



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

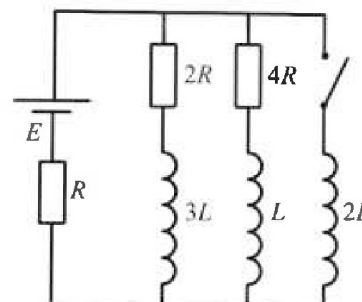
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



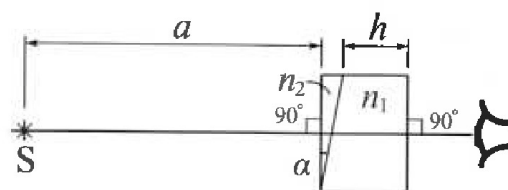
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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.

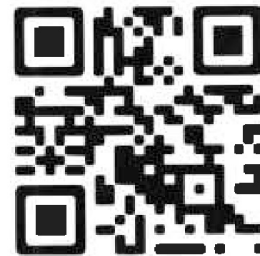
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



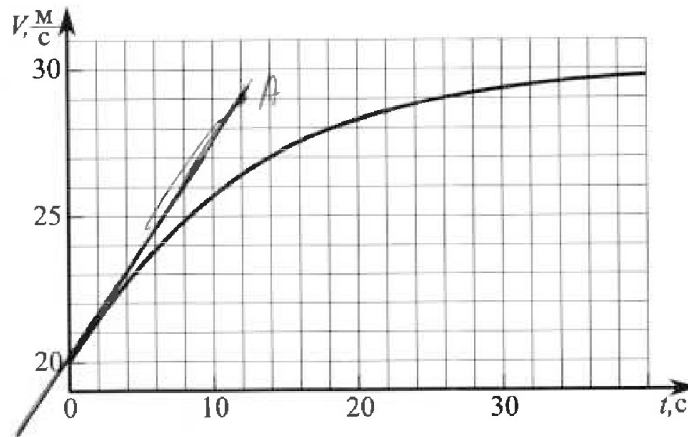
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



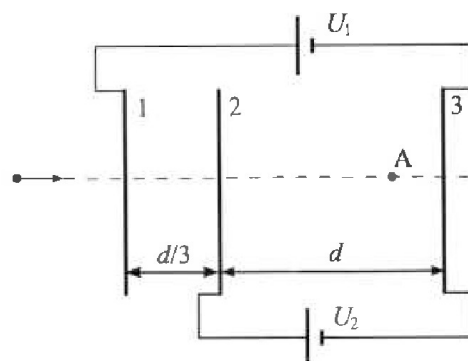
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 объем $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объем 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 объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



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

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!



Пусть P — мощность, передаваемая от двигателя на валу колеса материала, F_m — сила трения вращающегося колеса, F — сила сопротивления движению, a — ускорение материала.



ПЗД для материальной точки с моментом: $Ma = F_m R - F R$
 $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow a$ — постоянная
 координата x — функция $v(t)$.

$$P = F_m v \Rightarrow F_m = \frac{P}{v}$$

$$m \frac{dv}{dt} = \frac{P}{v} - F$$

Если вращающееся колесо материал увеличивается, то F_m — сила трения скольжения $\Rightarrow F_m = \text{const}$.
 Если при этом увеличивается v , то P и F — часть P будет идти на увеличение F и наоборот, a на увеличение за счет трения колеса в дорожку.
 Если вращающееся колесо не увеличивается, то $P = F_m v$.

Тогда по 3-му закону: $ma = \frac{P}{v} - F$ $A_F = \frac{mv^2}{2}$, $A_F = - \int_{x_1}^{x_2} F dx$

1) Приведем материальную точку к движению в точке, считая, что она начала движения. Она движется, при этом A (12 c^2 ; $29 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$). Тогда ускорение материальной точки равно:

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

2) В конце разгона скорость материальной точки $V_k = 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}$, $a_k = 0 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$.
 $F_{m.k} - F_k = 0$ $0 = \frac{P}{V_k} - F_k \Rightarrow P = F_k V_k$

