



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

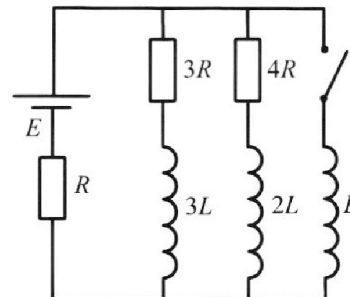
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $n_v = 1,0$. 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.

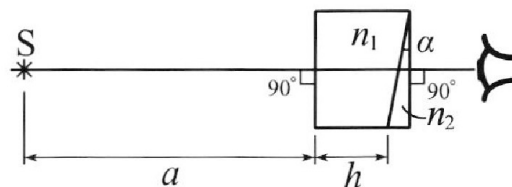


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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



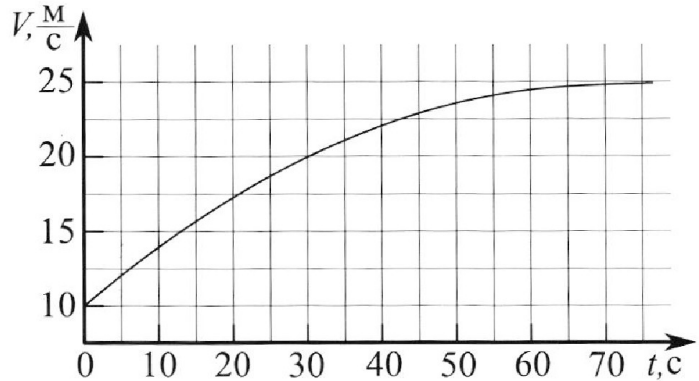
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



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

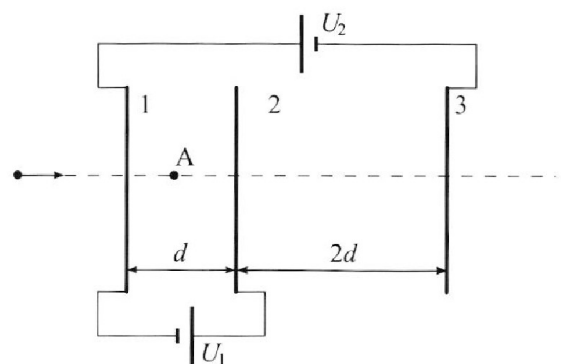
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 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.



- 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 $d/4$ от сетки 1.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

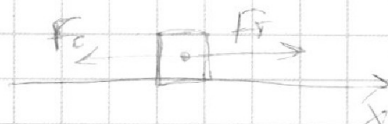
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№1



1) Зависимость $v(t)$ за первые 5 сек начала разгона можно считать линейной.

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2}{5} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Движение автомобиля поступательно $\Rightarrow$ можно считать его материальной точкой. Запишем второй закон Ньютона для автомобиля в начальный момент времени.

$$ma_0 = F_0 - F_c; \quad F_c = kv_0 - \text{сила сопротивления в начале}$$

В конце разгона график зависимости $v'(t)$ практически горизонтален $\Rightarrow v_k = \text{const}, a = 0$.

$$m \cdot 0 = F_k - F'_c; \quad F'_c = kv_k - \text{сила сопротивления в конце}$$

$$kv_k = F_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} - \text{коэффициент пропорциональности}$$

$$ma_0 = F_0 - kv_0$$

$$F_0 = ma_0 + v_0 \frac{F_k}{v_k} = 1500 \cdot 0,4 + 10 \cdot \frac{600}{25} = 840 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = F_0 \cdot v_0 = 840 \cdot 10 = 8,4 \text{ кВт}$$

Ответ: 1) $0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 2) 840 Н; 3) 8,4 кВт.



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!

