

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

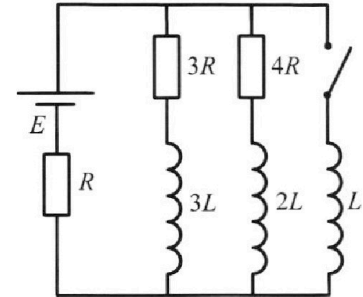
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



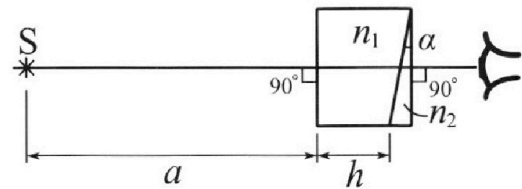
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  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  $n_b = 1,0$ . 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.



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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



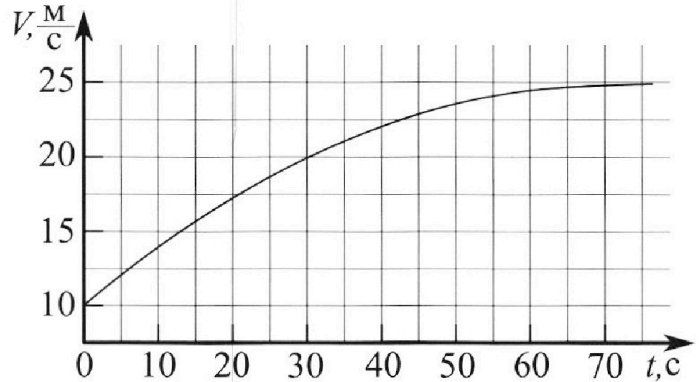
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

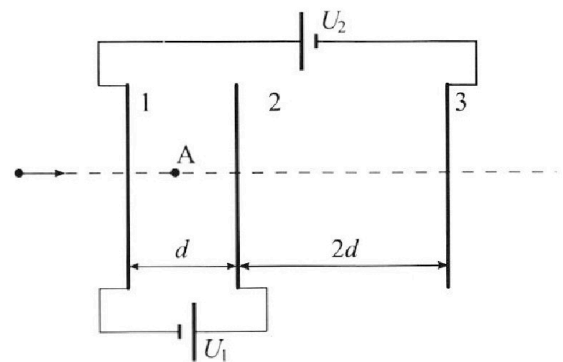
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится 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.

- 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 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)

Для ответа на п.1 воспользуемся графиком. Вблизи  $t=0$

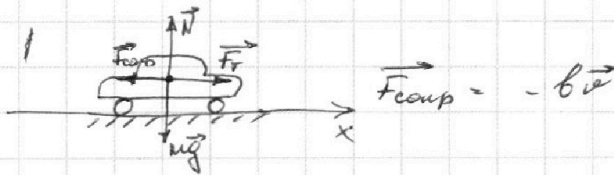
будем считать его линейным, тогда  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$\text{Для } \Delta t = 5\text{c} \quad \Delta v \approx 0,8 \cdot 2,5 \frac{\text{M}}{\text{c}} = 2 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$a_0 = \frac{2 \frac{\text{M}}{\text{c}}}{5\text{c}} = 0,4 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$$

Ответ:  $0,4 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$

№2)



По 2 3. Ньютона:

$$\text{ОХ: } F_0 - F_{\text{сопр}} = ma$$

Для начального момента времени

$$F_0 - bv_0 = ma_0 \Rightarrow F_0 = ma_0 + bv_0$$

Для установившегося режима

$$F_k - bv_k = 0 \Rightarrow v = \frac{F_k}{v_k}$$

$$F_0 = ma_0 + F_k \cdot \frac{v_0}{v_k}, \quad \text{из графика } v_0 = 10 \frac{\text{M}}{\text{c}}, \quad v_k = 25 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$F_0 = 1500 \text{ кг} \cdot 0,4 \frac{\text{M}}{\text{c}^2} + 600 \text{ Н} \cdot \frac{10 \frac{\text{M}}{\text{c}}}{25 \frac{\text{M}}{\text{c}}} = 600 \text{ Н} + 600 \text{ Н} + 240 \text{ Н} = 840 \text{ Н}$$

