



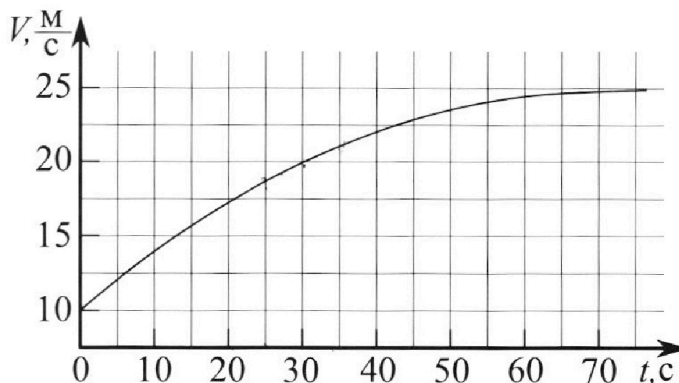
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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  $V_1$ ?

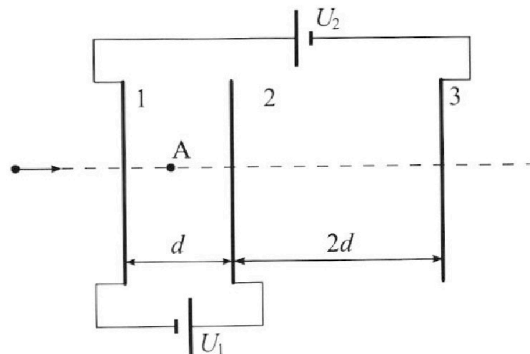
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kw$ . 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 А на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

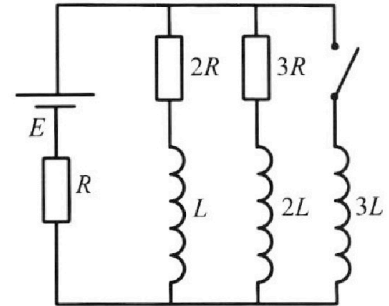
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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.

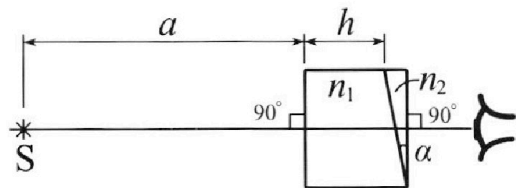


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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

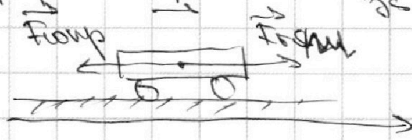
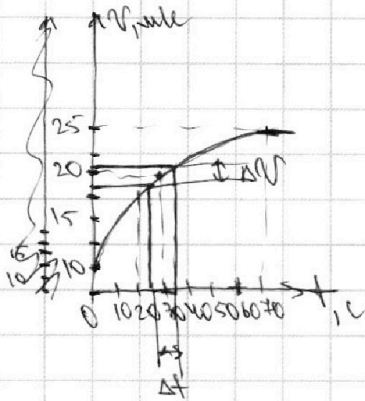
**МФТИ**

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



1

1)  $a_{\text{max}} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$ ; из графика:  $a_{\text{max}} = \frac{21,25 \text{ м/с} - 18,75 \text{ м/с}}{25 \text{ с} - 25 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$



Из укл.:  $F_{\text{ср}} \sim v$ ;  $F_{\text{ср}} = k v$ , где  $k$  - коэффициент трения.

2. Н:  $F_2 = m a$

на Ox:  $F_{\text{ср}} - k v = \text{max. } (x)$

р.к. в какой-то момент ускорения равно нулю,  $\frac{\Delta v_x}{\Delta t} \approx 0$ , т.е.  $a_{\text{кон}} = 0$ . (из графика:  $v_{\text{кон}} = 25 \text{ м/с}$ )

(x):  $F_k - k \cdot v_{\text{кон}} = 0$ .  $k = \frac{F_k}{v_{\text{кон}}} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$

2) (x):  $F_1 - k v_1 = \text{max } x_1$ ;  $F_1 = \text{max } x_1 + k v_1$

$F_1 = 1800 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 + 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \cdot 20 \text{ м/с} = 850 \text{ Н}$

3)  $P_1 = \frac{\Delta A_1}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} = F_1 \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} = F_1 v_1$

$P_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$

Ответ: 1)  $a_{\text{max}} = 0,25 \text{ м/с}^2$

2)  $F_1 = 850 \text{ Н}$

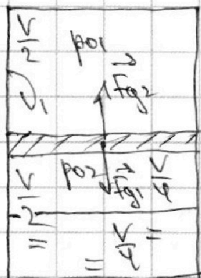
3)  $P_1 = 17 \text{ кВт}$

- 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) Система до начавания:



$V_1$  - кол-во в-ва  $\text{CO}_2$  в верхней части цилиндра.