Условие равновесия в конусах

$p_1 = 2p_0 + p_2$ — давления на поршень равны

$$\frac{11}{20} V p_2 = (2p_0 + \frac{k p_0 V}{4}) RT = \frac{p_0 V RT}{4 RT_0} + \frac{k p_0 V RT}{4}$$

$$\frac{1}{5} V (2p_0 + p_2) = \frac{1}{4} RT$$

$$p_0 = \frac{p_0 V}{4 RT_0}$$

$$p_2 = \frac{p_0 V}{2 RT_0}$$

$$\frac{11}{20} p_2 V = V \left(\frac{p_2 T}{4 T_0} + \frac{k p_0 RT}{4} \right) \quad \frac{T}{T_0} = X = ?$$

$$p_2 = \frac{20}{11} p_0 \left(\frac{1}{4} X + \frac{k RT}{4} \right) = \frac{5}{11} p_0 (X + k RT)$$

$$\frac{1}{5} V \left(2p_0 + \frac{5}{11} p_0 (X + k RT) \right) = \frac{p_0 V}{2 RT_0} RT = \frac{p_0 V}{2} X$$

$$\frac{2}{5} + \frac{1}{11} (X + k RT) = \frac{1}{2} X$$

$$\frac{2}{5} + \frac{k RT}{11} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{11} \right) X = \frac{9}{22} X$$

$$\Rightarrow X = \frac{22}{9} \cdot \frac{2}{5} + \frac{22}{9} \cdot \frac{k RT}{11} = \frac{44}{45} + \frac{2}{9} k RT = \frac{44}{45} + \frac{2}{9} \cdot \frac{3}{2} = \frac{44}{45} + \frac{15}{45} =$$

$$k RT = 0.5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 = 1.5 = \frac{3}{2} = \frac{54}{45}$$

Ответ: 1) 2; 2) 59/45.



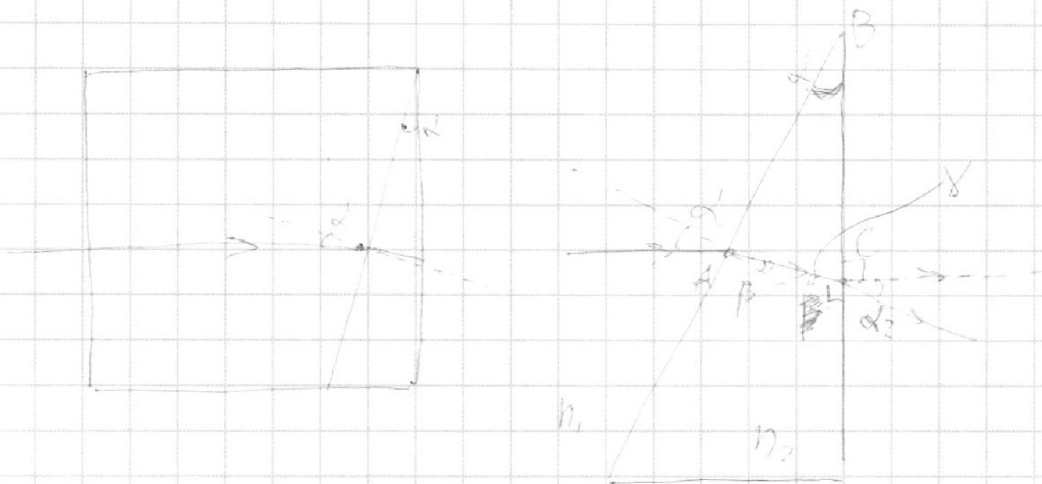
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



По закону Снеллиуса:

$$2 < 1 \quad \beta < \alpha \Rightarrow \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

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

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

Во время выхода луча из призмы угол β будет таким же, т.к. $n_2 = n_1$

$\Rightarrow$ луч выйдет, не отклонившись

Найдем угол к нормали выходящего из призмы луча: (из $\triangle ABC$)

Пусть этот угол $= \gamma$

$$90^\circ - \gamma + \alpha + 90^\circ - \beta = 180^\circ \Rightarrow \gamma = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \alpha \cdot \frac{n_2 - n_1}{n_2}$$

Пусть луч выйдет под α_2 :

$$n_2 \gamma = \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \alpha (n_2 - n_1) = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04 \text{ рад}$$

$$\Rightarrow \text{угол отклонения на } \alpha - \alpha_2 = 0,1 - 0,04 = 0,06 \text{ рад}$$

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.

