

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

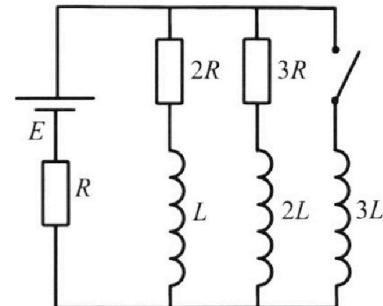


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

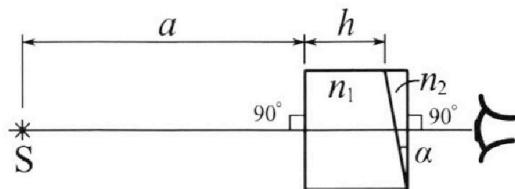
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 194$ 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 $h = 9$ 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.





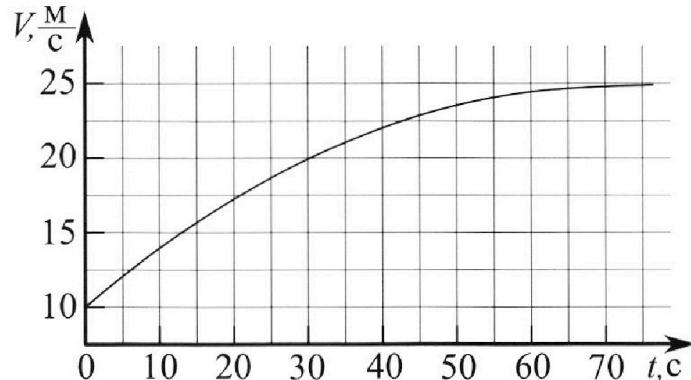
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

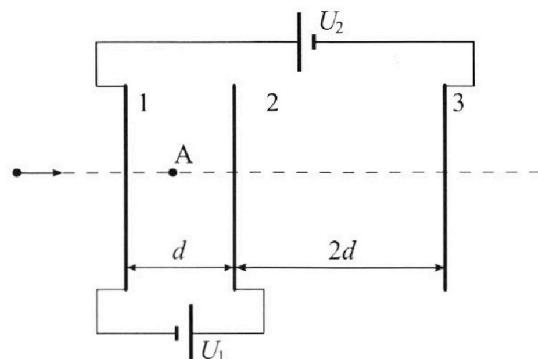
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 $V/4$. Затем цилиндр медленно нагревали до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k_{\text{рв}}$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 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 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!

N^o 1

m = 1800 kg.

F_k = 500 N

F_c = kV - сила сопротивления
предуз. скорости

В конце разгона сила тяги
равна силе сопротивления воздуха.

F_k = KV_k

V_k = 25 m/s

$$k = \frac{F_k}{V_k}$$

Приложили пист бумаги к угаданку B

Изже V₁ = 20 m/s мысленно провели касательную
L-коэф. наклона этой касательной, а также

$$L = \frac{dV}{dt} = a \leftarrow \text{ускорение авто в } V_1 \quad a = \frac{5 m/s}{20 s} =$$

$$2) ma = F_f - KV₁ \Rightarrow F_f = ma + KV₁ \quad \underline{\underline{0,25 m/s^2}}$$

$$F_f = 450 \frac{kg \cdot m}{s^2} + \frac{500 N}{25 m/s} \cdot 20 m/s = 450 N + 400 N = \underline{\underline{850 N}}$$

$$3) ЗСД: F_f dS - KV₁ dS = mV₁ dV \quad / \cdot \frac{1}{dt}$$

$$F_fV₁ - KV₁² = mV₁a$$

$$F_fV₁ = P_f$$

$$P_f = V₁(KV₁ + ma)$$

$$P_f = 20 \frac{m}{s} (400 N + 450 N) = 20 \frac{m}{s} \cdot 850 N = 17000 W = 17 kW$$

$$\text{Ober: 1)} a = 0,25 \frac{m}{s^2} \quad 2) F_f = 850 N \quad 3) P_f = 17 kW$$

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!