В начале разгона скорость материальной точки $V_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{c}}$.
 $ma_0 = \frac{P}{V_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{V_0} - ma_0 = F_k \frac{V_k}{V_0} - ma_0$

$$F_0 = 200 \text{ H} \cdot \frac{30 \frac{\text{m}}{\text{c}}}{20 \frac{\text{m}}{\text{c}}} - 240 \text{ кг} \cdot \frac{3}{4} \frac{\text{m}}{\text{c}^2} = 300 \text{ H} - 180 \text{ H} = 120 \text{ H}$$

3) На протяжении силы сопротивления в начале разгона идет мощность $P_0 = F_0 V_0$, т.к. мощность силы F_0 равна $(-F_0 V_0)$.
 $\frac{P_0}{P} = \frac{F_0 V_0}{F_k V_k} = \frac{120 \text{ H} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{c}}}{200 \text{ H} \cdot 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}} = \frac{2400 \text{ Вт}}{6000 \text{ Вт}} = 0,4$

Ответ: 1) $\frac{3}{4} \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$; 2) 120 H ; 3) $0,4$.

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!

Изначально:

$p_0, \frac{V}{2}, T_0$
U_2
U_1, p_0, T_0
$\frac{3}{8}V$ ΔU $\frac{p_{\text{атм.}}}{p_0}$

Закон Дюруи:

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

При температуре $T = 373 \text{ K}$
давление паров H_2O равно
 $p_{\text{атм.}}$, т.к. T — температура
кипения H_2O при атмосфер-
ном давлении. Полюс
по уравнению Менделеева-
Клайперона для паров H_2O :
 $p_{\text{атм.}} \cdot \frac{V}{2} = U_3 RT$

После нагревания

$p, \frac{V}{2}, T, U_2$
$p, \frac{V}{2}, T$
$(U_1 + \Delta U) - U_2$
U_3 — пар H_2O
$\frac{3}{8}V$

По уравнению Менделеева-Клайперона для паров в вершине
и нижней части сосуда соответственно:

Изначально: $p_0 \frac{V}{2} = U_2 RT_0$ (1) $\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 4$
 $p_0 \frac{V}{8} = U_1 RT_0$ (2)

После нагревания: $p \frac{V}{8} = U_2 RT$ (3)
 $p \frac{V}{2} = (U_1 + \Delta U + U_3) RT$ (4) $\Rightarrow \frac{U_2}{U_1 + \Delta U + U_3} = \frac{1}{4}$

$$4U_2 = U_1 + k p_0 \frac{3}{8} V + \frac{p_{\text{атм.}} V}{2RT}$$

$$U_2 = 4U_1 \Rightarrow 15U_1 = \left(\frac{3}{8} k p_0 + \frac{p_{\text{атм.}}}{2RT} \right) V$$

$$\text{Из (2)} \Rightarrow V = \frac{8U_1 RT_0}{p_0}$$

$$15U_1 = \left(\frac{3}{8} k p_0 + \frac{p_{\text{атм.}}}{2RT} \right) \cdot \frac{8U_1 RT_0}{p_0}$$

$$15 = 3kRT_0 + 4 \frac{p_{\text{атм.}}}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$T_0 = \frac{3}{4} T \Rightarrow 15 = \frac{3}{4} kRT + 3 \frac{p_{\text{атм.}}}{p_0}$$

$$\frac{p_{\text{атм.}}}{p_0} = 5 - \frac{3}{4} kRT$$



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!

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм.}}}{5 - \frac{3}{4} k R T}$$
$$p_0 = \frac{1}{5 - \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}}} \quad p_{\text{атм.}} = \frac{1}{5 - \frac{3}{4} \cdot 2 \cdot 3} \quad p_{\text{атм.}} =$$
$$= \frac{20}{100 - 27} \quad p_{\text{атм.}} = \frac{20}{73} \quad p_{\text{атм.}}$$

