



# **Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023**

## **Вариант 11-03**

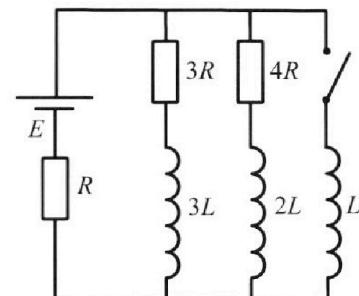


*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. 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 кoeffфициентами в виде обыкновенных дробей.



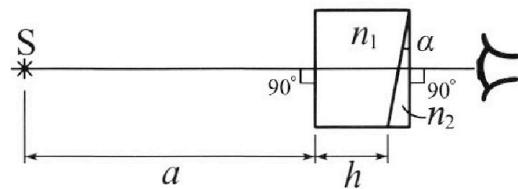
45. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя 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  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



$$17 \cdot 6 = 102$$

$$17 \cdot 3 = 30 + 21 = 51$$

$$17 \cdot 7 = 70 + 49 = \\ = 119$$

$$17+4=40+28=$$

$$\begin{array}{r|l} 728 & 17 \\ \hline 68 & 42,8 \\ \hline 48 & \\ \hline 34 & \\ \hline 140 & \end{array}$$

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03

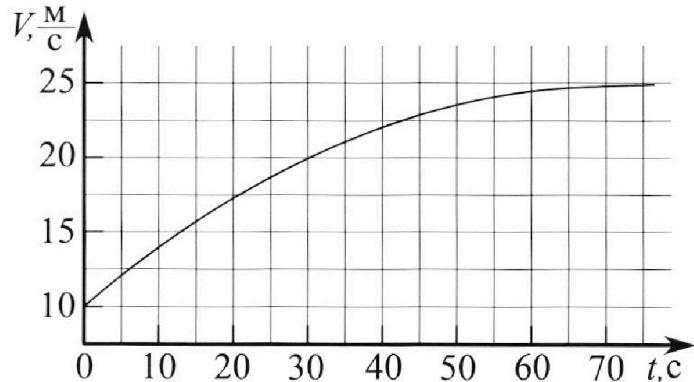
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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 чисел енного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

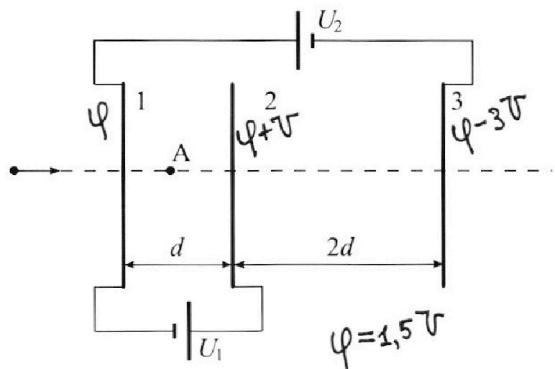


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k_{\text{Генри}} p$ . 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.

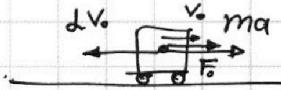


- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  – кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

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

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

задача 1.



2) Используя закон Ньютона в виде:

$$ma = F_0 - \Delta V ; \quad V_0 = 10 \frac{m}{s}, \text{ по графику;}$$

# решения:  $F_0 = ma + \Delta V = 1500 \text{ кг} \cdot 0,45 \frac{m}{s^2} + 24 \left( \frac{m}{s} \right) \cdot 10 \frac{m}{s} =$   
 $= 1500 \cdot 0,45 \text{ Н} + 24 \cdot 10 \cdot \text{Н} = (15 \cdot 45 + 240) \text{ Н} = 675 \text{ Н} + 240 \text{ Н} =$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 45 \\ + 60 \\ \hline 675 \end{array}$$

$$= 875 \text{ Н} + 40 \text{ Н} = 915 \text{ Н};$$

3) Заметим, что по определению мощности:

$$P_0 = \frac{A_F}{\Delta t} = \frac{F_0 \cdot \Delta x}{\Delta t} = F_0 \cdot \underbrace{\left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \right)}_{V_0, \text{ по опр. скорости}} = F_0 \cdot V_0 = 915 \text{ Н} \cdot 10 \frac{m}{s};$$

$$P_0 = 9150 \text{ Вт};$$

Ответ:

$$1) a = 0,45 \frac{m}{s^2};$$

$$2) F_0 = 915 \text{ Н};$$

$$3) P_0 = 9150 \text{ Вт};$$



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

МФТИ

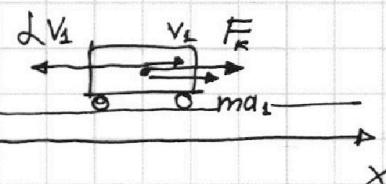
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

задача № 1.  $\bullet$  - начало нового пункта речи;  
 $\#$  - комментарий, начало нового пункта речи;

$M = 1500 \text{ кг}$ ;  $\#$  гор. участок дор.;  $F_k = 600 \text{ Н}$ ;  $\#$  в конце разгона;

# Сила сопр. пропорц. скорости;

1)  $a = ?$ ; # в начале разгона;



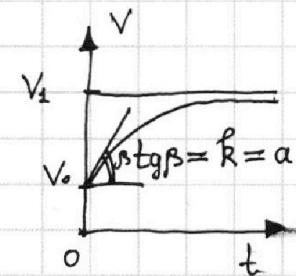
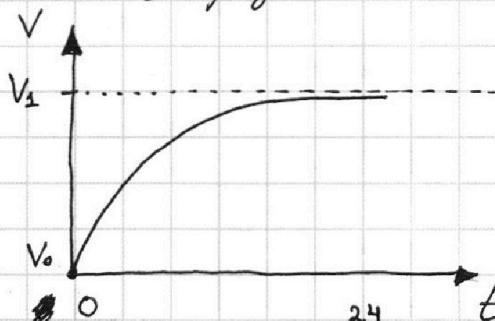
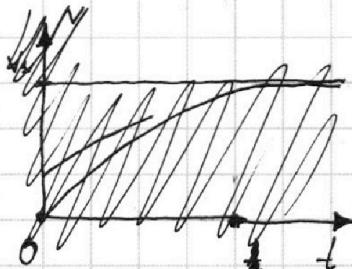
2)  $F_0 = ?$ ; # в начале разгона;

3)  $P_0 = ?$ ; # в начале разгона;

Решение:  $\#$  L'' - козофр. пропорц. силы сопр. воздуха

• Заметим, что в какой-то момент автомобиль разгоняется до какой-то скорости  $v_1$ , когда будет выполнено, что  $ma_1 = 0 = F_k - L V_1$ , т.е.  $a_1 = 0$ , т.е. скорость установилась, т.е.  $v_1 = \text{const}$ ;  $\Rightarrow F_k = L V_1$ ;  $\#$  II-ой закон Ньютона по оси ОХ;

• Заметим, что в конце разгона:  $v_2 = \frac{25 \text{ м}}{\text{с}}$ , по графику



# тогда получим, что:  $L = \frac{600 \text{ Н} \cdot \text{с}}{25 \text{ м}} = 24 \frac{\text{Н}}{(\text{м})}$ ;  $\beta$ - угол наклон. в нач. мом.;

• Заметим тогда, что: на данном графике в начальный момент ускорение равно козофр. наклона графика (изменению  $v$  изм.  $\sim$  линейно);  $\Rightarrow a = \tan \beta = k = ?$

# по графику:  $a = k = \tan \beta = \frac{0,9 \cdot 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{25 \text{ с}} = 0,45 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;

- 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!