Ответ: 840 Н

3) По  $P = F \cdot v$

В начальный момент  $P_0 = F_0 v_0$

$$P_0 = 840 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{M}}{\text{c}} = 8,4 \text{ кВт}$$

Ответ: 8,4 кВт

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

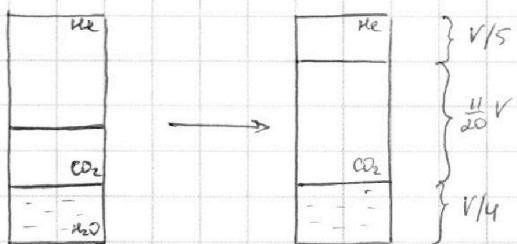
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

№2)



1) До нагревания

т.к. поршень невесомый, то давления в верхней и нижней частях цилиндра равны. Давлением водного паров пренебрежем. Тогда  $p_{He_0} = p_{CO_2_0}$ .

Газы считаем идеальными

Из ур. Менделеева-Клапейрона:

$$p_{He_0} = \frac{\nu_{He} RT}{V_{He}} = \frac{2 \nu_{He} RT}{V}$$

$$p_{CO_2_0} = \frac{\nu_{CO_2} RT}{V_{CO_2}} = \frac{4 \nu_{CO_2} RT}{V}$$

$$\frac{2 \nu_{He} RT}{V} = \frac{4 \nu_{CO_2} RT}{V} \Rightarrow \nu_{He} : \nu_{CO_2} = 2 : 1$$

Ответ: 2:1

$$2) \nu_{He} = const \Rightarrow \frac{p_{He} V_{He}}{T_{He}} = const$$

$$\frac{p_{He_0} V_{He_0}}{T_0} = \frac{p_{He_1} V_{He_1}}{T_1} \Rightarrow p_{He_1} = \frac{p_{He_0} V_{He_0}}{V_{He_1}} \cdot \frac{T_1}{T_0}, \frac{T_1}{T_0} = \beta$$

$$p_{He_1} = \frac{p_{atm} V_5}{2 \cdot 2V} \cdot \beta = \frac{5}{4} \beta \cdot p_A$$

До нагревания  $p_{CO_2_0} = \frac{p_A}{2} \Rightarrow$  в воде растворено  $\Delta \nu_{CO_2} = \frac{k p_A V}{8}$

По з. Дальтона после нагревания давление в нижней части сосуда складывается из парциального давления начального  $CO_2$ , растворенного  $CO_2$  и нач. паров воды (при  $T = 373 K$   $p_{H_2O} = p_A$ )

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!

$$P = P_{CO_2} + \Delta P_{CO_2} + P_{н.п.}$$

$$\frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{T} = \frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{T_0} \Rightarrow P_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{V_{CO_2}} \cdot \beta = \frac{P_A \cdot V}{2 \cdot 4 \cdot \frac{11}{20} V} \cdot \beta = \frac{20}{88} \beta P_A = \frac{5}{22} \beta P_A$$

$$\Delta P_{CO_2} = \frac{\Delta V_{CO_2} R T}{V_{CO_2}} = \frac{k P_A \cdot R T}{8 \cdot \frac{11}{20} V} = \frac{5}{22} k P_A R T$$

$$P = \frac{5}{22} \beta P_A + \frac{5}{22} k P_A R T + P_A$$

Т.к. процесс в равновесии, то давление в газе сосуда равно

$$\frac{5}{4} \beta P_A = P_{ге} = P = \frac{5}{22} \beta P_A + \frac{5}{22} k P_A R T + P_A$$

$$\frac{5}{4} \beta - \frac{5}{22} \beta = \frac{5}{22} k R T + 1$$

$$\beta \cdot \left( \frac{55-10}{44} \right) = \frac{5 k R T + 22}{22}$$

$$\beta = \frac{44}{45} \cdot \frac{5 k R T + 22}{22} = \frac{10}{45} k R T + \frac{44}{45} = \frac{2 k R T}{9} + \frac{44}{45}$$

$$\beta = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{моль}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}}{9} + \frac{44}{45} = \frac{1}{3} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}$$