N^o 2

$$k = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{К} \cdot \text{л}}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$T = \frac{5T_0}{4} = 373K \Rightarrow \text{давление пара при } T \text{ равно } P_{\text{атм.}}$$

$$\Delta V = kP\Delta T$$

$$T_0 = \frac{4}{5}T$$

$$P_0 \cdot \frac{1}{2}V = \nu_1 RT_0 \rightarrow PV = 2\nu_1 RT_0$$

$$P_0 \left(\frac{1}{4}V + V_p \right) = (\nu_2 + \Delta V) RT_0$$

$$\frac{P_0 V}{4} + P_0 V_p = \nu_2 RT_0 + kP_0 \cdot \frac{1}{4}V \cdot RT_0$$

$$P_0 V \left(\frac{1}{4} - \frac{kRT_0}{4} \right) + P_0 V_p = \nu_2 RT_0$$

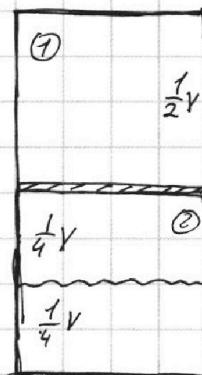
$$\frac{P_0 V}{4} \left(1 - kRT_0 \right) + P_0 V_p = \nu_2 RT_0$$

$$\frac{P_0 V}{4} \left(1 - kRT_0 \right) + \frac{P_0 V kRT_0}{4} = \nu_2 RT_0$$

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_2 RT_0$$

$$\frac{\nu_1 RT_0}{2} = \nu_2 RT_0 \Rightarrow \boxed{\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2}$$

Награво



В состоянии терм. равновесия
газ в баллоне имеет то же
давление, что и газ
внога

$$P_0 V_p = kP_0 \cdot \frac{V}{4} RT_0$$

$$V_p = \frac{KV_0 RT_0}{4}$$

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

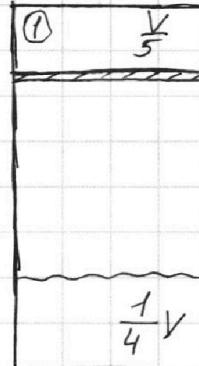
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N^o 2

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu R T_0 = \nu R \cdot \frac{4T}{5} \Rightarrow \nu R T = \frac{P_0 V \cdot 5}{2 \cdot 4}$$

$$\frac{P_1 V}{5} = \nu R T \quad \nu_2 = \frac{\nu_1}{2}$$

$$P_1 = \frac{5 \nu_1 R T}{V} = \frac{5}{V} \cdot \frac{P_0 V \cdot 5}{8} = \frac{25 P_0}{8}$$



CO₂ не раствор.

в вакуум при T

$$\Delta \nu = \frac{k P_0 V}{4}$$

$$k R T = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} \cdot 300 = 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$P_{\text{атм}} + P_2 = P_1$$

P₂ - давление CO₂ внизу.

$$P_{\text{атм}} + \frac{45 P_0}{44} = \frac{25 P_0}{8}$$

$$P_2 \left(V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} \right) = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$$P_{\text{атм}} = P_0 \left(\frac{5^2}{2 \cdot 4} - \frac{5 \cdot 9}{4 \cdot 11} \right) =$$

$$P_2 \frac{V \cdot 11}{20} = \left(\frac{\nu_1}{2} + \Delta \nu \right) R T \quad \frac{3}{4} - \frac{1}{5} = \frac{15 - 4}{20} = \frac{11}{20}$$

$$= \frac{5 P_0}{4} \left(\frac{5}{2} - \frac{9}{4} \right) =$$

$$P_2 = \frac{20 \left(\frac{\nu_1}{2} + \Delta \nu \right) R T}{11 V}$$

$$= \frac{5 P_0}{4} \left(\frac{10 - 9}{4} \right) =$$

$$P_2 = \frac{20}{11 V} \left(\frac{\nu_1 R T}{2} + \Delta \nu R T \right) =$$

$$= \frac{5 P_0}{16} \rightarrow P_0 = \frac{16 P_{\text{атм}}}{5}$$

$$= \frac{20}{11 V} \left(\frac{P_0 V \cdot 5}{16} + \frac{k P_0 V R T}{4} \right) =$$

$$P_0 = 3,2 P_{\text{атм}}$$

$$= \frac{20}{11} \left(\frac{5 P_0}{16} + \frac{k P_0 R T}{4} \right) = \frac{20}{11} \left(\frac{5 P_0}{16} + \frac{P_0}{4} \right) =$$

$$= \frac{20}{11} \left(\frac{9 P_0}{16} \right) = \frac{5 \cdot 9 P_0}{44} = \frac{45 P_0}{44}$$

