

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

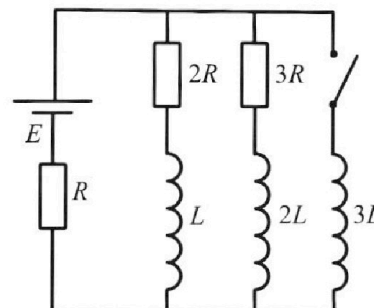
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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 числами 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.

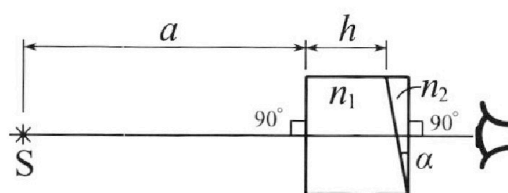


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



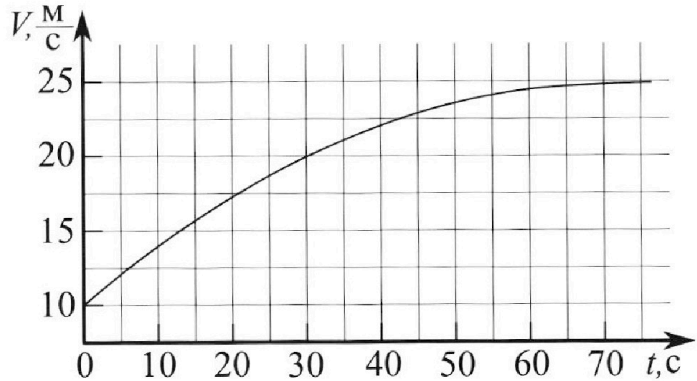
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

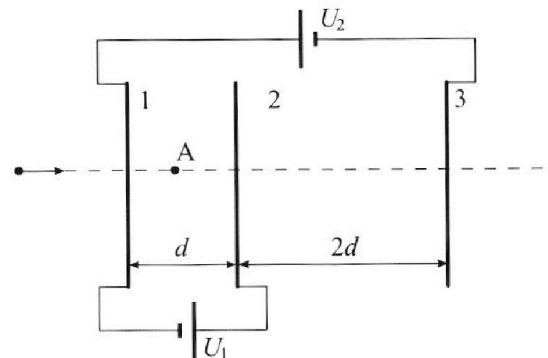
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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.

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  $P_{\text{ATM}}$  (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 A 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

МФТИ

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

$$A' = P = F \cdot s' = F \cdot V \Rightarrow P_1 = F_1 \cdot V_1 = 16100 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } P_1 = 16100 \text{ Вт}$$

$$a_1 = 0,225 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_1 = 805 \text{ Н}$$

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) при  $V_1 \neq a_1 = \frac{dV_1}{dt}$ , нужно взять производную от функции, или провести касательную к графику.  $a_1 = \frac{dV_1}{dt}$ , рассмотрим малое изменение, когда функция почти линейна и получим  $a_1 = \frac{dV_1}{dt} = \frac{1,125 \frac{m}{c}}{5c} = 0,225 \frac{m}{c^2}$

2) ~~1-й~~ 2-й закон Ньютона:  $ma_1 = F_T - F_{оп}$   
 $F_{оп}$  - сила сопротивления воздуха  $F_{оп} = dV$  - при скорости  
 $ma_1 = F_T - dV_1$ ; при  $V_m = 25 \frac{m}{c}$ ;  $F_k = 500N$ , при этом ускорение равно нулю, следовательно не изменяем  
 $a \Rightarrow F_k = dV_m \Rightarrow d = \frac{F_k}{V_m}$ ;  $ma_1 = F_T - dV_1 = F_T - \frac{F_k V_1}{V_m}$   
 $V_m = 25 \frac{m}{c}$

$$\Rightarrow F_T = ma_1 + \frac{F_k}{V_m} \cdot V_1 = 1800 \cdot 0,225 + \frac{500 \cdot 20}{25} =$$
$$= \frac{1800 \cdot 0,225}{2} + \frac{500 \cdot 4}{5} = 400 + \frac{900 \cdot 0,225}{2} = 400 + \frac{90 \cdot 9}{2} =$$
$$= 400 + 405 = 805 N$$

$$3) P_T = F \cdot V_1 = 805 \cdot 20 = 16100 \text{ Вт.}$$

Мощность - это сила, приложенная к колёсам, умноженная на их скорость вращения у двигателя, мощность  $P = F \cdot S$



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!



