



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

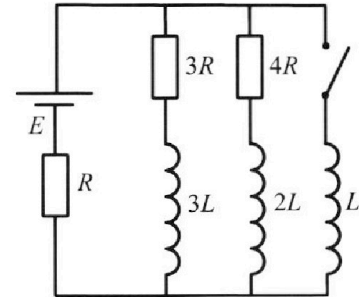


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  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  $n_в = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 90$  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.

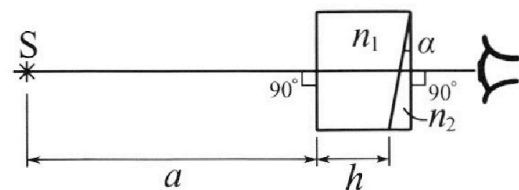


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_в = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_в = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



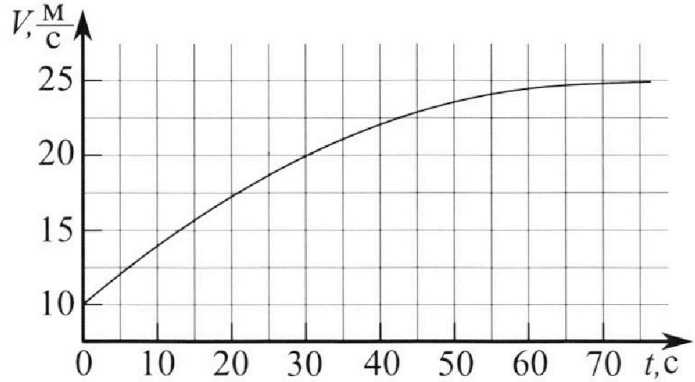
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой  $m = 1500$  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  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

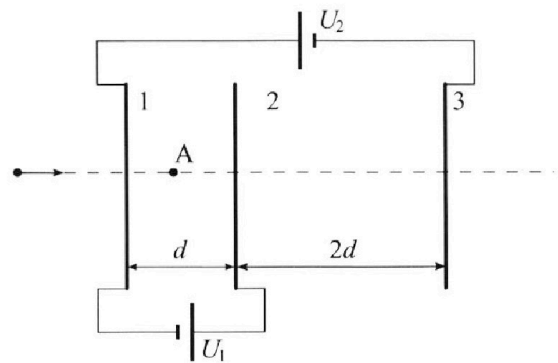
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$  ( $P_{\text{АТМ}}$  - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

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  $U_2 = 3U$ . 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 1 и 2.
- Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/4$  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"/> | <input 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!

1) Производная скорости по времени это ускорение

Найдем ускорение в начале, проведем касательную

она пройдет через координаты  $(10 \frac{м}{с}; 0)$ ;  $(20 \frac{м}{с}; 25 с)$

$$a_0 = \frac{20 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с}}{25 с} = \frac{10}{25} \frac{м}{с^2} = \frac{2}{5} \frac{м}{с^2} = 0,4 \frac{м}{с^2} \quad \text{Ответ: } 0,4 \frac{м}{с^2}$$

2) Пусть  $F_c = 2U$

В точке зав-та точки горизонтальна  $a \geq 0$

$$F_c = F_k = 2v_k, \text{ где } v_k = 25 \frac{м}{с}$$

$$L = \frac{600 Н}{25 \frac{м}{с}} = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$$

В начале прогона

$$m a_0 = F_0 - \alpha \cdot v_H, \text{ где } v_H = 10 \frac{м}{с}$$

$$F_0 = m a_0 + \alpha v_H = 1500 Н - 0,4 \frac{Н \cdot с}{м} \cdot 24 \frac{Н \cdot с}{м} \cdot 10 \frac{м}{с} = 600 Н + 240 Н = 840 Н$$

3) Тормозная сила  $dF$ .

