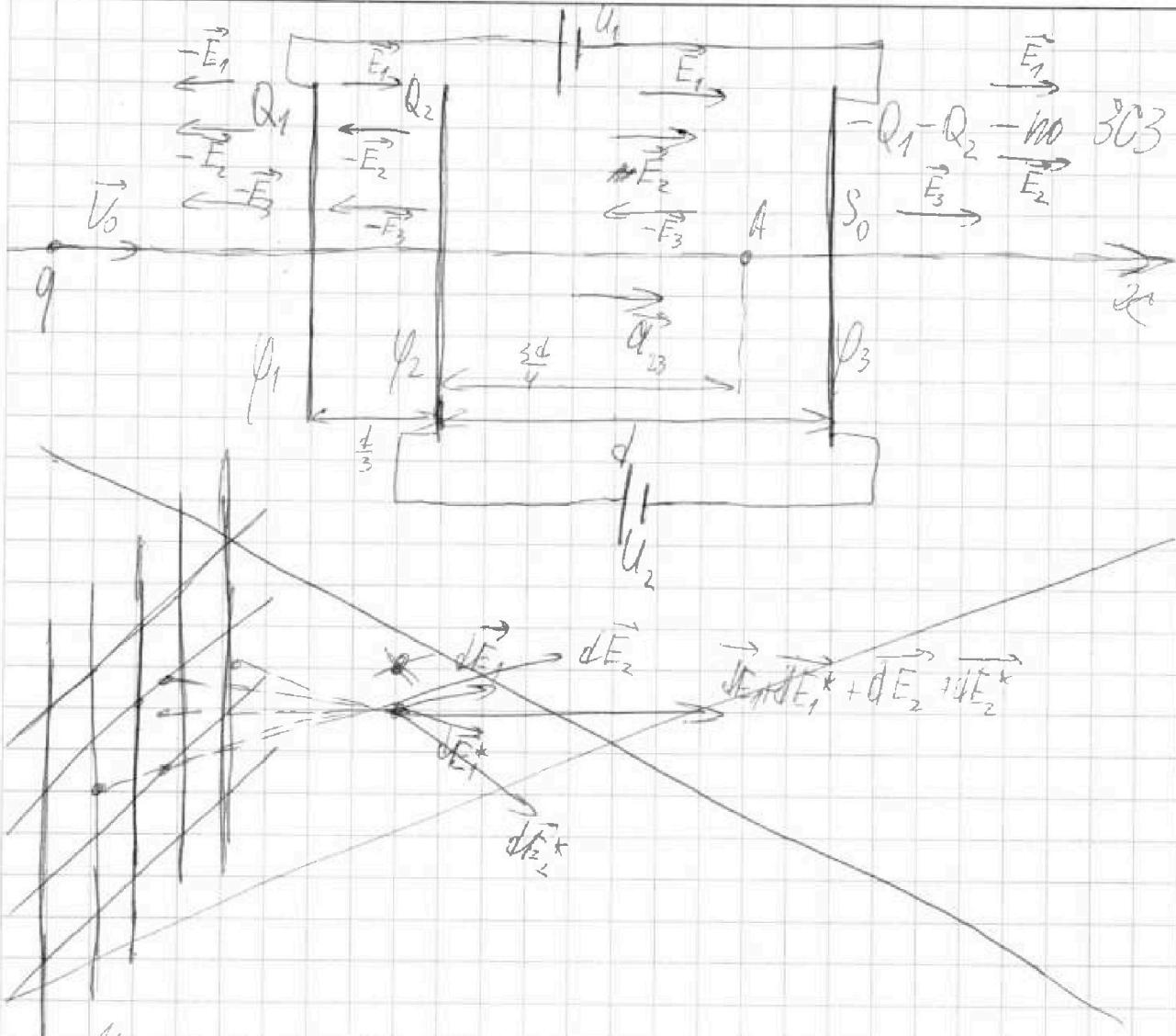
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