$V_2$  - кол-во  $\text{CO}_2$  в цилиндрической части в нижней части

$\Delta V$  - кол-во  $\text{CO}_2$  в поршневой части.

Равновесие поршня:  $F_{p1} = F_{p2}$

$F_{p1}$  - сила, с к-ой цилиндрич.  $\text{CO}_2$  давит на поршень

$F_{p2}$  - сила, с к-ой  $\text{CO}_2$  сверху давит на поршень.

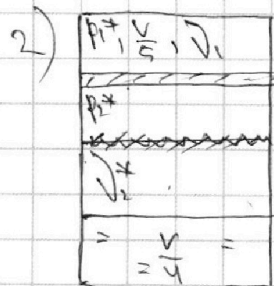
$F_s$  - сила тяжести поршня:  $p_{01} S = p_{02} S$   $p_{01}$  и  $p_{02}$  - начальные давления газа.

$$p_{01} = p_{02} = p_0$$

Упр - Р Менделеева - крайняя:  $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 k T_0$ ;  $\nu_2 = \frac{p_0 V}{2 p_0 T_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \nu_2 = \frac{\nu_1}{2}; \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$$

$$p_0 \cdot \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_2 k T_0$$



Аналогично п. 1):  $p_1^* = p_2^* = p^*$

$V_2^* \rightarrow$  объем нижней части цилиндра, к-ой не заняты газы.

Система находится в равновесии  $\Rightarrow$  воденый поршень неподвижен.

$p_{H.П} (100^\circ\text{C}) = p_{\text{атм}}$ .  $\nu_3$  - кол-во в-ва воденого пара

Упр - Р Менделеева - крайняя:  $p_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20} V = \nu_3 k T \Rightarrow$

$$\Rightarrow \nu_3 = \frac{11}{20} \frac{p_{\text{атм}} V}{k T}$$

$$p^* \cdot \frac{V}{5} = \nu_1 k \frac{5 T_0}{4} \quad (2)$$

$$p^* \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_2 + \Delta \nu + \nu_3) k \frac{5 T_0}{4} \quad (3)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$(2): p_0 \frac{V}{2} = \sqrt{kRT_0} ; (A): p \times \frac{V}{5} = \sqrt{kRT} \frac{5T_0}{4} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$$

$$(3): \frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{11}{20} V = \left( \frac{1}{2} \nu_1 + \Delta \nu + \nu_3 \right) RT.$$

$$\frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{11}{20} V \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{p_0 V}{2kRT_0} + \frac{k p_0 V}{4} + \frac{11}{20} \frac{p_0 V}{RT} \right) RT.$$

$$\frac{55}{32} p_0 = \frac{5}{16} p_0 + \frac{kRT p_0}{4} + \frac{11 p_0 V}{20}$$

$$p_0 \left( \frac{55}{32} - \frac{5}{16} - \frac{kRT}{4} \right) = \frac{11 p_0 V}{20} ; p_0 = \frac{11 p_0 V}{\left( \frac{45}{32} - \frac{kRT}{4} \right) \cdot 20}$$

$$p_0 = \frac{11 p_0 V}{\left( \frac{45}{32} - \frac{1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{м}^3}}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{К}}{\text{моль}} \right) \cdot 20} = \frac{11 \cdot 92}{20 \cdot 87} p_0 V = \frac{88}{185} p_0 V.$$

