

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03

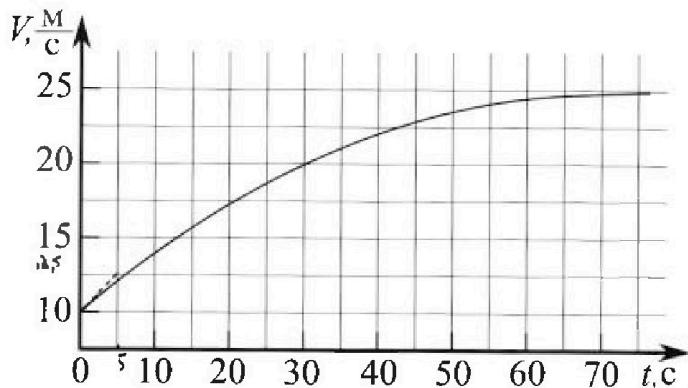


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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%.



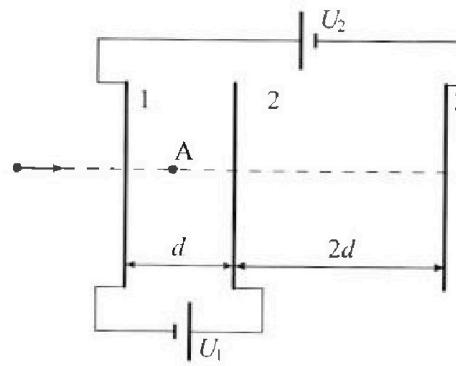
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

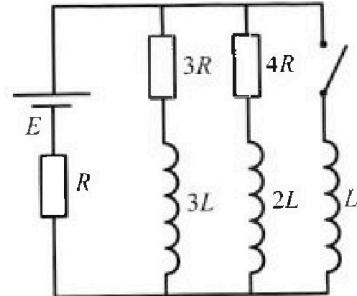
## Вариант 11-03

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

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

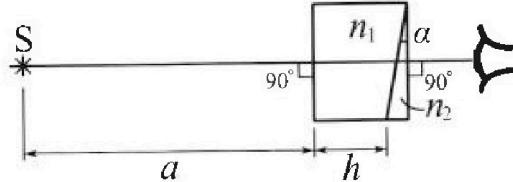
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

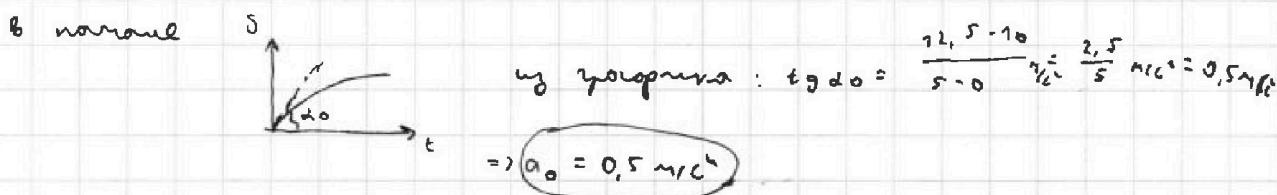
- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| X |   |   |   |   |   |   |

МФТИ

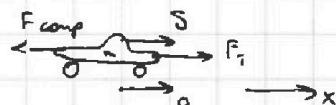


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Используя график, найти начальное значение коэффициента  
в начальной форме  $\Rightarrow$  т.к. график  $S(t) \Rightarrow \tan \alpha_0 = \frac{dS}{dt}$ , то  
составлены уравнения, т.к. гл-е по времени  $\Rightarrow a_0 = 0 \approx a_0 = a$ ,  
 $\Rightarrow a_0 = \frac{dS}{dt} \Rightarrow$  начальное ускорение  $\Rightarrow \tan \alpha_0 = a_0$  - ускорение



2) Рассмотрим гл-е автомобиля в производственной машине.  
(в сущности)



$$23 \text{ kg} \cdot g \text{ действует на } x: F_t - F_{\text{comp}} = m a \quad (*)$$

или автомобиль движется параллельно земле

$\Rightarrow$  F\_t - сила тяжести, F\_comp - сила сопротивления воздуха, то очевидно:

$$F_{\text{comp}} = d S, \\ d = \text{const}$$

$\Rightarrow$  т.к. при  $t > 70 \text{ c}$  коэффициент к графику  $S(t)$  не меняется.

