



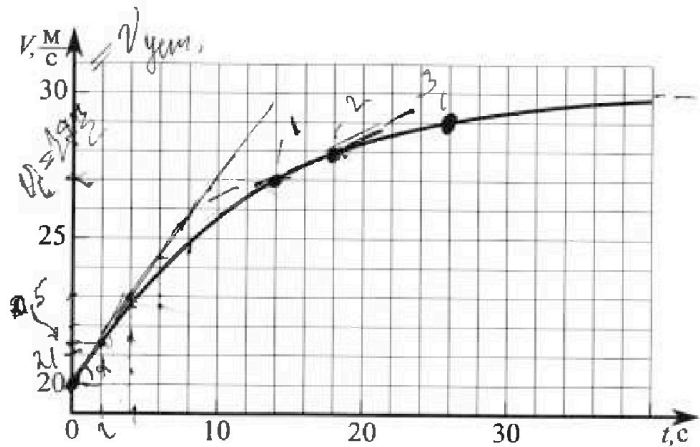
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 200$  Н.



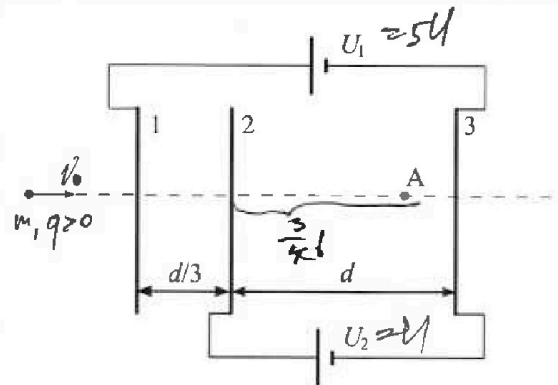
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос 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 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  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kvp$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  и  $U_2 = U$ . 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 2 и 3.
- Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

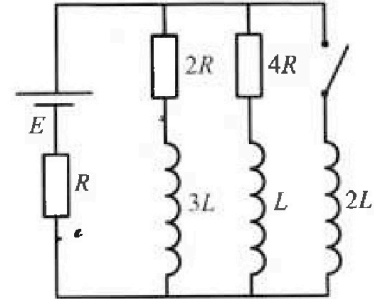
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



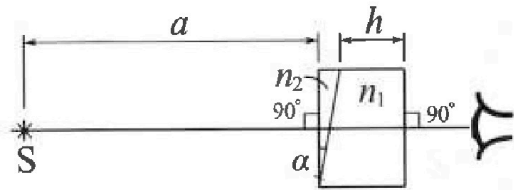
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) К какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  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  $n_a = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 100$  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  $n_1 = n_a = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_a = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

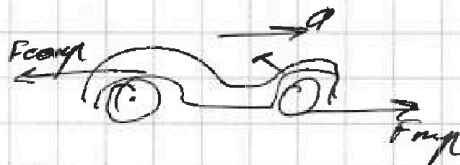
МФТИ

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

реш)

$$P = F \cdot v$$

const  
конесо



~~$$P = F_{тяги}$$~~



математически  $\alpha/\gamma$  кас-й к траектории в касательной точке и ось  $Ox$  ("напр-ад")

1) Из траектории:  $q = v' = \tan \alpha \approx \frac{3}{4} \frac{v}{c^2} = 0,75 \frac{v}{c^2}$

2) зпд для "м":  $ma = F_{тяги} - F_{сопр}$

$$F_{тяги} = \frac{P}{v}$$

В конце  $v \rightarrow v_{гит} = 30 \frac{m}{c} \Rightarrow \alpha_k = 0$

$$\Rightarrow \frac{P}{v_{гит}} = F_k \Rightarrow P = const = F_k \cdot v_{гит} = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт}$$

$$\Rightarrow ma_0 = F_{тяги0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma_0 = 300 - \frac{6000 \cdot 3}{4} = 120 \text{ Н}$$

3)  $\Rightarrow \frac{P}{P} = \alpha = \frac{F_0}{F_{тяги0}} = \frac{120}{300} = 0,4$

Ответ: 1)  $q_0 \approx 0,75 \frac{v}{c^2}$

2)  $F_0 = 120 \text{ Н}$

3)  $\alpha = 0,4$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

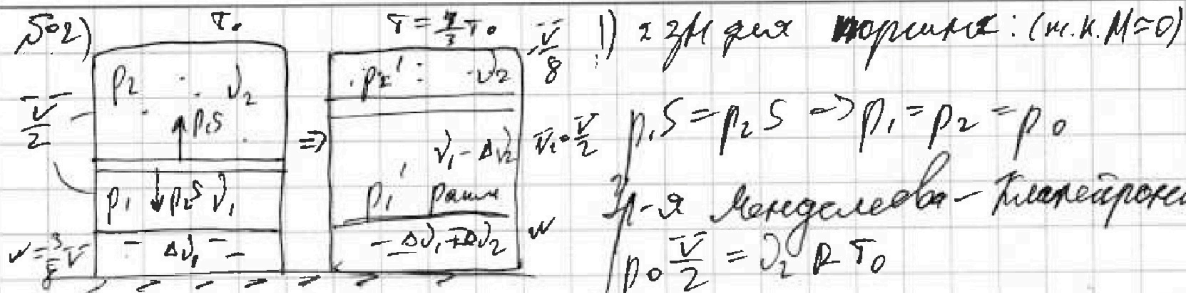
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$\frac{\nu_2}{\nu_1 + \Delta \nu_1} = ?$$

$$\Rightarrow \nu_2 = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

$$\Delta \nu_1 = k p_0 w = \frac{3}{8} k p_0 V$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1 + \Delta \nu_1} = \frac{\frac{p_0 V}{2 R T_0}}{\frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{3}{8} k p_0 V} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0} = \frac{4}{1 + 3 k R T_0}$$

$$k \cdot R = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 =$$

2) 2 зм **после нагревания**:  $(p_n + p_1') S = p_2' S$   
 Пар **насыщен**,  $T = 373 K \Rightarrow p_n = p_{\text{нас}}$

$$p_2' = p_1' + p_{\text{нас}}$$

$$p_2' \frac{V}{8} = \nu_2 R \cdot \frac{4}{3} T_0 = \frac{9}{3} \cdot \frac{1}{2} p_0 \frac{V}{2} \Rightarrow p_2' = \frac{16}{3} p_0$$