$\rho_0 \frac{V}{2} N_1$	1) Уравнение Менделеева - Клапейрона
$\rho_0 \frac{V}{4} N_2$	

$$2) \frac{\rho_0 V}{2} = N_1 R T_0$$

$$2) \frac{\rho_0 V}{4} = N_2 R T_0 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 2;$$

$N_2$  - внизу,  $N_1$  - сверху

2) Если нагреть до  $T = \frac{5T_0}{4}$ , то водород при этом неизбежно с равняется к атмос.

3)  $N$  - Менделеева - Клапейрона:

$$\frac{pV}{5} = N_1 R T$$

$$N_2 = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$N$  - Менделеева Клапейрона для кин. энергии:  $N_2' = N_2 + \Delta N$

$$\frac{11(p - p_0)V}{20} = N_2' R T \Rightarrow \Delta N = \frac{k p_0 V}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{11(p - p_0)V}{20} = N_2 R T + \frac{k p_0 V R T}{4} \Rightarrow N_2 R T = \frac{11(p - p_0)V - k p_0 V R T}{20}$$

Положим 3 и 1 выразиме:

$$\frac{pV}{5} = \frac{N_1 R T}{4} = \frac{5}{4} = \frac{2}{5} \frac{p}{\rho_0} \Rightarrow \rho_0 = \frac{25}{8} \rho_0$$

Положим 5 и 2 выразиме

$$\frac{pV}{5} = \frac{N_2 R T}{4} = \frac{11(p - p_0)V - \frac{k p_0 V R T}{4}}{20} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{\rho_0 V}{4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$$\frac{5}{4} = \frac{11}{5} \frac{(P - P_a)}{P_0} - \frac{k P RT}{P_0} \Rightarrow \frac{5}{4} P_0 = \frac{11}{5} \left( \frac{25}{8} P_0 - P_a \right) - \frac{k \frac{25}{8} P RT}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{5} P_a = \frac{55}{8} P_0 - \frac{k P RT 25}{8} - \frac{5}{4} P_0 = \frac{55}{8} P_0 - \frac{25}{8} P_0 - \frac{5}{4} P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{11}{5} P_a = \frac{20}{8} P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{88}{5 \cdot 20} P_a = \frac{22}{25} P_a$$

Ответ:  $P_0 = \frac{22}{25} P_a$ ;  $\frac{N_1}{N_2} = 2$

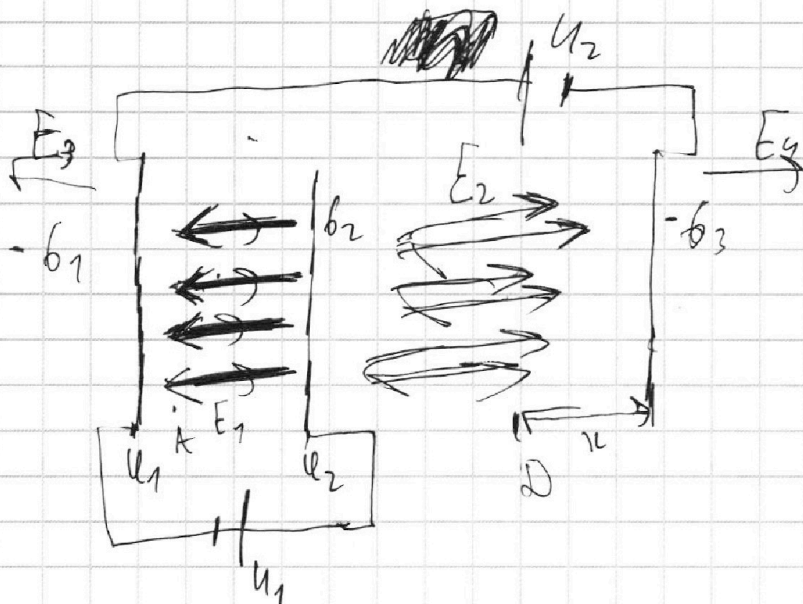
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) У электр. поле постоянное, считаем их бесконечными плоскостями, тогда  $U_1 = U_1 - U_2 = E_1 \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$ ;  $F = ma = E_1 \cdot q \Rightarrow a = \frac{E_1 \cdot q}{m}$