Ответ:  $\frac{59}{45}$

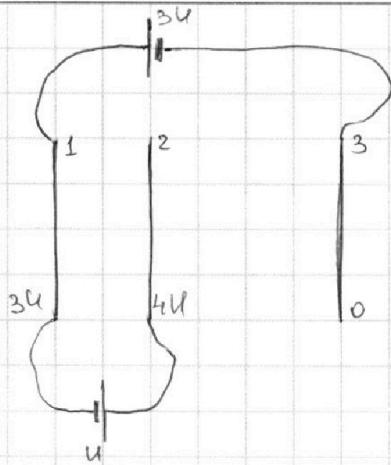
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Примем потенциал правой пластины  $\varphi_3 = 0$ , тогда потенциал левой  $\varphi_1 = 3U$ , потенциал средней  $\varphi_2 = 4U$

Размеры сеток много больше  $d$ , считаем поле вблизи траектории частицы однородным. Тогда

$$U = Ed$$

Поле направлено вниз между 1 и 2

$$E_{12} = \frac{U_{12}}{d} = \frac{U}{d}$$

Из 2 3. Ньютона (силы тяжести и силы сопротивления пренебрегаем)

$$m a_{12} = F_k = q E_{12} \Rightarrow a = \frac{q E_{12}}{m} = \frac{qU}{md}$$

Ответ:  $\frac{qU}{md}$

2) В системе действует лишь консервативное поле  $\Rightarrow$

$$\Delta E_{\text{пот}} = \Delta W_{\text{п}} = -\Delta W_{\text{к}}$$

$$\Rightarrow \Delta W_{\text{п}} = q \Delta \varphi = qU \Rightarrow \Delta W_{\text{к}} = -qU$$

$$K_1 - K_2 = -\Delta W_{\text{к}} = qU$$

Ответ:  $qU$

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!

На траектории частицы за пределами ядра (слева от  $z$ ) напряженность поля  $0 \Rightarrow$  скорость частицы постоянна

$$W_k = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\Delta W_k = -\Delta W_p = -\frac{qU}{4} \quad (\Delta\varphi = \frac{U}{4}, \text{ т.к. поле однородно})$$

$$W_{kA} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{4}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2W_{kA}}{m}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

Ответ:  $\sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$

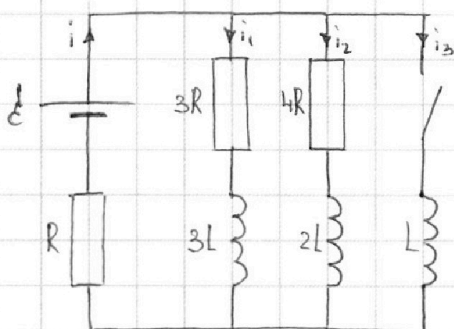
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) При размыкании ключа в установившемся режиме ток постояен  $\Rightarrow$  напряжения на катушках 0

Един результирующее сопротивление  $R_{\Sigma} = \frac{19}{7}R \Rightarrow$   
Ток через источник  $I_0 = \frac{\epsilon}{R_{\Sigma}} = \frac{7\epsilon}{19R}$

Резисторы  $3R$  и  $4R$  параллельны  $\Rightarrow I_{10} = \frac{4}{7}I_0 = \frac{4\epsilon}{19R}$

Ответ:  $\frac{4\epsilon}{19R}$

2) Сразу после замыкания ключа ток через источник не изменяется, тогда из 3. Ома

$$L \frac{di_3}{dt} = \epsilon - I_0 R = \epsilon - \frac{7}{19}\epsilon = \frac{12\epsilon}{19}$$

$$\frac{di_3}{dt} = \frac{12\epsilon}{19L}$$

Ответ:  $\frac{12\epsilon}{19L}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

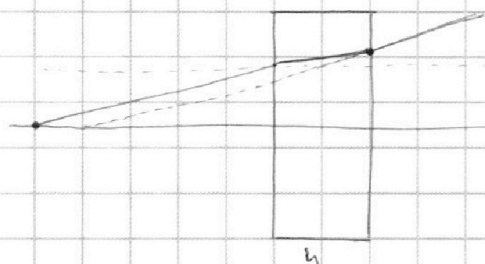
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



В пункте 1 катаный угол с горизонтально  
 $0 \Rightarrow$  констант  $(n_2 - 1) \alpha$

$$\alpha_1 = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \quad \text{Ответ на п. 1: } 0,07$$

3) Разобьем левую призму (в сечении) на  
прямоуг. и треуго.



