



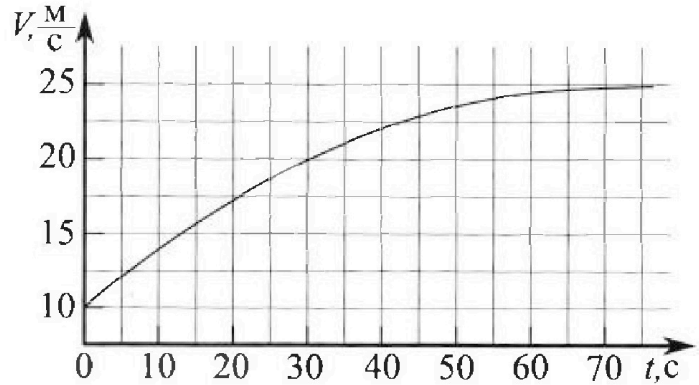
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



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

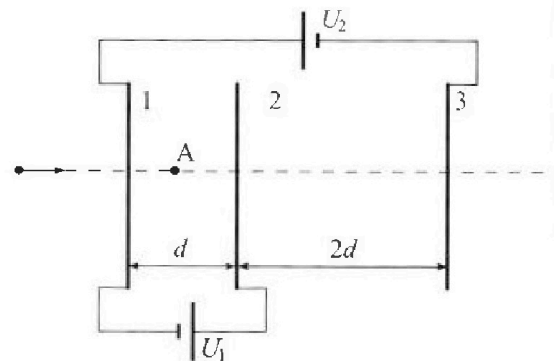
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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:  $\Delta v = kpw$ . 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.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите на чальное 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.

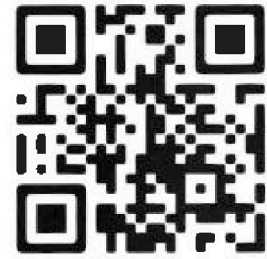


- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

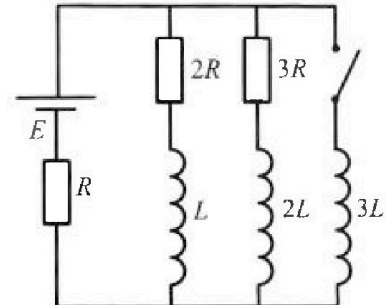
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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 про течет 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  $n_v = 1,0$ . 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.

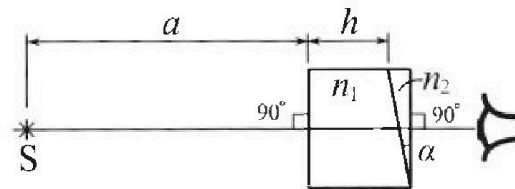


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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!

$\frac{N}{L}$

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$|F_{\text{сопр}}| = \alpha v$$

$\alpha$  - пост. коэф.

$$1) a(v_1) = ?$$

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) F_T(v_1) = ?$$

$$3) P_1(v_1) = ?$$

• Нетрудно заметить, что  $\frac{dv}{dt} = a \Rightarrow$

$\Rightarrow$  угловой коэф. графика - есть ускорение.

Проведем касательную к графику в

точке  $v_1$ .  $a(v_1) \approx 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Заметим, что скорость спуска  $v = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Следовательно,

при этом значении  $F_k = F_{\text{сопр}}$

$$\alpha \cdot v = 500 \text{ Н} \Rightarrow \alpha = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Сила тяги в таком случае

$$F_T(v_1) - \alpha v_1 = ma(v_1)$$

$$F_T(v_1) = 20 \cdot 20 + 1800 \cdot 0,5 = 1300 \text{ Н}$$

$$P_1(v_1) = F_T(v_1) \cdot v_1 = 1300 \cdot 20 = 26000 \text{ Вт} = 26 \text{ кВт}$$

Отв: 1)  $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
2)  $1300 \text{ Н}$   
3)  $26000 \text{ Вт}$

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

$V, T_0$   
Угн. газ  
Вод + угн. газ.

$\frac{1}{4}$  - вода

$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 K$

$\frac{V}{5}$  - верх. часть

$\Delta V = k p \omega$

$\omega$  - объем

жидкости

$p$  - парц. давл. газа

$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{мол}{м^3 Па}$

При  $T$  не

раст  $k(T) \approx 0$

1)  $\Delta V_{\text{вод}} = ?$

$\Delta V_{\text{парц. угн.}}$

2)  $P_0 = ?$

через

парц.

Названное состояние.

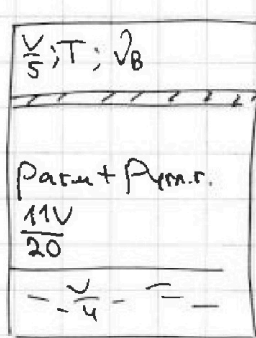
В этом сост. давл. нас паров воды в ниж. части мало.

$\Delta V$  - кол-во газа в воздухе в ниж. части.

$\frac{V_B}{V_{KB}} = 2$  из соотн (\*)

$\Delta V = k p_0 \frac{V}{4} = \frac{10^{-3}}{12} p_0 V \parallel V_B = 2 V_{KB}$

Рассмотрим состояние после нагревания.



Объем воды почти неизм.

$\Delta V$  теперь не растворено.

Снизу нас парц. воды с парц. давлем парц.

$(p_{\text{парц.в}} + p_{\text{парц.г}}) \frac{11V}{20} = (V_{\text{парц.в}} + V_{\text{KB}} + \Delta V) R T$

$(p_{\text{парц.в}} + p_{\text{парц.г}}) \frac{V}{5} = V_B R T_0 \frac{5}{4}$  Решим уравнение.