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

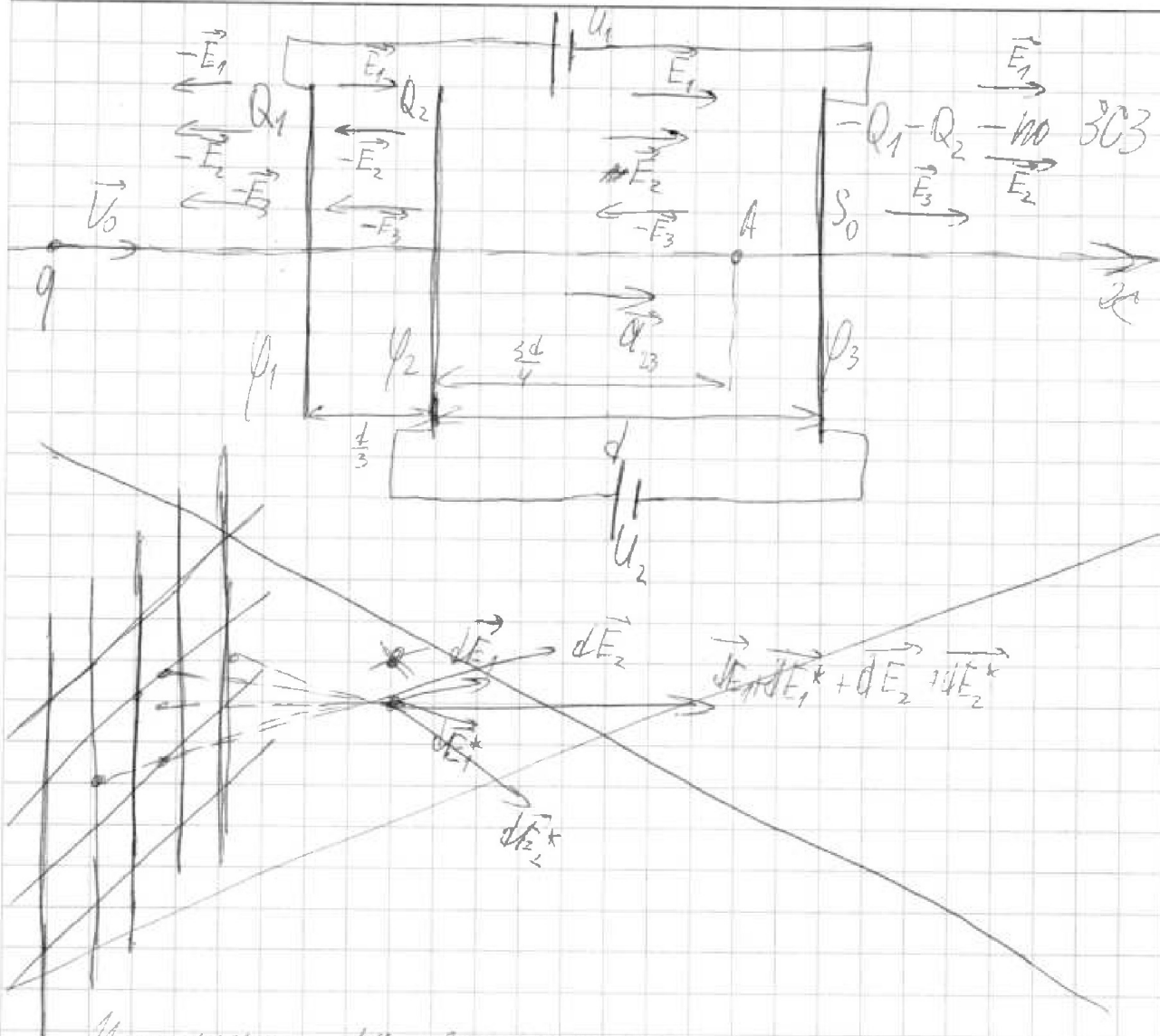
На одной странице можно оформлять **только** одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!



Листинга на ~~открывается~~ от крайних точек
траектории, значим ~~поверхностности~~ ^{поверхности} ~~закрытая~~
поля на всей траектории ~~сетки~~ ^{поверхности} ~~периферия~~
внутри сетки. Размеры сетки ~~меньше~~ больше,
значит такая же напряженность будет на рас-
стоянии от траектории, сравним с δ .
Сетка ~~продольная~~, ~~значит~~ ~~заряд~~ ~~напряженность~~
по ~~поверхности~~. Если ~~поверхности~~ ~~поверхности~~
заряд на ~~сетке~~ ~~внутри~~ ~~по~~ ~~внутри~~ ~~по~~
сторонам ~~поверхности~~ ~~внутри~~ ~~сетки~~ ~~напряженность~~
электрического поля σ т.к. ~~напряженность~~, ~~со-~~
~~равная~~ ~~заряду~~ ~~на~~ ~~этой~~ ~~стороне~~ ~~электри-~~
~~ч.~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