$$= \frac{Uq}{d \cdot m} = \frac{Uq}{dm}$$

2)  $E_1 - E_2$  - это разность кинетической энергии, при этом можно сказать что на систему не действуют силы

$$\text{Больше никаких сил: } \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \Delta E_k = E_1 \cdot q \cdot d = U \cdot q$$

$$3) b_2 = b_3 + b_1; E_1 = \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_2}{2\epsilon_0} - \frac{b_3}{2\epsilon_0}; E_2 = \frac{b_2 + b_3}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow E_1 + E_2 = \frac{b_2}{\epsilon_0} \Rightarrow b_2 = (E_1 + E_2) \epsilon_0$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



3)  $b_2 = b_3 + b_1$  - общий заряд в системе равен нулю

$$\Rightarrow E_3 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0} - \frac{b_3}{2\epsilon_0} = 0; \quad E_4 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0} - \frac{b_3}{2\epsilon_0} = 0$$

Поля снаружи нет!  $\Rightarrow$  ~~потенциал~~ ~~потенциал~~ ~~потенциал~~ можно найти только где потенциал будет как на бесконечности.

~~$$E_1 \cdot (d+x) = E_2$$~~

~~$$E_1 \cdot d + E_2 \cdot x = E_2 \cdot (d+x)$$~~

~~$E$~~  это точка  $D$  на расстоянии  $x$  от 3-ей сетки

4)  $E_2 \cdot (2d-x) = E_{211} - E_1 d \Rightarrow 2E_2 x = E_2 \cdot 2d + E_1 d$

$$x = \frac{d(2E_2 + E_1)}{2E_2} = \frac{d(\frac{5}{2} \frac{q}{d} + \frac{q}{d})}{2 \cdot \frac{5}{2} \frac{q}{d}} = \frac{d(5+1)}{5} = \frac{6}{5} d$$

$E_2 \cdot 2d - E_1 d = U_2 = 4q \Rightarrow E_2 = \frac{5q}{2d}$  здесь потенциал как на бесконечности

$E_1 d = U_1 = q \Rightarrow E_1 = \frac{q}{d}$  здесь потенциал

Если  $x = \frac{6}{5} d$ , и в той точке потенциал на бесконечности,

то  $(U_B - U_A) \cdot q = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{q}{3} (E_2(2d-x) + E_1 \cdot \frac{2}{3}d) =$

$$= (E_2 \cdot \frac{4}{5}d + E_1 \cdot \frac{2}{3}d) q = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow$$

~~$$24q - \frac{2}{3}4q = \frac{mV^2 - V_0^2}{2} \Rightarrow \frac{8}{3}4q = \frac{m(V^2 - V_0^2)}{2} \Rightarrow$$~~

$$\Rightarrow V^2 = \frac{8}{3} \frac{4q}{m} + V_0^2 \quad \text{Омбена: } \frac{4q}{dm} \cdot \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot E_2 = 4 \cdot q$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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"/>

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



$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{4q^2}{3} \Rightarrow (V^2 - V_0^2) = \frac{8q^2}{3m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{8q^2}{3m} + V_0^2}$$

Дана:  $a = \frac{k_1 \cdot q}{dm}$

$$k_1 - k_2 = 4 \cdot q$$

$$V = \sqrt{\frac{8q^2}{3m} + V_0^2}$$

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 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!