прямоугольная часть не имеет  
направления хода луча, однако приближает  
изображение объекта на

$$h - h \frac{\tan \alpha}{n} = h - \frac{h}{n} = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Одна из треугольных частей повернет изображение на  
 $(n_1 - 1) \alpha$ . Вторая в другую сторону на  $(n_2 - 1) \alpha$   
Итого изображение повернется на  
 $|n_2 - n_1| \alpha$

Тогда расстояние между объектом и изображением

Расстояние между изображением, видимым наблюдателю и  
изображением в плоског. линзе

$$R_{\text{набл}} = R_{\text{линз}} \cdot |n_2 - n_1| \alpha ; = 100 \cdot 0,03 = 3 \text{ см}$$

$$R_{\text{линз}} \quad R_{\text{линз}} = (a + h) - h \left(1 - \frac{1}{n}\right) ; = 104 - 14 \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) =$$
$$= 104 - 14 + 10 = 100 \text{ см}$$

$$R_{\text{сумм}} = \sqrt{R_{\text{набл}}^2 + R_{\text{линз}}^2} =$$

$$= \sqrt{10000 + 9} \text{ см} = \sqrt{10009} \text{ см}$$
$$\sqrt{3^2 + 10^2} \text{ см} = 10,14 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{10009} \text{ см}$$

5 см

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

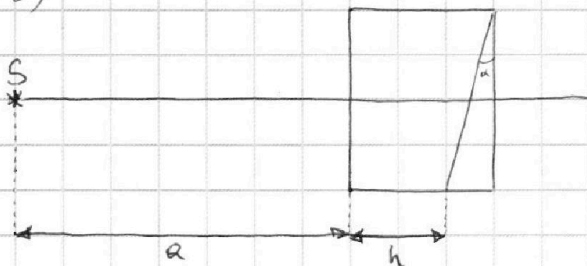
1  2  3  4  5  6  7



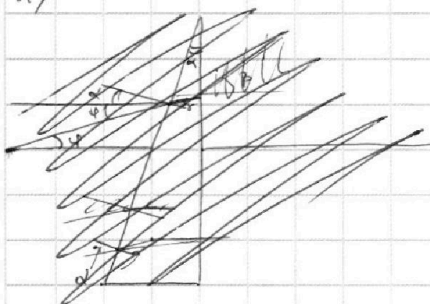
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5)



1)

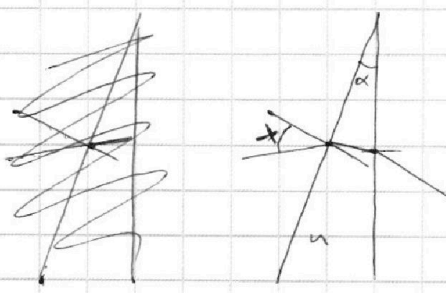


Выводим угол падения,  $\sin \alpha \approx x$

~~$\sin(\alpha + \varphi) = n_2 \rightarrow \sin \delta_1 = n_2$~~   
 ~~$\sin \delta_2 = n_2$~~

~~Угол падения равен углу отражения~~  
~~на параллельных поверхностях~~  
 ~~$\sin \delta_1 = n_2 \rightarrow \delta_1 = \delta_2$~~

~~Угол выходящего луча равен  $n_2 \delta_2 = (n_2 - 1)\alpha + \varphi$~~   
~~т.е. луч, пройдя призму, повернется вниз на  $(n_2 - 1)\alpha$~~



луч падает на призму под углом  $\alpha$ , преломляется под углом  $\frac{x}{n}$   
 ~~$(\frac{\sin \alpha}{\sin \delta} = n \Rightarrow \frac{\alpha}{\delta} = n)$~~  падает на  
 среднюю призму под углом  $\alpha - \frac{x}{n}$ ,  
 преломляется под углом  $n(\alpha - \frac{x}{n})$  к  
 горизонтали. Угол наклона  $\alpha - x$  к  
 горизонтали.