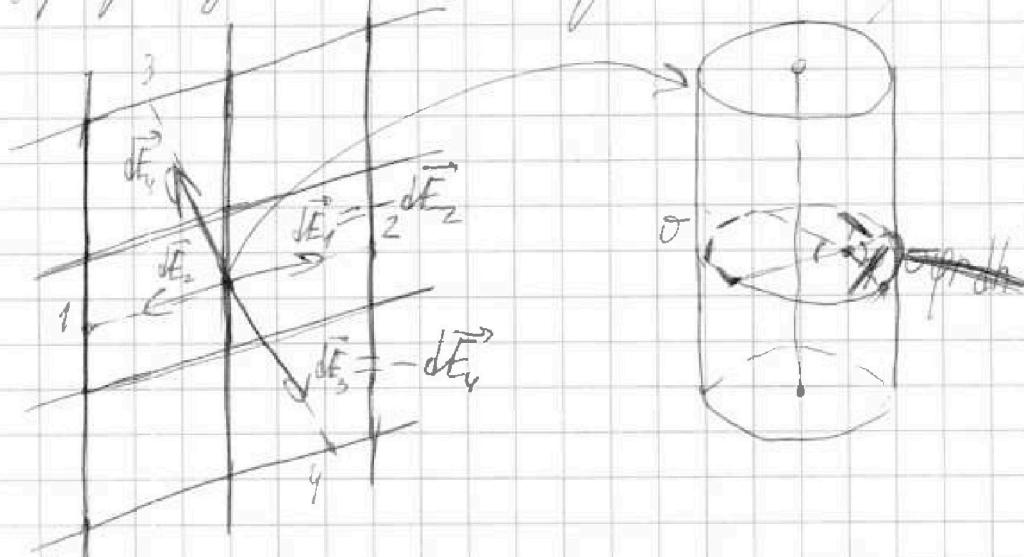
Установка для Миллекена. Он определяет траектории зарядов, зная им начальную скорость, силы из-за всей траектории. Следовательно, получим траектории зарядов. Рассмотрим сечение. Тогда сечения не определяются, будут на расстоянии от траектории, сравним с 0. Сечки удачные, зная им заряды, можно вычислить по их траектории. Так же вычислите. Методика заряда по сечке описаная по бумаге получила название метода сечки неподвижности, эмпирического поля О. В. А. Капитонова, обладающий зарядами ~~не~~ зная сечки ~~заряды~~, ~~заряды~~ сечки,

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

Задача 3. Имеет ли вакуумную заряденную часы ^{заряда} электрическое поле? Или же вакуумные часы нечувствительны к зарядам?



Задача 4

До скольких единиц измерения поверхности влияет заряд носителя.

П.н. Стока малая μ в сравнении с радиусом d , то часы стоки, имеющей форму S площадь S^2 имеет заряд $Q_S = \frac{\epsilon}{S} Q$, где ϵ - константа единиц, Q - ее заряд.

Влияние на часы поверхность с площадью S единиц измерения $S^2 / 100000$, соединяющей с зарядом часы и с x единицей измерения x^2 получает $S^2 / 100000 x^2$ единиц измерения x^2 . Но это означает, что часы получают заряд Q_{SP} единиц измерения $S^2 / 100000 x^2$.



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!

Причина № 6 Тайсона:

$$2ES = \frac{Q_5}{\epsilon_0} = \frac{S}{S_0} \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{2S_0\epsilon_0} - \text{не зависит от } S.$$

E_1, E_2, E_3 - напряжения, создавшие потенциалы
1, 2 и 3 соответственно, накладывающиеся на потенциал

$$E_1 = \frac{q_1}{2S_0\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{q_2}{2S_0\epsilon_0}$$

$$E_3 = \frac{-q_1-q_2}{2S_0\epsilon_0} = -E_1 - E_2$$

$$U_2 = (E_1 + E_2 - E_3)d = 2(E_1 + E_2)d \Rightarrow E_1 + E_2 = \frac{U_2}{2d}$$

$$U_1 = (E_1 - E_2 - E_3) \frac{d}{3} + U_2$$

$$U_1 - U_2 = 2E_1 \frac{d}{3} \Rightarrow E_1 = \frac{3(U_1 - U_2)}{2d} = \frac{6U}{d}$$

$$E_2 = \frac{U_2}{2d} - \frac{3(U_1 - U_2)}{2d} = \frac{4U_2 - 3U_1}{2d} = \frac{11U}{2d}$$

1) Из R: $\Delta m_{23,dc} = (E_1 + E_2 - E_3)q$

$$\Delta_{23,dc} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U_2}{d} = \frac{9U}{md}$$

2) Из $3U_1 + q(\varphi_3 - \varphi_2) = k_3$, где $\varphi_1 = 0$

φ_3 - потенциал вершины 3 из 3.