Ответ: 1)  $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$

2)  $p_0 = \frac{88}{185} p_0 V.$

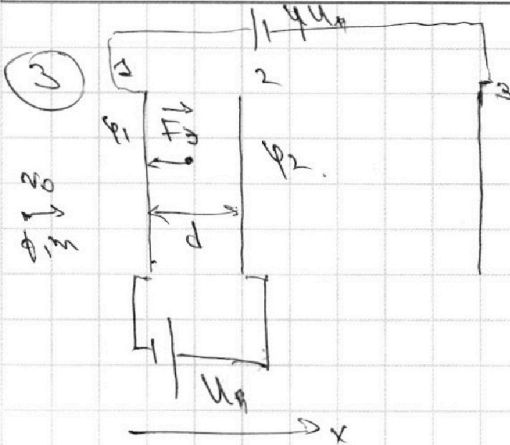
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1)  $E_{12}$  - напряжённость поля между 1 и 2. сетками

$$E_{12} = U/d$$

$$U = E_{12} \cdot d; E_{12} = \frac{U}{d}$$

ПЗ.Н.:  $F_z = ma$  (ПЗ.Н.)

$$F_z = ma; \text{ на } D_3: qE_{12} = ma$$

$$a_x = - \frac{qE_{12}}{m} = - \frac{qU}{md}$$

$$a = \frac{qU}{md}$$

2) ЗСЭ:  $k_1 + q\phi_1 = k_2 + q\phi_2$

$$k_1 - k_2 = q(\phi_2 - \phi_1) = qU$$

3) Закон сохранения энергии:  $\Delta W = A_{\text{эп}} = A_{\text{мех}}$

~~$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$~~

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = -qE_{12} \cdot \frac{d}{3} = -q \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = -\frac{qU}{3}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{qU}{md}$

2)  $k_1 - k_2 = qU$

3)  $v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

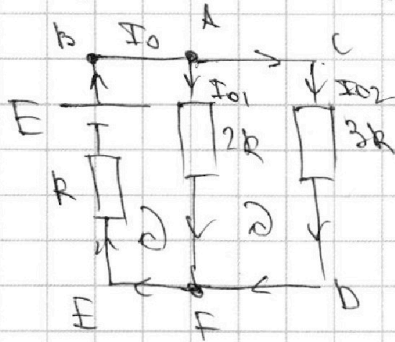
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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 катушка не создает индуктивных в-в:



1 уравнение Кирхгофа:  $A: I_{01} + I_{02} = I_0$

2 уравнение Кирхгофа:

~~$E = I_{01}R + I_{02}R$~~

BAFEb:  $E = I_{01}2R + I_0R$

ACDFA:  $3R \cdot I_{02} - 2R \cdot I_{01} = 0$

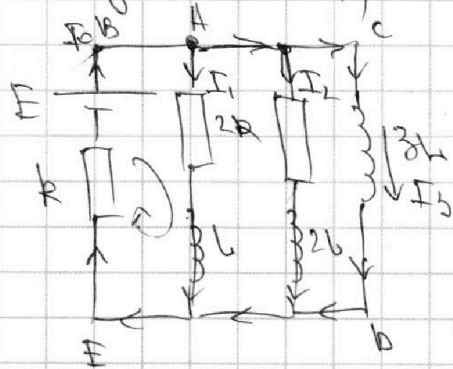
$$\begin{cases} I_0 = I_{01} + I_{02} \\ E = 2I_{01}R + I_0R \\ 3R I_{02} = 2R I_{01} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_0 = \frac{5}{3} I_{01} \\ E = 2I_{01}R + \frac{5}{3} I_{01}R \\ I_{02} = \frac{2}{3} I_{01} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{01} = \frac{3}{11} \frac{E}{R} \\ I_0 = \frac{5}{11} \frac{E}{R} \end{cases}$$

$I_0 = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$  (x x)

2) Тот же ток катушки при замкнутых контактах индуктивности.

Тогда ток через  $L$  и  $2L \Rightarrow$  через  $2R$  и  $3R$  (поэтому индуктивность не учитываем)  $\Rightarrow$  ток через катушку индуктивности равен нулю, как и до замыкания.)



тогда  $I_2 = I_{02}$  (из п. 1))  
 $I_1 = I_{01}$  (из п. 1))

Итак: А:

1 уравнение Кирхгофа:  $A: I_0 = I_1 + I_2 + I_3$

$0 = I_3$  до замыкания.  $= I_3$  сразу после замыкания (из п. 1))  
 $I_0 = I_{01} + I_{02} = I_0$

2 уравнение Кирхгофа: вл DEb:  $I_0R = E + \mathcal{E}_{si}$

$\mathcal{E}_{si}$  - ЭДС самоиндукции в  $3L$

$$\mathcal{E}_{si} = -3L \frac{dI_3}{dt}; \quad I_0R = E - 3L \frac{dI_3}{dt}; \quad \frac{dI_3}{dt} = \frac{E - I_0R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{3L} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