Изобразим  $\Rightarrow$  при  $t > 70 \text{ c}$ ,  $a = 0 \Rightarrow$  рассмотрим  $(*)$  в момент

$$t > 70 \text{ c}: F_k - S_{20} \cdot d = 0 \Rightarrow d = \frac{F_k}{S_{20}} = \frac{600 \text{ N}}{25 \text{ м/c}} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

см-м при  $t = 70 \text{ c}$

$\Rightarrow (*)$  при  $t = 0$  - начальный момент:  $F_D \sim d S_0 = m a_0$ , где

в начальной момент  $S_0 = 10 \text{ м/c} \Rightarrow F_D = d S_0 + m a_0 = (24 \cdot 10 + 1500 \cdot 0,5) \text{ Н} =$

$$\Rightarrow F_D = 990 \text{ Н}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

Задача 1. Рассчитать движение  
подъема груза (затем падение)

Решение №1

$$1) \text{ И.у. } P = \frac{\delta A}{dt} = \frac{F_T \cdot ds \cdot \cos 30^\circ}{dt} = F_T \cdot S \Rightarrow P_0 = F_0 \cdot S_0 = 990 \cdot 10 \text{ Вт} = 9900 \text{ Вт}$$

максимальная скорость  
максимальное время

Одн.: 1)  $a_0 = \tan 30^\circ = 0,5 \text{ м/с}^2$

2)  $F_0 = \frac{F_k}{S_{\text{пад}} \cdot \cos 30^\circ} + m \cdot a_0 = 990 \text{ Н}$

3)  $P_0 = F_0 \cdot S_0 = 9900 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

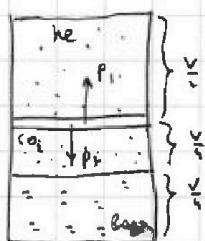
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

1) рассмотрим газ нагреваемый снизу:

To



T.k. по условию  $p_1 = p_{CO_2}$

$$p_1 = p_{CO_2}$$

$$p_1 = p_{Ne}$$

, т.к. по условию равновесие при норме:

$$p_{Ne} = p_{CO_2} \Rightarrow p_1 = p_2,$$

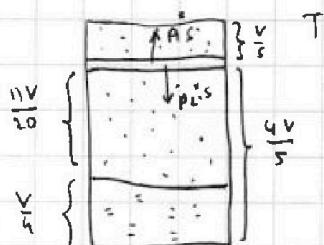
т.к. по условию давление при норме  $p_0 = \frac{p_{Ne}}{2} \Rightarrow p_1 = p_2 = p_0$

$$\Rightarrow T.k. V_{Ne} = \frac{V}{2}, \quad T_{Ne} = T_{CO_2} = T_0 \Rightarrow \text{но 3-ий закон Гей-Лапласа: } p_{Ne} V_{Ne} = D_{Ne} R T_0 \\ p_{CO_2} V_{CO_2} = D_{CO_2} R T_0$$

$$\therefore \left( \frac{D_{Ne}}{D_{CO_2}} \right) = \frac{\frac{p_0}{2}}{p_0} = 2$$

$$\underline{p_0 \frac{V}{2} = D_{Ne} R T_0 \quad (1)}$$

2) рассмотрим генераторную ситуацию (уст. состояния):



T.k. условиями газ нормы не руководствуются

$$\therefore \Delta D = k^* p_{CO_2}^* \frac{11V}{20} = 0 \Rightarrow k^* = 0$$

3-й Менделев-Гиббса:  $p_1^* \frac{V}{5} = D_{Ne} R T \quad (2)$

$$\text{где } CO_2: p_{CO_2}^* \frac{11V}{20} = D_{CO_2} R T \quad (3)$$

$$\underline{p_1^* = p^*}, \quad \underline{p_1^* = p_{Ne} + p_{CO_2}}, \quad \text{т.к. } p_1^* = p_{Ne} = p_{CO_2} \text{ при } T = 373 \text{ K,}$$