$$p_1' \frac{V}{2} = \nu_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0 - \Delta \nu_2 R T ; \Delta \nu_2 = \frac{3}{8} k p_1' V$$

$$\Rightarrow \frac{p_1'}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} p_0 - \frac{3}{8} k p_1' \cdot R T$$

$$p_1' \left( \frac{1}{2} + \frac{3}{8} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} p_0$$

$$\frac{p_1'}{2} \left( 1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} p_0 \Rightarrow p_1' = \frac{p_0}{3 \left( 1 + \frac{3}{4} k \cdot R T \right)}$$

$$\Rightarrow \frac{16}{3} p_0 = \frac{1}{3 + \frac{9}{4} k \cdot R T} p_0 + p_{\text{нас}} \Rightarrow p_0 = \frac{3 p_{\text{нас}}}{16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T}}$$

$$\frac{p_0}{3} \left( 16 - \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k \cdot R T} \right) = p_{\text{нас}} = \frac{3 p_{\text{нас}}}{16 - \frac{20}{17}} = \frac{47}{244} p_{\text{нас}}$$



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!

Ответ: 1)  $\frac{J_2}{J_1 + \Delta J_1} = \frac{4}{1 + 3kRT_0}$

2)  $p_0 = \frac{47}{244} \text{ атм}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

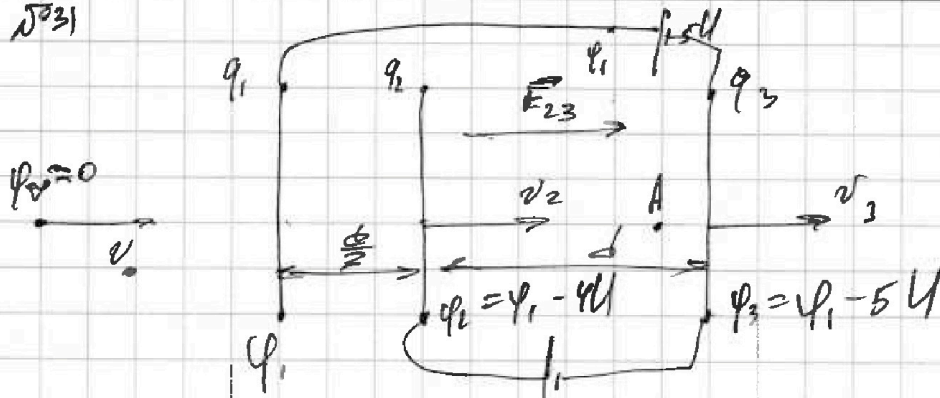
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

Д31



$$1) \varphi_2 - \varphi_3 = E_{23} \cdot d$$

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

$$\text{згМ: } m a_{23} = E_{23} q$$

$$\Rightarrow \left( a_{23} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{U q}{m d} \right) = \text{const}$$

$$2) \left( k_3 - k_2 = \frac{m}{2} (v_3^2 - v_2^2) \right) \quad m.k. a_{23} = \text{const:} \quad d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2 a_{23}}$$

$$\Rightarrow v_3^2 - v_2^2 = 2 d \cdot \frac{U q}{m d} = \frac{2 U q}{m}$$

$$\Rightarrow (k_3 - k_2 = U q)$$

$$3) \varphi_2 - \varphi_A = E_{23} \cdot \frac{3}{4} d = \frac{3}{4} U$$

$$\varphi_A - \varphi_3 = E_{23} \cdot \frac{1}{4} d = \frac{1}{4} U$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

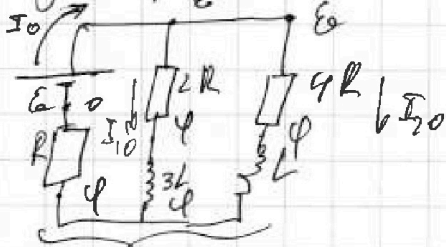
решение которой представлено на странице:

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) Метод узлов. узлы при разархивировании Кирхгофа.  
 уом. решим  $\Rightarrow$  Напряжения на  $3\Omega$ -ом резисторе.



$$I_0 = I_{10} + I_{20}$$

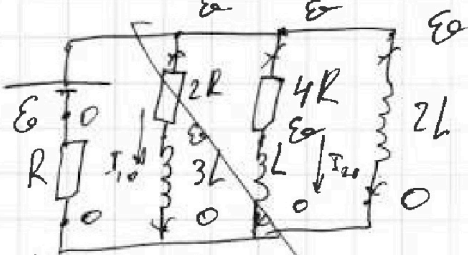
$$\frac{\varphi}{R} = \frac{\mathcal{E}_0 - \varphi}{2R} + \frac{\mathcal{E}_0 - \varphi}{4R} \cdot 4R$$

$$4\varphi = 2\mathcal{E}_0 - 2\varphi + \mathcal{E}_0 - \varphi$$

$$7\varphi = 3\mathcal{E}_0 \Rightarrow \varphi = \frac{3}{7}\mathcal{E}_0$$

$$\Rightarrow I_{20} = \frac{\mathcal{E}_0 - \varphi}{4R} = \frac{4\mathcal{E}_0}{7 \cdot 4R} = \frac{\mathcal{E}_0}{7R}$$

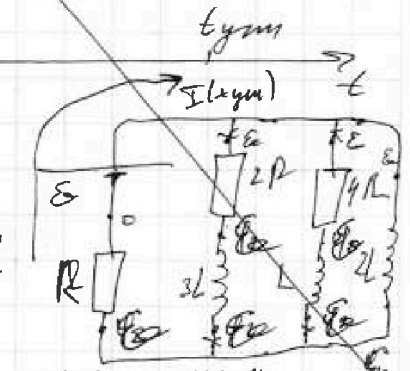
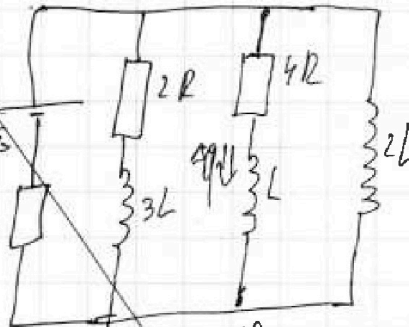
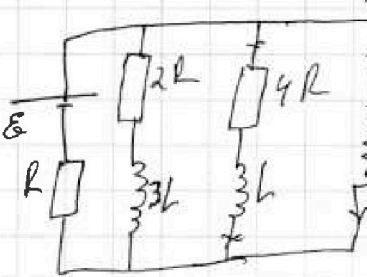
2) сразу после замыкания: ток через  $3\Omega$ -ый резистор не меняется.  $\Rightarrow$  ток не в самой гонимой  $\Rightarrow I_{20} = 0$



$$U_{2L} = \mathcal{E}_0 = 2L I'_{2L}$$

$$\Rightarrow I'_{2L} = \frac{\mathcal{E}_0}{2L}$$

3)