$p_{\text{парц.г}} \frac{V}{20} = (V_{\text{KB}} + \Delta V) R T$

$\frac{p_0 V}{2} = 2 V_{KB} R T_0 \parallel \frac{11 p_{\text{парц.г}} V}{20} = (V_{KB} + \frac{10^{-3}}{12} p_0 V) R T_0 \frac{5}{4} \Rightarrow p_{\text{парц.г}} V = \frac{20}{11} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot (\frac{V_{KB}}{12} p_0)$

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

$p_0 V = 4 V_{KB} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^{-3} = \frac{48}{5} \cdot 10^{-3} V_{KB}$   
 $p_{\text{парц.г}} V = \frac{60}{11} \cdot 10^{-3} (V_{KB} + \frac{10^{-3}}{12} \cdot \frac{48}{5} \cdot 10^{-3} V_{KB}) = \frac{9 \cdot 12}{11} \cdot 10^{-3} V_{KB}$

$p_{\text{парц.г}} = p_0 \frac{9 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{11} \cdot \frac{5}{10^{-3} \cdot 48 \cdot 4} = p_0 \frac{45}{44}$

$(p_{\text{парц.в}} + p_0 \frac{45}{44}) \frac{V}{5} = 2 V_{KB} \cdot 3 \cdot 10^{-3}$   
 $p_{\text{парц.в}} + \frac{45}{44} p_0 = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{\frac{48}{5} \cdot 10^{-3}} p_0 = \frac{30 \cdot 5}{48} p_0 \Rightarrow p_{\text{парц.в}} = \frac{555}{264} p_0$

Отб: 1) 2  
2)  $p_{\text{парц.в}} = \frac{264}{555} p_{\text{парц.г}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

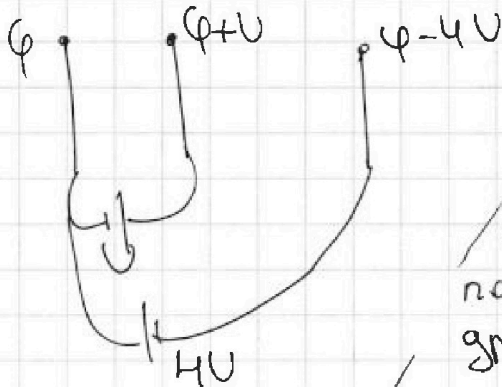


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

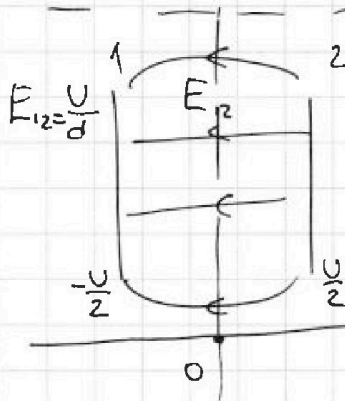


№3  
 $d, 2d$   
 $U_1 = U$   
 $U_2 = 4U$   
 $U_0$   
 $q \gg \text{сетки}$   
 $\mu_{12} = ?$   
 $2) \chi_1 - \chi_2 = ?$   
 $3) U_A = ?$

• Найдем напряж. на конденсаторах, образ. сеткам.



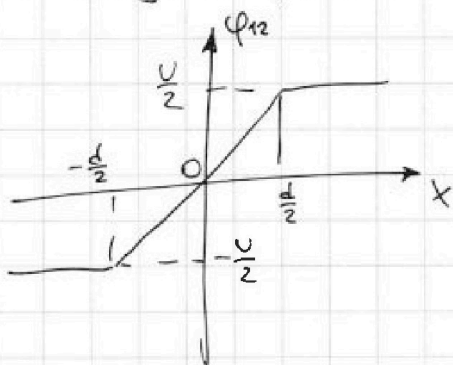
Иследуем распределение потенциала между сетками с помощью метода наложения. Рассмотрим конденсаторы, образ. сетками, по очереди вдали друг от друга.



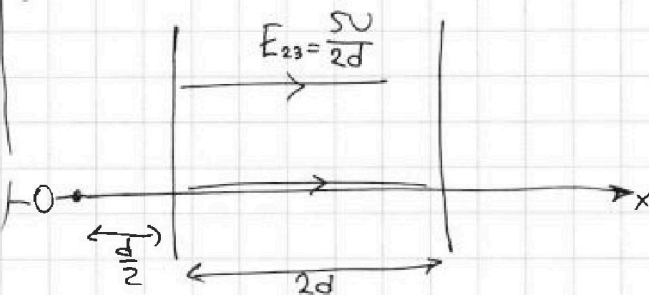
Поле напряж. в конденсаторе однородно и  $E_{12}$  внутри постоянно. Видно, что если сетки 12 соединить, то пов-ть, которая обладает нулевой потенц. (такая, как на беск) проходит через центр в силу симметрии конденсатора. Тогда потенц. сеток  $-\frac{U}{2}$  и  $\frac{U}{2}$ , т.к.  $\chi$  напряж. конд.  $U$ .

Т.к.  $E_{12}$  в конд. постоянно, то потенциал внутри линейно зависит от  $x$  и мен. от  $-\frac{U}{2}$  до  $\frac{U}{2}$ . Вне конду. напряж.  $D \Rightarrow$  потенциал ~~просто~~ на расстоянии порядка  $d$  от сетки 1 (левее) равен  $-\frac{U}{2}$ . Аналогично правее сетки 2 потенциал  $\frac{U}{2}$ .

Найдем  $\phi_{12}(x)$  и изобраз. график.