Ответ: 840 Н

За это время обратная работа  $dX = v_H \cdot dt$

$$\text{Работа двигателя } dA = F_0 \cdot dX = F_0 \cdot v_H \cdot dt$$

$$\text{Мощность } P_0 = \frac{dA}{dt} = F_0 \cdot v_H = 840 Н \cdot 10 \frac{м}{с} = 8400 \text{ Вт}$$

Ответ: 8400 Вт

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

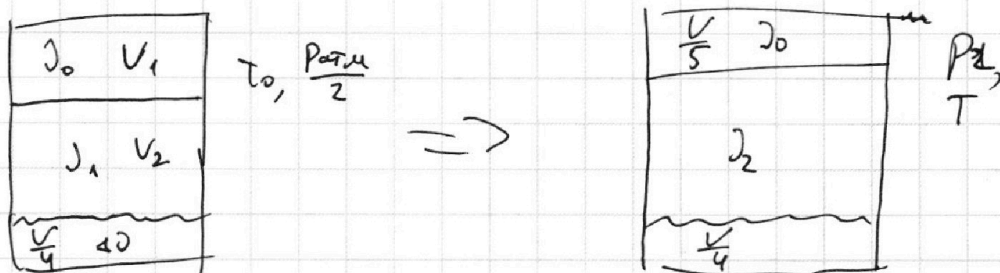
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

№ 2



в начале изохорическое сжатие газа  $p_{n2}^1 = 0$

в конце газ расширяется при  $373\text{K}$   $p_{n2} = p_{atm}$

Также в конце весь увеличенный газ в газодв. сост.  $J_2 = J_1 + \Delta J$

$$\Delta J = k \cdot \frac{p_{atm}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

~~$$p_2 \frac{V}{5} = J_0 RT$$~~

Внач момент

~~$$(p_2 - p_{atm}) \left( V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = J_2 RT$$~~

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = V_2 + \frac{V}{4} \\ V_1 + V_2 + \frac{V}{4} = V \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} V_1 = \frac{V}{2} \\ V_2 = \frac{V}{4} \end{array}$$

$$1) \frac{p_{atm}}{2} \cdot V_1 = J_0 RT_0 \quad (\odot)$$

$$\frac{p_{atm}}{2} \cdot V_2 = J_1 RT_0$$

$$\Rightarrow J_1 = \frac{p_{atm} \cdot V}{8 RT_0}$$

$$\frac{J_0}{J_1} = \frac{V_1}{V_2} = 2 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2 \quad \text{ответ: 2}$$

$$2) \frac{p_{atm}}{2} \cdot \frac{V}{4} = J_1 RT_0$$

~~$$p_{atm} p_2 \cdot \frac{V}{5} = J_0 RT_0$$~~

$$(p_2 - p_{atm}) \cdot \left( V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (J_1 + \Delta J) RT \quad | : p_{atm}$$

$$\left( \frac{p_2}{p_{atm}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{11}{20} V = \left( \frac{V}{8 RT_0} + \frac{\Delta J}{p_{atm}} \right) RT \right)$$

$$\frac{p_2}{p_{atm}} = \frac{20}{11} \left( \frac{V}{8 RT_0} + \frac{\Delta J}{p_{atm}} \right) \frac{RT}{V} + 1$$

или продолжение

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!



$$\frac{p_2 - \frac{1}{5}}{p_{атм} \cdot \frac{1}{9}} = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{RT}{T_0}$$

$$\frac{8}{5} \left( \left( \frac{20}{11} \left( \frac{V}{8R} \cdot \frac{T}{T_0} + \frac{4J}{p_{атм}} \cdot T \right) \frac{RV}{V} + 1 \right) \right) = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{160}{55} \left( \frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{k \cdot p_{атм} \cdot R \cdot T}{8 \cdot p_{атм} \cdot R} \right) = 2 \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = x$$

$$\frac{80}{55} \left( \frac{1}{8} x + \frac{kRT}{8} \right) = x$$

$$\frac{10}{55} (x + kRT) = x$$

$$x + kRT = \frac{55}{10} x$$

$$kRT = 4,5x = kRT$$

$$x = \frac{T}{T_0} = \frac{kRT}{4,5} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}}}{4,5} = \frac{1,5}{4,5} = \frac{1}{3}$$

Ответ:  $\frac{1}{3}$

$$\frac{160}{55} \left( \frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{kRT}{8} \right) = 2 \frac{T}{T_0} - \frac{8}{5} \quad ; \quad \frac{T}{T_0} = x$$

$$\frac{20}{55} \frac{10}{55} (x + kRT) = x - \frac{4}{5}$$

$$\frac{45}{55} x = \frac{10}{55} kRT + \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{11} x = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}} + 0,8$$

$$\frac{9}{11} x = 1,5 + 0,8$$

$$\frac{9}{11} x = \frac{23}{10}$$

$$x = \frac{253}{1100}$$

$$45x = 10 kRT + 44$$

$$45x = 15 + 44$$

$$x = \frac{59}{45} = \frac{T}{T_0}$$

Ответ:  $\frac{59}{45}$

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!