уом. решим  $\Rightarrow U$  на  $3\Omega = 0$   
 $\Rightarrow$  ток через  $2R$  и  $4R$  нем.

$$\varphi_A - \varphi_B = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{\mathcal{E}_0}{9} \cdot 4R + L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\Rightarrow 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{\mathcal{E}_0}{9} \cdot 4R + L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\Rightarrow 2L \frac{\mathcal{E}_0}{R} = 4Rq \Rightarrow q = \frac{\mathcal{E}_0 L}{2R^2}$$

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{\mathcal{E}_0}{7R}$

2)  $I'_{2L} = \frac{\mathcal{E}_0}{2L}$

3)  $q = \frac{\mathcal{E}_0 L}{2R^2}$

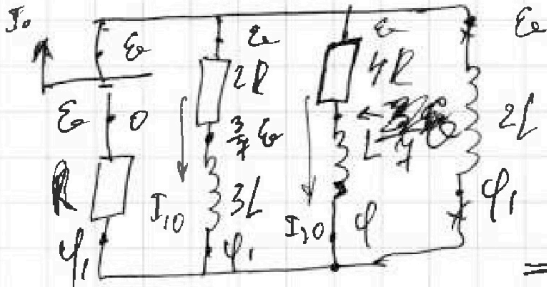




- 1  2  3  4  5  6  7

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

2) сразу после замыкания ток через индуктивности не меняется.

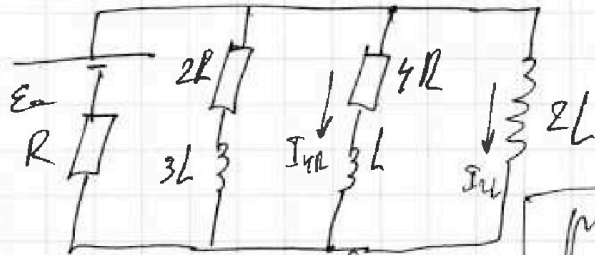


$\Rightarrow$  ток  $I_0$  не меняется  
 $\Rightarrow \psi_1 = \psi = \frac{3}{7} E$

$\Rightarrow U_{2L} = E - \frac{2}{7} E = \frac{5}{7} E = 2L I_{2L}'$

$\Rightarrow I_{2L}' = \frac{2E}{7L}$

3) расм. конт в контр. момент:  $\psi_A - \psi_B = L \frac{dI_{2L}}{dt}$



$\psi_A - \psi_B = 4Rq + L \frac{dI_{2L}}{dt}$

$\Rightarrow 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 4R \frac{dq}{dt} + L \frac{dI_{2L}}{dt}$

$2L \frac{E}{R} = 4Rq - L \cdot I_{20}$

$2L \frac{E}{R} = 4Rq - L \cdot \frac{E}{7R}$

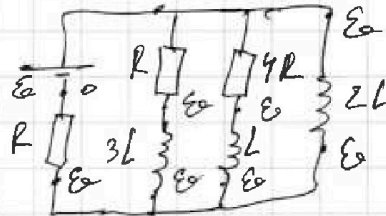
$\Rightarrow 4Rq = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$

$\Rightarrow q = \frac{15LE}{28R^2}$

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{E}{7R}$   
 2)  $I_{2L}' = \frac{2E}{7L}$

расм. конт в уст. ре-  
 жиме:

$U_{на ин} = 0$ :



$\Rightarrow$  ток не идет через  $R$  и  $4R \Rightarrow I_{2L \text{ конст}} = \frac{E}{R}$

3)  $q = \frac{15LE}{28R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 черговиком и не проверяется. Поня QR-кода непонятима!

505) При  $n_1 = n_2$  призму  $\odot$  можно не рассматривать.

$\angle \varphi = \angle \alpha$  (угол с вертикалью перпендикулярно сторонам)

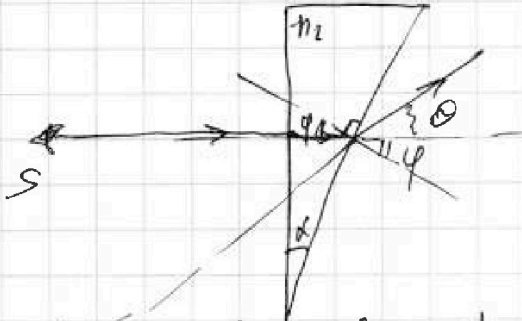
По 2-му Снеллиуса:

$$n_2 \sin \varphi = n_1 \sin(\theta + \varphi)$$

т.к.  $\varphi, \theta$  - малы, то

$$\sin \varphi \approx \varphi; \quad \sin(\theta + \varphi) \approx \theta + \varphi;$$

$$\theta \approx \varphi$$



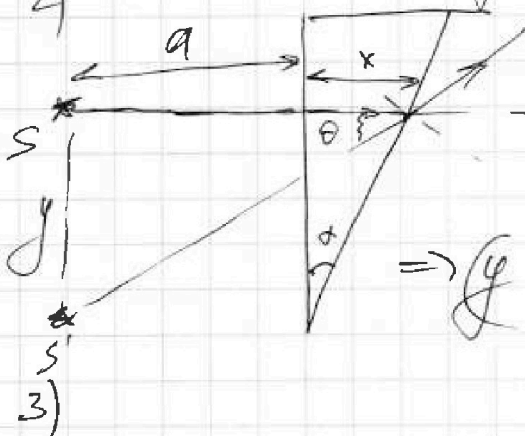
$$\Rightarrow n_2 \varphi = 1(\theta + \varphi) \Rightarrow \theta = \varphi(n_2 - 1) = \alpha(n_2 - 1)$$

$$\theta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад.}$$

$n_2$  - за малости углов (в касательности  $\perp$ )  $S'$  будет примерно на одну вертикаль с  $S$ .

$$\Rightarrow y = (a+x) \operatorname{tg} \theta \approx a \operatorname{tg} \theta$$

$$\Rightarrow y = a \theta = a \alpha (n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,7 = 0,007 \text{ м} = 0,7 \text{ мм.}$$