Аналогичные рассуждения проведем для конденсатора, образ. сетками 23.



продолж. далее.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

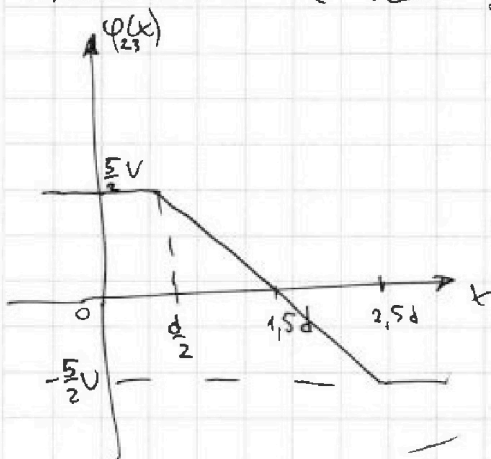
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!

Продолж. №3.21  
Расположим ось  $x$  на расстоянии  $\frac{d}{2}$  от левой пластины и найдем  $\varphi_{23}(x)$ .



Заметим, что при совмещении двух случаев (сеток 12 и 23) получится изначальное расположение сеток. Распределение потенциалов найдем, сложив графики  $\varphi_{12}(x)$  и  $\varphi_{23}(x)$  при этом их начала совпадут.

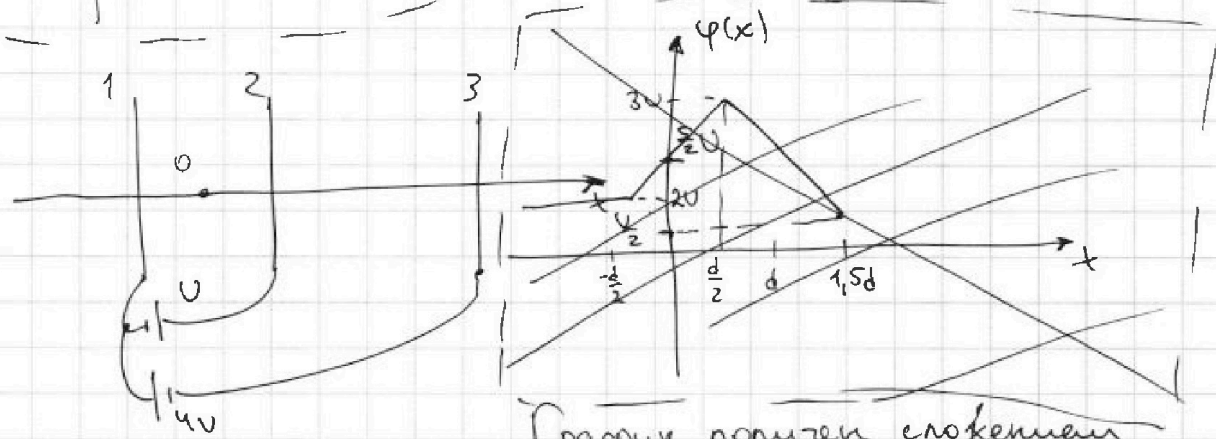
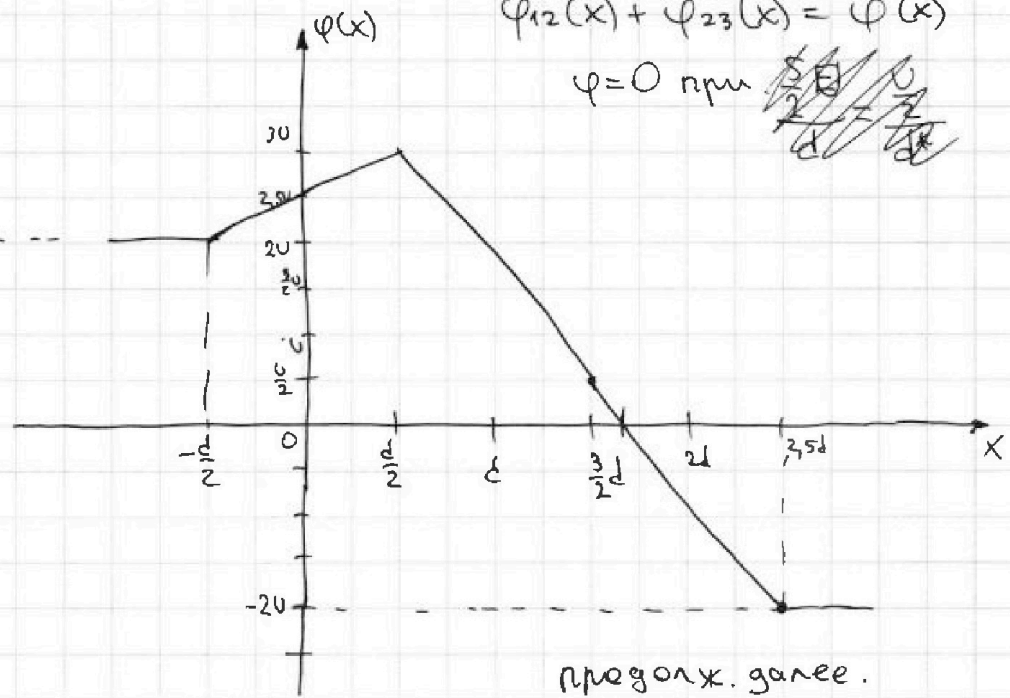


График получен сложением  $\varphi_{12}(x) + \varphi_{23}(x) = \varphi(x)$

$\varphi = 0$  при  $\frac{5d}{2}$



продолж. далее.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

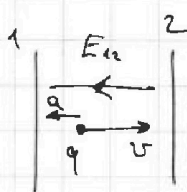
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