Задача №2.

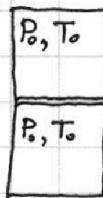
# Вертикальный;

V - объём сосуда;

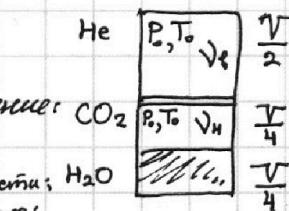
# тонкий, невесомый, теплоизолированный перенос;

# изолировано две ~~один~~ равные части;

i - кол-во стенд. свободы;



He i=3

H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>  
i=6 i=5P<sub>0</sub> = P<sub>атм</sub>/2, где P<sub>атм</sub> - н. атм. давл.;  
наг. давл.;T<sub>0</sub> - начальная темп.;# цилиндр изолирован  
нагрел до темп. T=373K;# нач. положение: CO<sub>2</sub> при константной темп. CO<sub>2</sub> практически нет в воде;

Закон Гейри:

$$\Delta V = kP \Delta W, P - \text{нагр. давл. газа};$$

$$k \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/(м}^3 \text{ Па});$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль};$$

# из. газов;

V/5 - нов. учт. объём  
верхней части;

# давление водяных паров при константной темп. мало;

# объём жидкости не изм. при нагревании;

# в нач.: в верхней части;

$$1) \frac{V_0}{V_H} = ?$$

в начальной части;

$$2) \frac{T}{T_0} = ?;$$

Решение:

1) по закону Менделеева-Капеллонса в начальности шармента:

# по закону Дауттона:

P<sub>0</sub> - давл. CO<sub>2</sub> в начале;

# получим, что:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P_0 V}{2} = V_0 R T_0; \\ \frac{P_0 V}{4} = V_H R T_0; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_0 \cdot R T_0; \\ P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_H \cdot R T_0; \end{array} \right.$$

# в начале:

V<sub>0</sub> - кол-во CO<sub>2</sub>;V<sub>H0</sub> - кол-во H<sub>2</sub>O;V<sub>0</sub> + V<sub>H0</sub> = V<sub>H</sub>

# складываем;

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_H R T_0 \stackrel{(\approx)}{=} V_H R T_0;$$

$$0 \cdot \frac{V}{4} = V_{H0} R T_0;$$

# кол-во воды

V<sub>H0</sub> в начале мало;

# делим ур-я друг на друга;

$$\frac{\frac{P_0 V}{2}}{\frac{P_0 V}{4}} = \frac{V_0}{V_H}; \Rightarrow$$

$$\frac{V_0}{V_H} = 2;$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{PV}{5} = V_0 RT \\ \frac{P_0 V}{2} = V_0 R T_0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{#RT - известная величина;} \\ \text{#поменять одно} \\ \text{на другое;} \end{array}$$

$$P = 2 P_0 + P_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{2}{5} \cdot \frac{(2P_0 + P_1)}{P_0} = \frac{2}{5} \left( 2 + \frac{P_1}{P_0} \right)$$

$$\frac{11}{20} P_1 V = \left( \frac{1}{2} V_0 + \frac{k P_0 T}{4} \right) RT \quad \begin{array}{l} \text{#поменять одно} \\ \text{на другое;} \end{array}$$

$$\frac{11}{20} P_1 V = \frac{1}{2} V_0 + \frac{k P_0 T}{4} RT^2 \quad \begin{array}{l} \text{#поменять одно} \\ \text{на другое;} \end{array}$$

$$\frac{\frac{11}{20} P_1 V}{\frac{P_0 T^2}{2}} = \frac{\frac{1}{2} V_0}{\left( \frac{1}{2} V_0 + k \cdot \frac{P_0 T}{2} \right) RT} ; \quad \begin{array}{l} \text{#поставили:} \\ \frac{P_0 V}{4} = \frac{V_0 R T_0}{2} ; \end{array}$$

$$\frac{\frac{11}{20} \cdot \frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{V}{T^2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\frac{1}{2} \cancel{V_0}}{\left( \frac{1}{2} \cancel{V_0} + k \cdot \frac{R T_0}{2} \right) RT} ; \quad \begin{array}{l} \text{#поставили:} \\ \frac{P_1}{P_0} = \frac{10 T_0}{11 \cdot \frac{1}{2} (1 + k R T_0) T} = \\ = \frac{20 T_0}{11 (1 + k R T_0) T} = \\ = \frac{20}{11 \left( \frac{1}{T_0} + k R \right) T} = \frac{20}{11 \left( \frac{T}{T_0} + k R \right)} ; \end{array}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \cdot \left( 2 + \frac{20}{11} \cdot \frac{1}{\frac{T}{T_0} + k R} \right) ; \quad \begin{array}{l} \text{#поставили:} \\ \frac{T}{T_0} = x ; \end{array}$$

$$\#поставил: \frac{T}{T_0} = x ; \quad \#найдём x ; \quad X = \frac{2}{5} \cdot 2 \left( 1 + \frac{10}{11x + 11kR} \right) ;$$

$$\#поставил: k R T = a ; \quad \frac{5}{4} x = 1 + \frac{10}{11x + 11kR} ;$$

$$\#поставил: 5x = 4 + \frac{40}{11x + 11a} ; \quad | \cdot (11x + 11a) ;$$

$$55x^2 + 55xa = 44x + 44a + 40 ; \Rightarrow \quad \#fib. ур.-е ;$$

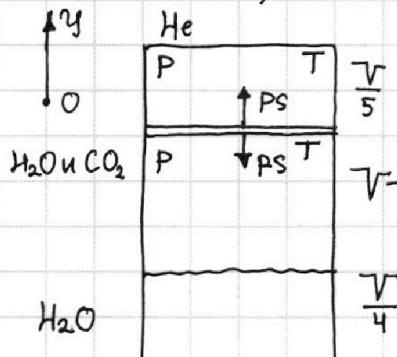
$$\Rightarrow 55x^2 + (5a - 44)x - (44a + 40) = 0 ;$$

$$\#по условию: a = k R T = 0,5 \cdot \frac{10}{1} \cdot 3 \cdot \frac{10}{1} = 1,5 ; \quad \#поставили;$$