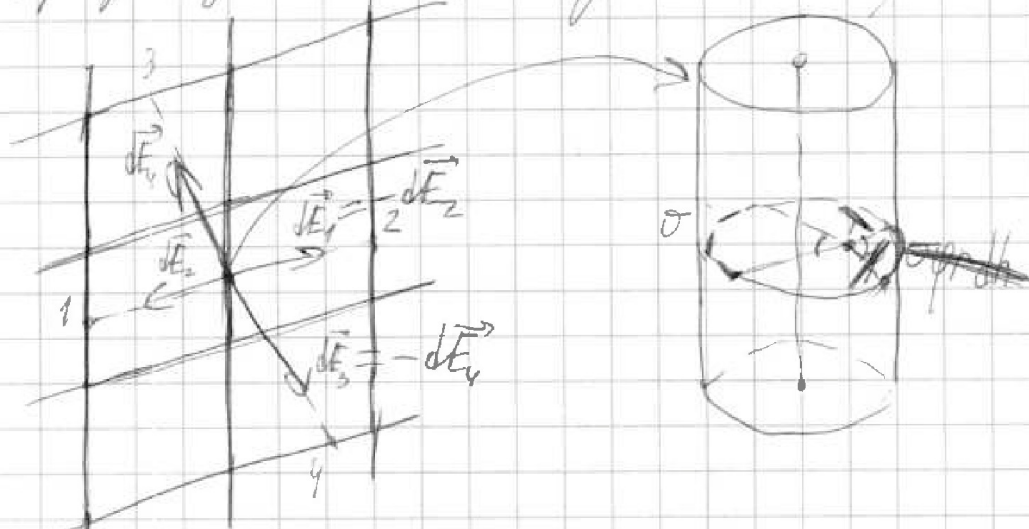
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Поле $\vec{E}$ т.н. это равномерно заряженный цилиндр, а заряды-носители от других частей цилиндрической поверхности рассматриваемой стороны (т.н. сторона большая, то такие симметричные стороны вырезаются для одной стороны), т.н. из заряды одинаковы при одинаковой поверхности плоскости.



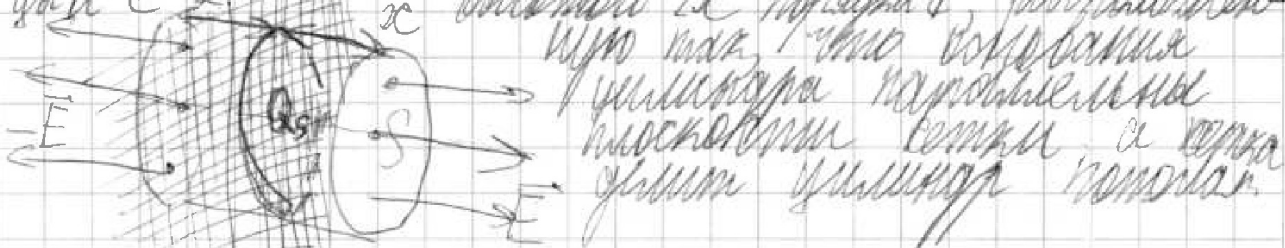
Значит, со

По мере единственности поверхности плоскости заряда постоянна.

П.н. сторона малая по сравнению с радиусом r , то часть сферы, выделенная площадью S которая S^2 будет иметь заряд $Q_s = \frac{S}{S_0} Q$, где S_0 - площадь всей сферы, Q - ее заряд.

Рассмотрим сферу поперечности с площадью

основания S^V с осью, соединяющей с радиусом части-цы с z осью, высотой z по радиусу r , расположен-



Что так, что выделение цилиндра параллельно плоскости сферы а точка центр цилиндра пополам.

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!