т.е. луч "поворачивается вниз" на угол  $(n-1)\alpha$   
 Если  $n_1 = n_2 = 1$ , то левая призма никак не влияет  
 на ход лучей, правая поворачивает для наблюдателя  
 картинку на малый угол  $(n-1)\alpha$ . Тогда расстояние  
 между объектом и изображением  $R = (n-1)\alpha(a+h)$  (лучи окр)  
 $R = (n_2 - 1)\alpha(a+h) = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 104 \text{ см} = 7,28 \text{ см}$  Ответ: 7,28 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 checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

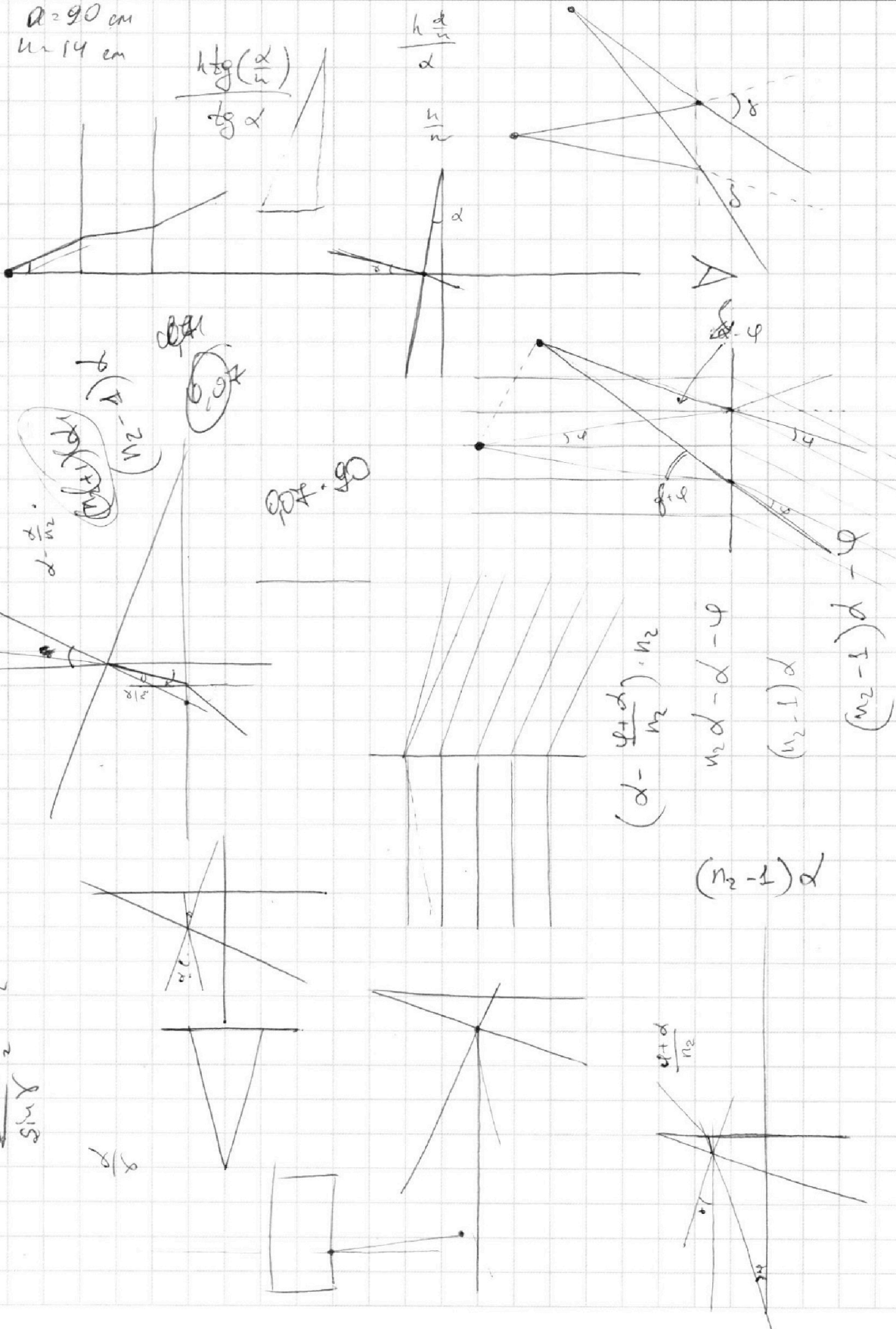


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$d = 90 \text{ cm}$   
 $n = 14 \text{ cm}$

$$\frac{h \frac{d}{n}}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$\frac{h \frac{d}{n}}{\alpha}$$



$$\left(d - \frac{d+d}{n_2}\right) n_2$$

$$n_2 d - d - \varphi$$

$$(n_2 - 1) d$$

$$(n_2 - 1) d - \varphi$$

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

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