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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) Задачки, что:



P - константное давл. в обеих частях сосуда;

T - константная температура в обеих частях сосуда;

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

# по первому усл. равновесия парциальных давлений по оси ОУ:  $P_{\text{He}} = P_{\text{H}_2\text{O}}$ , т.е.  
давление в обеих частях одинаково и равно  $P$ ; # кон.-во не постоянно и равно  $V_8$

# по закону Менделеева-Капеллера для He:  $P \cdot \frac{V}{5} = V_8 R T$ ;# аналогично:  $P \cdot \frac{V}{2} = V_8 R T_0$ ;

# изотермия в системе,

но давление Гелия

# по закону Дальтона:  $P = P_{\text{атм}} + P_1$ ; $V_1$  - кон.-во уш. газа в конце;  $P_1$  - давл. уш. газа в конце; $V_2$  - кон.-во ~~воздуха~~ в конце;  $P_{\text{н.п.}}(T) = P_{\text{н.п.}}(373K) = P_{\text{атм.}}$ ;

# в конце воз. пары насыщенные,

+ по закону Дальтона:

# по закону Менделеева-Капеллера в конце:

# на CO<sub>2</sub>:  $P_1 \cdot \frac{11}{20} V = V_8 R T$ ;

# т.к. в конце процесса растворённого уш. газа в воде нет,

то  $V_1 = V_8 + \Delta V = V_8 + \Delta V = \frac{1}{2} V_8 + R P_0 \left(\frac{V}{4}\right)$ ;

к кон. кон.-во растворён. газа;

# привём по п.1)  $V_8 = \frac{1}{2} V_8$ ; # подставим в 3-й Менделеев. для He;

# по закону Гейри:  $\Delta V = R \cdot P_0 \cdot \left(\frac{V}{4}\right)$ ; # изотермично;

# подставим;

$$\left\{ P_0 \cdot \frac{V}{5} = V_8 R T ; \# \text{ привём: } P_0 = \frac{1}{2} P_{\text{атм.}} \Rightarrow P_{\text{атм.}} = 2 P_0 ; \right.$$

$$\left. P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_8 R T_0 \right.$$

$$P = P_{\text{атм.}} + P_1 ;$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{20} V = V_8 R T ;$$

$$V_1 = \frac{1}{2} V_8 + R P_0 \left(\frac{V}{4}\right)$$

$$\left\{ P_0 \cdot \frac{V}{5} = V_8 R T ; \# \text{ решим данную систему; } \right.$$

$$\left. P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_8 R T_0 ; \right.$$

$$P = 2 P_0 + P_1 ;$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{20} V = \left( \frac{1}{2} V_8 + R P_0 \left(\frac{V}{4}\right) \right) R T ;$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$55x^2 + \left(55 \cdot \frac{3}{2} - 44\right)x - \left(44 \cdot \frac{3}{2} + 40\right) = 0; \quad | : 2$$

$$110x^2 + (55 \cdot 3 - 88)x - (44 \cdot 3 + 40 \cdot 2) = 0;$$

$$110x^2 + (165 - 88)x - (120 + 12 + 80) = 0; \Rightarrow 110x^2 + (85 - 8)x - 212 = 0;$$

$$110x^2 + 77x - 212 = 0; \quad \# m.k. x > 0;$$

$$x = \frac{-77 \pm \sqrt{77^2 + 212 \cdot 4 \cdot 110}}{2 \cdot 110} = \frac{\cancel{-77} \mp \cancel{77^2 + 212 \cdot 4 \cdot 110}}{2 \cdot 110}$$

$$= -\frac{7}{2 \cdot 10} + \sqrt{\frac{49 + \frac{848 \cdot 10}{11}}{2 \cdot 10}} = -\frac{7}{20} + \sqrt{\frac{539 + 8480}{20}} =$$

$$= -\frac{7}{20} + \sqrt{\frac{9019}{20}} \approx -\frac{7}{20} + \sqrt{\frac{820}{20}} =$$

$$\begin{array}{r} \times 49 \\ \hline 11 \\ \hline 49 \\ \hline 49 \\ \hline 539 \end{array} + \begin{array}{r} 1 \\ \times 8480 \\ \hline 539 \\ \hline 9019 \end{array} - \begin{array}{r} 9019 \\ \hline 88 \\ \hline 11 \\ \hline 819,9... \end{array} = \frac{\sqrt{820} - 7}{20} = \frac{21\sqrt{41} - 7}{20} =$$

$$14 \cdot 14 = 196$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 14,1 \\ \hline 14,1 \\ + 14,1 \\ \hline 564, \\ 141 \\ \hline 19881 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 14,2 \\ \hline 14,2 \\ + 568 \\ \hline 20164 \\ \hline 143 \\ \hline 20449 \end{array}$$

$$820 = 4 \cdot 5 \cdot (40+1) = 20 \cdot 41$$

$$= \frac{2\sqrt{205} - 7}{20} \approx \frac{2 \cdot 14,3 - 7}{20} =$$

$$= \frac{28,6 - 7}{20} = \frac{21,6}{20}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

задача №3.

$d$  и  $2d$  - расстояния между пластинами;

$\tau S' \gg d$ , где  $\tau S'$  - мин. размеры сеток;

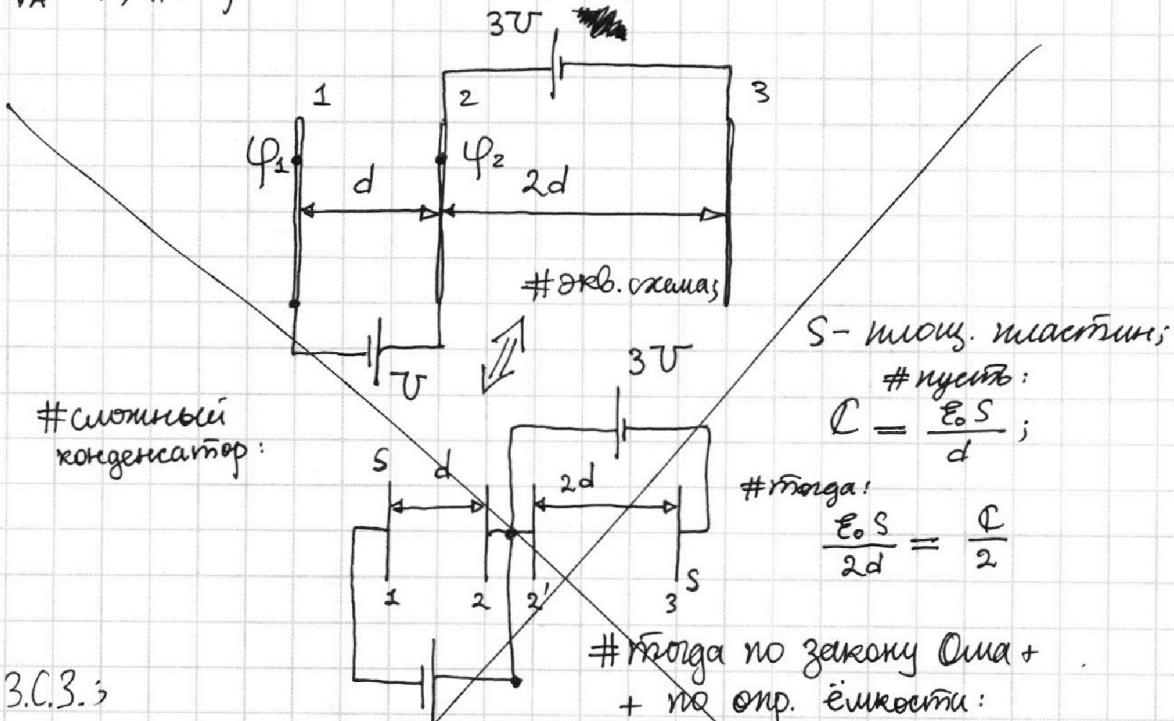
# изолированные сетки не зар.;  $U_1 = V$ ;  $U_2 = 3V$ ;