$$\text{Ober: } \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$$

$$P_0 = 3,2 P_{\text{атм}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

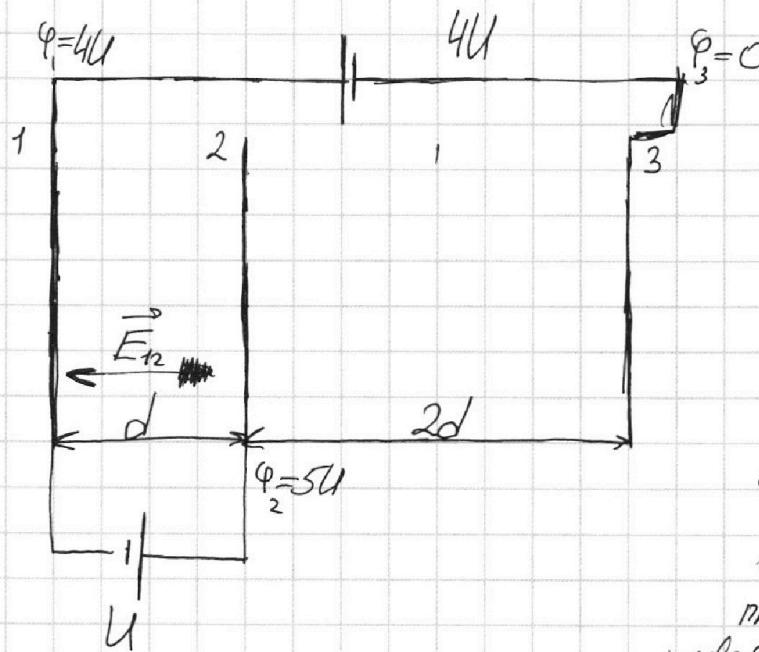


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

N^o3



$$m \\ q > 0$$

Примеч

$$\Phi_3 = 0, \text{ тогда}$$

$$\Phi_1 = 4U, \text{ тогда}$$

$$\Phi_2 = 5U \text{ из-за}$$

источников.

Причес пластинки
проводящие \Rightarrow поген-
щуда 1 пластинки
однаков в модуле
её токе.

В области 1-2 создаётся
напряжённость поля $E_{12} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{d} = \frac{U}{d}$

При этом E_{12} направлено от 22
летке ~~ко 11~~.

$$ma = E_{12}q \Rightarrow a = \frac{Uq}{dm}$$

Заметим, что q много
меньше заряда
 $\Rightarrow q$ не влияет на
распределение заряда
на сетках.

2) ЗСД: В системе присутствуют

$$K_1 + K_2 + U_1q + U_2q = K_2q + K_2$$

$$K_1 + K_2 + 5Uq + Uq + 4Uq = 0 \Rightarrow K_1 + K_2 + 10Uq = 0$$

$$K_1 + 6Uq = K_2 \Rightarrow K_1 - K_2 = -6Uq$$

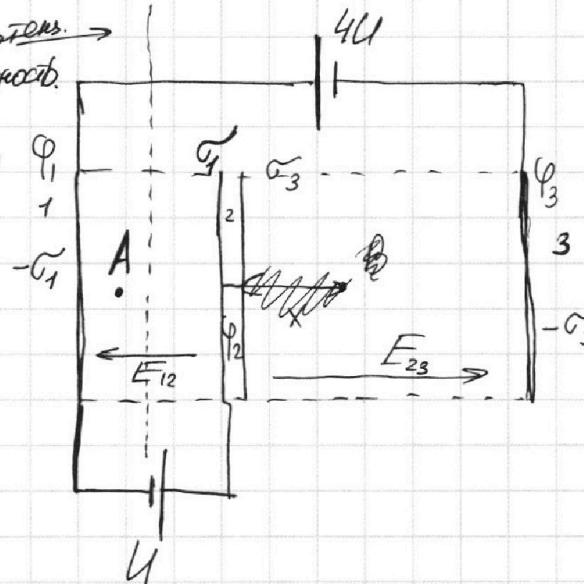
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

N¹⁰3

Эквивалентная
поверхность.

Возьмем потенциал φ_1
равный 0 на
бесконечности



Рассставим
поверхностные
плотности согласно
ЗСЗ (одна зарядов
0)

$$5U = \frac{\sigma_3}{\epsilon_0} \cdot 2d$$

$$U = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} d$$

$$5 = \frac{\sigma_3}{\sigma_1} \cdot 2$$

$$\underline{2\sigma_3 = 5\sigma_1}$$

$$\sigma_1 = \frac{4\epsilon_0}{d}$$

$$\underline{\sigma_3 = \frac{5\epsilon_0}{2d}}$$

$$\frac{5U}{2d}(2d-x) = \frac{A5U}{2d}x + \frac{6U}{d}d$$

т.к. 1-2 - конденсатор,

$\frac{5U}{2d} - \frac{5U}{2d}x$ то тока с 0 потенциалом
находится ровно посередине конденсатора
т.к. там находится эквивалентная по-
верхность, удачая в бесконечность

$$\varphi_A = -\frac{\sigma_1}{\epsilon_0} \left(\frac{d}{6} \right) = -\frac{U}{d} \cdot \frac{d}{6} = -\frac{U}{6}$$

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!

