



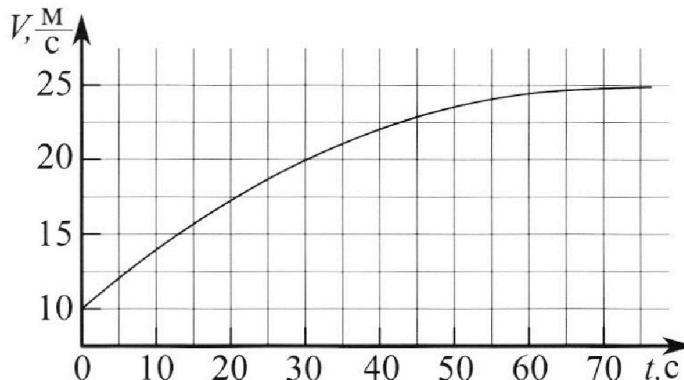
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

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.



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

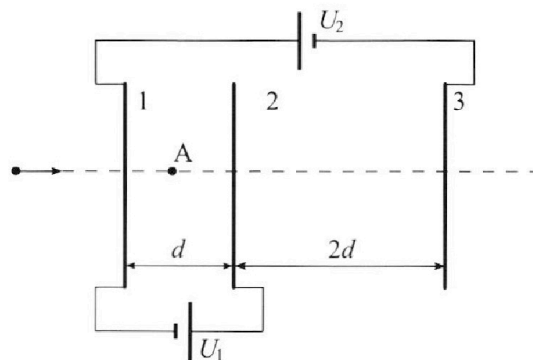
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (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.



- 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 A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

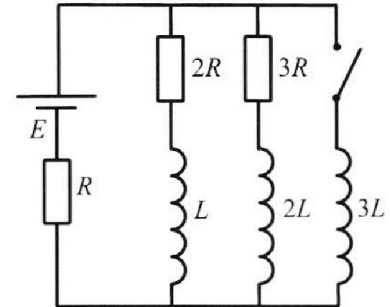


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- 1) Найти ток  $I_0$  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.

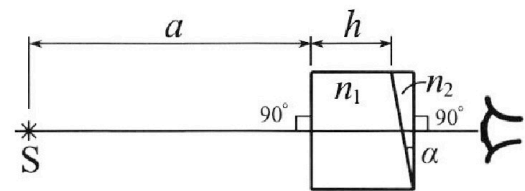


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

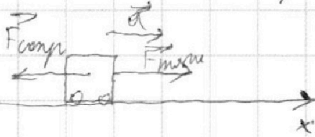
МФТИ

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

1)  $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow$  на графике  $v(t)$  ускорение можно определить по тангенсу угла наклона касательной к графику в размерности  $\frac{m}{c^2}$ .  
Из графика  $\times$  касательная в точке  $v = 20 \frac{m}{c}$   $t = 30 c$  пересекает ось  $v$  в точке  $12,5 \frac{m}{c}$   
 $\Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 12,5}{30 - 0} = \frac{7,5}{30} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \left(\frac{m}{c^2}\right)$   
Ответ:  $a = 0,25 \frac{m}{c^2}$ .

2) По условию  $\vec{F}_{сопр} = -\beta \vec{v}$ , где  $(-\beta)$  - отрицательный коэффициент, тогда по 2-ой и 3-ей законам Ньютона:

$$\vec{F}_{тяги} + \vec{F}_{сопр} = m \vec{a} \Rightarrow \text{по } OX: F_{тяги} - \beta v = m a$$



По условию при экстремальном разгоне  $F_{тяги} = F_k = 500 \text{ Н}$ , по графику тангенс угла наклона касательной к графику равен 0  $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow$

$$F_k - \beta v_k = m \cdot 0 = 0 \Rightarrow$$

$$\beta = \frac{F_k}{v_k}; \text{ из графика } v_k = 25 \frac{m}{c} \Rightarrow$$