$$\varphi_3 - \varphi_2 = -U_2 \Rightarrow k_3 - k_2 = -qU_2 = -qU$$

3) Из $mV^2/2$ от 1 до A:

$$\frac{mV^2}{2} + q(\varphi_A - \varphi) - q\varphi_1 = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_A$$

$$\frac{mV^2}{2} + q(E_1 + E_2 - E_3) \frac{d}{3} + q(E_1 + E_2 - E_3) \frac{3d}{4} = \frac{mV_0^2}{2}$$



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!

$$\frac{mv_0^2}{2} + q(U_1 - U_2) + q \cdot \frac{3}{4} U_2 = \frac{mv_A^2}{2}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q(U_1 - \frac{3}{4}U_2) = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{19}{4}qU_2$$

$$V_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

Ответ: 1) $\frac{qU}{mv_0}$; 2) qU ; 3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$

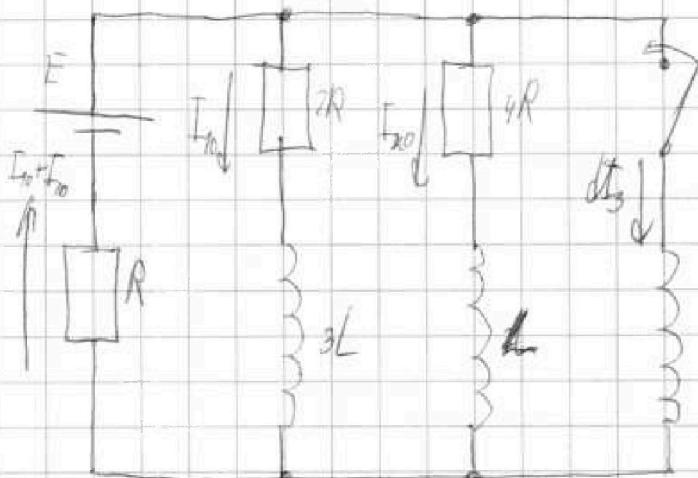
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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!



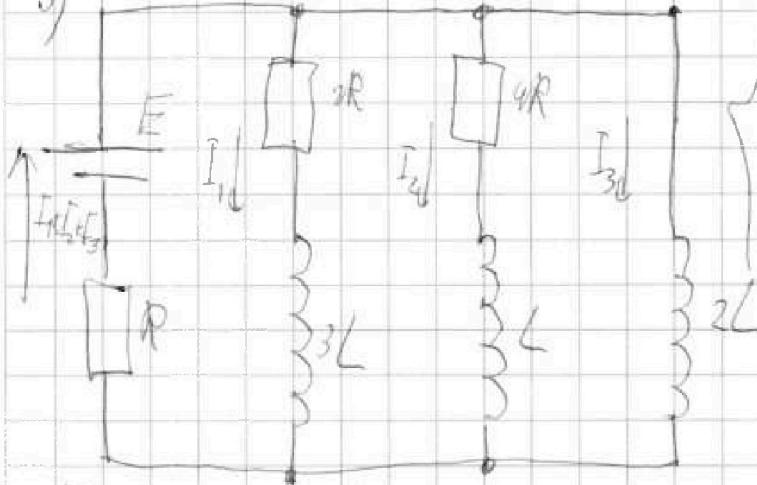
$$\begin{cases} E = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \\ E = I_{20} \cdot 4R + (I_{10} + I_{20})R \\ \frac{E}{R} = 3I_{10} + I_{20} \\ \frac{E}{R} = 5I_{20} + I_{10} \\ I_{10} = \frac{E}{R} - 5I_{20} \\ \frac{E}{R} = 3\frac{E}{R} - 15I_{20} + I_{20} \end{cases}$$

$$1) E - \frac{dI_{30}}{dt} \cdot 2L = (I_{10} + I_{20})R$$

$$E - \frac{dI_{30}}{dt} \cdot 2L = \frac{3}{7} E$$

$$\frac{dI_{30}}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

3)



$$\begin{cases} E - \frac{dI_{30}}{dt} \cdot 3L = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \\ E - \frac{dI_{20}}{dt} \cdot L = I_{20} \cdot 4R + (I_{10} + I_{20})R \\ E - \frac{dI_{10}}{dt} \cdot 2L = (I_{10} + I_{20} + I_{30})R \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{dI_{20}}{dt} \cdot L - \frac{dI_{10}}{dt} \cdot 3L &= \\ &= 2I_{10}R - 4I_{20}R \end{aligned}$$