$m, q > 0$ ;  $V_0$  - скорость на удалении от сеток;

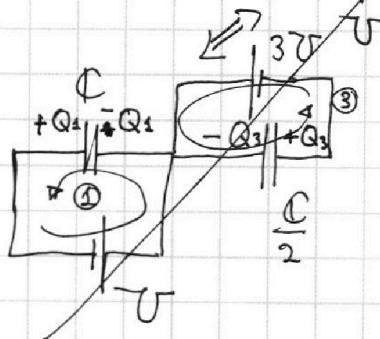
1)  $a = ?$ ; # между 1 и 2;

2)  $K_1 - K_2 = ?$ ;

3)  $V_A = ?$ ; # скорость в т. А;  $\frac{d}{4}$  - удаление т. А от 1-ой пластины;



+ З.С.З.;



$Q_1, Q_2, Q_3$  - зар. пластины;

# по II-му нр. Кирхгофа:

$$\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1}: V = \frac{-Q_1}{C}; \\ \textcircled{2}: 3V = \frac{-Q_3}{\frac{C}{2}}; \\ -Q_1 - Q_3 = Q_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Q_1 = -CV = -\frac{\epsilon_0 S V}{d}; \\ Q_3 = -\frac{3CV}{2} = -\frac{3\epsilon_0 S V}{2d}; \\ Q_2 = \frac{\epsilon_0 S V}{d} \left( 1 + \frac{3}{2} \right) = \frac{5}{2} \frac{\epsilon_0 S V}{d}; \end{array} \right.$$



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

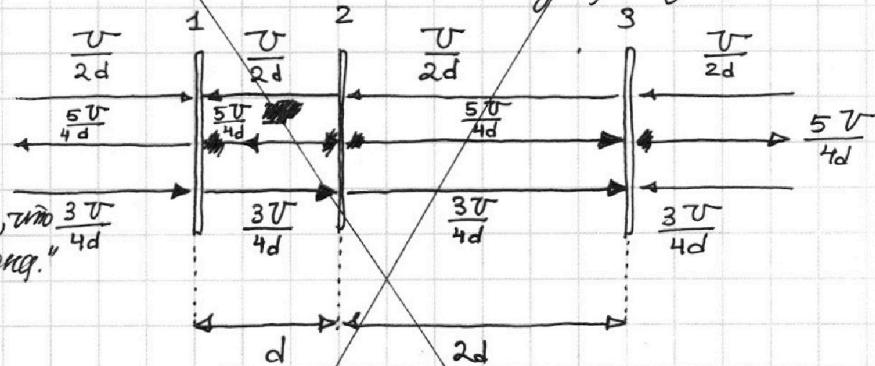
- Заметили, что поля токосоставей:

$$E_1 = \frac{|Q_1|}{2\epsilon_0} = \frac{|Q_1|}{2\epsilon_0 S} = \frac{\frac{1}{2}\pi r^2 V}{d \cdot 2\epsilon_0 S} = \frac{V}{2d}, \text{ отм к 1-ой;}$$

$$E_2 = \frac{|Q_2|}{2\epsilon_0} = \frac{|Q_2|}{2\epsilon_0 S} = \frac{5}{4} \frac{V}{d}; \text{ отм 2-ой;}$$

$$E_3 = \frac{|Q_3|}{2\epsilon_0 S} = \frac{3}{4} \frac{V}{d}; \text{ отм 3-ей;}$$

+ Вспомогательная принципиальная схема изображена



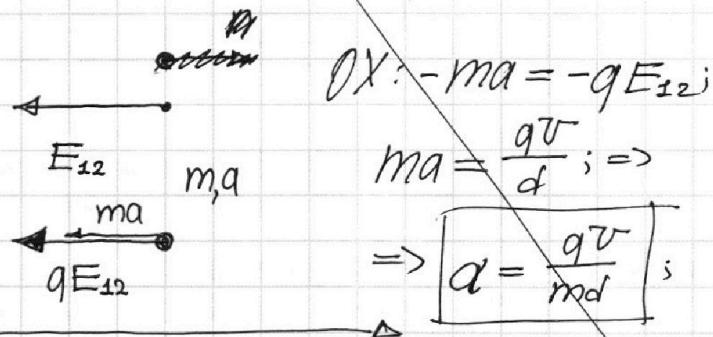
#заметили, что  $\frac{3V}{4d}$  стартует "концом" поля нес

наша нес

#тогда полное поле между 1-ой 2-ой:

$$E_{12} = \frac{2V}{4d} + \frac{5V}{4d} - \frac{3V}{4d} = \frac{4V}{4d} = \frac{V}{d};$$

#по II-му закону Ньютона по оси ОХ:



$$OY: -ma = -qE_{12};$$

$$ma = \frac{qV}{d}; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{qV}{md};$$

2) Заметили, что по закону сохр. Энергии на заряд:

$$\text{рас. кин. эн.} \\ K = \frac{mv_0^2}{2};$$

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



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

# реш П.К.Э.:

поп. у зон;

$$\# \text{ при подъёме к 1-ой: } \cancel{\left( K_1 - K \right) = q(\varphi_0 - \varphi_1)}; \quad \cancel{\# \text{ при подъёме к 2-ой: } \left( K_2 - K \right) = q(\varphi_0 - \varphi_2)}$$