В любой момент времени, если обойти контур:

$$I_{10} \cdot 2R + L \frac{dI_{10}}{dt} - 3L \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow I_{10} \cdot 2R = \frac{L}{dt} (3dI - dI_{10}) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow I_{10} \cdot dt \cdot 2R = L(3dI - dI_{10}); \quad I_{10} \cdot dt = dq_{10} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow dq_{10} \cdot 2R = L(3dI - dI_{10}) \Rightarrow \sum dq_{10} \cdot 2R = \sum (L(3dI - dI_{10}))$$

$q_{10} \cdot 2R = L(3I - 0) - (0 - I_{10})$  в конце ток на катушке  
 $3L$  считаем равен  $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ , так как катушка имеет  
идеальным проводником, а ток на катушке  
 $L$  считаем равен нулю, так как через резистор  
перестанет течь ток.  $\Rightarrow q_{10} \cdot 2R = L(3I + I_{10}) \Rightarrow$

$$= q_{10} = \frac{L(3I + I_{10})}{2R} = \frac{L(3\frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}}{11R})}{2R} = \frac{3L\mathcal{E}}{R^2} \left(1 + \frac{1}{11}\right) =$$
$$= \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$$

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$

2)  $\frac{dI}{dt} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$

3)  $q_{10} = \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$

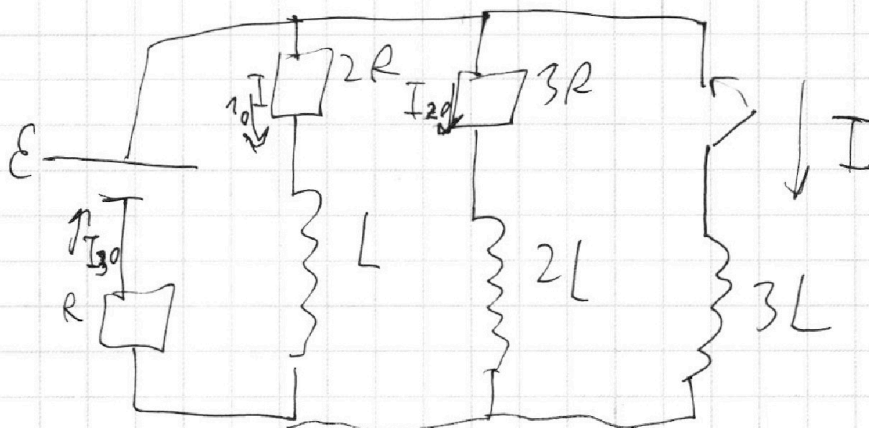
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) В установившемся режиме ~~там~~ на катушках нет напряжения, они работают как идеальные проводники  $\Rightarrow$

$$1) I_{10} \cdot 2R + I_{30} \cdot R = \varepsilon; \quad 2) I_{10} + I_{20} = I_{30}$$

$$3) I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$$

$$4) I_{10} + I_{20} = I_{30} = I_{10} + \frac{2}{3} I_{10} = \frac{5}{3} I_{10} = I_{30}$$

$$5) I_{10} \cdot 2R + I_{30} \cdot R = \varepsilon = I_{10} \cdot 2R + \frac{5}{3} I_{10} \cdot R = \varepsilon$$

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

2)  $3L \frac{dI}{dt} = \varepsilon - I_{30} R$  Заменим закон Кирхгофа. Токи в цепи в начальный момент не изменились.

$$I_{30} = \frac{5}{3} I_{10} = \frac{5\varepsilon}{11R} \Rightarrow 3L \frac{dI}{dt} = \varepsilon - \frac{5\varepsilon \cdot R}{11R}$$

$$3L \frac{dI}{dt} = \frac{6}{11} \varepsilon \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2\varepsilon}{11L}$$