Поле по теореме:

$$2ES = \frac{Q_0}{\epsilon_0} = \frac{S}{S_0} \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

$\vec{E}_1, \vec{E}_2$ и $\vec{E}_3$ — напряженности, созданные зарядами 1, 2 и 3 соответственно, направленные от себя.

$$E_1 = \frac{Q_1}{2S_0\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{Q_2}{2S_0\epsilon_0}$$

$$E_3 = \frac{-Q_1 - Q_2}{2S_0\epsilon_0} = -E_1 - E_2$$

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

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

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

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

$$1) \text{ из } R: \text{ из } m_{23} = (E_1 + E_2 - E_3)q$$

$$a_{23} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U_2}{d} = \frac{qU}{md}$$

$$2) \text{ ЗНМЗ для частицы: } K_2 + q(\varphi_3 - \varphi_2) = K_3, \text{ где } \varphi_3 = +q\varphi_1$$

φ_3 — потенциалы точек 2 и 3.

$$\varphi_3 - \varphi_2 = -U_2 \Rightarrow K_3 - K_2 = qU_2 = qU$$

3) ЗНМЗ от 1 до A:

$$\frac{mv_0^2}{2} + q(\varphi_A - \varphi_1) = \frac{mv_A^2}{2} + q\varphi_A$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + q(E_1 - E_2 - E_3)\frac{d}{3} + q(E_1 + E_2 - E_3)\frac{3d}{4} = \frac{mv_A^2}{2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\frac{mv_0^2}{2} + q(U_1 - U_2) + q \cdot \frac{3}{4} U_2 = \frac{mv_A^2}{2}$$
$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q \left(U_1 - \frac{1}{4} U_2 \right) = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{19}{4} U q$$
$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{19 q U}{2 m}}$$

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

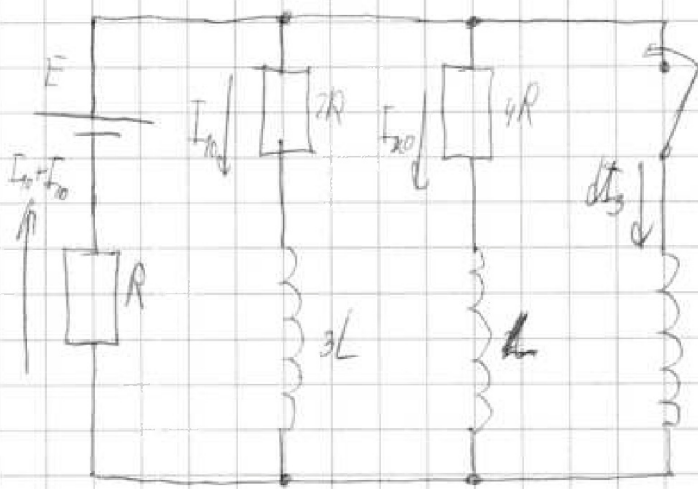
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



$$1) \begin{cases} E = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \\ E = I_{20} \cdot 4R + (I_{10} + I_{20})R \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{E}{R} = 3I_{10} + I_{20} \\ \frac{E}{R} = 5I_{20} + I_{10} \end{cases}$$

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

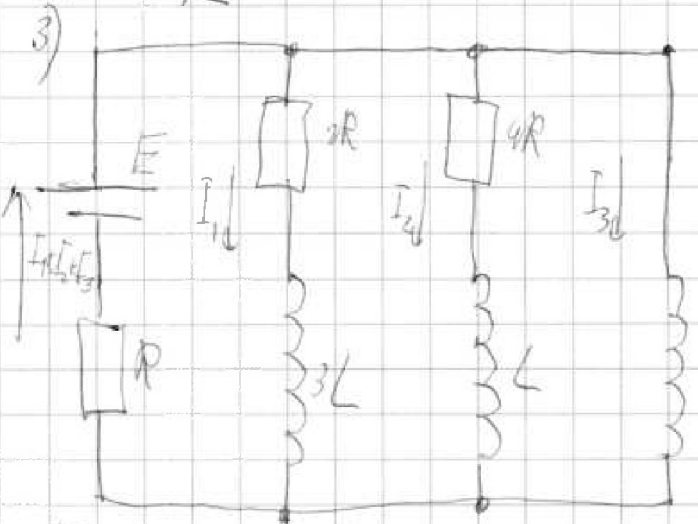
$$\frac{E}{R} = 3 \frac{E}{R} - 15I_{20} + I_{20}$$

$$I_{10} = \frac{14I_{20}}{7R} = 2 \frac{E}{R} - \frac{E - 5E}{7R} = \frac{2E}{7R}$$