$\varphi_0 = 0$ , т.е. потенциал на бесконечности + потенциал опр. работы эн. поля;

$$\textcircled{1}: \cancel{K_1 - K = -q\varphi_1}; \quad \cancel{9\varphi_2 - 9\varphi_1 = K_1 - K_2} \quad \cancel{\# из \textcircled{1} получим \textcircled{2}-е};$$

$$\textcircled{2}: \cancel{K_2 - K = -q\varphi_2}; \quad \cancel{\# из \textcircled{1} получим \textcircled{2}-е};$$

$$\# \text{ заметили, что: } \varphi_2 - V = \varphi_1, \text{ т.е. } \varphi_2 - \varphi_1 = V;$$

$$\# \text{ тогда получим, что: } K_1 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = \underline{\underline{q \cdot V}};$$

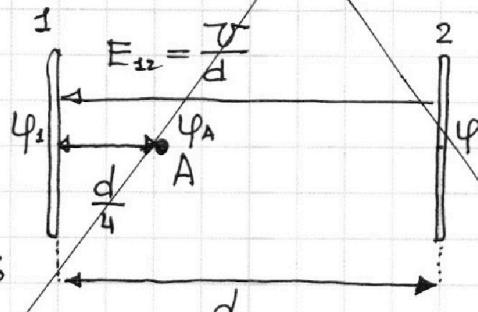
3) Заметим тогда, что по теореме о кинетической энергии:

#

$$\Delta K_A = q(\varphi_0 - \varphi_A);$$

#

$$(K_A - \frac{mv_0^2}{2}) = -q\varphi_A;$$



# Заметили, что:

$$\frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -q\varphi_A;$$

# заметили, что ускорение между пластинами 1 и 2 постоянно; =>

=> вспомогательная формула из кинематики:

$$V_A^2 - V_0^2 \xrightarrow{\text{скорость при подъёме к}} \text{скорость при подъёме к}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**



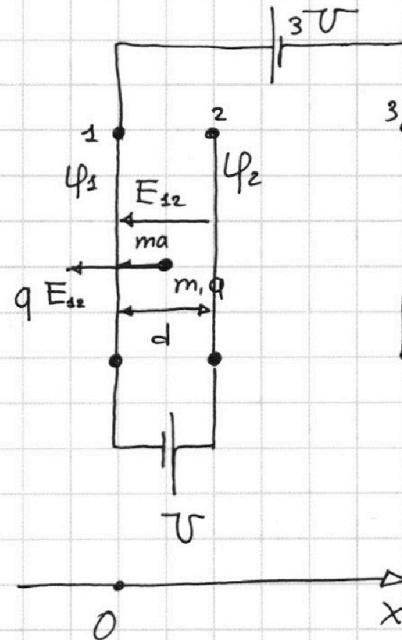
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

задача №3.

- 1)  $a = ?;$
- 2)  $K_1 - K_2 = ?;$
- 3)  $V_A = ?;$

$$m \ddot{q} = K$$

$$V_0$$



# по формулам  
связи между  $E_{12}$  и  
направлением однородно-  
го поля:

$$E_{12} \cdot d = V;$$

$$E_{12} = \frac{V}{d};$$

# по II-му закону  
Ньютона по оси ОX:

$K$ -кин. эн. тела на участке по опр.  $E_{12}$ :

2) Заметим, что по определению  
о кинетической энергии:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1 - K = q(\phi_0 - \phi_1); \\ K_2 - K = q(\phi_0 - \phi_2); \end{array} \right. \Rightarrow$$

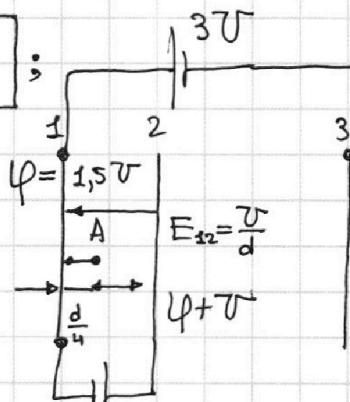
$$\left\{ \begin{array}{l} K_1 - K_2 = -q\phi_1 + q\phi_2 = \\ q(\phi_2 - \phi_1) = qV; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1 - K_2 = qV; \\ \phi_0 = 0, \text{ т.е. за уравнения}; \end{array} \right.$$

# по формулам связей:  $\phi_2 - \phi_1 = V;$

# тогда:

$$K_1 - K_2 = qV$$



3) Заметим, что:

# найдём потенциалы  
пластин;

# заметим, что скользящий  
поля нет;

# по симметрии:  $\phi = 1,5V;$

$$\phi = \phi_1;$$

$\phi$ -потенциал 1-ой пластины

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!

• по физику съезж:  $\varphi_A - \varphi = \frac{U}{q} \cdot \frac{\frac{1}{4}}{1} = \frac{U}{4} = 0,25 U;$

$$\varphi_A = \varphi + 0,25 U = 1,5 U + 0,25 U =$$

# Вспомогущая П.К.Э.:  $= 1,75 U = \frac{7}{4} U;$

$$(K_A - K) = q(\varphi_\infty - \varphi_A);$$

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = 0 - q \cdot \frac{7}{4} U; \quad | \cdot \frac{2}{m};$$

$$V_A^2 - V_0^2 = -\frac{7}{2} \frac{U}{m} \cdot q; \Rightarrow V_A^2 = V_0^2 - \frac{7}{2} \frac{qU}{m}; \quad |^{1/2};$$

$$\boxed{V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{7}{2} \frac{qU}{m}};}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{qU}{md};$

2)  $K_1 - K_2 = qU;$

3)  $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{7qU}{2m}};$

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

**МФТИ**

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

Задача № 4.

$$\text{К п.1: } I_{\epsilon} = \frac{7}{4} I_{10}$$

$$\frac{3}{4} I_{10}$$

# Все элементы идеальные  
# замыкание клюса;  
# уст. реж. при размыкании  
клюса; → замыкание;

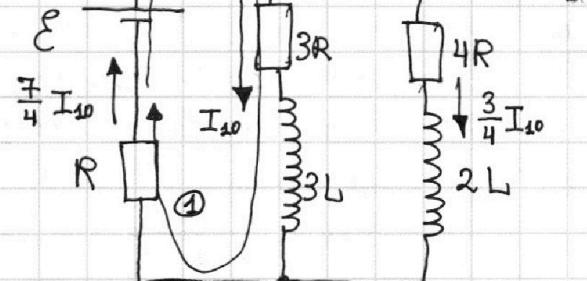
1)  $I_{10} = ?$ , через  $3R$  при  
размыкании клюса;

2) # сразу после замыкания  
клюса  $\dot{I}_1 = ?$ ; ток в  $L$ ;  
3) # при замыкании клюса:

$$q_{3R} = ?$$

зар. прот. через  $3R$ ;

Решение:



$I_{4R}$  - ток через  $4R$  в  
нагрузке;