Ответ: 1)  $\theta = \alpha(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$

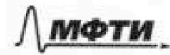
2)  $y = a \alpha (n_2 - 1) = 0,7 \text{ мм.}$



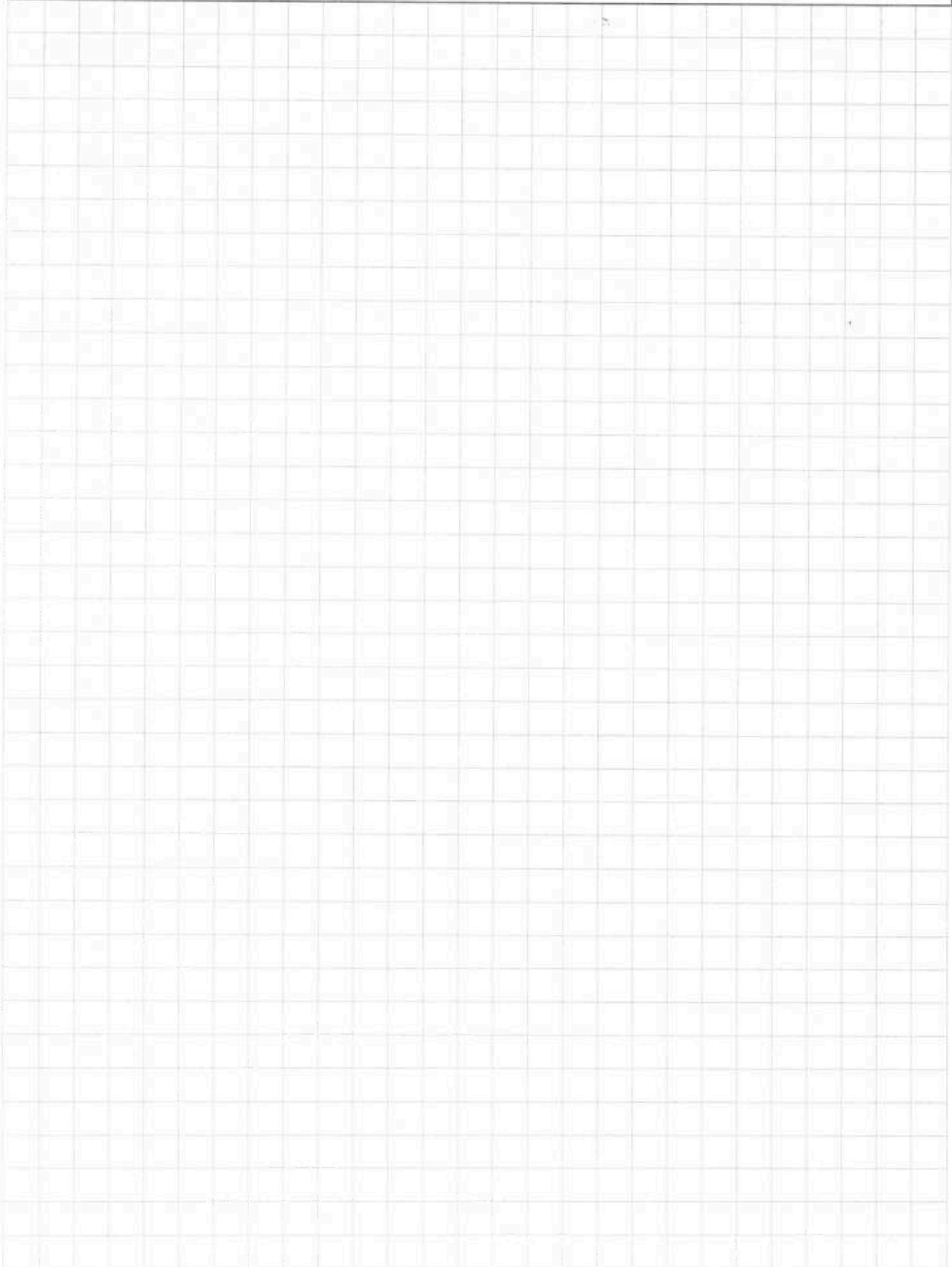
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!





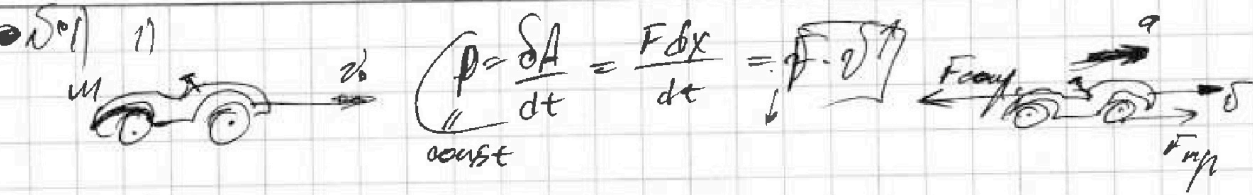
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F \cdot dx}{dt} = F \cdot v$$

const

$$\rho_0 = v' = \tan \alpha \approx \frac{3}{4} = \frac{3}{2 \cdot 2}$$

$$\rho_0 \approx 0,75 \frac{m}{c^2}$$

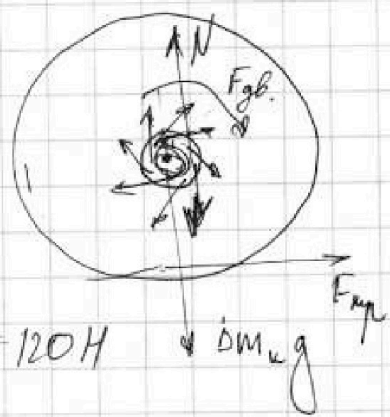
$$m \rho_0 = F_{тр} - F_0 \Rightarrow F_0 = F_{тр} - m \rho_0$$

$$F_{тр} = F \Rightarrow P = F_{тр} \cdot v \Rightarrow F_{тр} = \frac{P}{v}$$

в проп. моменту:  $m a = F_{тр} - F$   
 в конце  $v \rightarrow v_{уст} = 30 \frac{m}{c} \Rightarrow \rho_k = 0$