где  $p_1^*$  - газ нормы

3-й Менделев-Гиббса

T.k. установившееся состояние

второй разумный

тогда в норме в установившемся равновесии

$$\Rightarrow \text{т.к. } p^* = 2p_0 + p_{CO_2}^* \Rightarrow \text{из (2) и (3): } \frac{5p_0}{2p^*} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow \frac{T_0}{T} = \frac{4p_0 + 2p_{CO_2}^*}{5p_0},$$

$$\text{т.к. } p_{CO_2}^* = D_{CO_2} + \Delta D = D_{CO_2} - \frac{k^* p_{CO_2}^*}{4} \Rightarrow \frac{T_0}{T} = \frac{4p_0 + 2\left(\frac{20V R T_0}{p_{CO_2}^*} - \frac{k^* p_{CO_2}^*}{4}\right)}{5p_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

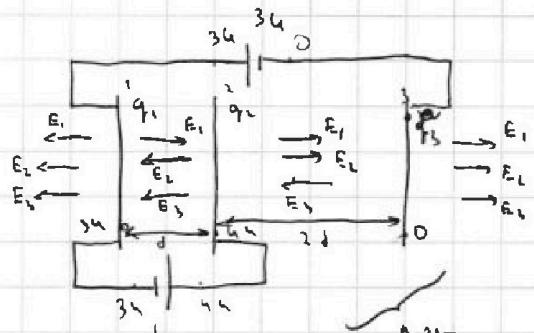
решение которой представлено на странице:

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



предположим, что при наложении

изделий наложенные поля в системе

на них действуют заряды  $q_1, q_2, q_3 > 0$

МЧП

$$3 \leq 3 : q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

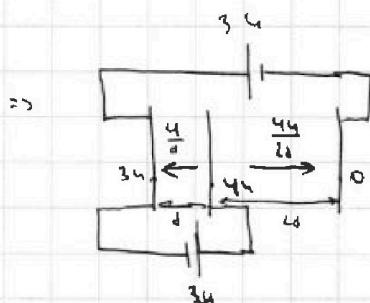
$\Rightarrow$  т.к. наложенные поля одинаковы:  $E = \frac{q}{2\epsilon_0 s} = \frac{q}{2\epsilon_0 s}$  - т.к. разные

$$\text{изделия} \Rightarrow d \Rightarrow E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 s}$$

$$E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 s} \Rightarrow \text{т.к. наложенные поля одинаковы:}$$

$$E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 s}$$

$$\text{т.к. } \Psi_2 - \Psi_1 = E_{12} d \Rightarrow E_{12} = \frac{d\epsilon_0}{d}$$



$$\Rightarrow E_1 + E_2 - E_3 = \frac{q}{d}$$

$$E_1 + E_2 - E_3 = \frac{2s}{d}$$

$$\Rightarrow \text{т.к. } q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_1 + E_2 + E_3 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 s} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 s} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 s} = 0$$

$$\Rightarrow E_1 - E_3 = \frac{q}{4d} \quad E_1 = \underline{\underline{-\frac{5q}{8d}}}$$

$$E_1 + E_3 = -\frac{3q}{2d} \quad E_3 = \underline{\underline{-\frac{7q}{8d}}}$$

1) решите уравнение для  $q$ :

$$\left| \begin{array}{l} q=0 \\ q \neq 0 \\ \frac{q}{d} \end{array} \right.$$

$$23) \text{Имеем: } \frac{q}{d} q = m a \Rightarrow q = \frac{m a}{d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

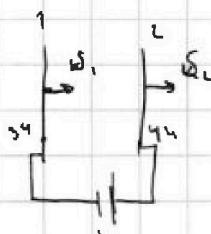
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

2) Т.к.  $q$ -ное относительно зарядов шариков  $\Rightarrow$  наше шарикам  
не наведут, т.е. разность потенциалов  $\approx 0 \Rightarrow$  наше внутри заряженное  
 $\Rightarrow$  наименее заряженое  $\Rightarrow$  расстояние до нее от  $190\text{ cm}$ , где на это  
делимся: шарик землетяжателем тоже  $\Rightarrow$  берем  $30\text{ cm}$ :



$$k_1 + \varphi_1 q = k_2 + \varphi_2 q \Rightarrow k_1 - k_2 = (\varphi_1 - \varphi_2) q, \text{ где } \varphi_1 - \varphi_2 = U$$
$$\varphi_1 - \varphi_2 = U \Rightarrow k_1 - k_2 = U q$$