**МФТИ**

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

$$6\mathcal{E} - 6L \frac{di_3}{dt} = 6i_1 R$$

40.6

$$i_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{6L}{R} \frac{di_1}{dt} - \frac{i_1 R}{3}$$

$$36\mathcal{E} - 6L \frac{di_2}{dt} = 12i_2 R + 3i_1 R$$

$$2\mathcal{E} - 6L \frac{di_1}{dt} = 6i_1 R + 2i_1 R$$

$$11\mathcal{E} - 6L \frac{di_1}{dt} = 11i_1 R + 12i_2 R + 6i_3 R$$

$$\int_0^{\infty} i_1 dt = \int_0^{\infty} \left( \frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{6L}{R} \frac{di_1}{dt} - \frac{i_1 R}{3} \right) dt = -L i_1 \Big|_0^{\infty}$$

$$\frac{P_A}{8T_0} = \frac{P_{\text{ср}} \sqrt{1/4}}{T_0} = \frac{P_1 \frac{11}{20} K}{T}$$

$$P_1 = P_2 \quad \frac{P_A T}{8T_0} \cdot \frac{20}{11} = \frac{20}{88} P_A \cdot \phi$$

$$AP = \frac{11RT}{20V} = \frac{20 k P_A K RT}{88K} = \frac{20 k P_A RT}{88}$$

$$P_{\text{ср}2} = P_A$$

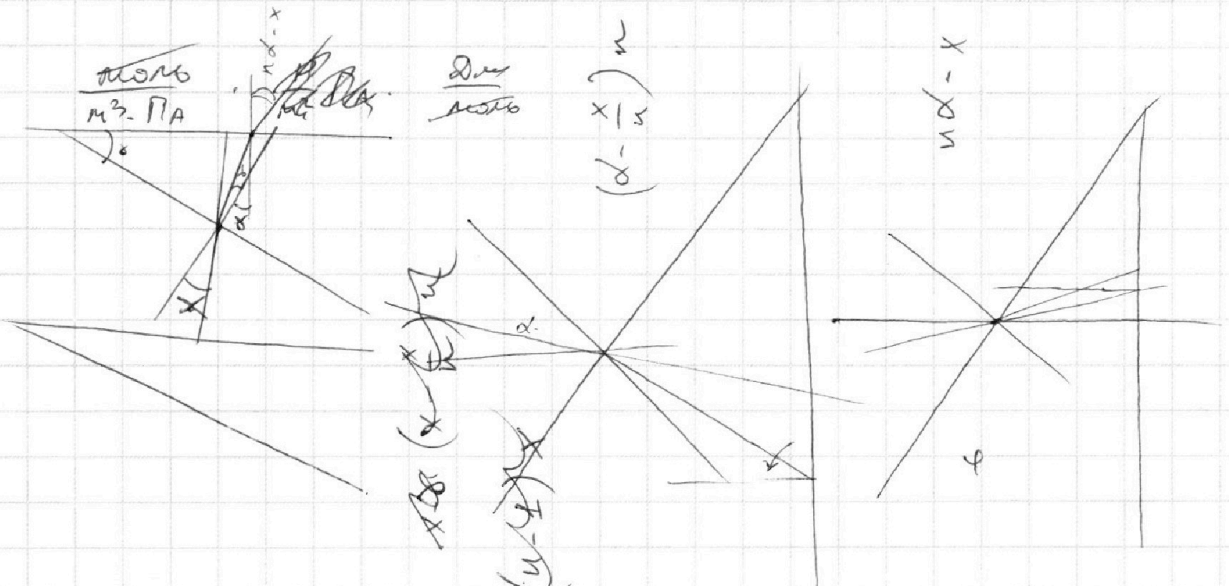
$$\frac{20}{88} P_A B + \frac{20 k P_A RT}{88} + P_A = \frac{5}{4} P_A$$