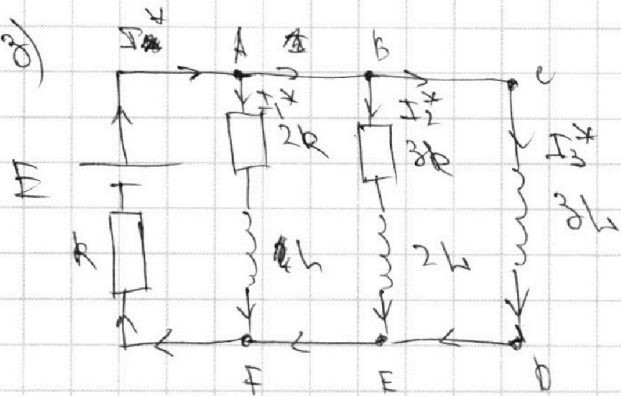
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



2 направления циркуляции:

$$ABEFA: I_2 \cdot 3R - I_1 \cdot 2R = \mathcal{E} \sin 2 - \mathcal{E} \sin 1$$

BCDEB:

$$-3R \cdot I_2 = -\mathcal{E} \sin 2 + \mathcal{E} \sin 3$$

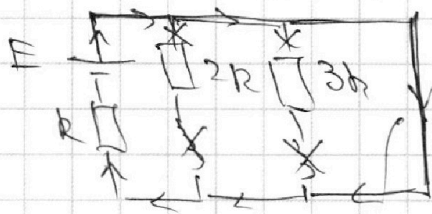
$$\mathcal{E} \sin 1 = -L \frac{dI_1}{dt}; \quad \mathcal{E} \sin 3 = -3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\left. \begin{aligned} I_2 \cdot 3R - I_1 \cdot 2R &= \mathcal{E} \sin 2 + L \frac{dI_1}{dt} \\ -3R I_2 &= -\mathcal{E} \sin 2 - 3L \frac{dI_3}{dt} \end{aligned} \right\} \cdot L \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_3}{dt} = -I_1 \cdot 2R$$

$$\int_{I_{1\text{нач}}}^{I_{1\text{кон}}} L \cdot dI_1 - \int_{I_{3\text{нач}}}^{I_{3\text{кон}}} 3L \cdot dI_3 = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} I_1 \cdot dt \cdot 2R$$

$$L(I_{1\text{кон}} - I_{1\text{нач}}) - 3L(I_{3\text{кон}} - I_{3\text{нач}}) = -\Delta\varphi_1 \cdot 2R$$

В узле F ток равен нулю, т.к. все замкнутые контуры.



3-й контур замкнутый узел:

$$I_{3\text{кон}} = I_{3\text{нач}} \cdot R$$

$$I_{3\text{кон}} = \frac{E}{R}$$

(в узле F ток равен нулю, т.к. все замкнутые контуры)

$I_{1\text{кон}} = 0$   $I_{3\text{нач}} = I_{01}$  (из н.п.), т.к. ток по замкнутому контуру равен нулю (все замкнутые); аналогично  $I_{3\text{кон}} = 0$

$$L \left( 0 - \frac{3E}{R} \right) - 3L \left( \frac{E}{R} - 0 \right) = -\Delta\varphi_1 \cdot 2R$$



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!

$$\Delta \varphi_1 = \frac{18}{11} \frac{EL}{R}$$

Ответ: 1)  $I_{01} = \frac{3E}{R}$

$$2) \frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

$$3) \Delta \varphi_1 = \frac{18}{11} \frac{EL}{R}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

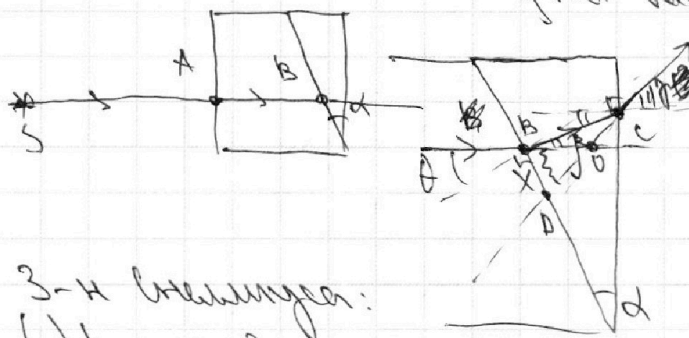
1  2  3  4  5  6  7



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



5) 1)



В (1) А луч не преломляется, т.к. угол падения  $0^\circ$ .