3) расстояние от нее до  $190\text{ cm}$ :

$$E_c = 0 \quad \frac{\infty}{\infty} \quad \frac{\infty}{\infty} \quad \frac{\infty}{\infty} \quad \frac{\infty}{\infty} \quad \frac{\infty}{\infty} \quad \frac{\infty}{\infty}$$
$$\frac{\infty - \varphi_{A0}}{d} = \frac{\infty - \varphi_A}{d}$$

т.к. делимся наше наименее заряженое силою  $\Rightarrow$

$$\text{берем } 30\text{ cm}: \frac{\infty - \varphi_A}{d} + \varphi_{A0} \cdot q = \frac{\infty - \varphi_A}{d} + \varphi_A q \Rightarrow \varphi_A = \varphi_{A0} + \frac{q}{d}$$

$$\text{т.к. } \varphi_{A0} - \varphi_A = \underbrace{\varphi_{A0} - \varphi_1}_{0 \cdot q} + \underbrace{\varphi_1 - \varphi_A}_{-\frac{q}{d} \cdot \frac{d}{4}} = -\frac{q}{d} \Rightarrow \delta_A = \sqrt{\delta_0^2 + \frac{q^2}{d^2}}$$

$$\text{Ответ: 1) } q = \frac{m \cdot a}{m \cdot g}$$

$$2) k_1 - k_2 = U q$$

$$3) \delta_A = \sqrt{\delta_0^2 + \frac{q^2}{d^2}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

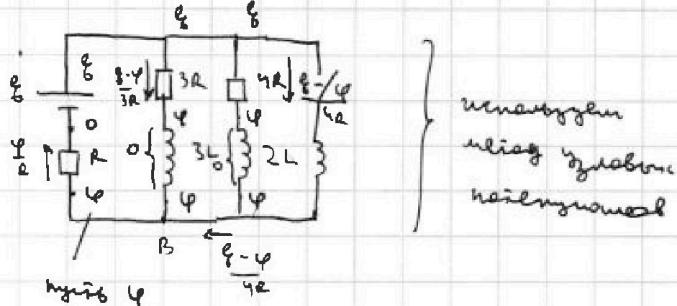
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | X                        | 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"/> | <input type="checkbox"/> |

 МФТИ

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

1) рассмотрим уравнение вида  $y = \varphi(x)$



8 yli. pluviale syn nomina  
pluvialis homonymia  
hol. m. = 0

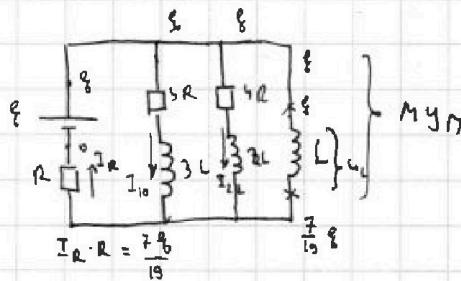
$$T.R. \quad I_R = \frac{U_a}{R} \Rightarrow \text{unabhängig} \quad 3 \times 3 \text{ Gleich T.B.} \quad \frac{U}{R} = \frac{U - U}{R} + \frac{U - U}{R}$$

$$\Rightarrow 12\varphi = 4g - 4\varphi + 3g - 3\varphi + 1g \varphi = 7g - 1\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{7}{19}g$$

$$\Rightarrow \max_{I_R} \gamma_{13} \text{ bei } I_R = \frac{\frac{q}{R} - q}{3R} = \frac{\frac{q}{R} - \frac{7}{19} \frac{q}{R}}{3R} = \frac{\frac{4}{19} \frac{q}{R}}{3R} \xrightarrow[\substack{\text{Bemerkung} \\ \text{O}}]{\substack{\text{Maximalwert}}} I_R = \frac{q}{R} = \frac{\frac{7}{19} \frac{q}{R}}{19R} \quad I_{1L} = \frac{3}{19} \frac{q}{R}$$