$$\beta = \frac{500}{25} = 20 \left(\frac{H}{m/c}\right) \Rightarrow$$

$$F_{тяги1} - \beta v_1 = a_1 \cdot m \Rightarrow$$

$F_1 = \beta v_1 + m a_1$ ; где  $\beta = 20 \frac{H \cdot c}{m}$ ;  $m = 1800 \text{ кг}$ ;  $v_1$  - максимальная скорость из графика;  $a_1$  можно найти по тангенсу угла наклона касательной к графику в точке  $v_1$  в размерности  $\frac{m}{c^2}$  Ответ:  $F_1 = v_1 \cdot 20 \frac{H \cdot c}{m} + a_1 \cdot 1800 \text{ кг}$

$$3) P_1 = F_1 \cdot v_1 \Rightarrow P_1 = (\beta v_1 + m a_1) v_1$$

$$\text{Ответ: } P_1 = v_1 \left( 20 \frac{H \cdot c}{m} v_1 + 1800 \text{ кг} \cdot a_1 \right)$$

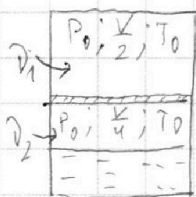


1  2  3  4  5  6  7

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



№ 2.

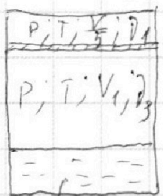


1) По условию в начальном моменте давление в верхней и в нижней частях сосуда было одинаково и равно  $p_0 V$ ; объёмов были  $\frac{V}{2}$  и  $\frac{V}{4}$  (т.к.  $\frac{V}{4}$  занимает жидкость); температура  $T_0$ ; по 3-му Менделеева-Клапейрона для верхней части сосуда:

(1)  $p_0 \frac{V}{2} = p_1 R T_0$ ; для нижней (2)  $p_0 \frac{V}{4} = p_2 R T_0 \Rightarrow$   
значит подставив 2-е выражение на 1-ое получим  $p_1 = 2 p_2 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = 2$  ++

ответ:  $\frac{p_1}{p_2} = 2$ .

2) Из условия при нагревании сосуда весь растворённый углекислый газ вышел из воды (т.к. при  $T$  газ в воде не растворяется)  $\Rightarrow$  По 3-му Менделеева-Клапейрона:



(давление  $p$  вет газа в верхней и в нижней частях одинаково из равновесия в конечной ситуации):

(3)  $p \frac{V}{5} = p_1 R T$  - для верхней части  
в нижней части давление оказывает массу воздуха при  $p_3$   
 $p_1 V_1 = (p - p_{атм}) V_1 = p_3 R T$  - для нижней части  
(т.к. по 3-му Менделеева-Клапейрона из равновесия  $p_1 + p_{атм} = p$ )  
 $(V_2 = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V \cdot (\frac{3}{4} - \frac{1}{5}) = \frac{11}{20} V$ ;  $p_3 = p_2 + \Delta p$ )  
(т.к. газ вышел из воды)

$\Rightarrow p_1 V \cdot \frac{11}{20} = (p_2 + \Delta p) R T$  (4)

из (3) + (4) (давление массы паров при 343K равно  $p_{атм}$ )

~~$(p_2 + \Delta p) \cdot \frac{20}{11} = 5 p_1 \Rightarrow 20 p_2 + 20 \Delta p = 55 p_1$~~

~~из (1) и (2)  $p_1 = 2 p_2 \Rightarrow 20 p_2 + 20 \Delta p = 110 p_2 \Rightarrow$~~

~~$\Delta p = \frac{9}{2} p_2$ ; по 3-му Менделеева-Клапейрона  $\Delta p = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$~~



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"/> |



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

$$(1) (P - P_{\text{ATM}}) V \frac{11}{20} = (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0 \cdot \frac{5}{4} \quad (\text{м.к. } T = \frac{5}{4} T_0)$$

$$(2) P \frac{V}{5} = \nu_1 R T_0 \cdot \frac{5}{4}$$

(2):(3):

$$(3) P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{P \cdot \frac{2}{5}}{P_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow P = P_0 \cdot \frac{25}{8} \quad (5)$$

$$(4) P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

По 3-му Генри для конн. темп.:

$$\Delta \nu = \kappa P_0 \cdot \frac{V}{4};$$

$$\text{из (4): } \nu_2 = P_0 \frac{V}{4} \cdot \frac{1}{R T_0} \quad (6)$$

(5); (6)  $\rightarrow$  (1):

$$\left( \frac{25}{8} P_0 - P_{\text{ATM}} \right) V \cdot \frac{11}{20} = \left( \frac{P_0 V}{4 R T_0} + \frac{\kappa P_0 V}{4} \right) R T_0 \cdot \frac{5}{4}$$

$$\frac{25}{8} \cdot \frac{11}{20} P_0 V - \frac{11}{20} P_{\text{ATM}} V = P_0 \cdot \frac{5}{16} + \frac{5}{16} \kappa P_0 R T_0$$