Батт заряд достигнет второй сетки, то дальше не вернется в Т.А

$$\frac{mV_0^2}{2} = U + E_{k2}$$

$$E_{k2} = \frac{mV_0^2}{2} - U \quad V_0^2 - \frac{2U}{m} \neq 0$$

Имеем несколько случаев:

(I)  $V_0^2 < \frac{2U}{m}$ , заряд не окажется в Т.А

(II)  $V_0^2 = \frac{2U}{m}$ ,  $V_A = 0$

(III)  $\frac{2U}{m} < V_0^2 < \frac{2U}{m}$ , скорость заряд пролетит Т.А вправо

(IV)  $V_0^2 \geq \frac{2U}{m}$

заряд пролетит один раз вправо

$$\text{с } V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{2U}{m}}$$

с  $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{2U}{m}}$   
и развернется и пролетит влево с такой же по модулю скоростью

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!

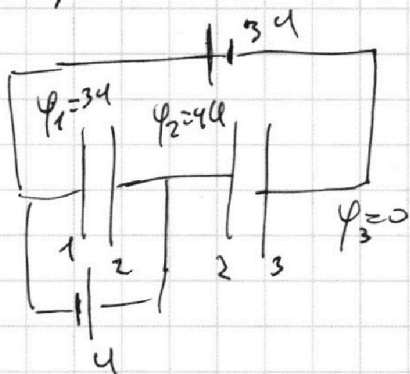


$q_1 = 24 \text{ C}$  N 3

~~$3\mathcal{E} = 3a + U + \frac{q_2}{C} = 0$~~

~~$q_2 = -\frac{34}{C}$~~

Рассмотрим пом-ую как 2 плоских конденсатора



как известно, вне конденсатора поле нет.

Линии напряженности в первом конденсаторе

$34 \left| \begin{array}{c} \rightarrow \\ E_1 \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right| 44$

$E_1 = \frac{44 - 34}{d} = \frac{U}{d}$

$dna = qE_1$

$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$

Ответ:  $\frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$

2) ЗСЭ

$k_1 = k_2 + qE_1 \cdot d$

$k_1 - k_2 = qU$       Ответ:  $qU$

3) Электрон на высоте  $h$  и имеет скорость  $E_1 = \frac{m v_0^2}{2}$ , т.к. поле вне сетки нет.

Энергия Потенциальная Электрона в т. д. А  $W_A = \frac{U}{4}$

Если  $E_1 = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{U}{4} + \frac{m v_A^2}{2}$

$v_A^2 = v_0^2 - \frac{U}{2m}$ , или  $v_0^2 < \frac{U}{2m}$ , тогда нет

$|v_A| = \sqrt{v_0^2 - \frac{U}{2m}}$

защит не охраняет  
тот же вид  
б.т.А

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

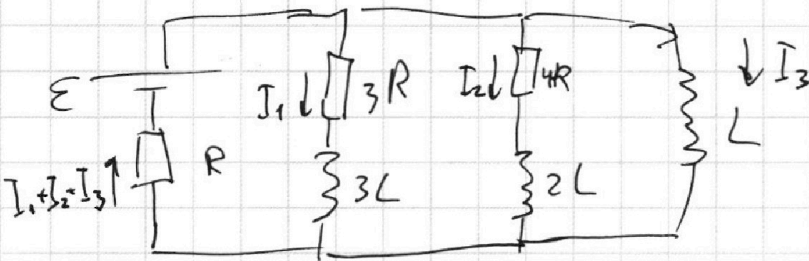
|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



3) ИЧ (продолжение)



Закон  $I_1, I_2, I_3$  - тот же в  $t$  и  $t_0$  и  $t_0 + \Delta t$  момент времени.