Задача:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + \varphi_A q$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{\varphi q}{6}$$

$$mV_0^2 = mV_A^2 - \frac{\varphi q}{3}$$

$$mV_A^2 = mV_0^2 + \frac{\varphi q}{3}$$

$$V_A^2 = V_0^2 + \frac{\varphi q}{3m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{\varphi q}{3m}}$$

Решение:
1) $\alpha = \frac{\varphi q}{md}$

2) $K_1 - K_2 = \varphi q$

3) $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{\varphi q}{3m}}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

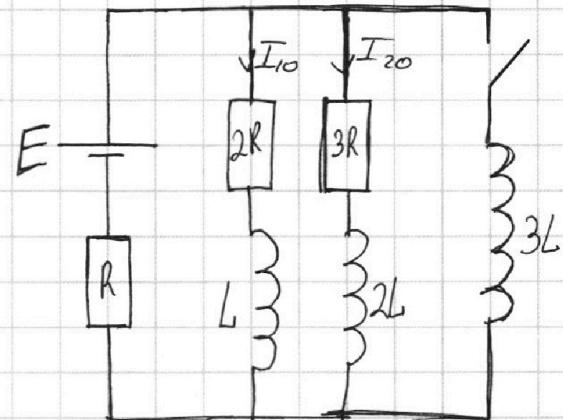
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

N°4

1) При разомкнутом
ключе катушки ЭДС
проводят Т.К. режим
уставившийся.



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

$$E = (I_{10} + I_{20})R + 3I_{20}R$$

$$0 = 3I_{20} - 2I_{10}$$

$$3I_{20} = 2I_{10}$$

$$I_{20} = \frac{2I_{10}}{3}$$

$$E = 3I_{10}R + I_{20}R$$

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

$$= \frac{11I_{10}R}{3}$$

$$\underline{I_{10} = \frac{3E}{11R} \Rightarrow I_{20} = \frac{2E}{11R}}$$

2) Сразу после замыкания
ключа распределение токов не успево изменяться

$$E - 3LI = (I_{10} + I_{20})R$$

$$3LI = E - \frac{5E}{11}$$

$$\underline{3LI = \frac{6E}{11} \Rightarrow I = \frac{2E}{11L}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

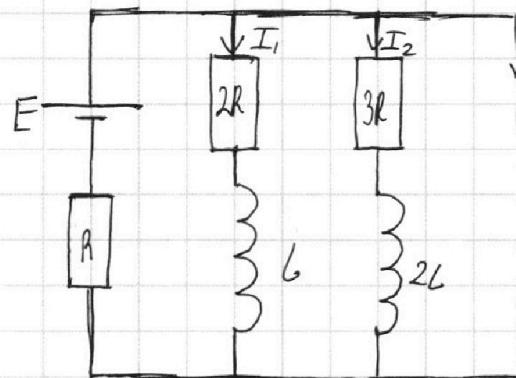
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

N^o 4

q₁ - ?



В ус. режиме

ток течёт

только по E; R и

3L т.к. q

3L нет сопротив-
ления.

$$\int E - 3L \dot{I}_3 = R(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$E + 2L \dot{I}_2 = R(I_1 + I_2 + I_3) + I_2 \cdot 3R \quad E = I_{31} R \rightarrow I_{31} = \frac{E}{R}$$

$$E + L \dot{I}_1 = R(I_1 + I_2 + I_3) + 2R I_1$$

$$\begin{cases} L \dot{I}_1 + 3L \dot{I}_3 = 2R I_1 \\ 2L \dot{I}_2 + 3L \dot{I}_3 = 3R I_2 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \int_{I_{100}}^0 dI_1 + 3L \int_{I_{31}}^0 dI_3 = 2R q_1 \\ 2L \int_{I_{10}}^0 dI_2 + 3L \int_{I_{31}}^0 dI_3 = 3R q_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} L dI_1 + 3L dI_3 = 2R dq_1 \\ 2L dI_2 + 3L dI_3 = 3R dq_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} dI_1 - 2dI_2 = 2R dq_1 - 3R dq_2 \end{cases}$$