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

$$\frac{25}{8} \cdot \frac{11}{20} P_0 + \frac{5}{16} P_0 - \kappa \frac{20}{80} R T_0 P_0 = \frac{11}{20} P_{\text{ATM}}; \quad \kappa R T \approx 1$$

$$\frac{25 \cdot 11 + 50 - 40}{160} P_0 = \frac{11}{20} P_{\text{ATM}} \Rightarrow \frac{285}{8} P_0 = 11 P_{\text{ATM}} \Rightarrow$$

$$P_0 = \frac{88}{285} P_{\text{ATM}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

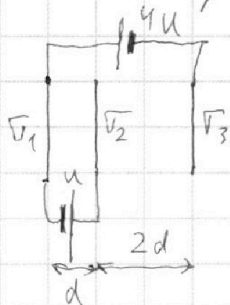
**МФТИ**

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



№ 3.

Рассмотрим сложный конденсатор:



Плотность заряда на поверхности в любой точке равна

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}; \text{ Знаем разность потенциалов}$$

на источник с учётом знака

$\sigma$  - поверхностная плотность

(м.к.  $\Delta\varphi = E \cdot l$ )

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}$$

$$E_3 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

знак  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 > 0$

$$-U = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot d - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot d - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d$$

$$-4U = +U + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot 2d - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \cdot 2d - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot 2d$$

из ЗСЗ при одинаковых площадях секций:

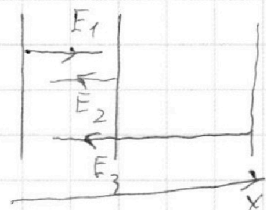
$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \quad (\text{м.к. } \sigma = \frac{q}{S})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -2 \frac{U \epsilon_0}{d} = \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 \\ -5 \frac{U \epsilon_0}{d} = \sigma_3 - \sigma_2 - \sigma_1 \\ \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2\sigma_1 = -\frac{2U \epsilon_0}{d} \Rightarrow \sigma_1 = -\frac{U \epsilon_0}{d} \\ 2\sigma_3 = -\frac{5U \epsilon_0}{d} \Rightarrow \sigma_3 = -\frac{5U \epsilon_0}{2d} \\ \Rightarrow \sigma_2 = +\frac{7}{2} \frac{U \epsilon_0}{d} \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_1 = -\frac{U}{2d}; E_2 = -\frac{5U}{4d}; E_3 = \frac{7U}{4d}$$

(из  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ )  $\Rightarrow$  в области между пл. 1 и 2

на положительно заряж. частицу действует сила кулона, равная в проекции на  $Ox$ :



$$F = q(E_1 - E_2 - E_3) = q \left( \frac{U}{2d} - \frac{5U}{4d} - \frac{7U}{4d} \right)$$

$$= q \frac{U}{d} \left( -\frac{1}{2} + \frac{5}{4} - \frac{7}{4} \right) = q \frac{U}{d} \cdot (-1) = \text{max} \Rightarrow$$

Ответ:  $a = \frac{qU}{md}$

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"/> |



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

2) так как ускорение постоянно, то  
 $d = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$  (функция пути без времени при равн. с ускор.  $a$  motion)  
возможным движением  
 $v_0$  до  $v$ ), где  $v$  - скорость на пластине  $Z$

$$\Rightarrow \Delta E_k = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v^2}{2} = \Delta E_k \Rightarrow = K_1 - K_2 \Rightarrow$$

$$\text{Ответ: } \Delta E_k = \frac{q U_0 m d}{m d} = q U = K_1 - K_2$$

3) Так как сила Кулона совершает отрицательную работу, равную  $A = q \cdot \Delta \varphi$ ; то  
из кинематики:

$$\frac{d}{3} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a} \quad (\text{где } v_1 - \text{ скорость в точке } \& \frac{d}{3})$$

$$- \frac{2da}{3} + v_0^2 = v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qa}{3m}}$$

$$\text{Ответ: } v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qa}{3m}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