полю  
м<sup>3</sup>. Па

полю  
м<sup>3</sup>. Па  
x 15  
8

ΔT  
L  
R

nd-x



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

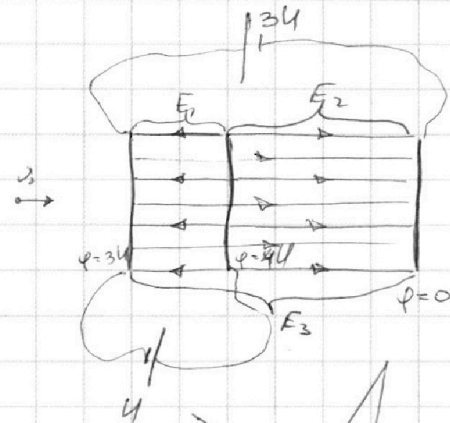
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

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



$$U = E \cdot d$$

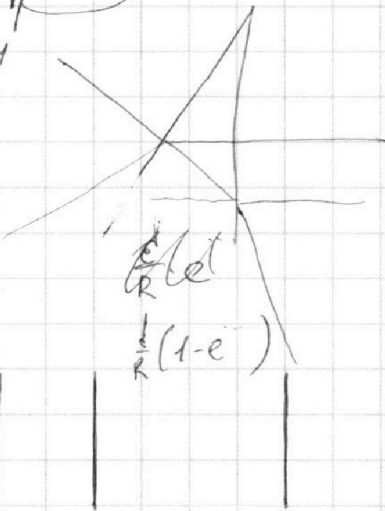
$$\frac{U}{d} = E_0$$

$$\frac{U}{d} = E_0$$

$$\begin{aligned} E_2 + E_3 &= \frac{2U}{d} = 2E_0 \\ E_1 - E_3 &= E_0 \end{aligned}$$

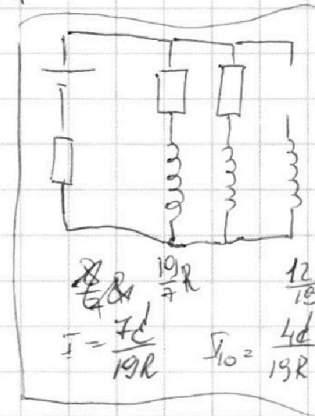
$$\begin{cases} (E_2 + E_3) \cdot 2d = 4U \\ (E_1 - E_3) \cdot d = U \end{cases}$$

$$\begin{aligned} a + b &= 0 \\ b + c &= 0 \\ c + a &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} E_3 \cdot 3d + E_2 \cdot 2d - E_1 \cdot d &= 3U \\ (3E_3 + 2E_2 - E_1) \cdot d &= 3U \end{aligned}$$

$$E = \frac{q}{2\epsilon\epsilon_0 S}$$



$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{19R} \\ I_0 &= \frac{4U}{19R} \end{aligned}$$

$$E_3 - E_1$$

$$4U = (E_3 - E_1) \cdot 2d$$

$$E_3 - E_1 = 2E_0$$

$$(E_3 - E_2)d = U \quad E_2 - E_1 + E_0$$

$$E_3 - E_2 = E_0$$

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

$$3E_3 = 3E_0 \Rightarrow E_3 = E_0$$

$$E_2 = 0$$

$$E_1 = -E_0$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qE_0}{m}$$

$$\frac{qU}{md}$$

$$i_2 R + i_1 R$$

$$E_3 + E_2 - E_1 = 2E_0$$

$$E_3 = 1,5E_0$$

$$E_1 = -E_0$$

$$E_2 = -0,5E_0$$

$$L \frac{di_3}{dt} + i_3 R = \mathcal{E}$$

$$2E_3 + 2E_1 = E_0$$

$$\begin{cases} E_3 + E_2 - E_1 = 2E_0 \\ E_3 + E_1 - E_2 = E_0 \\ E_3 + E_2 + E_1 = 0 \end{cases}$$

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!