$$-L \dot{I}_{10} + 3L \dot{I}_{31} = 2R q_1$$

$$q_1 = \frac{L(3I_{31} - I_{10})}{2R}$$

$$q_1 = \frac{L}{2R} \left(\frac{3E}{R} - \frac{3E}{11R} \right)$$

$$q_1 = \frac{L}{2R} \left(\frac{30E}{11R} \right) = \frac{15EL}{11R^2}$$

$$\text{Отв.: } I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

$$\dot{I} = \frac{2E}{11L}$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{15EL}{11R^2}$$

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

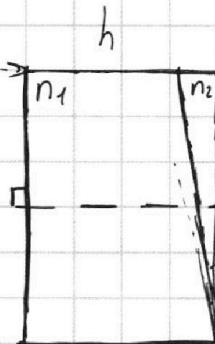
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N^o5

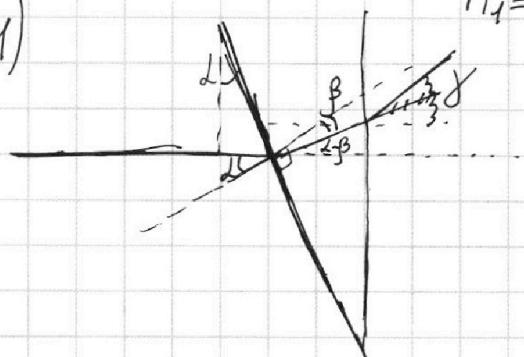
a

*

S



1)



$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1,7$$

γ-искажение

т.к. Δ малый:

1 преломление:

$$\Delta n_1 = \beta n_2$$

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

2 преломление

угол \rightarrow $\theta = 90^\circ - 90^\circ + \Delta - \beta = \Delta - \beta$

наглядно

$$n_2(\Delta - \beta) = n_1 \gamma \rightarrow \gamma = \frac{n_2(\Delta - \beta)}{n_1} =$$
$$= \frac{n_2 \left(\Delta - \frac{\Delta n_1}{n_2} \right)}{n_1} = \frac{n_2 \left(\frac{\Delta n_2 - \Delta n_1}{n_2} \right)}{n_1} =$$
$$= \frac{\Delta(n_2 - n_1)}{n_1} \quad \gamma = \frac{0,1 \cdot 0,7}{1} =$$

$$= 0,07$$

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"/> |

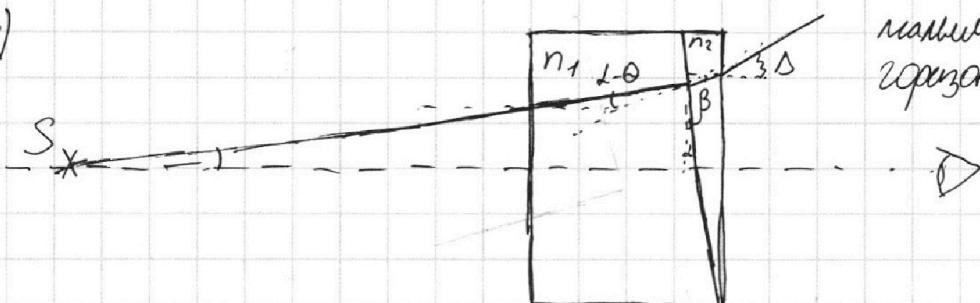
МФТИ

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

N^o 5

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1,7$$

2)

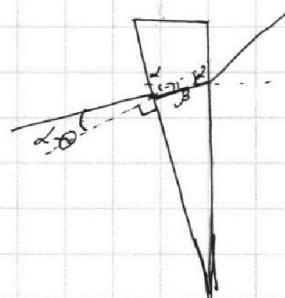


Пустите луч под
максимальным углом к
границе.