Закон термодинамики:

$$-3RI_1 - 3LI_1 + LI_3 = 0$$

$$3R \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI_3}{dt}$$

$d\varphi_1$  - заряд через  $3L$   
(ок не через  $3R$ )  
со знаком  $+$ , если вниз

$$\Delta \varphi_1 = \frac{L}{3R} \Delta I_3 - \frac{L}{R} \Delta I_1$$

Внутр. сопротивление  $\downarrow$  весь ток идет через  $\downarrow$

$$I_{3k} = \frac{\varepsilon}{R}; I_{1k} = 0$$

$$\Delta I_{3R} = \frac{\varepsilon}{R} - 0 = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\Delta I_1 = I_{1k} - I_{0k} = -\frac{4\varepsilon}{10R}$$

$$\Delta \varphi_1 = -\frac{L\varepsilon}{3R^2} + \frac{4\varepsilon L}{10R^2} = \frac{\varepsilon L}{R^2} \left( -\frac{10}{57} + \frac{12}{57} \right) = -\frac{7}{57} \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

значит заряд уходит вверх

ответ:  $\frac{7}{57} \frac{\varepsilon L}{R^2}$  вверх



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

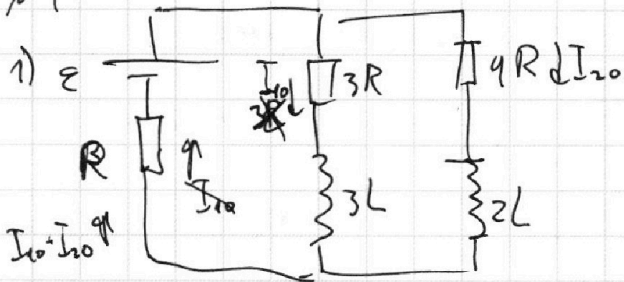
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

№ 4



Взят решение ток  
не из узла.  $\Rightarrow$  катушки можно  
считать проводом.

Закон Кирхгофа:

$$\begin{cases} \varepsilon - 3R \cdot I_{10} - R \cdot I_{10} - R \cdot I_{20} = 0 \Rightarrow RI_{20} = \varepsilon - 4RI_{10} \\ \varepsilon - 4R \cdot I_{20} - R \cdot I_{20} - R I_{10} = 0 \end{cases}$$

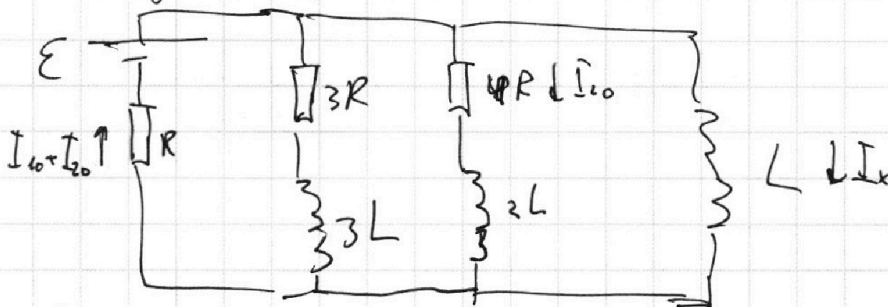
$$\varepsilon - 5(\varepsilon - 4RI_{10}) - RI_{10} = 0$$

$$-4\varepsilon + 19RI_{10} = 0$$

$$I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

$$\text{По закону Кирхгофа } I_{20} = \frac{\varepsilon}{R} - \frac{16\varepsilon}{19R} = \frac{3\varepsilon}{19R} \quad \text{Ответ: } \frac{4\varepsilon}{19R}$$

2) Катушки после замыкания цепи ток не из узла.



Закон Кирхгофа

$$\varepsilon - LI_x - R(I_{10} + I_{20}) = 0$$

$$I_x = \frac{\varepsilon - R(I_{10} + I_{20})}{L} = \frac{\varepsilon - R \cdot \frac{7\varepsilon}{19R}}{L} = \frac{12\varepsilon}{19L}$$

или продолжение.

$$\text{Ответ: } \frac{12\varepsilon}{19L}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

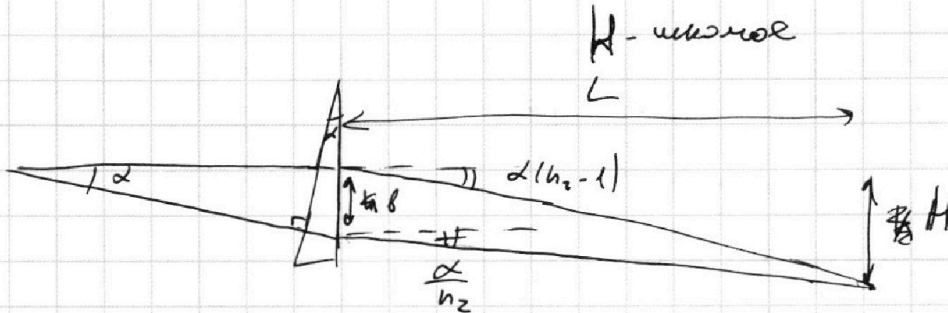
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