продолж. 22 №3  
Между сетками 12 разность пот.  $U \Rightarrow$

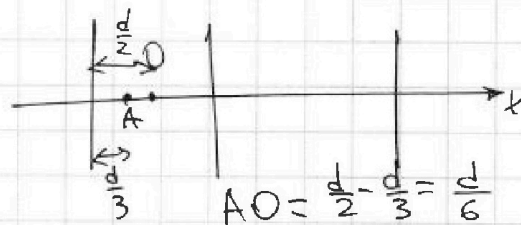
$$\Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d}$$


$$a = E_{12}q = \frac{U}{d}q$$

Ускор. направ. прот. скорости т.к. частица  $E_{12}$   
направ в сторону уменьш. потен.  $\Rightarrow$  от сетки 2 к сетке 1.  
3. С. Э.

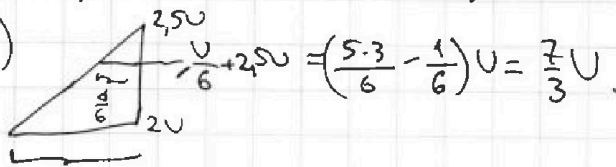
$$-E_{12}q d = k_2 - k_1$$

$$k_1 - k_2 = d \frac{U}{d} q = \frac{Uq}{d}$$



• Чтобы найти скорость частицы в точке А,  
нужно знать разность пот. между бесконечностью  
и точкой А  $\Rightarrow$  кабел. О. Воспользуемся графиком  
 $\varphi(x)$ .  $\varphi(-\frac{d}{6}) = \varphi_A = \frac{7}{3}U$

Заметим, что в обл.  $(-\frac{d}{2}; \frac{d}{2})$  наклон графика  $\frac{U}{d}$ . Найдем  
 $\varphi(-\frac{d}{6})$



Уз 3. С. Э.

$$\frac{m(v_0^2 - v_A^2)}{2} = \frac{7}{3}Uq = v_A = \sqrt{\frac{14Uq}{3m} + v_0^2}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{U}{d}q$   
2)  $k_1 - k_2 = \frac{Uq}{d}$   
3)  $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{14Uq}{3m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



Продолж №4

$$3L(I^* - 0) = L(0 - I_{10}) + qR$$

$$qR = \frac{3 \varepsilon L}{11R} + \frac{3 \varepsilon L}{R} = \frac{36 \varepsilon L}{11R}$$

Ответ:

- 1)  $I_{10} = \frac{3 \varepsilon}{11R}$
- 2)  $I_{2L} = \frac{6 \varepsilon}{33L}$
- 3)  $qR = \frac{36 \varepsilon L}{11R}$

Рассмотрим чет. режим.

Тогда через  $L$  и  $2L$  нет

$$I^* R = \varepsilon \quad \left| \quad I_{10} = \frac{\varepsilon}{R} \right|$$



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

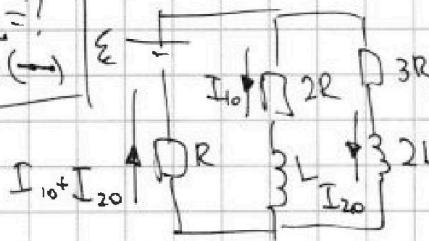
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№4

Рассмотрим цепь в уст. режиме. На катушках  
катушек 0.

Затем правила Кирхгофа.

- 1)  $I_{10} = ?$   
2)  $I_{3L} = ?$   
3)  $q_{2R}(\rightarrow)$



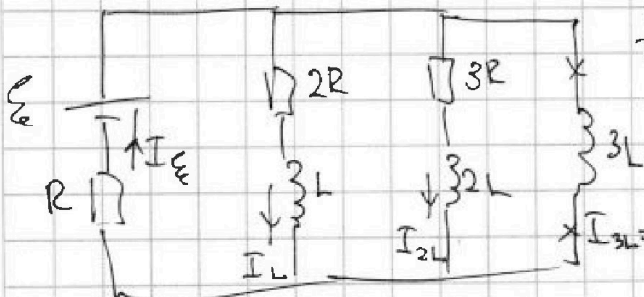
$$\begin{cases} \mathcal{E} = 2RI_{10} + R(I_{10} + I_{20}) \\ \mathcal{E} = 3RI_{20} + R(I_{10} + I_{20}) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 3RI_{20} &= 2RI_{10} \\ I_{20} &= \frac{2}{3}I_{10} \end{aligned}$$

$$\mathcal{E} = 2RI_{10} + R \cdot \frac{5}{3}I_{10}$$

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

Сразу после замыкания ключа ток через катушку  
сначала не изм.  $\Rightarrow$  будет такой же, как до замыкания.  
Рассмотрим цепь сразу после  $\rightarrow$ .



Т.к. ток не изм., то  
через уст. идет ток

$$I_{\mathcal{E}} = I_{10} + I_{20} = \frac{5}{3}I_{10} = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

$$I_L = I_{10}$$

$$I_{2L} = I_{20}$$

$$I_{3L} = 0.$$

Напряж  $U_{3L}$  на катушке  $3L$  равно  $\mathcal{E} - I_{\mathcal{E}}R = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$

$$\frac{dI_{3L}}{dt} = \dot{I}_{3L} = \frac{\mathcal{E} - I_{\mathcal{E}}R}{3L} = \frac{6\mathcal{E}}{33L}$$

Значит, в конце ток через  $L$  и  $2L$  тоже не будет, т.к. напряж  
на  $3L$  в уст. режиме 0.