$$\Rightarrow F_{тр} = F_k = \frac{P}{v_{уст}}$$

$$\Rightarrow P = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт}$$



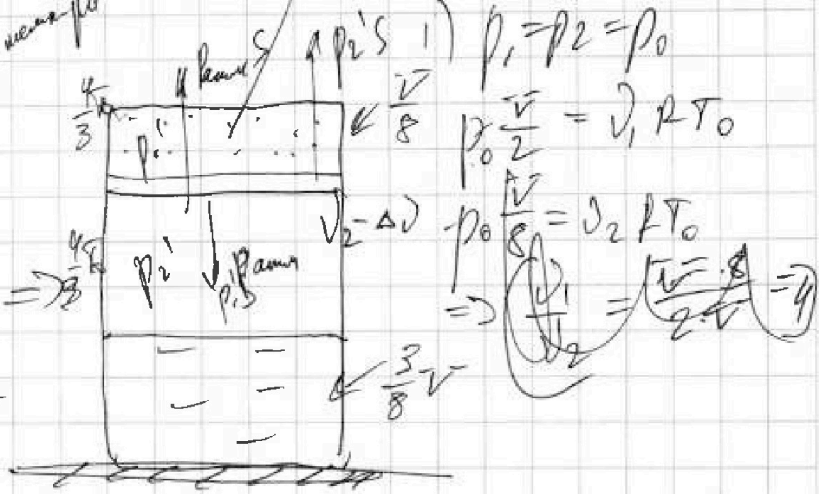
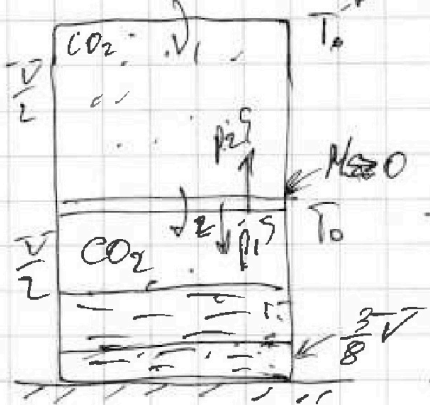
$$dP \quad m a_1 = F_{тр} - F$$

$$F_{тр} = F_0 \quad m a_2 = F_{тр} - F$$

$$\Rightarrow F_0 = \frac{P}{v} - m \rho_0 = \frac{6000}{30} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 120 \text{ Н}$$

$$\frac{dP}{P} = \alpha = \frac{F_0}{F_{тр}} = \frac{120}{300} = 0,4$$

2)  $\Delta \rho = k \rho \Delta x$   
 мал  
 3 - конст. велич.  $\rho_0$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

2)  $p_1^1 = p_2^1 + p_{\text{шум}}$

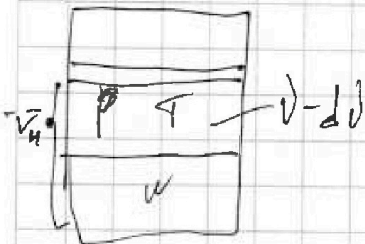
$p_1^1 \frac{\sqrt{V}}{8} = \sqrt{2} R \frac{4\sqrt{V}}{3T_0} \Rightarrow \frac{3p_1^1 \sqrt{V}}{32} = p_2^1 \frac{\sqrt{V}}{2} \Rightarrow p_1^1 = \frac{16}{2 \cdot 3} p_2^1 = \frac{16}{3} p_2^1$

$p_1^1 \frac{\sqrt{V}}{2} = \sqrt{2} R \frac{4\sqrt{V}}{3T_0} - k$   
 $\frac{p_1^1 \sqrt{V}}{2} - \frac{3\sqrt{V}}{8} = \frac{\sqrt{V}}{2}$

$\Delta V = k p_0 w = k R T_0$

$w = \frac{3}{8} \sqrt{V} = \text{const}$

$R T_0 = \frac{p_0 \sqrt{V}}{\Delta V_1}$

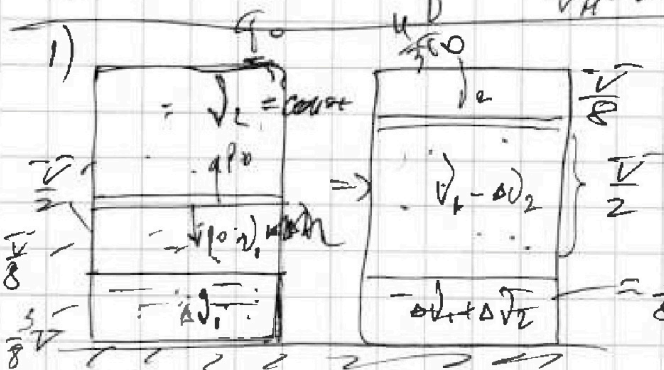


$d \Delta V = k p w = k w \frac{\sqrt{R T}}{\sqrt{V_H - w}}$

$p(V_H - w) = \sqrt{R T}$

$\Delta V = \frac{k w R \cdot T}{\sqrt{V_H - w}}$

$w = \frac{3}{8} \sqrt{V} = \text{const}$



$p_0 \frac{\sqrt{V}}{2} = \sqrt{2} R T_0 \Rightarrow \sqrt{V} = \frac{8 \Delta V_1 R T_0}{p_0}$

$p_0 \frac{\sqrt{V}}{8} = \sqrt{2} R T_0$

$\Delta V_1 = \frac{p_0 \sqrt{V}}{2 R T_0}$

$\Delta V_1 = \frac{p_0 \sqrt{V}}{8 R T_0}$

$\Delta V_1 = k p_0 w$

$\frac{\Delta V_2}{V_1 + \Delta V_1} = \frac{\Delta V_1}{V_1}$

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

$\frac{\frac{p_0 \sqrt{V}}{8 R T_0} + k p_0 w}{\sqrt{V}} = \frac{\sqrt{V}}{2 R T_0 (\frac{\sqrt{V}}{8 R T_0} + k w)}$