MS

2)



$$h = \alpha(a + b) \quad b = \alpha(a + h)$$

$$\begin{cases} H = L \alpha (n_2 - 1) & ; L = \frac{H}{\alpha (n_2 - 1)} \\ H = h + L \alpha \frac{\alpha}{n_2} \end{cases}$$

$$H \left(1 - \frac{1}{\alpha (n_2 - 1)}\right) = h$$

$$H = \frac{b \cdot \alpha (n_2 - 1)}{\alpha (n_2 - 1) - 1} = \frac{\alpha^2 (a + h) (n_2 - 1)}{\alpha (n_2 - 1) - 1}$$

$$H = b + \frac{H}{n_2 (n_2 - 1)}$$

$$H \left(1 - \frac{1}{n_2 (n_2 - 1)}\right) = b$$

$$H = \frac{b n_2 (n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2}$$

$$H \left(1 - \frac{1}{n_2 (n_2 - 1)}\right) = b$$

$$H = \frac{\alpha (a + h) n_2 (n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2 - 1} = \frac{0,1 \cdot 104 \text{ см} \cdot 1,7 \cdot 0,7}{2,89 - 1 - 1,7} = \frac{10,4 \text{ см} \cdot 1,19}{0,19} =$$

$$= \frac{4537,6 \text{ см}}{19} \approx 238,82 \text{ см} = \frac{1237,6 \text{ см}}{19} \approx 65 \text{ см}$$

ответ: 238 см 65 см

Тут  $\alpha$  рассеивает луча  
луч, угловой  $\perp$  свет  
Генерация волны, она увеличивается  
и выйдет из угловой по  
лучи  $\frac{\alpha}{n_2}$

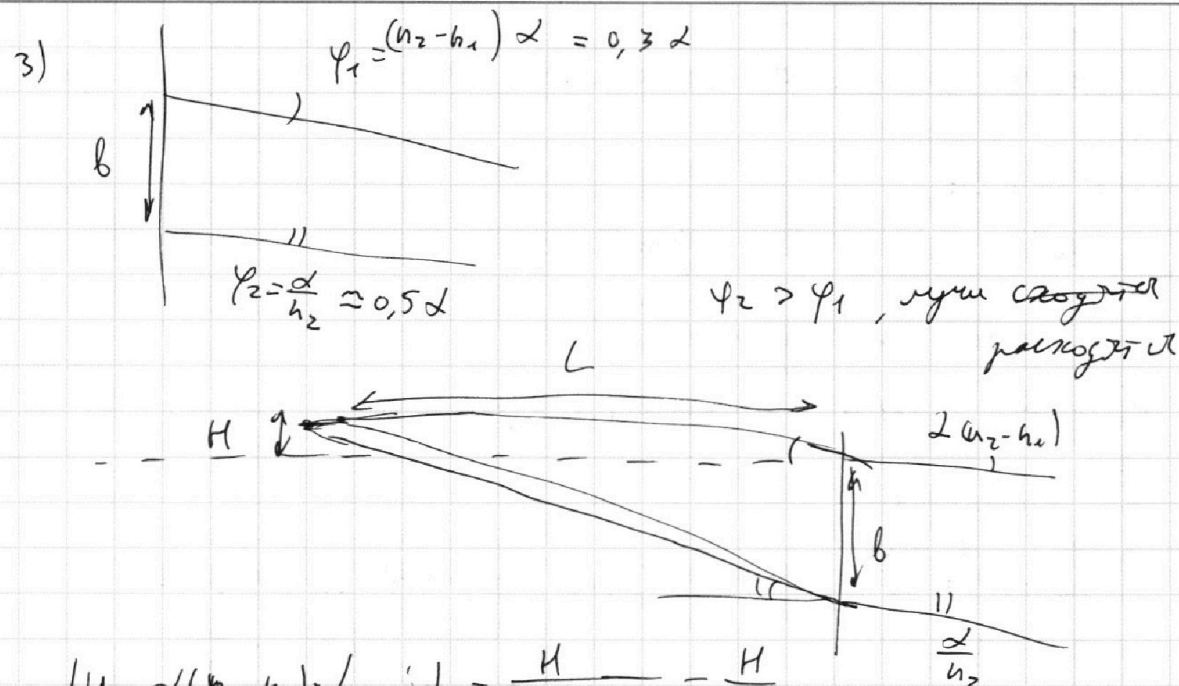
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{cases} H = \alpha (n_2 - n_1) \cdot L & ; L = \frac{H}{\alpha (n_2 - n_1)} = \frac{H}{0,3 \alpha} \\ H + b = L \frac{\alpha}{n_2} \end{cases}$$