Заметим, что  $U_{3L} = U_L + I_L R \Rightarrow 3L dI_{3L} = L dI_L + I_L R dt$

Производим от момента сразу  
после замык. ключа до уст. режима.

$dq_L = dq_R$  - заряд  
потен. через  
 $L$ .

$I^*$  - ток через  $3L$  в уст. режиме.

Продолж. далее.

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!

N5.

$a = 194 \text{ см}$

$h = 9 \text{ см}$

1)  $n_1 = n_0 = 1$

$n_2 = 1,7$

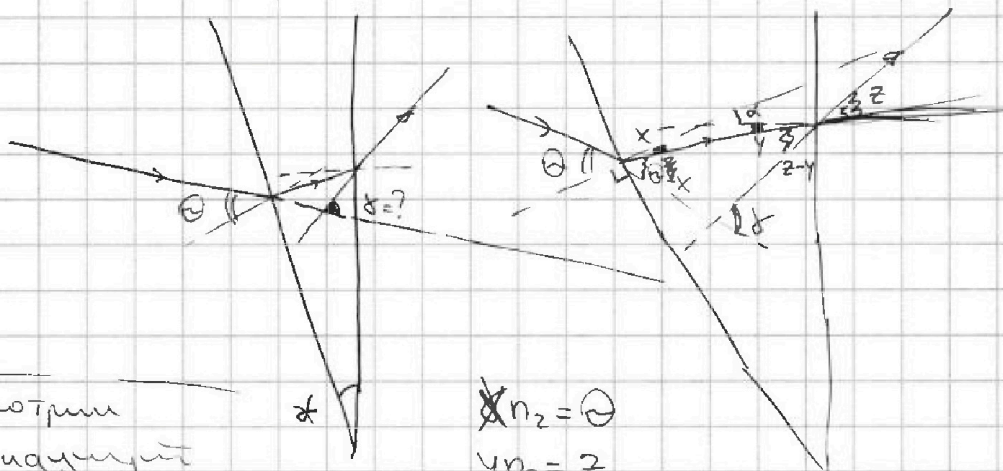
1)  $\delta = ?$

2)  $f = ?$

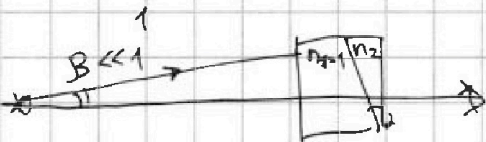
3)  $d = ?$

Рассмотрим луч, идущий под произв. малым углом.

Рассмотрим круглее

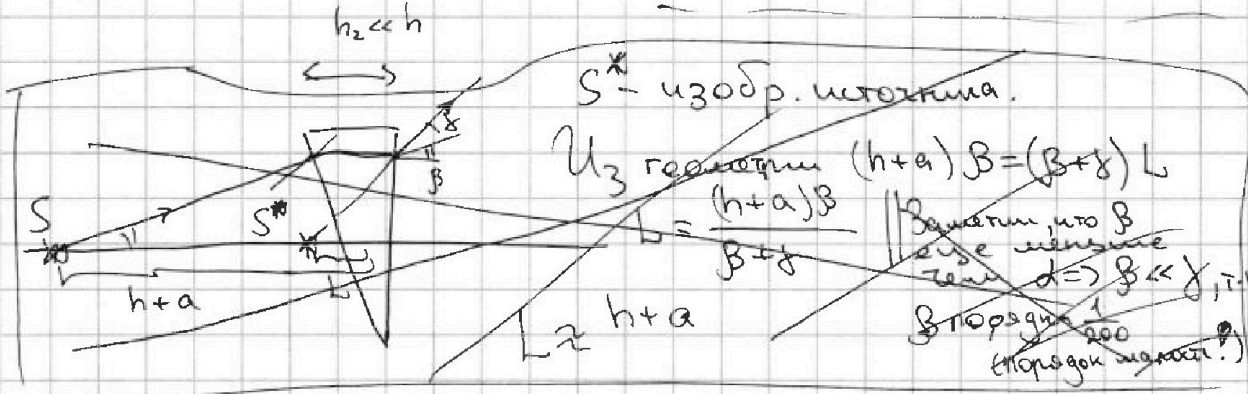


Теперь рассмотрим малый луч, идущий под малым углом от источника.



на призме  $n_1$  от нее преломл, на  $n_2$  преломится.

$n_2 = \theta$   
 $n_2 = z$   
 $x + y = d$   
 $\theta + z - y = \delta$   
 $\theta + z - d = \delta$   
 $(x + y)n_2 - d = \delta$   
 $\delta = (n_2 - 1)d$



$S^*$  - изобр. источника.  
 Из геометрии  $(h+a)\beta = (\beta+\delta)L$   
 $L = \frac{(h+a)\beta}{\beta+\delta}$   
 $L \approx h+a$   
 Запомним, что  $\beta$  еще меньше чем  $d \Rightarrow \beta \ll \delta$ , т.к.  $\beta$  порядка  $\frac{1}{200}$  (порядок малости!)