$x = ?$   
 $\theta = \alpha$  (угол в воздухе относительно нормали к поверхности).

3-й закон:

(1) B:  $\sin \theta \cdot n_1 = \sin \phi \cdot n_2$ ;  $\sin \phi = \frac{\sin \theta n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha}{n_2}$

д-матрица угла:  $\alpha \approx \sin \alpha$ ;  $\beta \approx \sin \beta$

3-й закон:

(1) C:  $n_2 \cdot \sin \beta = n_1 \cdot \sin \gamma$ ;  $\sin \gamma = \frac{n_2 \sin \beta}{n_1} = n_2 \sin \beta$

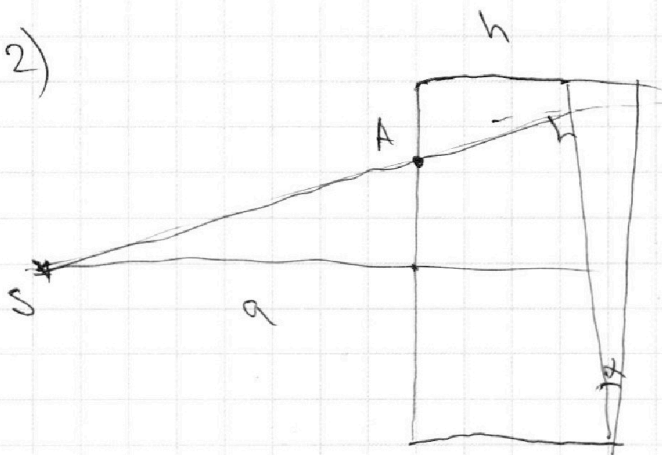
$\beta, \gamma$  - малые углы:  $\sin \beta \approx \beta$ ;  $\sin \gamma \approx \gamma$

$\angle BOA = x$  - внешний угол  $\triangle BOA$ :  $x = \beta + \alpha$

$\widehat{BOA} = \gamma - \beta = \alpha - \beta$ ;  $x_{\text{ray}} = \beta_{\text{ray}} + \alpha_{\text{ray}} - \beta_{\text{ray}} = \alpha_{\text{ray}}$

$x_{\text{ray}} = 0,1 \text{ рад.}$

2)



т.к.  $n_1 = n_2$  в (1) А луч не преломляется

Ответ: 1)  $x_{\text{ray}} = 0,1 \text{ рад.}$

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

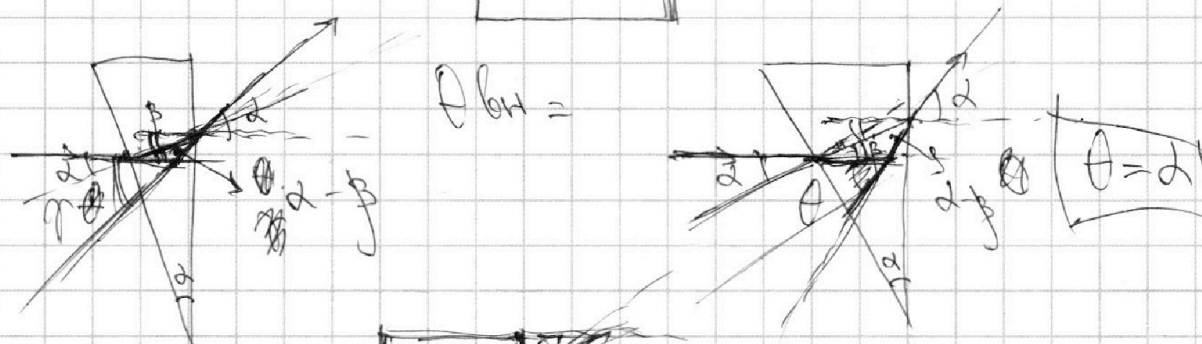
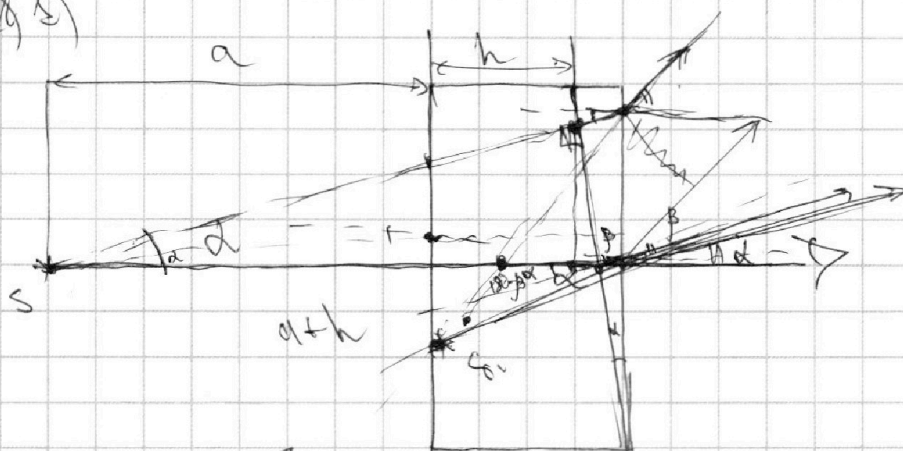
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