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

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

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



$$\begin{cases} E - \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L = I_1 \cdot 2R + (I_1 + I_2 + I_3)R \\ E - \frac{dI_2}{dt} \cdot L = I_2 \cdot 4R + (I_1 + I_2 + I_3)R \\ E - \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L = (I_1 + I_2 + I_3)R \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{dI_2}{dt} \cdot L - \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L &= \\ &= 2I_1R - 4I_2R \end{aligned}$$

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

$$4dI_2R + dI_2L = dI_1 \cdot 2R + 3dI_1L$$

$$E dt - (I_1 + I_2 + I_3)R dt = 2L dI_3 \quad E dt = (dI_1 + dI_2 + dI_3)R = 2L dI_3$$

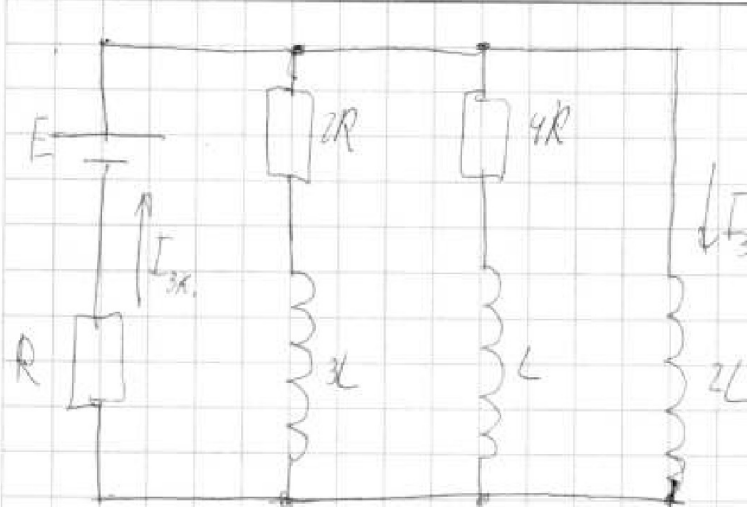
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$I_{3K} = I_{2L} = 0, m, k.$$

$$I_{3K} \cdot 2R = I_{2L} \cdot 4R = \Phi \cdot I_{3K} \cdot 0$$

$$E = I_{3K} \cdot R$$

$$I_{3K} = \frac{E}{R}$$

~~$$307 \text{ 307: } E(q_1 + q_2 + q_3) = \frac{3L \cdot I_{10}^2}{2} + \frac{L \cdot I_{20}^2}{2} + \frac{2L \cdot I_3^2}{2}$$

$$E(q_1 + q_2 + q_3) = \frac{E^2 L}{4R^2} + \frac{E^2 L}{98R^2} + \frac{E^2 L}{R^2} = \frac{E^2 L}{R^2} \cdot \frac{101}{98}$$~~

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

$$\frac{dI_2}{dt} \cdot L + d q_2 \cdot 4R = 2 \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L$$

$$d q_2 \cdot 4R = 2 \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L - \frac{dI_2}{dt} \cdot L$$