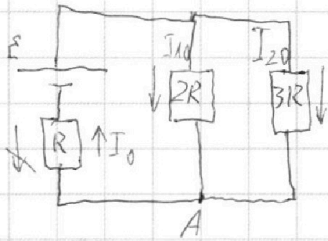
МФТИ

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



н 4.

1) Рассмотрим цепь до замыкания (уставившись лентой так как катушки имеют малое сопротивление, заменим их идеальным проводником): (перезначение  $E = \mathcal{E}$ )



По 3-му закону для полной цепи:

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_0}; \quad R_0 = R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} \quad (\text{узр. на-}$$

правн. сог.  $2R$  и  $3R$  и послед. сог. с  $R$ );  $R_0 = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R \Rightarrow$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{11}{5}R} = \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}; \quad \text{уз. паралл. сог.}$$

$$I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R \Rightarrow 2I_{10} = 3I_{20} \quad (1)$$

Из 1-ого правила Кирхгофа:  $I_0 = I_{10} + I_{20} \Rightarrow$

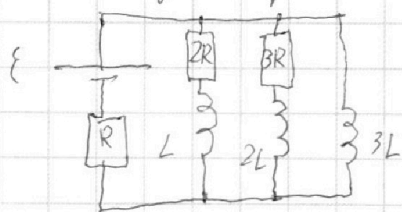
$$\text{уз(1): } I_{10} = \frac{3}{5} I_0 \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

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

2) Так как ток через катушку индуктивности не может измениться мгновенно, то после замыкания все токи в резисторах остаются такими же  $\Rightarrow$  напряжение на катушках  $L$  и  $2L$  останется таким же (равным 0)

(из 2-ого правила Кирхгофа для контуров с источником и  $L_x$ ; источником и  $2L$ )

$\Rightarrow$  из параллельного соединения  $3L$  с  $2R$  и  $L$



$$U_{3L} = 2R \cdot I_{10} = \frac{36}{11} \mathcal{E} \quad (\text{ном. напр. на } 3L)$$

$$|U_{3L}| = |\Phi'| = 3L I' \Rightarrow$$

$$I' = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{32}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

Ответ:  $I' = \frac{32}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

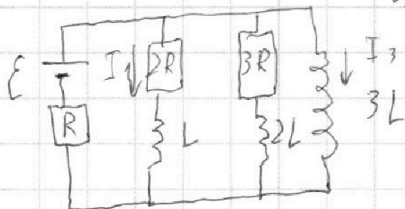
1  2  3  4  5  6  7



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

3) То 2-ому 3-му контура.

~~для~~ контура с  $2R, L, 3L$ :



$$I_1 \cdot 2R + L I_1' = +3L I_3' \Rightarrow$$

$$\cancel{q_1}' \cdot 2R - \cancel{q_1}' L = 3L$$

$$\frac{dq_1}{dt} \cdot 2R - \left(\frac{dI_1}{dt}\right)L = +3L \left(\frac{dI_3}{dt}\right)$$

умножим обе части на dt  
и проинтегрируем:

$$\Delta q_1 \cdot 2R - \Delta I_1 L = +3L \Delta I_3$$

с учетом нач. условий контура

$$2R q_1 = 3L \frac{E}{R} + L \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} \Rightarrow$$

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

Ответ:  $q_1 = \frac{15}{11} \frac{LE}{R^2}$

Поскольку  $3L$  - идеальный проводник; то в начале:

$$I_1 = I_{10}, I_3 = 0;$$

в конце:

$$I_1 = 0, I_3 = \frac{E}{R}$$

(по 3-му закону Кирхгофа)

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!