д.8 0,8

$$\frac{2,5 \cdot 0,8 \frac{M}{c}}{5 c} = \frac{200 \cdot 262 \frac{M}{c}}{5 c} = 0,4 \frac{M}{c^2} \quad (21)$$

$$200 \frac{M}{c} \quad v_c = 25 \frac{M}{c}$$

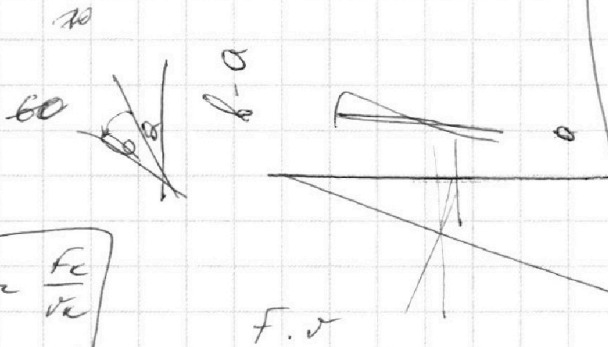
$$m a = F_r - b v$$

$$0 = F_c - b v_c \Rightarrow b = \frac{F_c}{v_c}$$

$$m a_0 = F_0 - b v_0$$

$$F_0 = m a_0 + b v_0$$

$$P_0 = F_0 v_0 - (m a_0 + b v_0) v_0$$



Handwritten notes on the right side of the page, including some crossed-out equations and a diagram of a piston-cylinder system.



$$P_0 = P_{atm} / 2$$

$$P_0 = P_{CO_2}$$

$$k_0 = \frac{V}{4}$$

$$\Delta V = k p V$$

$$k = 9,5 \cdot 10^{-3} \frac{молс}{м^3 \cdot Па}$$

$$P V = \nu R T$$

$$V_0 = \frac{(\frac{5}{4} P_A P - P_A) \cdot 11 V}{20 R T} + \frac{(\frac{5}{4} P_A P - P_A) \cdot 11 V}{20 R T} + \frac{k p_0 V}{8}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{Дж}{молс} + \frac{k p_0 V}{8}$$

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

$$0: k \frac{P_{He}}{P_{CO_2} + P_{H_2O}} = \frac{P_{He}}{P_{CO_2}} = \frac{\frac{d n_{He} R T_0}{2 V_{He}}}{\frac{d n_{CO_2} R T_0}{V_{CO_2}}} = \frac{d n_{He}}{2 d n_{CO_2}} \Rightarrow n_{He} = 2 n_{CO_2}$$

$(T/T_0) - ?$

$$n_{CO_2} = P_{CO_2} \frac{2V}{4} + k p_0 \frac{V}{4}, \quad P_0 = \frac{P_{atm}}{2} = 2V + \frac{k p_0 V}{8}$$

$$He: T_0, \frac{P_A}{2}, \frac{V}{2} \rightarrow T, P, \frac{V}{5} \Rightarrow P_A \cdot \frac{V}{4 T_0} = \frac{P_C \cdot V}{5 T} \Rightarrow P_C = P_A \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{5}{4} P_A \cdot P$$

$$H_2O + CO_2: \frac{P_0 V_0}{2 T_0} = \frac{P_C V_C}{5 T}$$

$$\frac{2}{8 V_0} = \frac{11 (\frac{5}{4} P - 1)}{20 V_1 P}$$

$$\frac{P_A V}{2 \cdot 4 \cdot 10^3} = \frac{(\frac{5}{4} P_A P - P_A) V_{atm}}{20 V_1 P}$$