Продолж. далее.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

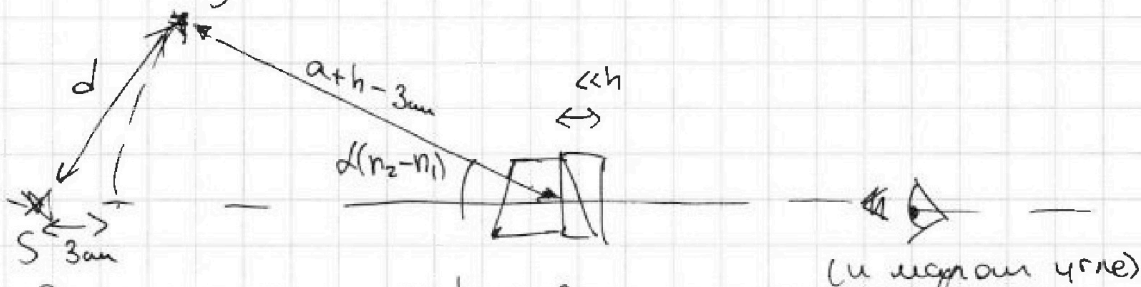
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

продолж. 22 №5



Ясно, что при  $a+h \gg 3\text{ см}$  можно говорить, что  
 $d \approx d(n_2 - n_1)(a+h) = 203\text{ см} \cdot 0,02 \approx \underline{4\text{ см}}$ .

Отв: 1)  $f = (n_2 - 1)d = 0,07$

2)  $f = 14,2\text{ см}$

3)  $d = 4\text{ см}$

---

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

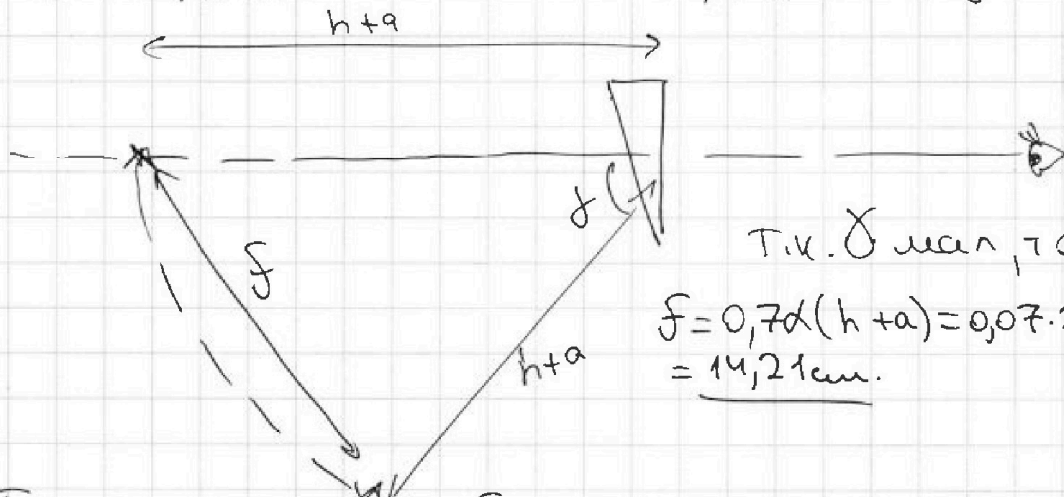
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

продолж. №1 и 5

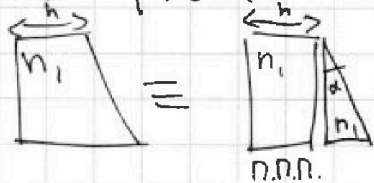
После прохожд.  $n_2$ . Величи излучение от источ. под малым углом отклон. на одинак. угол  $\varphi$ .  
 $\Rightarrow$  изобраз. будет от призмы  $n_2$  на таком же расстоянии, как и источник  $h+a$ , но повернут на  $\varphi$ .



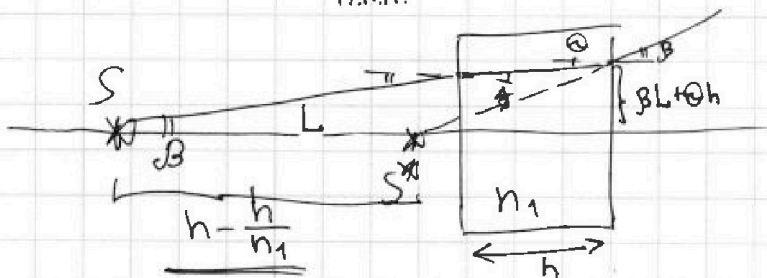
Т.к.  $\varphi$  мал, то  $F \approx f(h+a)$

$$F = 0,7d(h+a) = 0,07 \cdot 203 \text{ см} = 14,21 \text{ см.}$$

Теперь рассмотрим более сложную систему  $n_1=1,5$   $n_2=1,7$ . Ясно, что призму с  $n_1$  можно заменить на плоскопарал. пластинку и тонкую призму с малым углом  $\alpha$ .



А теперь рассмотрим путь луча, проходящего через источник после прохожд. плоскопарал. пластинки (далее - П.П.П.)



$$\beta = \alpha n_1$$

$$\alpha h + \beta L = L + \frac{n_2 h}{n_1}$$

Тогда расстояние между ист. и изобр.

$$h - \frac{h}{n_1} = 3 \text{ см.}$$

После П.П.П. луч излучения от  $S^*$  попадает на 2 призмы, которые поворачивают его в прот. направлениях. Призма  $\Delta$  поворачивает по часовой на  $\alpha(n_1-1)$ , а призма  $\nabla$  поворачивает луч на  $\alpha(n_2-1)$  против часовой. Тогда в результате луч повернется на  $\alpha(n_2-n_1)$  прот. часовой.

продолж. далее.

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!