Угол падения: $\gamma = 90^\circ - \theta - 90^\circ + \alpha = \alpha - \theta$

1 преломление: $(\alpha - \theta) n_1 = \beta n_2$

2 преломление $\beta = \frac{(\alpha - \theta) n_1}{n_2}$



δ-угол падения $\delta = 180^\circ - \beta - 180^\circ + \alpha = \alpha - \beta$

$$n_2 (\alpha - \beta) = \Delta n_1$$

Δ-угол выхода

Пусть $\theta = \alpha$, то есть $\beta = 0$, тогда $\Delta = \frac{\Delta n_2}{n_1} = 0.17$

$$H = (a+h) \cdot \Delta$$

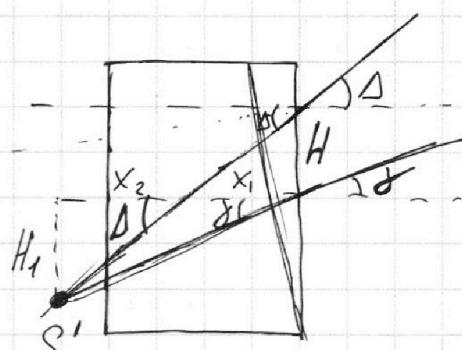
$$H_1 = (x_1 + x_2) \cdot \Delta$$

$$H = x_1 \Delta = (a+h) \Delta \Rightarrow x_1 = \frac{(a+h) \Delta}{\Delta}$$

$$H + H_1 = (x_1 + x_2) \Delta$$

$$H_1 = x_2 \Delta$$

$$x_2 \Delta = x_1 \Delta + x_2 \Delta \Rightarrow x_2 = \frac{x_1 \Delta}{\Delta - \Delta} = \frac{(a+h) \Delta \cdot \Delta}{\Delta (\Delta - \Delta)} = \frac{(a+h) \Delta \cdot \Delta}{\Delta (\Delta - \Delta)}$$





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!

$$x_2 = \frac{(a+h)\gamma}{\Delta}$$

$$x_1 = \frac{(a+h)\alpha}{\Delta}$$

расстояние между ист. и изобр. по горизонтали

$$x_3 = (a+h) - x_1 - x_2 = (a+h) \left(1 - \frac{\alpha}{\Delta} - \frac{\gamma}{\Delta} \right) = \frac{a+h}{\Delta} (\Delta - \alpha - \gamma) = 0$$

$$H_1 = x_2 \Delta = (a+h)\gamma = \frac{(194\text{cm} + 9\text{cm}) \cdot 0,07}{100} = \frac{203\text{cm} \cdot 7}{100}$$

$$\begin{array}{r} \times 203 \\ \frac{7}{1421} \end{array}$$

$$\underline{H_1 = 14,21\text{cm}}$$

⇒ расстояние между
ист. и изобр.:
14,21cm

ответ: 1) $\gamma = 0,07$

2) $H_1 = 14,21\text{cm}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



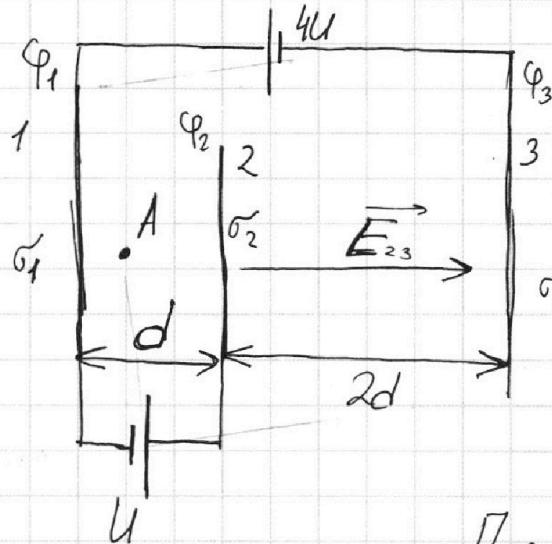
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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^o 3

3)



Теперь выберем
поглощал о на
бесконечности

$$\sigma_3 < 0$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 4U$$

Пое между 1-2 однородно

$$\rightarrow \varphi_A - \varphi_1 = \frac{U}{3}$$

$$\varphi_A = \varphi_1 + \frac{U}{3}$$

Пусть $\sigma_1 > 0$

$$\sigma_2 > 0$$

$$\sigma_3 < 0$$

$$\left(\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \right) 2d = 5U$$

$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ 3C3.

$$|\sigma_1| + |\sigma_2| - |\sigma_3| = 0$$

$$(|\sigma_1| + |\sigma_2| + |\sigma_3|) \frac{2d}{2\epsilon_0} = 5U$$

$$U = (|\sigma_1| + |\sigma_2| - |\sigma_3|) \cdot \frac{d}{2\epsilon_0}$$

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 4U \end{cases}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 5U$$

$$E_{23} = \frac{5U}{2d}$$

$$\varphi_A - \varphi_3 = \frac{1}{3}U = \frac{13}{3}U$$