$$H + b = \frac{H}{0,3 n_2 (n_2 - n_1)}$$

$$H \left( 1 - \frac{1}{n_2 (n_2 - n_1)} \right) = -b$$

$$H = \frac{b n_2 (n_2 - n_1)}{1 - n_2^2 + n_2 n_1} = \frac{n_2 a + \alpha n_2 (n_2 - n_1) (n_2 a + h)}{1 - n_2^2 + n_2 n_1} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3 \cdot (1,4 \cdot 14 \text{ см} + 14)}{1 - 2,89 + 2,38} = \frac{14 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3}{0,5 + 0,49} = 14 \text{ см}$$

ответ: 14 см

$$= \frac{14 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3}{0,49} = \frac{7,14}{0,49} \approx 14 \text{ см}$$

ответ: 14 см

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

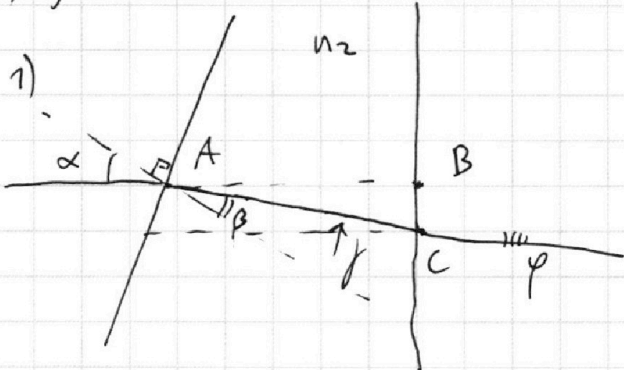
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

N5



$$\begin{aligned} \lambda \sin \alpha &= n_2 \sin \beta \\ \lambda &= n_2 \sin \beta \end{aligned}$$

уг.  $\triangle ABC$

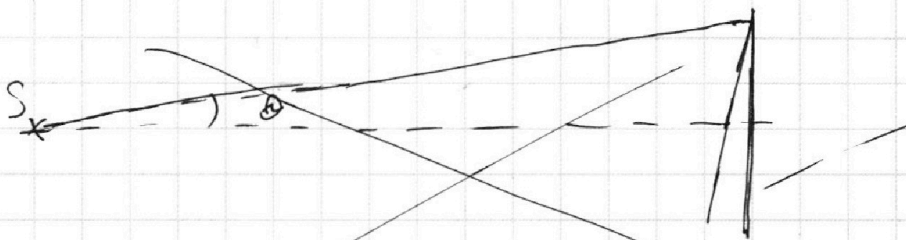
$$\begin{aligned} \alpha - \beta + 90^\circ - \phi &= 90^\circ \\ \phi &= \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) = \\ &= \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_2}\right) \end{aligned}$$

$$n_2 \sin \phi = \sin \alpha$$

$$\alpha (n_2 - 1) = \phi$$

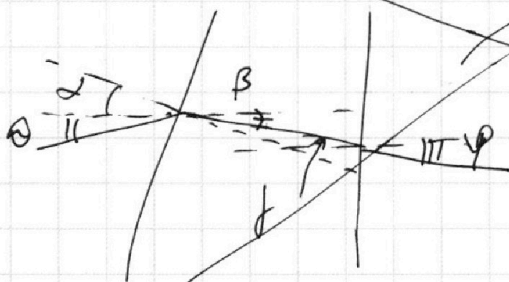
ответ:  $\alpha (n_2 - 1)$

2)



~~Тассмотрим луч под малым углом  $\alpha$  он будет~~

~~Тассмотрим луч под малым углом  $\alpha$  к перпендикуляру левой грани~~



$$\alpha + \theta = n \beta$$

$$\beta = \frac{\alpha + \theta}{n}$$

$\alpha -$

или продолжение

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!