$$4R \int d q_2 = 2L \int d I_3 - L \int d I_2$$

$$4R q_2 = 2L I_{3K} + L I_{20}$$

$$q_2 = \frac{(2 I_{3K} + I_{20}) L}{4R}$$

$$q_2 = \frac{(2 \frac{E}{R} + \frac{E}{7R}) L}{4R} = \frac{15 E L}{28 R^2}$$

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

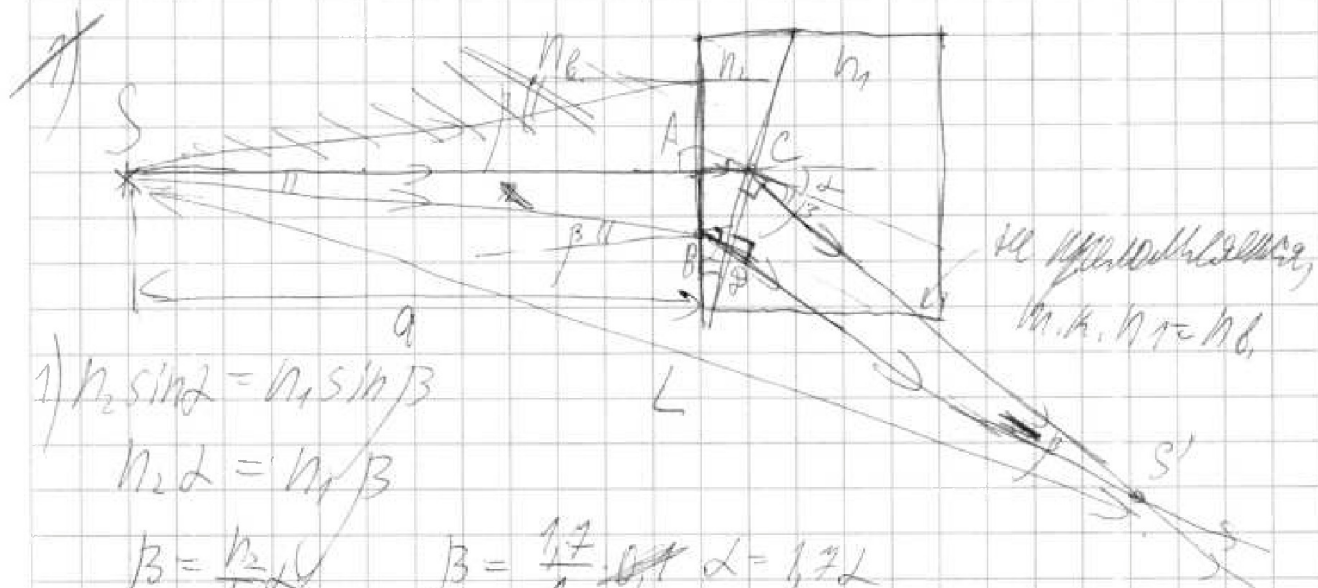
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



$$1) n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$n_2 \alpha = n_1 \beta$$

$$\beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

$$\beta = \frac{1.4}{1} \cdot 0.1 = 0.14$$

$$\text{Угол выхождения как } \alpha + \beta = \frac{n_1 + n_2}{n_1} \alpha = \frac{1 + 1.4}{1} \cdot 0.1 = 0.24 \text{ радиан}$$

2) Рассмотрим луч, падающий под углом β к углу, перпендикулярному грани поверхности.

$$n_1 \sin \beta = n_2 \sin \alpha, \text{ так как } n_1 = n_2 \Rightarrow \text{угол преломления } \alpha \Rightarrow \text{на границе между } n_2 \text{ и } n_1$$

лучи не преломляются.

Этот луч падает перпендикулярно $\Rightarrow$

лучи не преломляются.

$$AB = a \tan \beta \approx a \beta$$

$$CD \approx AB = a \beta$$

$$CS' \approx \frac{CD}{\sin \beta} = \frac{a \beta}{\sin \beta} \approx \frac{a}{1 - \frac{\alpha^2}{2}} = \frac{a}{1 - \frac{0.1^2}{2}}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

$$L \approx \sqrt{a^2 + \frac{1}{\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right)} a^2 + 2a^2 \frac{1 - \frac{(\alpha+\beta)^2}{2}}{1 - \frac{\alpha^2}{2}}} = a \sqrt{\frac{4 - 2\alpha^2 - (\alpha+\beta)^2}{1 - \alpha^2}}$$

$$\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right)^2 \approx 1 - \alpha^2 \quad \left(\frac{1 - \frac{\alpha^2}{2}}{1 - \frac{(\alpha+\beta)^2}{2}}\right) \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} - \frac{(\alpha+\beta)^2}{2}$$

$$L \approx a \sqrt{\frac{4 - 2\alpha^2 - (\alpha+\beta)^2}{1 - \alpha^2}} = a \sqrt{\frac{4 - 2\alpha^2 - (\alpha+\beta)^2}{1 - \alpha^2}}$$

$$L \approx 100 \text{ см} \sqrt{\frac{4 - 0,02 - 0,0729}{1 - 0,01}} \approx 100 \text{ см} \sqrt{\frac{3,91}{0,99}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