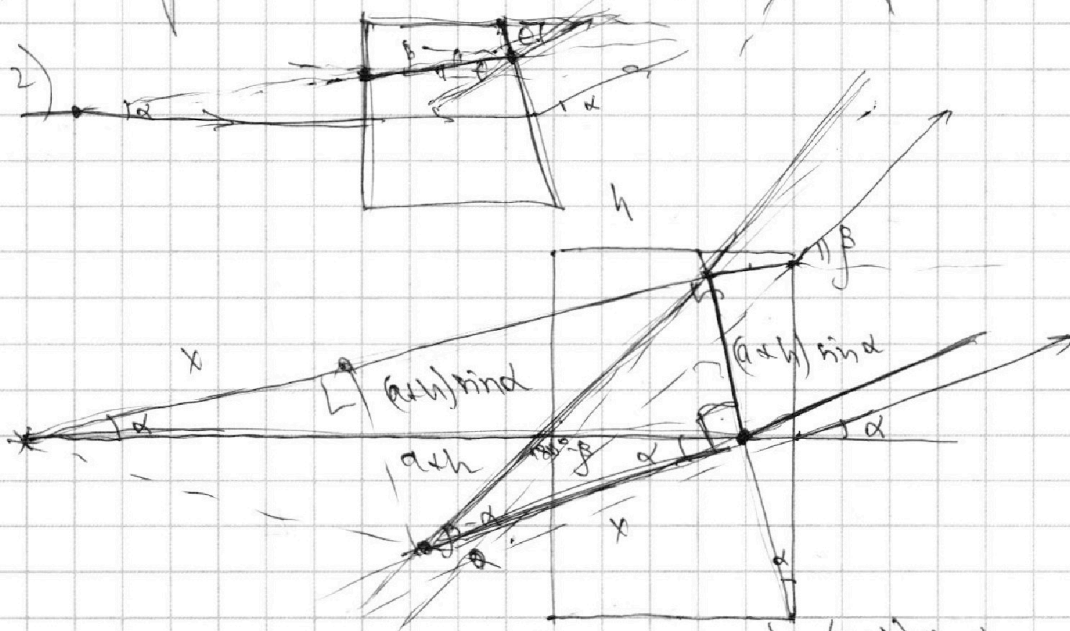


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) 1)



2)



$$x = \frac{(a+h)d}{\beta - \alpha}$$

$$\Delta r = \sqrt{x^2 + ((a+h)d)^2}$$

$$\tan(\beta - \alpha) = \frac{(a+h) \sin \alpha}{x}$$

$$\Delta r = M \sqrt{\frac{2}{\beta - \alpha}}$$

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

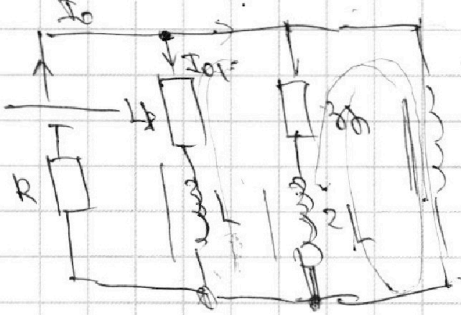
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