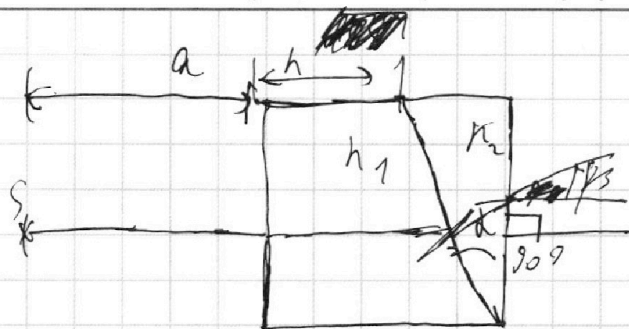
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

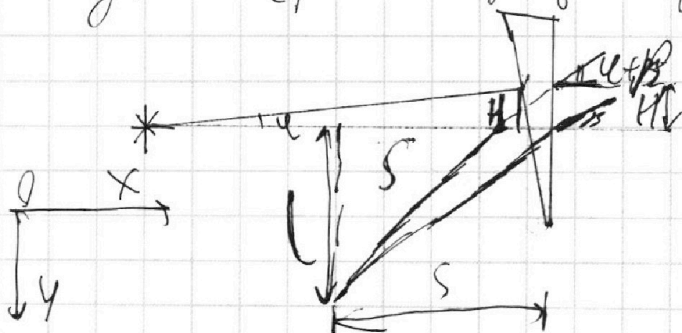
МФТИ

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



1) первую призму можно считать излучающей так как  $n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$  преломляет лучи только во вторую призму, следовательно формулой преломления для второй призмы:  $\beta = \alpha(n_2 - 1) = \alpha \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$

2) Если угол падения луча пойдет на систему под углом  $\alpha$ , то выходящий луч пойдет под углом  $\alpha + \beta$  к гор.



$$1) H = (a + h) \cdot \alpha$$

$$2) l = S \cdot \beta$$

$$3) l + H = (\alpha + \beta) \cdot S \Rightarrow$$

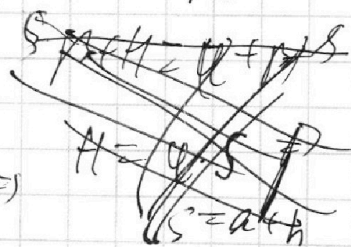
$$\Rightarrow S \cdot \beta + H = \alpha \cdot S + \beta \cdot S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \alpha \cdot S \Rightarrow \alpha \cdot S = (a + h) \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$S = a + h \Rightarrow \text{по оси } OX - \text{расстояние}$$

$$\text{равно нулю, а по оси } OY: l = S \cdot \beta = (a + h) \cdot \beta = (a + h) \alpha (n_2 - 1)$$

$$= 203 \cdot 0,07 \cdot 0,7 = 99,21 \text{ см}$$







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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$L = \sqrt{410^2 + 10^2} \approx 251 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } \gamma/\beta = 0,07 \text{ рад}$$

$$\gamma = (\alpha + h) \cdot f(h_2 - 1) = 19,27 \text{ см}$$

$$\text{3) } L = 251 \text{ см}$$

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

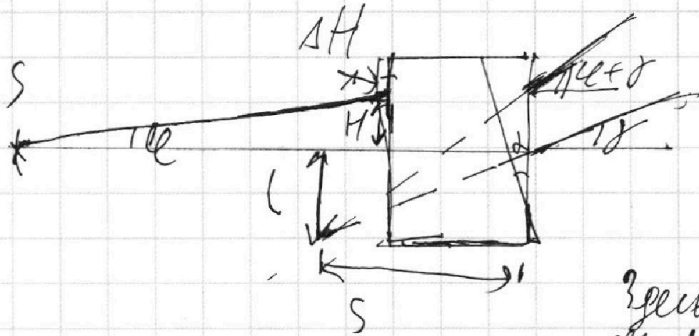
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

3) По мере ~~ухода~~ луч будет преломляться  
в двух местах и угол его преломления ~~будет~~ будет  
равен  $\gamma = \alpha(h_2 - 1) + \alpha(h_1 - 1) = \alpha(h_2 + h_1 - 2)$