# при уст. режиме:

$$\begin{cases} I_{3L} = \text{const}; \frac{d}{dt} \Rightarrow \dot{I}_{3L} = 0; \\ I_{2L} = \text{const}; \frac{d}{dt} \Rightarrow \dot{I}_{2L} = 0; \end{cases}$$

1) Ток в цепи установившись;  $\Rightarrow$  нет падения напряжения на катушках  $3L$  и  $2L$ , по закону Э.М. индукции Фарадея;

# токи:  $\begin{cases} U_{3L} = 3L \cdot \dot{I}_{3L} = 0; \\ U_{2L} = 2L \cdot \dot{I}_{2L} = 0; \end{cases}$  (З.С. З.);

# используем закономер  
сопр. заряда на узлы;

• Потом заметили, что всё напряжение падает на резисторах;

# заметили, что ток в  $3R$  вначале был в нау.

# заметили, что в этот момент:

$$U_{3R} = I_{10} \cdot 3R = U_{4R} = I_{4R} \cdot 4R; \Rightarrow I_{4R} = \frac{3R}{4R} \cdot I_{10};$$

напр. на  $3R$  в начале;

# восстановленная З.С.З. на узел:  $I_{\epsilon} = \frac{3}{4} I_{10} + I_{10} = \frac{7}{4} I_{10}$ ;

# по II-му правилу Кирхгофа:

$$(1): \mathcal{E} = I_{10} \cdot 3R + \frac{7}{4} I_{10} \cdot R = \left(3 + \frac{7}{4}\right) I_{10} R = \frac{12+7}{4} I_{10} R = \frac{19}{4} I_{10} R;$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



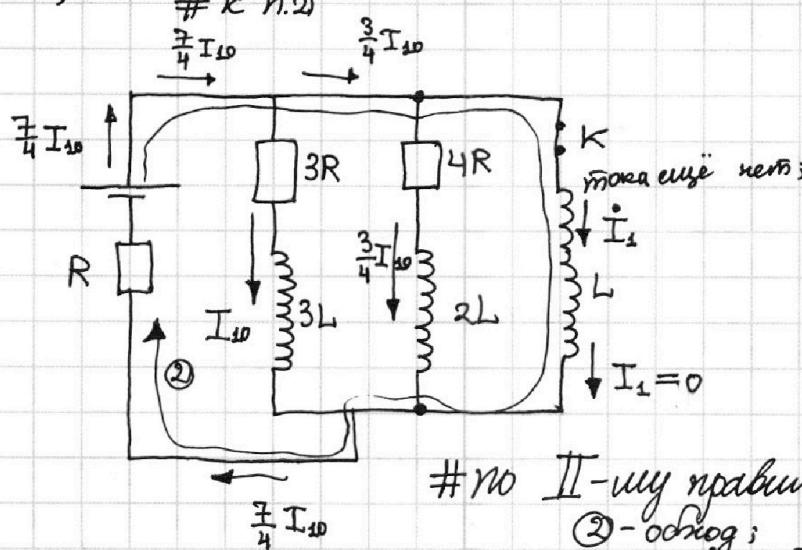
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\mathcal{E} = \frac{19}{4} I_{10} \cdot R; \Rightarrow \boxed{I_{10} = \frac{4}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}} ; \quad \# \text{без } 3R;$$

2) Заметим, что ток через  $3L$  и  $2L$  изменяется ~~линейно~~  
т.к. это катушки;  $\Rightarrow$  ток через них (и ~~стать~~ через резисторы)  
остаётся прежним, а в саму катушку  $L$  ток ~~линейно~~  
не идёт;  $\# \text{к п.2}$



# по II-му правилу Кирхгофа:

$$\textcircled{2}-\text{одног.:} \quad \mathcal{E} - L \dot{I}_1 = \frac{7}{4} I_{10} \cdot R;$$

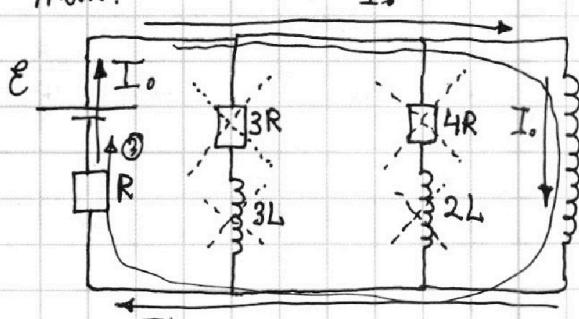
$$\textcircled{2}: \quad \mathcal{E} = U_L + \frac{7}{4} I_{10} R; \quad \# \text{по закону Э.М. индукции Фарadays.}$$

# подставив;  $U_L = L \cdot \dot{I}_1$ ;

$$U_L = \mathcal{E} - \frac{7}{4} I_{10} R;$$

$$U_L = \mathcal{E} - \frac{7}{4} \cdot \frac{4}{19} \cdot \mathcal{E} = \frac{12}{19} \mathcal{E}; \Rightarrow \boxed{\dot{I}_1 = \frac{12 \mathcal{E}}{19 L}};$$

3) Заметим, что новый установившийся режим ~~линейно~~  
ток:



I\_0 - конечный ток, # по З.С.З.;  
через R, E, L;

# по п. 1): напр. на

катушке L идет;  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  по закону Ома: напр.  
на 3R, 3L, 4R, на 2L нет;

т.к. II-ное подключение;  $\Rightarrow$

ток через 3R, 3L, 4R, 2L не  
идёт;  $\Rightarrow$  ток циркулиру-  
ет в  $\mathcal{E} \leftrightarrow L \leftrightarrow R$  контуре;

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

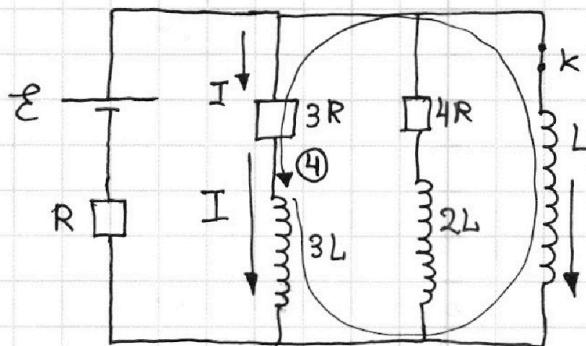
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

задача № 4. 3)

напр. на L;

# по II-му правилу Киргера: ③:  $\mathcal{E} = I_o R + 0 \Rightarrow I_o = \frac{\mathcal{E}}{R}$ ;

# в какой-то момент, между замык. контакта и нач. нового  
стаци. режима:



I - ток через  $3R$  и  $3L$ ,  
в какой-то момент;  
 $I_B$  - ток через  $L$  в этом  
моменте;

$\begin{cases} I_3 - \text{произв. тока через } 3L; \\ I_B - \text{произв. тока через } L \end{cases}$