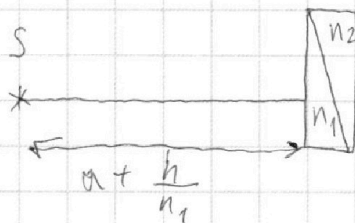


н 5.

Тризмму с  $n_1$  можно разделить на плоско-параллельную пластинку и клин с углом  $\alpha$ .

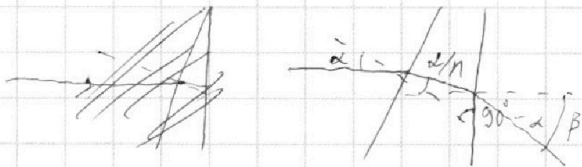
Оптическая система не изменится, если заменить плоскопараллельную пластинку с показ.  $n_1$  и шириной  $h$  на воздух с шириной  $\frac{h}{n_1}$  (т.к.  $n_0 = 1, 0$ )  $\Rightarrow$

представим оптическую систему в таком виде:



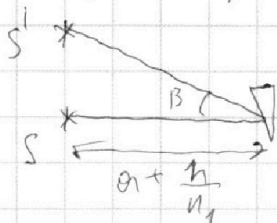
1) так как  $n_1 = n_0 = 1$ ; то можно считать, что первого клина нет. тогда 2-ой клин ~~выключит~~ <sup>поворачивает</sup> луч от источника на угол:

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



Ответ:  $\beta = \alpha(1,7 - 1) = 0,7\alpha = 0,07$  рад.

2) первого клина нет; т.к.  $n_1 = n_0$ ; второй клин ~~созда~~ поворачивает все лучи на величину  $\beta \Rightarrow$  изображение источника находится на той же вершинке, что и источник, но повернуто относительно клина на угол  $\beta$ :



$$\beta = \alpha(n - 1) = 0,7\alpha < \alpha \ll 1 \Rightarrow$$

$$\tan \beta = \beta \Rightarrow SS' = \left(a + \frac{h}{n_1}\right) \beta =$$

$$= (a + h) \cdot 0,07 = (134 + 9) \cdot 0,07 \approx 14,24 \text{ см} \approx 14 \text{ см}$$

Ответ:  $SS' = 14 \text{ см}$ .



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

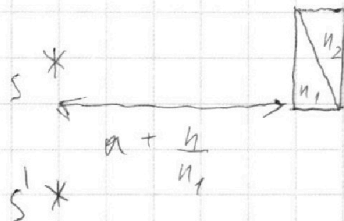
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

3) Два клина, прижатые друг к другу, повернут изображение на разность углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , на которые поворачивали изображение на клине по отдельности



$$\beta_1 = \alpha(n_1 - 1) \Rightarrow |\beta_1 - \beta_2| =$$

$$\beta_2 = \alpha(n_2 - 1) = \alpha(n_2 - n_1)$$

$n_2 > n_1 \Rightarrow$  изображение будет ниже источника и угол между направлениями от клина на источник и на изображение будет равен  $\alpha(n_2 - n_1) = \beta_3$

$$\beta_3 = \alpha \cdot (1,7 - 1,5) = 0,2\alpha < \alpha < 1 \Rightarrow \tan \beta_3 \approx \beta_3 \Rightarrow$$

$$SS' = \beta_3 \cdot \left(a + \frac{h}{n_1}\right) = 0,2\alpha \left(a + \frac{h}{n_1}\right) = 0,2 \cdot 0,1 \cdot 200 =$$
$$= 4 \text{ (см)}$$

Ответ:  $SS' = 4 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

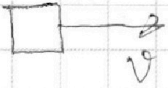
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