Здесь луч в самой шире  
меньше высоты на  $\Delta H$

Преобразуем уравнение высоты луча в самой

шире, получаем систему уравнений:

$$1) H = \alpha \cdot (a + h)$$

$$2) \Delta H + L = s \cdot (\alpha + \gamma)$$

$$\beta \cdot n_1 = \alpha \Rightarrow \gamma = \frac{\alpha}{n_1}$$

$$3) L = s \cdot \gamma$$

$$4) \Delta H = h \cdot \frac{\alpha}{n_1} = h \cdot \beta \Rightarrow \frac{h \cdot \alpha}{n_1} + H + s \cdot \gamma = s \cdot \alpha + s \cdot \gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s \cdot \alpha = H + \frac{h \alpha}{n_1} \Rightarrow s \cdot \alpha = \alpha(a + h) + \frac{h \alpha}{n_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s = a + \frac{h(n_1 + 1)}{n_1} \Rightarrow \Delta x = a + h - a + \frac{h(n_1 + 1)}{n_1} =$$

$$= h \frac{(n_1 - n_2 - 1)}{n_1} = -\frac{h}{n_1} = -0,8 \text{ см} \Rightarrow S = a + h + |\Delta x| = 20 + 8 = 28 \text{ см}$$

$$L = s \cdot \gamma = S \cdot \alpha \cdot (n_2 + n_1 - 2) \approx 0,8 \cdot 20 = 25,8$$

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!



$$\frac{5}{4} = \frac{6(P - Pa)}{5 p_0} + \frac{kP}{p_0} RT \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \frac{6}{5} (P - Pa) + kP RT$$

$$P = \frac{25}{8} p_0 \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \left[ \frac{6}{5} \left( \frac{25}{8} p_0 - Pa \right) + \frac{k \cdot 25 p_0}{8} RT \right]$$

$$\frac{k \cdot 25 p_0 RT}{8} - \frac{5}{4} p_0 + \frac{15}{4} p_0 = \frac{6}{5} Pa \quad b_3 = b_1 + b_2$$

$$p_0 \left( \frac{10}{4} + \frac{25kRT}{8} \right) = \frac{6}{5} Pa \quad \delta E_2 - E_1 =$$

$$p_0 \left( \frac{10}{4} + \frac{25 \cdot 10^{-2} \cdot 9 \cdot 10^3}{8} \right) = \frac{6}{5} Pa$$

$$p_0 \left( \frac{45}{8} \right) = \frac{6}{5} Pa$$

$$E_2 = \frac{54}{2} d$$

$$E_1 = \frac{24}{d}$$

$$E_1 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0}$$

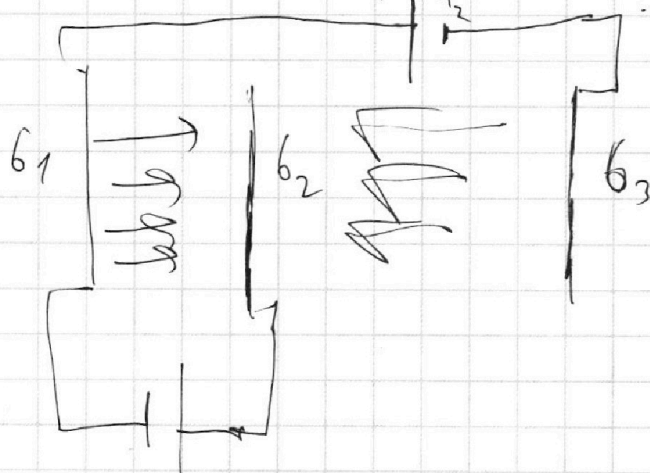
$$E_2 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} + \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow b_2 = (E_1 + E_2) \epsilon_0$$

$$U_2 = E_2 \cdot 2d$$

$$E_2 = \frac{54}{2d}$$

$$b_2 + b_3 = E_2 \epsilon_0$$



$$\frac{U_1}{d} = E_1$$

$$U_2 = E_2 \cdot 2d - Q_{1d}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} = E_1 \cdot d \cdot q \quad U_1 \cdot q$$