+ закон Э.М.Инд. Фердса:

# в этот момент:  $\frac{\mathcal{E}_{\text{наг}}}{3L} - \frac{\mathcal{E}_{\text{наг}}}{3L} = 3IR$ ;  $\mathcal{E}_{\text{наг}} = 3IR$ ;

# по II-му правилу Киргера: ④:  $\mathcal{E}_{\text{наг}} - \mathcal{E}_{\text{наг}} = 3IR$ ;

$$-3L\dot{I} + L\dot{I}_B = 3IR; / \cdot \Delta t \Rightarrow -3L \cdot \Delta I + L \Delta I_B = 3 \Delta q \cdot R; / \sum$$

# суммируем:

$$-3L(0 - I_{10}) + L(I_o - 0) = 3(q_{3R} - 0) \cdot R;$$

# по опр произв. и смы тока;  $+3LI_{10} + LI_o = 3q_{3R}$ ;

$$3L \cdot \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} + L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = 3q_{3R}; \Rightarrow$$

# подставим;

$$\boxed{q = q_{3R} = \frac{31EL}{57R}}; \quad \left( \frac{12}{19} + 1 \right) \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{LE}{R} = q = q_{3R};$$

$$\frac{31}{19} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{LE}{R} = q_{3R};$$

$$1) I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R};$$

$$2) \dot{I}_1 = \frac{12\mathcal{E}}{19L};$$

$$3) q_{3R} = \frac{31EL}{57R};$$

Ответ:



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

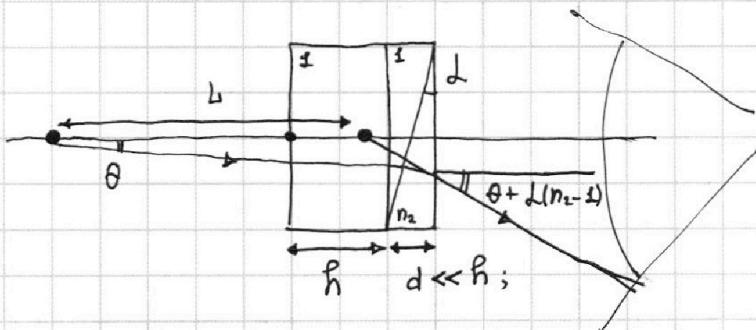
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

#заметки, что:



$$\# \text{разворот} \text{ же } L(n_2 - 1) = 0,07 \text{ rad}$$

#заметки, что:

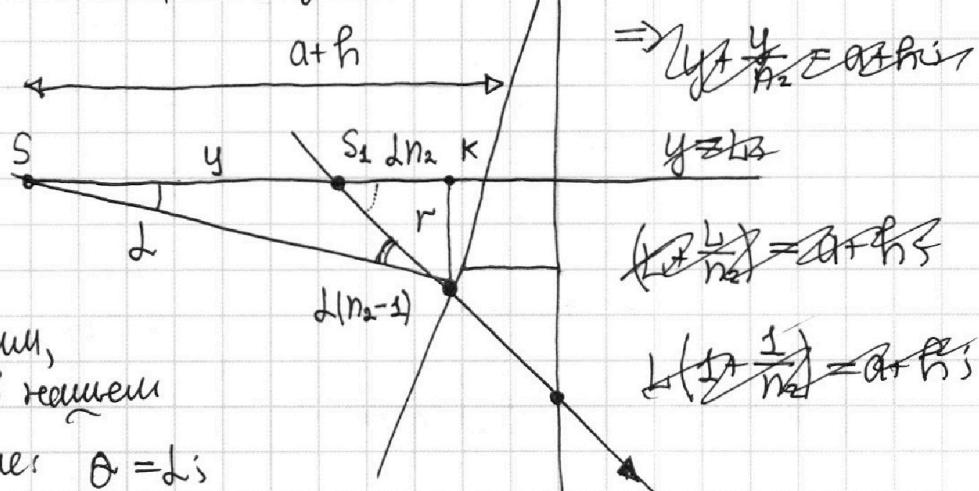
+ можно:

#из-за нечетности умножения;

k-макс

$$\begin{aligned} S_1 &= y; \\ S_2 &= \frac{y}{n_2}; \end{aligned}$$

# внешний угол



#заметки,  
что в нашем

сурдас:  $\theta = L$ ;

$$\cancel{\alpha + h} = \cancel{\left( \frac{1}{n_2} - 1 \right)} = \cancel{\alpha + h}$$

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!

- Задачи решены, что:

$$(a+h) = L + (a+h) \cdot \frac{1}{n_2} \Rightarrow \\ \Rightarrow L = (a+h) \left( 1 - \frac{1}{n_2} \right) = (a+h) \frac{(n_2-1)}{n_2};$$

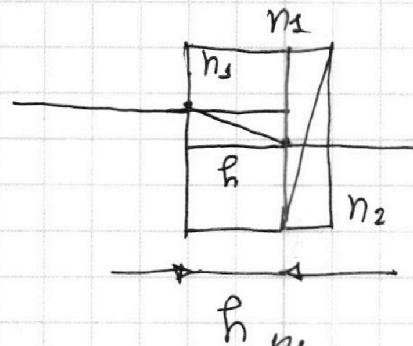
$$\boxed{L = \left( \frac{n_2-1}{n_2} \right) (a+h) = \frac{1,7-1}{1,7} \cdot (90\text{cm} + 14\text{cm}) =}$$

$$3) \quad = \frac{0,7}{1,7} \cdot 104\text{cm} = \frac{7}{17} \cdot 104\text{cm} = \frac{728\text{cm}}{17} \approx 42,8\text{cm};$$

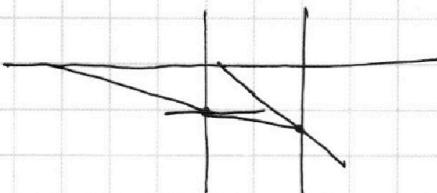
#задачи решены, когда  $n_1 = 1,4$ ;

#пластинка создает свое изображение за  $\Delta$ :

$$\Delta = (n_1-1) \cdot h = \\ = (1,4-1) \cdot 14\text{cm} = \\ = 0,4 \cdot 14\text{cm} = \\ = 4 \cdot 1,4\text{cm} = \\ = (4+1,6)\text{cm} = \\ = 5,6\text{cm};$$



#разделение за  $\Delta$ , пластинки  $\Delta$



#максимальное разделение за

$$\Delta (n_2-1) - \Delta (n_1-1) = \\ = \Delta (n_2-n_1) = \Delta (0,3) = 0,3 \Delta = \\ = 0,3 \cdot 0,1 \text{m} = 0,03 \text{m};$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

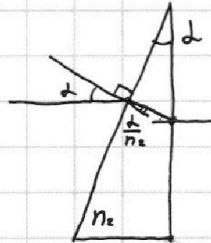
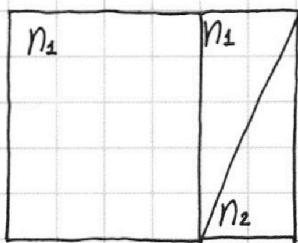
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

загадка №5.

$$n_f = 1;$$

$n_1$  и  $n_2$  - показатели преломления;  $d = 90 \text{ см}$ ;  $L = 0,1 \text{ пагс}$ ;  $h = 14 \text{ см}$ ;

- 1)  $n_1 = n_f = 1$ ;  $n_2 = 1,7$ ;  $\beta = ?$ ;
- 2)  $n_1 = n_f = 1$ ;  $n_2 = 1,7$ ;  $L = ?$ ; #угол отки.