2) ~~...~~ ~~...~~ ~~...~~

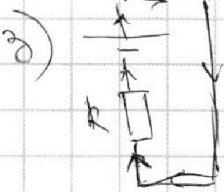


$$\mathcal{E}_{\text{св}} = -L \frac{dI_0}{dt}$$

$$\frac{6}{33} = \frac{2}{11}$$

$$\frac{dI_0}{dt} + \mathcal{E} = I_0 R$$

$$\frac{dI_0}{dt} = \frac{\mathcal{E} - I_0 R}{3L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{5}{13} \mathcal{E}}{3L} = \frac{8\mathcal{E}}{39L} \approx 0$$



~~...~~  
~~...~~

$$\mathcal{E} - 2L \frac{dI_0}{dt} = I_0 R$$

$$\frac{13}{11} \frac{L\mathcal{E} - 2L I_0}{R} = \dots$$

$$-2R I_0 = 2L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$-I_1 \cdot 2R = L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\mathcal{E} - 2L \frac{dI_3}{dt} = (I_1 + I_2 + I_3) R$$

$$2L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_3}{dt} = -2R I_2 \quad (1)$$

$$L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt} = I_2 \cdot 2R - I_1 \cdot 2R \quad (2)$$

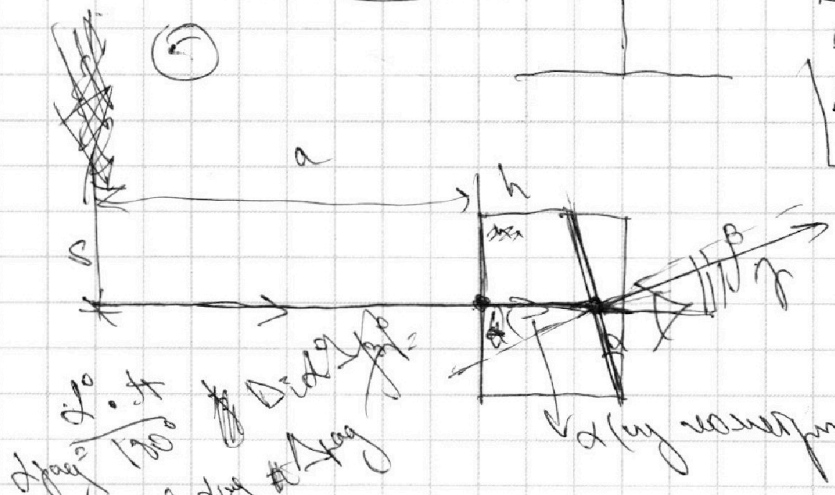
$$(1) + (2): L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_3}{dt} = -I_1 \cdot 2R$$

$$L \Delta I_1 - 2L \Delta I_3 = -2R \Delta t_1$$

$$\Delta I_1 = -I_0$$

$$\Delta I_3 = 0$$

$$\Delta \phi_1 = \frac{L I_0}{2R}$$



$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$   
 $n_1 \alpha \approx n_2 \beta$   
 $\beta = \frac{n_1 \alpha}{n_2}$   
 $\beta = 0,1 - \frac{1}{1,7} \cdot 0,1$   
 $= 0,1 \left( \frac{7}{10} \right) = 0,07 \text{ рад.}$

$$n = \dots$$

$$= 0,1 \left( \frac{7}{10} \right) = 0,07 \text{ рад.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