$$E_2 = \frac{54}{2d}$$

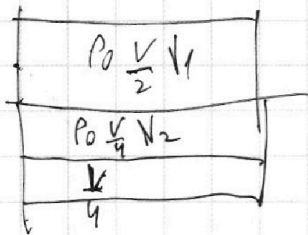
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Уравнение Максвелла - Ома поперек

$$1) \frac{\rho_0 V}{2} = N_1 R T_0 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 2 \Rightarrow$$

$$2) \frac{\rho_0 V}{4} = N_2 R T_0$$

$$\Rightarrow N_1 = 2 N_2 ; N_2 - \text{сверху}, N_1 - \text{снизу}$$

2) Когда обе лампы разогрелись температура  $T = \frac{5T_0}{4}$  и

у нас стала в 3 раза (сверху) больше пар Максвеллов и имеет давление  $P_a$ , тогда

$$3) \frac{\rho V}{5} = N_1 R T$$

$$V' = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{8V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{3V}{20}$$

$N_2'$  - кол-во уле-

кислорода.

$$N_2' = N_2 + \Delta N = N_2 + k P V$$

$$\Delta N = k P \frac{V}{4}$$

$$4) (P - P_a) \frac{V \cdot 3}{10} = N_2' R T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(P - P_a) V 3}{10} = \left( N_2 + k P \frac{V}{4} \right) R T \Rightarrow 5) N_2 R T = \frac{3(P - P_a) V}{10} + \frac{k P V R T}{4}$$

3)

$$\frac{\rho V 2}{5 \rho_0 V} = \frac{N_1 R T}{N_2 R T_0} \Rightarrow \frac{2P}{5 \rho_0} = \frac{5P}{4 \rho_0} \Rightarrow P = \frac{25}{8} \rho_0$$

4)

$$5) \frac{N_2 R T}{N_2 R T_0} = \frac{\frac{3(P - P_a) V}{10} + \frac{k P V R T}{4}}{\frac{\rho_0 V}{4}} \Rightarrow$$



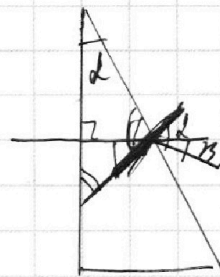
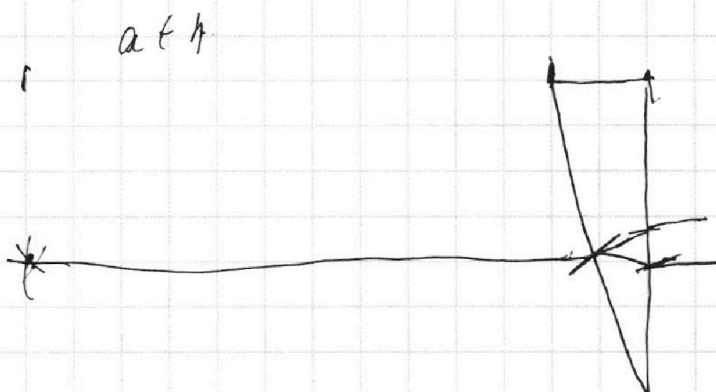
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



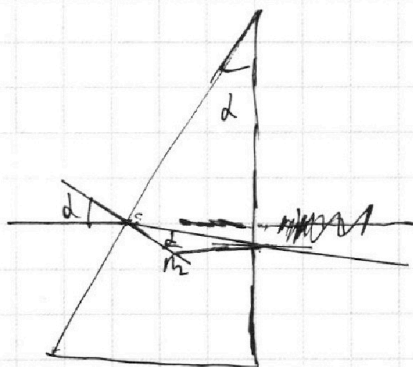
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