$n_1 \neq n_2; n_0$   
 $a = 194 \text{ см}$   
 $d = 0,1$

$h = 9 \text{ см}$   
 $h_2 (\text{толщина } n_2) \ll h$

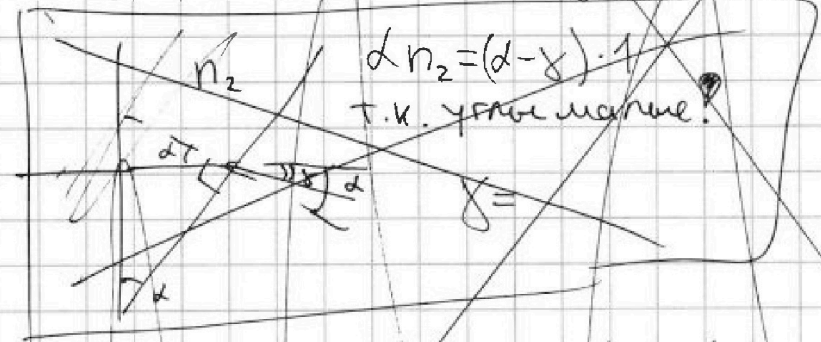
1)  $n_1 = n_0 = 1$   
 $n_2 = 1,7$   
 2)  $z = ?$

• Рассмотрим преломление луча призмой с  $n_2$ .  
 Т.к.  $n_1 = 1$ , то на этот луч не преломл.

Закон Снеллиуса:

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$   
 $1 \cdot \sin 0 = \sin \theta n_2 = 0$

Тогда преломл. происходит так

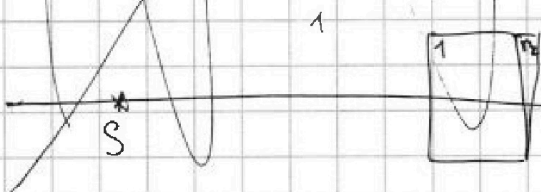


$d n_2 = (d - \delta) \cdot 1$   
 т.к. углы малы!

$(d + \delta) \cdot 1 = d n_2$

$\delta = d(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$

Для того, чтобы найти изобр. рассмотрим луч, идущий от источника



$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$   
 $1 \cdot \sin 0 = 1,7 \sin \theta_2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

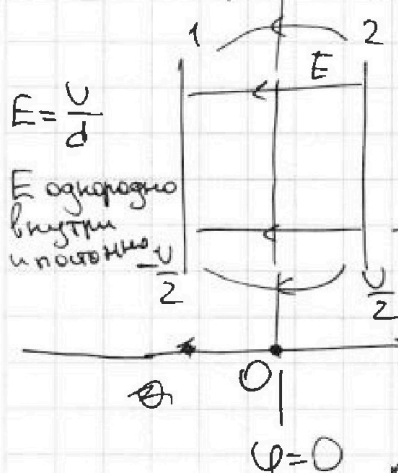
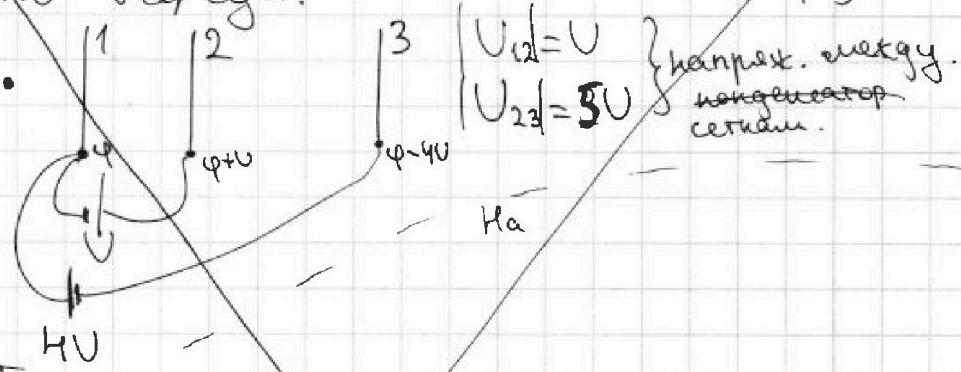
**МФТИ**

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



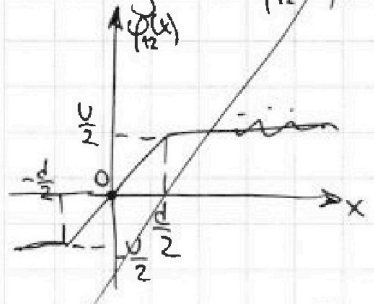
$d; 2d$   
 $U_1 = U$   
 $U_2 = 4U$   
 $m, q > 0$   
 $U_0$   
 $q \gg$  зарядов. сеток.  
 1)  $a_{12} = ?$   
 2)  $k_1 - k_2$   
 3)  $U_A = ?$

Сначала найдем распределение потенциала в пространстве между сетками, приняв потенциал на бесконечности нулем. Воспользуемся методом наложения. Рассмотрим "конденсаторы" (области, образ пластинки) по очереди.

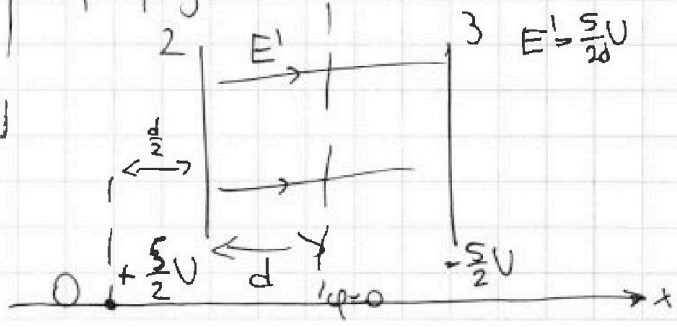


Видно, что когда пластины 1, 2 соединены через 3 середину проходит эвипот. пов-ть, которая обладает нулевым потенциалом (уходит в бесконечность). Тогда потенциал обкладки 1:  $-\frac{U}{2}$  Потенциал сетки 2:  $\frac{U}{2}$ .