He	} $\frac{V}{2}$	$\rightarrow$	T, p ₀	} $\frac{V}{5}$
p ₀ , T ₀			T, 2p ₀ + p ₀	
CO ₂ p ₀	} $\frac{V}{4}$		p ₀ + 0.8	
H ₂ O p ₀ , T ₀	} $\frac{V}{4}$			} $\frac{V}{4}$

ΔV

1) Пусть изначально в воде растворено ΔV углекислого газа
По закону Генри

$$\Delta V = k p_0 \frac{V}{4}$$

2) Запишем уравнения Менделеева-Клапейрона для
гелия и для углекислого газа в начале

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 ; \quad \nu_1 - \text{количество гелия}$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_0 R T_0 ; \quad \nu_0 - \text{количество углекислого газа в газодобавочном состоянии}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_0} = \frac{p_0 \frac{V}{2}}{p_0 \frac{V}{4}} = \frac{4}{2} = 2$$

3) Парциальное давление насыщенных водяных
паров при T : $p_{\text{H}_2\text{O}} = p_{\text{атм}}$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для
конечного состояния

$$p_0 \frac{11V}{20} = (\nu_0 + \Delta \nu) R T ; \quad p_0 - \text{парциальное давление углекислого газа}$$

$$p_1 \frac{V}{5} = \nu_1 R T ; \quad p_1 - \text{давление гелия}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

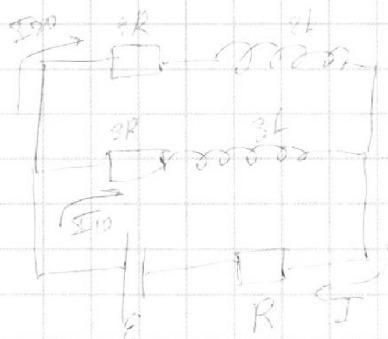
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



№4.



1) Выходя ток:

$$I = I_{10} + I_{20}$$

Режим установился $\Rightarrow$
токи не меняются $\Rightarrow$
ЭДС индукции катушек $= 0$

II правило Кирхгофа

$$I_{10} \cdot 3R + IR = E$$

$$I_{20} \cdot 4R = I_{10} \cdot 3R \Rightarrow I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}$$

$$\frac{3}{4} I_{10} + I_{10} = I \quad \frac{7}{4} I_{10} = I \Rightarrow I_{10} = \frac{4}{7} I$$

$$I_{20} = \frac{3}{7} I$$

$$\frac{4}{7} I \cdot 3R + IR = E$$

$$\frac{16}{7} IR = E \Rightarrow I = \frac{7}{13} \frac{E}{R}$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} \cdot \frac{7}{13} \frac{E}{R} = \frac{4}{13} \frac{E}{R}$$

2)



Сразу после замыкания ключа
напряжение не успевают измениться
мгновенно

$\Rightarrow$ II пр. по Кирхгофа:

$$E - L \dot{I}' = IR = 0$$

$$\dot{I}' = \frac{E - IR}{L} = \frac{E - \frac{7}{13} E}{L} = \frac{12}{13} \frac{E}{L}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

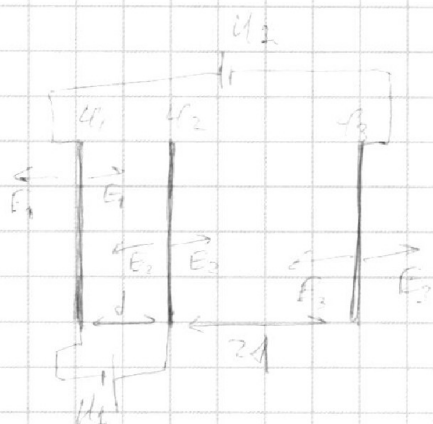
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐



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



№3



Пусть потенциал
третьей пластины $U_3 = 0$

$$U_1 = U_2 = 3U$$

$$U_2 = U_1 + U_2 = 4U$$

Пусть напряженности,
создаваемые пластинами
 E_1 , E_2 и E_3 соответственно

$$U_2 - U_1 = (E_3 + E_2 - E_1)d = U$$

$$U_2 - U_3 = (E_1 + E_2 - E_3)2d = 4U$$

Напряженность в области 1-2 $E_0 = E_2 + E_3 - E_1 =$
 $= \frac{U}{d}$ Следовательно, на пластину q действует сила:

$$m a = q E_0 = q \frac{U}{d} \Rightarrow a = \frac{qU}{md} - \text{модуль ускорения}$$

2) Работа электрического поля U_{12} на изменение
кинетической энергии пластины:

$$K_1 - K_2 = (U_2 - U_1)q = qU$$

$$3) E_2 + E_3 - E_1 = \frac{U}{d}$$

$$E_1 + E_2 - E_3 = 2 \frac{U}{d}$$

$$2E_2 = 3 \frac{U}{d}$$

$$E_2 = \frac{3}{2} \frac{U}{d}$$

$$E_3 - E_1 = \frac{U}{d} - \frac{3}{2} \frac{U}{d} = -\frac{1}{2} \frac{U}{d}$$

Потенциал во середине между пластинами
1 и 2 равен потенциалу по ∞ (потенциал равен
0 пластины и равен по ∞)

$$U_0 = E_3 \cdot \frac{5}{2}d + E_2 \cdot \frac{d}{2} - E_1 \cdot d - E_1 \cdot \frac{5}{2}d =$$

$$= \frac{5}{2}d(E_3 - E_1) + \frac{1}{2}E_2d = \frac{5}{2}d(-\frac{1}{2} \frac{U}{d}) + \frac{1}{2}d \cdot \frac{3}{2} \frac{U}{d} =$$



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!

$$\Rightarrow -\frac{5}{4}U - \frac{9}{4}U = -\frac{7}{2}U \Rightarrow \varphi_0 = -\frac{7}{2}U$$

Работа поля при перемещении зарядовы $U_0 \propto \varphi_A$

$$A = (\varphi_0 - \varphi_A)q = \left(-\frac{7}{2}U - \frac{11}{4}U\right)q = \left(-\frac{14}{4} - \frac{11}{4}\right)q \left(-\frac{25}{4}U\right)q$$

$$\varphi_A = \varphi_1 + (E_1 - E_2 - E_3) \frac{d}{2} = 3U - \frac{U}{4} \cdot \frac{d}{4} = \frac{11}{4}U$$

$$3U = \frac{mV_0^2}{2} + A = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_0^2 = V_2^2 - \frac{2}{m} \cdot \frac{25}{4}qU = V_0^2 - \frac{25}{2} \frac{qU}{m}$$

$$V_2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{25}{2} \frac{qU}{m}}$$

$$\text{Отв: 1) } \frac{qU}{m}; 2) qU; 3) \sqrt{V_0^2 - \frac{25}{2} \frac{qU}{m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

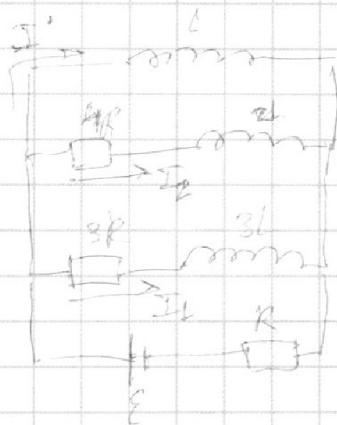
МФТИ

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

3) Когда после замыкания ключевого реле, установится, весь ток будет течь через катушку L и так как этот ток будет постоянным, то второму проводу катушки напряжение на этих параллельных участках будет $-L\dot{I}' = 0$

Установившийся ток I_k

$$\mathcal{E} - RI_k = 0 \Rightarrow I_k = \frac{\mathcal{E}}{R}$$



Промежуточное состояние
после замыкания

I' - ток через L

$$3RI_1 - 3L\dot{I}_1 = -LI'$$

$$3R \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_1}{dt} = -L \frac{dI'}{dt}$$

$$8R \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_1}{dt} = -L \frac{dI'}{dt}$$