$= \frac{4}{\frac{1}{4} \sqrt{V} + 2 k w R T_0} = \frac{4}{1 + 3 k R T_0}$



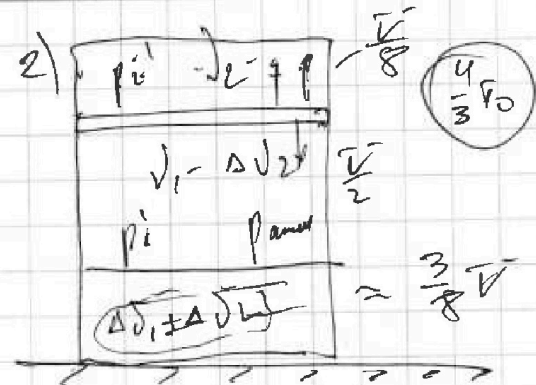
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$p_2' = p_1' + \rho_{\text{air}} g H$$

$$p_2' \frac{V}{8} = \nu_2 R \cdot \frac{4}{3} \pi r_0$$

$$\frac{3}{32} p_2' V = \nu_2 R T_0 = \frac{1}{2} p_0 V$$

$$\Rightarrow p_2' = \frac{32}{2 \cdot 3} p_0 = \frac{16}{3} p_0$$

$$p_1' \frac{V}{2} = (\nu_1 - \Delta \nu_2) R \cdot \frac{4}{3} \pi r_0$$

$$\Delta \nu_2 = k p_1' w = \frac{3}{8} k p_1' V$$

$$p_1' \frac{V}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{8} p_0 V - \frac{3}{8} k p_1' V$$

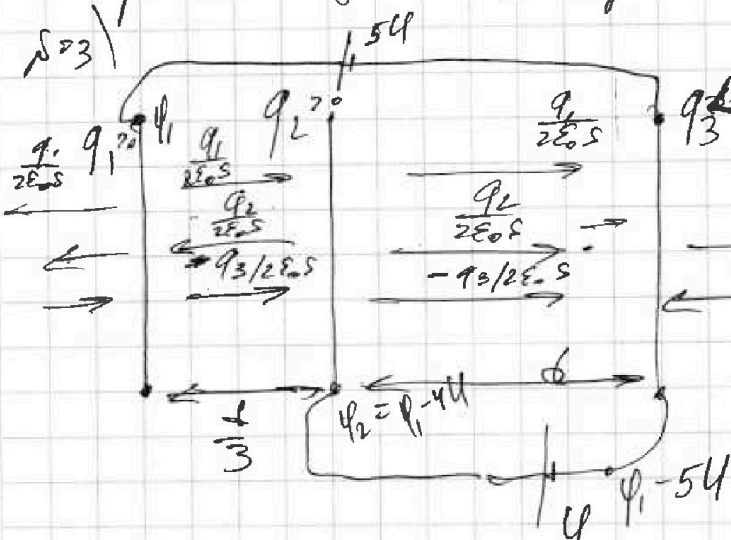
$$p_1' \frac{V}{2} = \frac{4}{3} \nu_1 R T_0 - \frac{4}{3} R T_0 \cdot \frac{3}{8} k p_1' V$$

$$\frac{1}{2} p_1' V = \frac{4}{3} \nu_1 R T_0 - \frac{1}{2} \frac{10 \pi r_0^3}{8 \nu_1} k p_1' V$$

$$\frac{p_1'}{2} = \frac{1}{6} p_0 - \frac{3}{8} k p_1' \cdot R T$$

$$p_1' \left( \frac{1}{2} + \frac{3}{8} k \cdot R T \right) = \frac{1}{6} p_0 = \dots$$

$$m g = E_{\Sigma} q$$



$$1) \phi_1 - \phi_2 = 4U$$

$$\phi_3 = \phi_1 - 5U \quad \phi_1 - \phi_2 = \frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0 S}$$

$$\Rightarrow q_1 - q_2 + q_3 = 4\epsilon_0 S U$$

$$\phi_2 - \phi_3 = U$$

$$\phi_2 - \phi_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$2\epsilon_0 S U = q_1 + q_2 - q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\Rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = 4q_1 + 4q_2 - 4q_3$$

$$3q_1 + 3q_3 + 5q_2 = 0$$

$$3q_1 + 5q_2 = 3q_3$$



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!



$$\varphi_2 - \varphi_3 = E_{23} \cdot d = U \Rightarrow E_{23} = \frac{U}{d}$$

$$q_{23} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{Uq}{m d}$$

$$2) k_3 = \frac{m}{2} v_3^2 \quad k_2 = \frac{m}{2} v_2^2$$

$$\Rightarrow \gamma = k_3 - k_2 = \frac{m}{2} (v_3^2 - v_2^2)$$

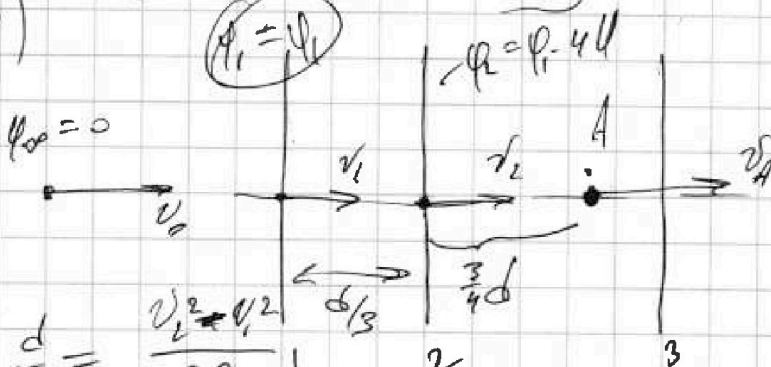
$$d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2 q_{23}}$$

$$\Rightarrow v_3^2 - v_2^2 = 2 d \cdot \frac{Uq}{m d} = 2 \frac{Uq}{m}$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{m}{2} \cdot 2 \frac{Uq}{m} = Uq$$

3)

$$\varphi_1 = \varphi_2$$



$$\gamma_0: \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{m v_2^2}{2} + (\varphi_1 - 4U) q$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 a_{12}}$$

$$m a_{12} = E_{12} \cdot q; E_{12} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d} = \frac{4U}{d}$$

$$a_{12} = \frac{4Uq}{m d}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{8Uq/m d}$$

$$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{8Uq}{3m}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + (\varphi_1 - 4U) q$$

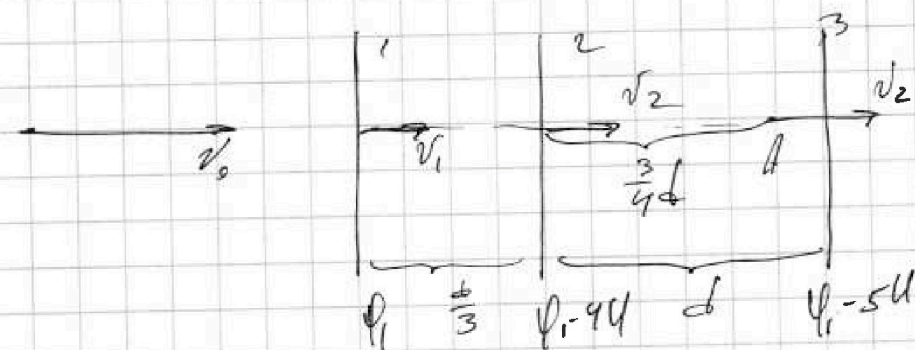
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