Чертовизик

$$\begin{array}{r} - 2,99 \\ 2,38 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 19 \\ 3 \\ \hline 57 \end{array}$$

$$- 1,7 \cdot 0,7 =$$

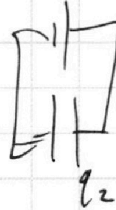
$$= 0,7 - 0,49 =$$

$$\begin{array}{r} 600 \quad | \quad 25 \\ - 50 \quad | \quad 24 \\ \hline 100 \end{array}$$

150

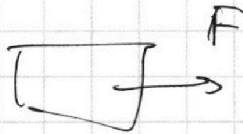
$$24 \times 1,5$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 51 \\ \hline 21 \\ + 105 \\ \hline 1071 \end{array} = \frac{A}{\Delta t}$$



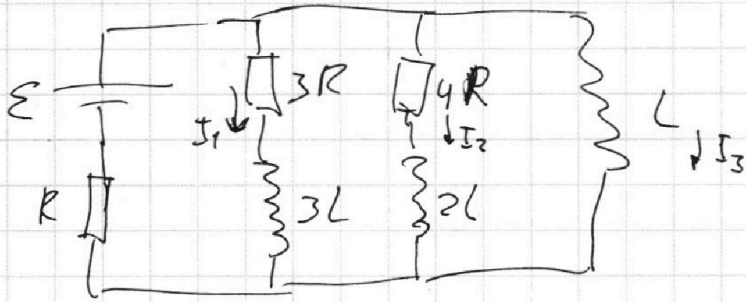
$$\epsilon = 4,59$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 119 \\ \hline 104 \\ + 476 \\ \hline 119 \\ \hline 12376 \end{array}$$



$$\frac{4}{3} R$$

$$\frac{3R \cdot 4R}{3R} = \frac{12R}{3R} = R = \frac{10R}{3R}$$



$$J_{\text{мк}} = \mu \cdot H =$$

$$= \frac{\mu^2 \cdot H^2}{2}$$

$$J_{\text{мк}} = \mu H$$

$$\mu \cdot H$$

$$\begin{array}{r} 373/59 \\ 295 \\ \hline 78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373/59 \\ - 384/63 \\ \hline -111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -111 \\ \times 119 \quad 720 \\ \hline 104 \quad 130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 476 \\ 119 \\ \hline 12376 \end{array}$$

$$- 3RI_1 - 3LI_1 + LI_3 = 0$$

$$- 3R \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_3}{dt} = 0$$

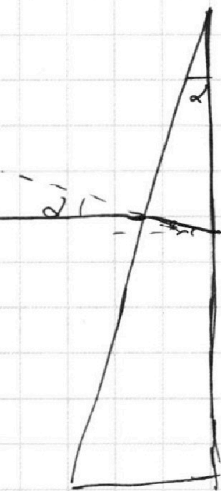
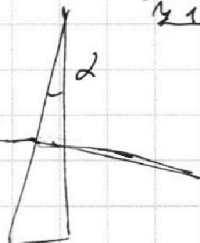
$$\frac{P_{\text{мк}}}{2} V_1 = J_1 R T_0$$

$$\frac{P_{\text{мк}}}{2} V_2 = J_2 R T_0$$

$$20 - 4 - 5 = \frac{11}{20}$$

$$\begin{array}{r} \times 14 \\ \times 51 \\ \hline 14 \\ 70 \\ \hline 714 \end{array}$$

$$414 \quad | \quad 0,49$$



$$\begin{array}{r} \times 63 \\ 45 \\ \hline 315 \\ 252 \\ \hline 273 \\ 51 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12376 \quad | \quad 19 \\ - 114 \quad | \quad 1651 \\ \hline 94 \\ - 95 \\ \hline 26 \end{array}$$

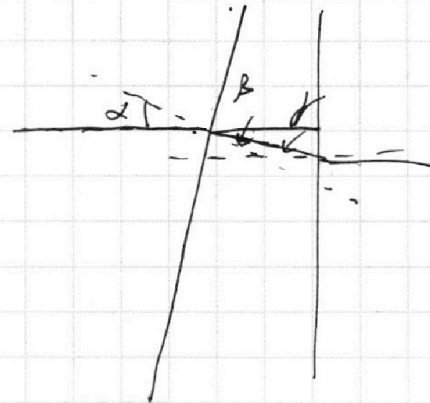
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\alpha = n\beta$$