$$\frac{dI_{20} - dI_{10}}{dt} \cdot L = 2(I_{10} - 2I_{20})R$$

$$4dI_{20}R + dI_{10}L = 4I_{10} \cdot 2R + 3dI_{10}L$$

$$Edt - (I_{10} + I_{20} + I_{30})R dt = 2L dI_{30}$$

$$I_{20} \cdot 4R + \frac{dI_{20}}{dt} \cdot L = I_{10} \cdot 2R + 3 \frac{dI_{10}}{dt} \cdot L$$

$$Edt - (dI_{10} + dI_{20} + dI_{30})R dt = 2L \frac{dI_{30}}{dt}$$



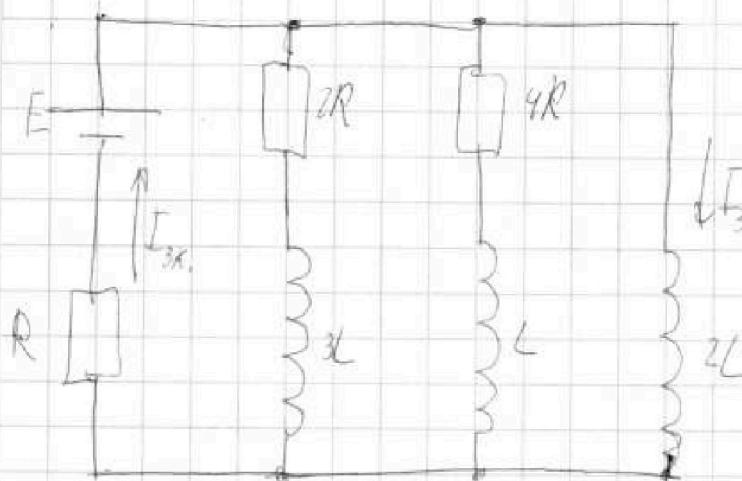
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$I_{K_1} = I_{K_2} = 0, M_1, K_1$$

$$I_{K2R} = I_{K4R} = 4 \text{ A}$$

$$E = E_{\text{sys}} \rho$$

$$\Gamma_{3k} = \frac{E}{R}$$

$$\text{307.8117: } E(Q_1 + Q_2 + Q_3) = \frac{3L \cdot I_{11}^2}{2} + \frac{L \cdot I_{20}^2}{2} + \frac{2L \cdot I_{31}^2}{2}$$

$$E(Q_1 + Q_2 + Q_3) = \frac{6E^2 L}{49R^4} + \frac{E^2 L}{98R^2} + \frac{E^2 L}{R^2} = \frac{E^2 L}{R^2} \cdot \frac{98}{98}$$

$$\frac{dI_2}{dt} \cdot L + I_2 \cdot 4R = \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L \quad | \cdot dt$$

$$g\ddot{x}_2 \cdot L + g\dot{x}_2 \cdot 4R = g\ddot{x}_3 \cdot 2L$$

$$dq_2 = 4R = \frac{dT}{3} - 2L - \frac{dT_2}{2} + L$$

$$4R \int d\varphi_2 = 2 \int d\varphi_3 - \int d\varphi_2$$

$$QRy_2 = 2L \frac{I_{10}}{3k_1} + L \frac{I_{20}}{20}$$

$$Q_2 = \frac{(2 + I_{3A_1} + I_{20})L}{4R}$$

$$q_2 = \frac{\left(2\frac{E}{R} + \frac{E}{R}\right)L}{4P} = \frac{15EL}{28R^2}$$