ЛМФТИ

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



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \psi_A q ; \psi_A = \psi_1 - \frac{19}{4}U \quad \psi_1 q = ?$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \psi_1 q = \frac{mv_2^2}{2} + \psi_1 q - 4Uq$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \psi_1 q$$

$$mq_{1,2} = \frac{12U}{d} q \Rightarrow q_{1,2} = \frac{12Uq}{md}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{24Uq} md$$

$$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{8Uq}{m}$$

$$\frac{3}{2}d = \frac{v_A^2 - v_2^2}{24Uq} md$$

$$v_A^2 - v_2^2 = \frac{3Uq}{2m}$$

$$v_A^2 - \frac{8Uq}{m} - v_1^2 = \frac{3Uq}{2m}$$

$$v_A^2 - v_1^2 = \frac{19Uq}{2m}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \varphi_1 q \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \varphi_1 q$$

$$I_{10} = \frac{e - \frac{3}{4}e}{2R} = \frac{2e}{4R}$$

$$\varphi_2 - \varphi_A = \frac{U}{d} \cdot \frac{3}{4}d = \frac{3}{4}U$$

$$\varphi_A - \varphi_3 = \frac{U}{d} \cdot \frac{1}{4}d = \frac{U}{4} \quad \varphi_1 - \varphi_4$$

$$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_3 + \frac{U}{4}$$

$$\varphi_1 - \varphi_4$$

$$\varphi_4 = \varphi_2 - \frac{3}{4}U = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

$$\varphi_A = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

$$\varphi_A = \varphi_1$$

$$\varphi_4 = \varphi_1 - \frac{19}{4}U$$

$$\varphi = \frac{4}{3}\varphi_0 = 14e \Rightarrow \tau_0 = \frac{3}{4} \cdot 343$$

504)  $\sigma_1$

$$\frac{1}{1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3} = \frac{1}{1 + \frac{27}{20}} = \frac{20}{47}$$

$$\frac{77}{16} - \frac{20}{47} = \frac{732}{47}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 16 \\ \hline 47 \\ \hline 112 \\ 64 \\ \hline 752 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 347 \\ \hline 732 \\ \hline 244 \end{array}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + \varphi_A q$$

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{2}{m} (\varphi_1 - \frac{19}{4}U) q$$

$$V_2^2 = V_0^2 - \frac{2}{m} \varphi_1 q + \frac{19}{2} \frac{Uq}{m}$$

$$\varphi_1 + \varphi q = \varphi_2 + \varphi_1 q - 4Uq$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \varphi_1 q - 4Uq$$

$$\Rightarrow \frac{m}{2}(V_2^2 - V_1^2) = 4Uq$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

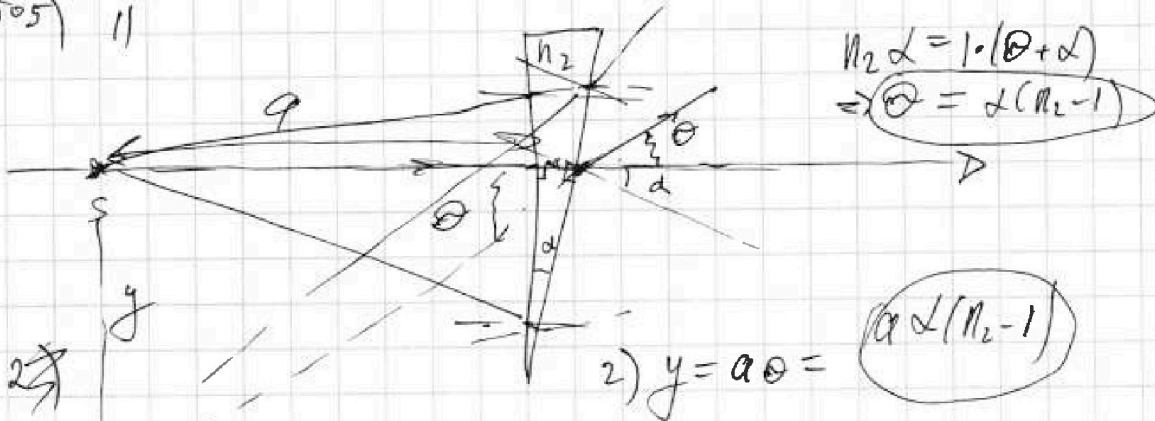
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

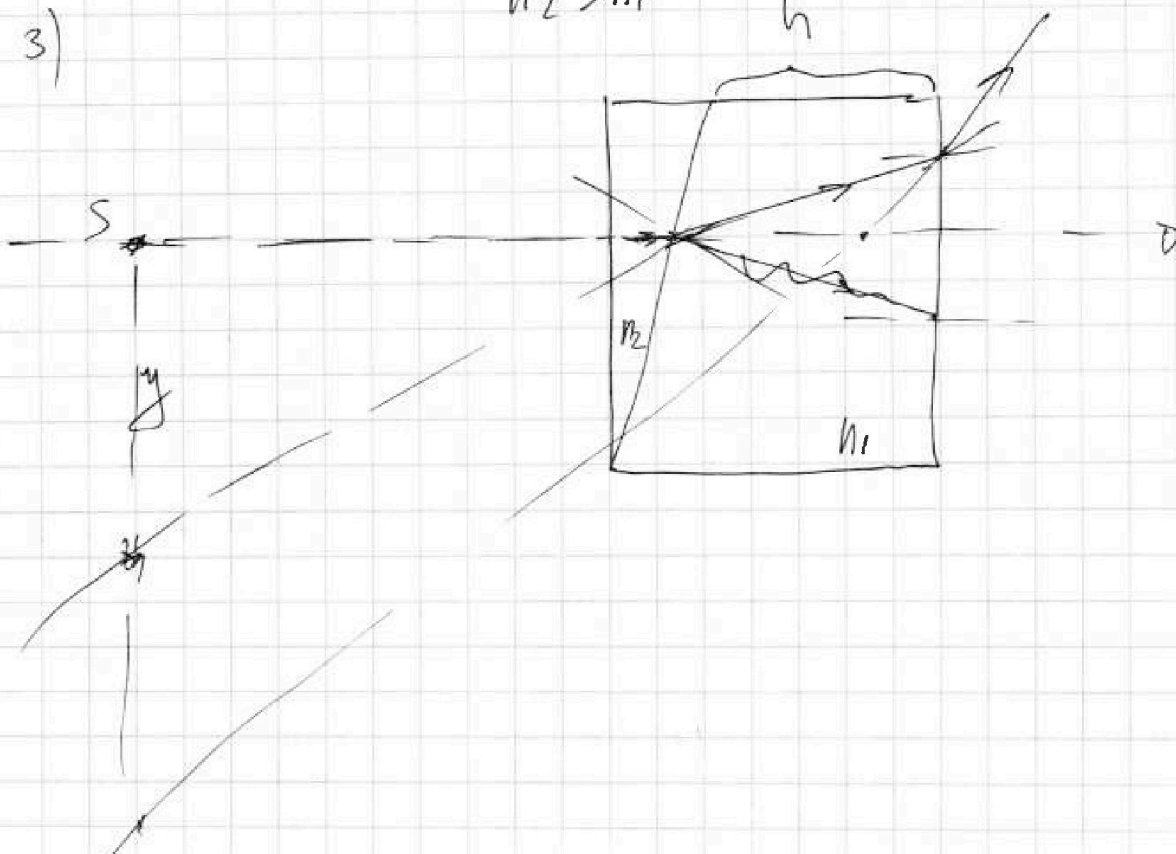
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№5) 11