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

$$\beta = \frac{\alpha}{n} = f$$

$$n \cdot \sin f = \sin \varphi$$

$$100 \frac{1,7}{5}$$

$$\begin{array}{r} 45376 \quad | \quad 19 \\ - 38 \\ \hline 173 \\ - 121 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ 11 \\ \hline 23 \\ + 3 \\ \hline 293 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 19 \\ \hline 119 \\ + 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 0,7 \\ \hline 119 \\ 1,19 \end{array}$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - f = 90^\circ$$

$$f = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{n-1}{n} \cdot \alpha$$

$$n \cdot \frac{n-1}{n} \cdot \alpha = \varphi$$

$$\varphi = \alpha(n-1)$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 119 \\ \hline 936 \\ + 404 \\ \hline 104 \\ \hline 45376 \end{array}$$

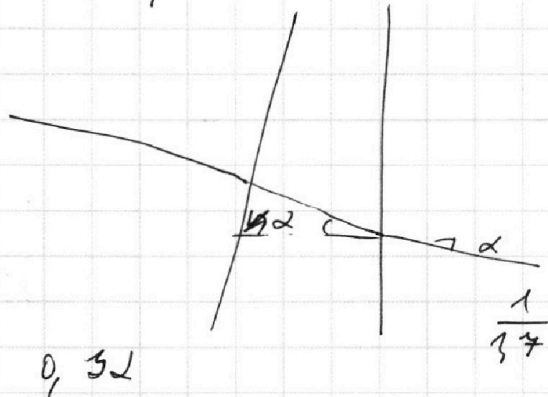
$$\beta = \frac{\alpha + \theta}{n}$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - f = 90^\circ$$

$$f = \alpha - \beta = \frac{\alpha}{n} \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) + \frac{\theta}{n}$$

$$n \sin \left( \frac{n-1}{n} \alpha + \frac{\theta}{n} \right) = \varphi$$

$$\varphi = \alpha(n-1) + \theta$$



$$n\alpha = \beta$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n}$$

$$\frac{1}{1,7}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 14 \\ \hline 68 \\ + 14 \\ \hline 238 \end{array}$$

$$2,38$$

$$\frac{100}{17}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ - 238 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$0,52$$

$$\frac{1}{1,7}$$

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

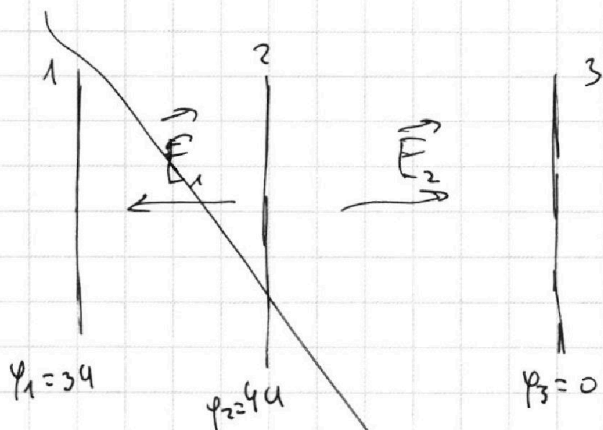
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



Т.к. разность потенциалов  $\Rightarrow d$ , то поле в сетках можно считать однородным.

Потенциал  $\varphi_2 = 0$

Тогда  $\varphi_1 = 3U$   
 $\varphi_2 = 4U$

$$1) E_1 = \frac{4U - 3U}{d} = \frac{U}{d}$$

$$h_2^2 - h_1 h_2 - 1$$

$$m a_1 = q E_1$$

$$a_1 = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

Ответ:  $\frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$

2) ЗСЭ:  $k_1 = k_2 + q E_1 d = k_2$

$$k_1 - k_2 = k_1 - k_2 + q E_1 d$$

$$k_1 - k_2 = q E_1 d = q \cdot \frac{U}{d} = qU$$

Ответ:  $qU$

3) Рассмотрим это как  $\overset{2}{\text{два}}$  не связанных конденсатора с частотами  $\omega_1$  и  $\omega_2$