I_1 изменяется от I_{10} до 0

I' изменяется от 0 до I_k

А если проинтегрировать все dI_1 , то получим $q =$
протекший через резистор $3R$ заряд

$$\text{Проинтегрировав получим: } 3Rq = -L(0 - I_k) - 3L$$

$$3Rq = 3LI_{10} + LI_k = 3L \cdot \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} + L \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{31}{19} \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$$q = \frac{31L\mathcal{E}}{19R \cdot 3R} = \frac{31}{57} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}; 2) \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L}; 3) \frac{31}{57} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}.$$

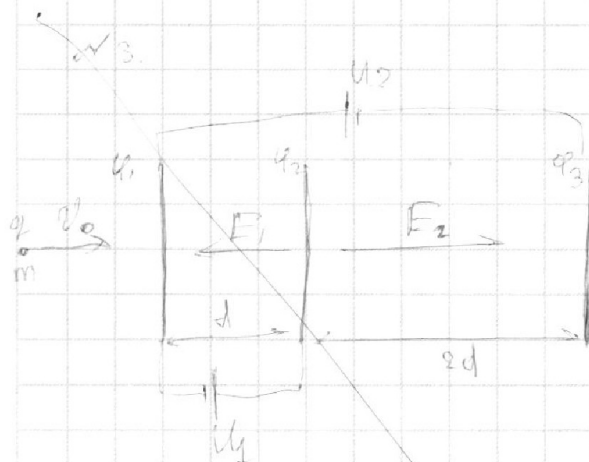
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Пусть $U_3 = 0$, тогда

$$U_1 = U_2$$

$$U_2 = U_1 + U_2$$

↑ потенциалы точек

В области между 1 и 2 напряженность поля

$$E_1 = \frac{U_2 - U_1}{d} = \frac{U_1}{d} \text{ и направлена от общего потенциала к меньшему (влево)}$$

В области между 2 и 3:

$$E_2 = \frac{U_2 - U_3}{2d} = \frac{U_1 + U_2}{2d} \text{ и направлена вправо}$$

$$1) \quad ma = qE_1 \Rightarrow a = \frac{qU_1}{m \cdot d} - \text{модуль ускорения в обл. 1-2}$$

2) Изменение кинетической энергии проводника из-за работы поля:

$$K_1 - K_2 = q(U_2 - U_1) = qU_1 = qU$$

3)



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

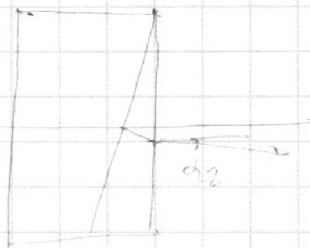
5
☒

6
☐

7
☐

МФТИ

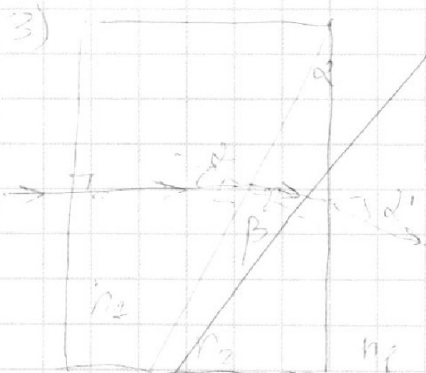
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



3) расстояние между
источником и экраном
которое будет наибольшим

$$DX = (a+b) \tan \alpha_2 = (a+b) d_2$$

$$DX = 104 \cdot 0,07 = 7,28 \text{ см}$$



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

$$90^\circ - \gamma + \alpha + 90^\circ - \beta = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \gamma = \alpha - \beta$$

$$\gamma \approx \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha$$

$$n_2 \gamma = n_1 \alpha' = \alpha'$$

$$\text{или отклонение на } \alpha' = (n_2 - n_1) \alpha = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03$$



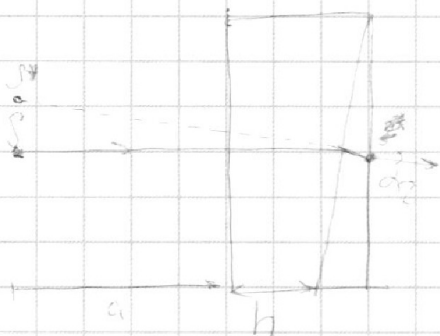
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Расстояние между
излучателями и изображе-
нием которое увеличит
косинусователю:

$$(a+h) \cos \alpha_2 = 104 \cdot 0,7 = 72,8 \text{ см}$$

3) Аналогично найдем угол отклонения $\alpha' = (n_2 - n_1) \alpha =$
 $= 0,03$ Новое расстояние $(a+h) \cos \alpha' = 72,8 \text{ см}$

Ответ: 1) 0,03 рад; 2) 72,8 см; 3) 72,8 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!