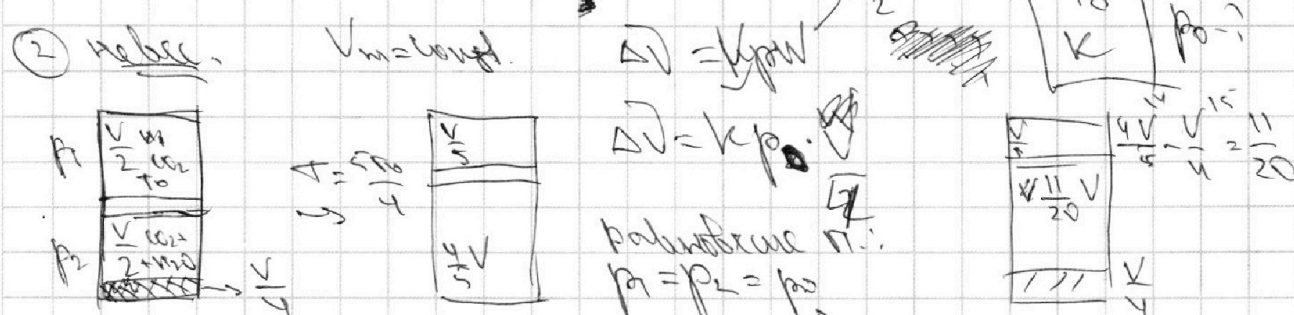
- 1  2  3  4  5  6  7



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



①  $f_{from} = f_{comp} = kV$ ;  $500 = k \cdot 25$ ;  $k = 20$   
 $f_{from} - kV = \frac{dV}{dt} = \Delta V \cdot \frac{1}{\Delta t}$ ;  $f_1 = v_{rel} + kV = 20 \cdot 20 + 0,5 \cdot 1000 = 400 + 500 = 900$   
 $p = \frac{\Delta A}{\Delta t} = F \cdot \rho = f_{from} \cdot \rho \cdot V$



$p_1 \cdot \frac{V}{2} = p_0 \cdot \frac{V}{2}$   
 $p_2 \cdot \frac{V}{4} = p_0 \cdot \frac{V}{4}$   
 $p_0 \cdot \frac{11}{20} V = (p_2 + \Delta V) \cdot \frac{5}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4}$   
 $p_0 \cdot \frac{11}{20} V = \left( \frac{p_0}{2} + k\rho \cdot \frac{V}{2} \right) \cdot \frac{5}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4}$   
 $p_0 \cdot \frac{11}{20} V = \left( \frac{p_0}{2} + \frac{11p_0 V}{20} \right) \cdot \frac{5}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4}$   
 $\frac{11}{20} p_0 V = \left( \frac{p_0}{2} + \frac{11p_0 V}{20} \right) \cdot \frac{5}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4}$   
 $\frac{11}{20} p_0 V = \left( \frac{p_0}{2} + \frac{11p_0 V}{20} \right) \cdot \frac{5}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4}$   
 $\frac{11}{20} p_0 V = \left( \frac{p_0}{2} + \frac{11p_0 V}{20} \right) \cdot \frac{5}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4}$

$\frac{p_0 V}{V_1} = 2 p_0 = 2R \cdot \frac{5}{4} T = \frac{8}{5} \cdot 3 \cdot 10^3 = 4,8 \cdot 10^3$   
 $p^* = \frac{25}{8} p_0$   
 $\frac{p_0 \cdot \frac{5}{16} + \frac{k\rho \cdot 5}{16} + \frac{11p_0}{20}}{\frac{55}{32} p_0} = \frac{11}{20} V \cdot \frac{25}{8} p_0$   
 $\frac{p_0 \cdot \frac{5}{16} + \frac{k\rho \cdot 5}{16} + \frac{11p_0}{20}}{\frac{55}{32} p_0} = \frac{11}{20} V \cdot \frac{25}{8} p_0$   
 $\frac{p_0 \cdot \frac{5}{16} + \frac{k\rho \cdot 5}{16} + \frac{11p_0}{20}}{\frac{55}{32} p_0} = \frac{11}{20} V \cdot \frac{25}{8} p_0$

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

$U = E_{12} \cdot d$   
 $E_{12} = \frac{U}{d}$   
 $\sigma = \epsilon_0 E_{12}$   
 $q = \sigma \cdot S = \epsilon_0 E_{12} \cdot S = \frac{\epsilon_0 U S}{d}$

$E_{23} = \frac{U}{2d}$   
 $\frac{U}{2d} \cdot \frac{U}{2d} = \frac{2U}{d}$

$q_0 = 0$

$k_1 - k_2$

$-E + x = 2E; \quad x = 3E$

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

$q\phi_1 + k_1 = q\phi_2 + k_2$

$k_1 - k_2 = q(\phi_2 - \phi_1) = 4U$

$4U$

4

кон. не работает, инд. сб. б. уст. перм.

$E = I_{01} \cdot 2R + I_{02} \cdot 3R$

$2R \cdot I_{01} = 3R \cdot I_{02}; \quad I_{02} = \frac{2}{3} I_{01}$

$I_0 = I_{01} + I_{02} = \frac{5}{3} I_{01}$

$E = \frac{5}{3} I_{01} \cdot 2R + I_{01} \cdot 3R = \frac{13}{3} I_{01} R$

$I_{01} = \frac{3}{13} \frac{E}{R}$

$I_0 = \frac{5}{13} \frac{E}{R}$