В области между ними он линейно меняется от  $-\frac{U}{2}$  до  $\frac{U}{2}$ . Левее от сетки потенциал постоянен (на расстоянии порядка  $d$ ). Справа от сетки 2 аналогично. Найдем  $\varphi_{12}(x)$ .



Абсолютно аналогичные рассуждения проведем для сеток 2, 3 соединенных.



Продолж. далее

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

**МФТИ**

- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 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"/> |

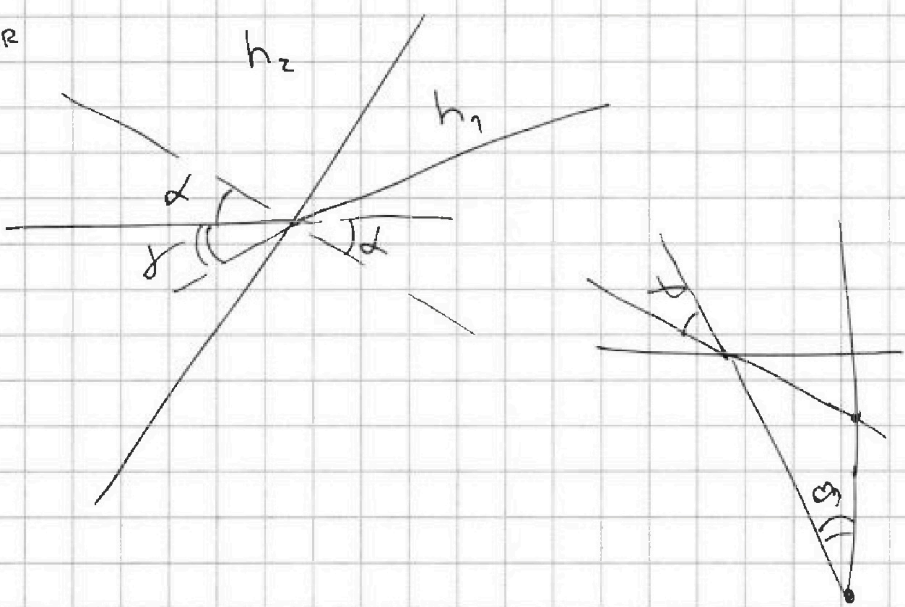
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{array}{r} 130 \overline{) 22} \\ 110 \\ \hline 20 \end{array} \quad \begin{array}{r} 180 \\ 182 \end{array}$$

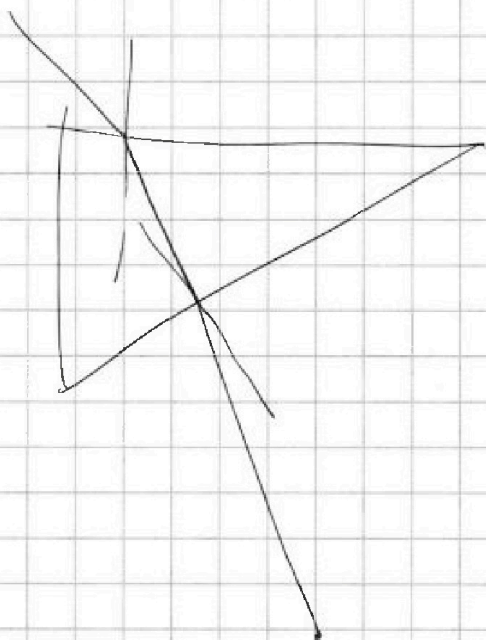
$q_{2R} = ?$

$I_{2R}$



$$\frac{\delta A - F_{dy}}{dt} \quad \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{x 1318}{2} = 2636$$



~~$\frac{dx}{dt} = \dots$~~

$$3L \frac{d+3L}{dt} = 2R \dots$$

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!

$$RT_0 = \frac{12}{5} \cdot 10^3$$

$$RT = 3 \cdot 10^3$$

$$\Delta V = \frac{10^{-3}}{3} \cdot \frac{V}{4} p_0 = \frac{10^{-3}}{12} p_0 V$$

$$4 \cdot 10^3 \cdot \frac{12}{5} \cdot \frac{V}{4} \cdot p_0 = 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{10^{-3}}{12} p_0 V$$

Реш

$$p_{\text{н.в.}} \frac{11}{20} V = \left( p_{\text{н.в.}} + \frac{10^{-3}}{12} p_0 V \right) 3 \cdot 10^3$$

$$p_0 V = 4 p_{\text{н.в.}} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3$$

~~Реш~~

$$p_{\text{н.в.}} = \frac{10}{11} p_0 \cdot \left( 1 + \frac{10^{-3}}{12} \cdot 4 \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3 \right) \cdot 5$$

$$\frac{10^2}{11} \cdot \frac{5}{84} \cdot \frac{9}{8} = \frac{45}{47} \checkmark$$

$$\frac{2 \cdot 5 \cdot 3}{12 \cdot \frac{12}{5}}$$

$$= \frac{15}{15}$$

$$\frac{30 \cdot 5}{48} = \frac{45}{44}$$

$$\frac{515^{14}}{24} = \frac{45^{16}}{44}$$

$$1657920$$

$$\frac{825 - 270}{264} =$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 22 \\ \times 45 \\ \hline 270 \\ 32 \\ \times 165 \\ \hline 825 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1421 \\ \times 203 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 11 \\ \hline 825 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ \times 45 \\ \hline 270 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -825 \\ 270 \\ \hline 555 \end{array}$$

0,07 x 203,