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!

Черновик

$$2 + \left(\frac{5}{11} \left(\frac{L}{T_0} + \frac{5}{11} KTR \right) \right) = 5 \cdot \left(\frac{L}{T_0} \right)$$

$$2 + \frac{5}{11} (x + KTR) = 5x$$

$$2 + \frac{5}{11} KTR = x \left(5 - \frac{5}{11} \right) = \frac{50}{11} x$$

$$x = \frac{11}{50} \left(2 + \frac{5}{11} KTR \right) = \frac{22}{50} + \frac{KTR}{10} = 0,44 + \frac{KTR}{10} =$$

$$= 0,44 + \frac{0,5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3}{10} = 0,44 + 0,15 = 0,59$$

$$12 + 19 = 31$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ - 12 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ - 104 \\ \hline 0,03 \\ \hline 3,12 \end{array}$$

$$2E_2 + 2E_3 - 2E_1 = E_1 + E_2 - E_3$$

$$E_2 + 3E_3 - 3E_1 = 0$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ - 104 \\ \hline 0,03 \\ \hline 3,12 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

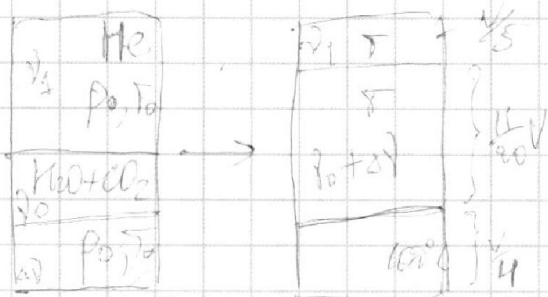
МФТИ

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

Черновик

$$\frac{1500 \cdot 4}{10} + \frac{6000}{25} = 600 + 240 = 840$$

$$\begin{array}{r} 6000 \quad | \quad 25 \\ \underline{50} \\ 100 \\ \underline{100} \\ 0 \end{array} \quad (240)$$



$$\Delta V = k p W$$

$$\Delta V = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{n}$$

$$1) \frac{V_1}{V_0} = ?$$

$$\frac{3}{5} - \frac{1}{5} = \frac{15-4}{20} = \frac{11}{20} V$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = p_2 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 R T_0$$

$$2 p_0 \frac{V}{5} = p_1 R T$$

$$3 p_0 \frac{11V}{20} = (p_0 + p_2) R T$$

$$p_0 = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$p_1 = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

$$p_1 = 2 p_0 + p_2$$

$$p_2 \frac{11V}{20} = (p_0 + p_2) R T$$

$$(2 p_0 + p_2) \frac{V}{5} = p_1 R T$$

$$\frac{p_0 V}{2} = p_1 R T_0$$

$$p_2 = \frac{\left(\frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{k p_0 V}{4} \right) R T}{\frac{11V}{20}}$$

$$= \frac{p_0 k R T}{V} \left(\frac{1}{4 R T_0} + \frac{k}{4} \right) \cdot \frac{20}{11}$$

$$(2 p_0 + p_2) \frac{V}{5} = \frac{p_0 V T}{2 T_0}$$

$$p_0 R T \left(\frac{5}{11 R T_0} + \frac{5 k R}{11} \right)$$

$$\frac{p_0 R T \left(\frac{5}{11 R T_0} + \frac{5 k R}{11} \right)}{5} =$$

$$p_0 T \left(\frac{5}{11 T_0} + \frac{5 k}{11} \right)$$

$$= \frac{p_0 T}{2 T_0}$$