Umkehr: 1) $\frac{E}{2R}$; 2) $\frac{2E}{7L}$; 3) $\frac{15EL}{28R^2}$

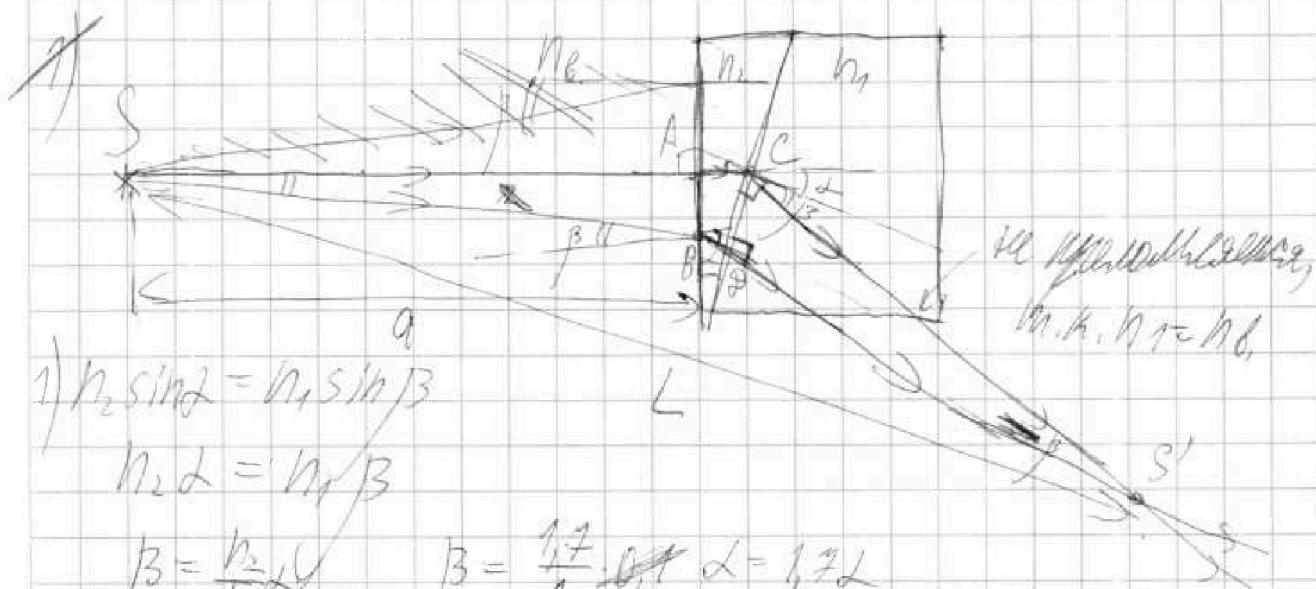
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 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!



$$1) h_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$h_2 \alpha = h_1 \beta$$

$$\beta = \frac{h_2}{h_1} \alpha \quad \beta = \frac{1.7}{1} \cdot 0.1 \quad \alpha = 1.7 \cdot 0.1$$

Луч отклонился на $\alpha + \beta = \frac{h_1 + h_2}{h_1} \alpha = \frac{1+1.7}{1} \cdot 0.1 = 0.27$ градус

2) Расстояние от границы разделения между двумя средами до места падения луча, проходящего по нормали к границе разделения, определяется как

$n_1 \sin \beta = n_2 \sin \alpha$, т.к. $n_2 = n_1 \Rightarrow$ угол отклонения α \Rightarrow на границу падают лучи под углом α \Rightarrow сдвиг не происходит.

$$AB = OA \tan \beta \approx OA \beta$$

$$CD \approx AB = \sqrt{a \beta}$$

$$CS' \approx \frac{\cos \alpha}{\sin \beta} = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{2}}} = \frac{a}{\sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{2}}}$$

$$l = SS' \approx \sqrt{AS^2 + CS'^2 + 2AS \cdot CS' \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

$$l \approx \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{1 - \frac{\alpha^2}{2}} + 2a^2 \cdot \frac{1 - \frac{\alpha^2}{2}}{1 - \frac{\alpha^2}{2}}}$$



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 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!

$$L = \sqrt{a^2 + \frac{1}{\left(1 - \frac{d^2}{2}\right)} a^2 + 2a^2 \frac{\left(1 - \frac{(\alpha+\beta)}{2}\right)}{1 - \frac{d^2}{2}}} = a \sqrt{1 - d^2 + \frac{d^2}{4}}$$
$$\left(1 - \frac{d^2}{2}\right)^2 \approx 1 - d^2$$
$$\cancel{\left(1 - \frac{d^2}{2}\right) \left(1 - \frac{(\alpha+\beta)}{2}\right)} \approx 1 - \frac{d^2}{2} - \frac{(\alpha+\beta)^2}{2}$$
$$L \approx a \sqrt{1 - d^2 + 1 + 2 - d^2 - (\alpha+\beta)^2} = a \sqrt{\frac{4 - 2d^2 - (\alpha+\beta)^2}{1 - d^2}}$$
$$L \approx 100 \text{ cm} \sqrt{\frac{4 - 0,02 - 0,0729}{1 - 0,01}} \approx 100 \text{ cm} \sqrt{\frac{3,91}{0,99}}$$



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!