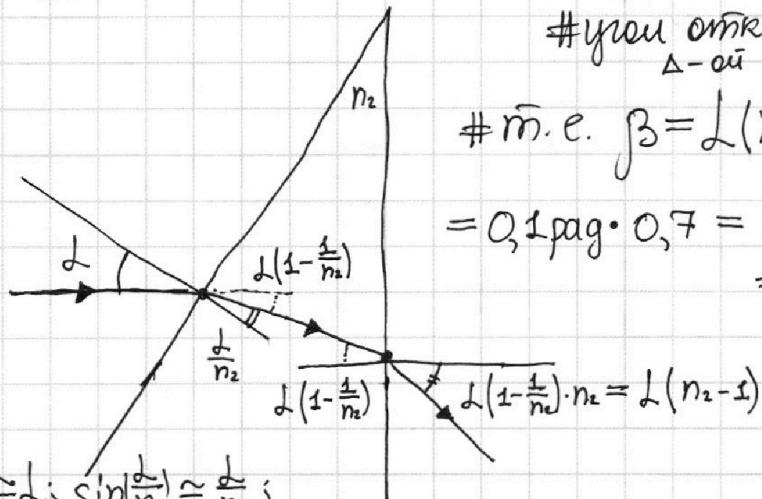
1) #Заметили тогда, что т.к.  $n_1 = n_f = 1$ , то  $\beta$   $n_2$  не изменяется; #отклонение внесёт только тонкое тр. призма:

#пользуясь законом Снеллиуса для малых углов

#угол отки. от тонкой  $\Delta$ -ой призмы;

$$\# \text{т.е. } \beta = L(n_2 - 1) =$$

$$= 0,1 \text{ паг} \cdot 0,7 = 0,07 \text{ паг};$$



$$\sin \beta \approx \beta; \sin \left(\frac{\beta}{n_2}\right) \approx \frac{\beta}{n_2};$$

$$\int L \cdot 1 = \left(\frac{L}{n_2}\right) \cdot n_2;$$

#второй раз закон Снеллиуса для малых углов;

$$\underbrace{L \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) \cdot n_2}_{\approx \sin(L(1 - \frac{1}{n_2}))} = 1 \cdot \underbrace{\left(L(n_2 - 1)\right)}_{\approx \sin(L(n_2 - 1))}$$

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

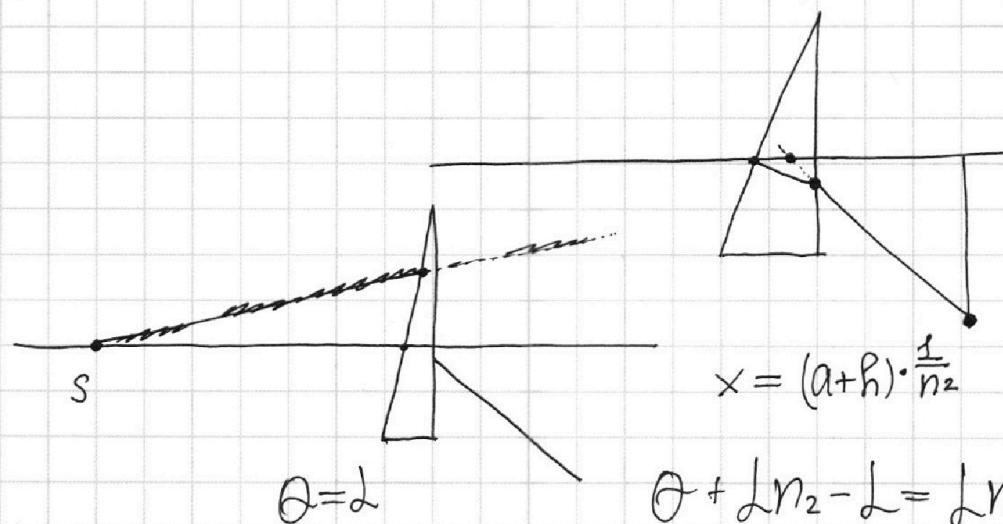
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <input 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!

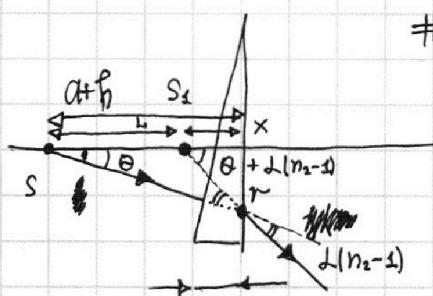
2) П.к. изображение формируют параксиальныи  
лучи, то:



$$x = (a+h) \cdot \frac{1}{n_2}$$

$$\theta = L$$

$$\theta + L(n_2 - 1) = L(n_2)$$



# будем создаваться ищущее  
изображение;

# замечаем, что:

# малые углы;

$$\frac{r}{a+h} = \tan \theta \approx \theta ;$$

$$\frac{r}{x} = (\tan \theta + L(n_2 - 1)) \approx \theta + L(n_2 - 1) ;$$

$$\begin{cases} \frac{r}{a+h} = \theta \\ \frac{r}{a+h-L} = \theta + L(n_2 - 1) \end{cases}$$

$$1 + \frac{L(n_2 - 1)}{\theta} = \frac{a+h}{a+h-L} ;$$

~~$$1 + \frac{L}{a+h-L} = \frac{a+h}{a+h-L} ;$$~~

# по теореме синусов:

$$\frac{L}{L(n_2 - 1)} = \frac{a+h-L}{\theta} ;$$

$$\frac{L}{a+h-L} = \frac{L(n_2 - 1)}{\theta} ;$$



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!

# Аналогично:

искомая величина  
~~известна~~  $L_x = \Delta + \ell =$   
 $= \Delta + X - Y =$

$$= 5,6 \text{ см} + 0,3 \cdot (104 \text{ см} - 5,6 \text{ см}) =$$
$$= 5,6 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\beta = 0,07 \text{ rad}$ ;  
2)  $L \approx 42,8 \text{ см}$ ;  
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!