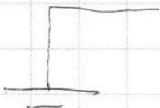
v1



$$F_{\text{max}} - \beta V = m a$$

1) По графику, м.к.  $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow a = \text{tg}$

$$10 \frac{10}{10}$$



$$\frac{P - P_{\text{atm}}}{P} = \frac{V_2 + \Delta V}{V_1}$$

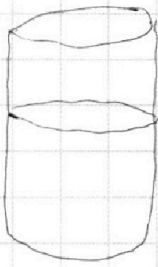
$$\frac{2,5 \cdot 5}{20} = \frac{12,5}{20} = 0,625$$

$$= \frac{6,25}{10} = 0,625$$

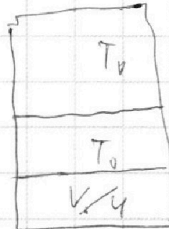
$$F_{\text{max}} - \beta V = m a$$

$$\beta \text{ конусе } a \approx 0 \Rightarrow F_{\text{max} \times k} = \beta V_{\text{max} \times k}$$

$$1 - \frac{P_{\text{atm}}}{P} = \frac{1}{2} + \frac{\Delta V}{V_1}$$



$T_0$



$$P_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = \nu R T$$

$$P \cdot \frac{V}{4} = \frac{5}{4} \nu R T$$

$$P \cdot \frac{V}{4} = \frac{25}{10} \nu R T \quad \frac{3}{4} - \frac{1}{5} =$$

$$= \frac{15 - 4}{20} = \frac{11}{20}$$

$$P_1 \frac{V}{5} = \nu_1 R T_1$$

$$P_1 \frac{V}{4} = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$$\nu_1 \times \nu_1 = \nu_2 + \Delta \nu$$



$\frac{2,5}{10} (P_0 - P_{\text{atm}}) \cdot \frac{1}{20} V = (P_2 + \Delta P) \cdot \frac{1}{20} V = (k P_0 \frac{V}{4}) / R T_0 \cdot \frac{1}{20}$

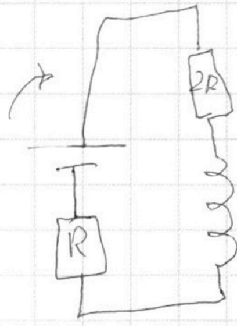
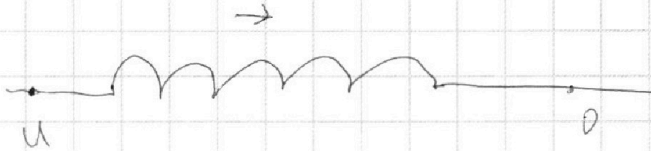
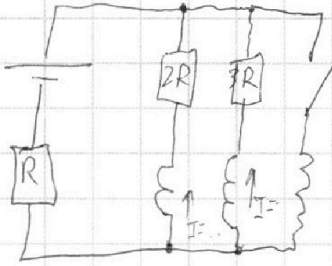
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

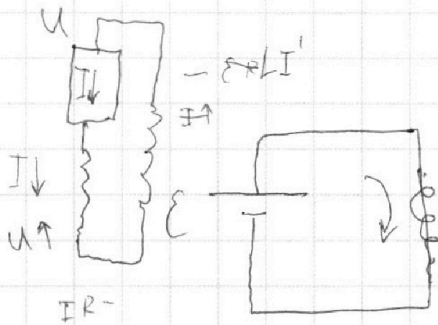
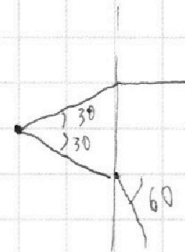
**МФТИ**

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

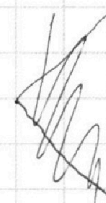
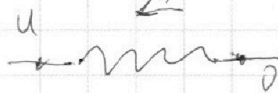


$$\mathcal{E} - LI' = I_1 R + I_2 \cdot 2R$$

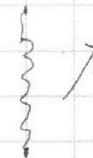
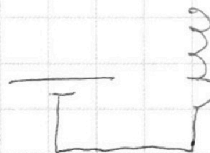
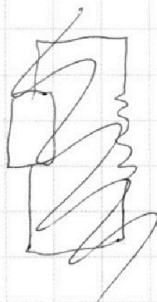
$$RI_1 + I_1' L = I_3 \cdot 3L$$



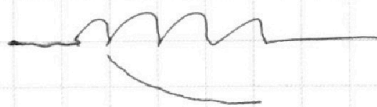
$$\mathcal{E} - LI' = 0$$



$$\begin{array}{r} +194 \\ 9 \\ \hline \times 203 \\ \hline 1427 \end{array}$$



$$\Phi = \text{const}$$







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 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!