3)

$n_2 > n_1$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

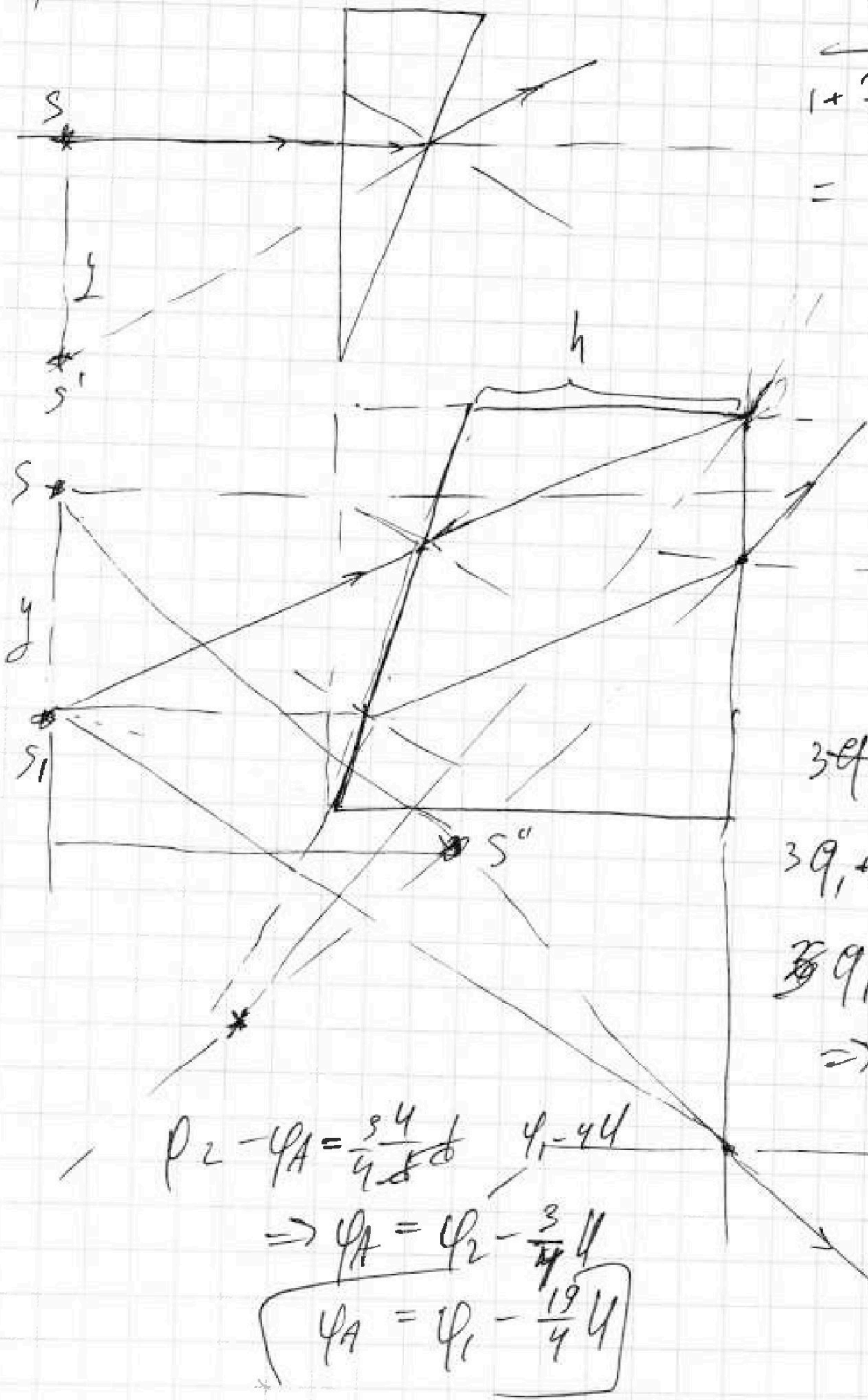
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1     2     3     4     5     6     7



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

3)



$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5}} \\
 &= \frac{1}{1 + \frac{9}{20}} \\
 &= 16 - \frac{20}{47} = \frac{732}{47} \\
 &= 4 \frac{47}{244} \\
 &= 4 \frac{11}{64} \\
 &= 4 \frac{25}{252}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3q_1 + 4q_1 + 5q_2 + 5q_2 &= 0 \\
 3q_1 + 5q_2 &= -3q_1 - 3q_2 \\
 6q_1 + 8q_2 &= 0 \\
 \Rightarrow q_2 &= -\frac{3}{4}q_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_2 - \varphi_A &= \frac{54}{45} \quad \varphi_1 = 44 \\
 \Rightarrow \varphi_A &= \varphi_2 - \frac{3}{4} \varphi_1 \\
 \varphi_A &= \varphi_1 - \frac{19}{4} \varphi_1
 \end{aligned}$$