$$\sin(\alpha - \beta) \cdot n_2 = \sin(\alpha + \beta)$$

$$n_2 \sin(\alpha - \beta) = \sin(\alpha + \beta)$$



$$\beta \cdot n_2 = \alpha$$

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

$$180 - \alpha = \beta$$

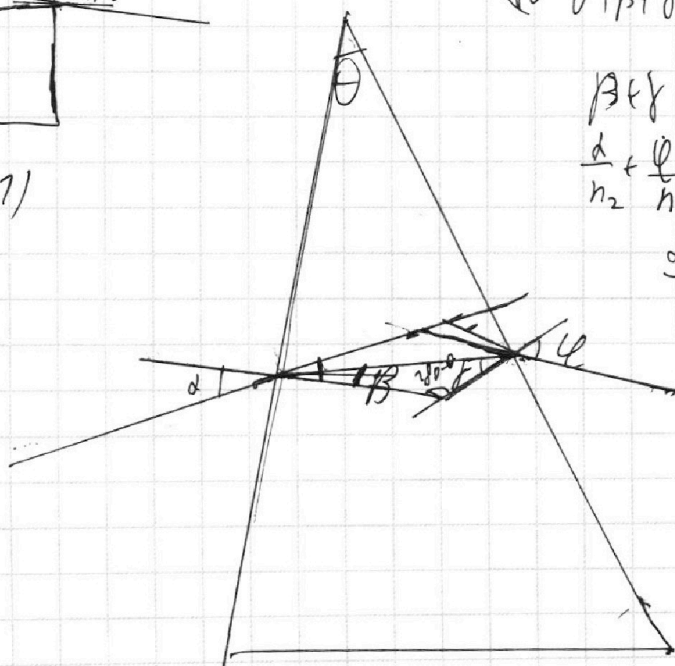
$$180 - \alpha + \beta + \gamma = 180$$

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

$$\beta + \gamma = \alpha$$

$$\frac{\alpha}{n_2} + \frac{\alpha}{n_2} = \alpha$$

$$\frac{\alpha + \alpha}{n_2} = \alpha$$



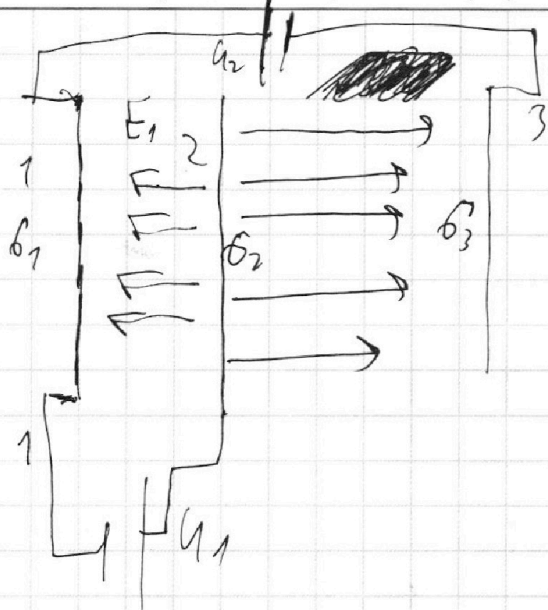
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{aligned}
 72 \cdot 20,9 &= 252 - q_2 = \\
 &= 250q \\
 \frac{72}{25} &= \frac{q_2}{q} \\
 \frac{24}{25} &= \frac{q_2}{q} \\
 E_1 + E_2 &= \frac{q_2}{\epsilon_0}
 \end{aligned}$$

$$1) \sigma_1 = \sigma_2 + \sigma_3 \Rightarrow \sigma_1 = -\sigma_2 + \sigma_3 = \sigma_3 - \sigma_2$$

$$E_1 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} =$$

$$U_2 = -E_1 d + E_2 \cdot 2d = 44 \quad = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$\varphi_1 = E_1 \cdot d = 4$$

$$44 = 2(2E_2 - E_1)$$

$$44 = 2E_2 d - 4$$

$$54 = 2E_2 d$$

$$E_2 = \frac{54}{2d} - E_1 = \frac{4}{d}$$

$$a = \frac{E_1 q}{m} = \frac{4q}{d m}$$