2) Грохъ веље јаконснме на волијесна мај скојесене не

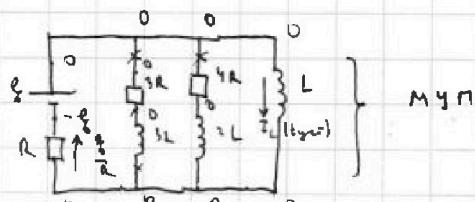
Munitions:



$$U_L = \frac{q_1}{r} - \frac{q_2}{r} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}$$

$$\Rightarrow T \cdot k \cdot I_L = L \cdot i \Rightarrow I(0) = \frac{12}{15L} - \text{inverso}\text{,}\text{ bypassi}\text{,}\text{ varia}\text{,}\text{ gioco name f-}$$

3) passatgående yderligere gennemvurdering af elementet  $\Rightarrow$  hører ikke til m = 0



$$u_R = 0 \Rightarrow I_R = 0 \Rightarrow I_{SL} \left( \frac{I_R}{I_{SL}} \right) = I_{SL} (t_{\text{over}}) = 0$$

T<sub>1</sub>(t<sub>max</sub>) =  $\frac{g}{\pi}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

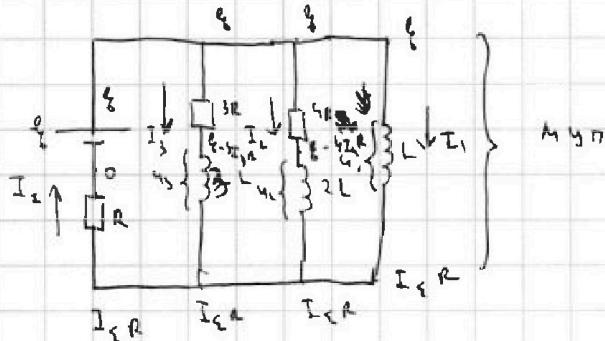


- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

4) рассмотрим в приведенной цепи выше закономерности:



$$U_1 = U_0 - I_1 R \quad (1)$$

$$U_2 = U_0 - I_2 R - I_1 R$$

$$U_3 = U_0 - 3I_2 R - I_1 R \quad \text{изг}$$

$$U_1 = I_1 L \quad (3)$$

$$U_2 = 2I_2 L$$

$$U_3 = 3I_2 L \quad (4)$$

$$U_2 - U_1 = -3I_2 R$$

$$\text{из } (3) \text{ и } (4): 3I_2 L - I_1 L = -3I_2 R \quad | \cdot dt = \quad 3L dI_2 - L dI_1 = -3R dI_2 \quad (5)$$

представим выражение в труде выше заменой из уравнения:

$$3L \int_{I_{10}}^0 dI_1 - L \int_0^{\frac{q_3}{2}} dI_2 = -3R \int_0^{q_3} dq_2$$
$$\therefore -3L I_{10} - L \frac{q_3}{2} = -3R q_3 \Rightarrow q_3 = \frac{\frac{L}{15R} I_{10} + \frac{q_3}{2} L}{3R} = \frac{23q_3 L}{57R}$$

$$\text{Отв: 1) } I_{10} = \frac{48}{19R}$$

$$2) \quad I(0) = \frac{12q_3}{19L}$$

$$3) \quad q_3 = \frac{23q_3 L}{57R}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

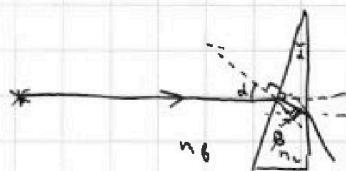
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

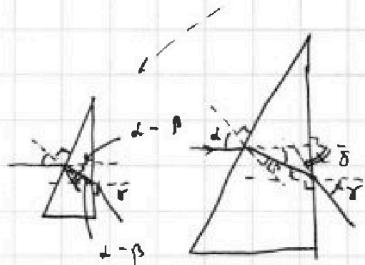
1) рассмотрим угол I преломления для  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = 1,7$ :



из зона сплошности:

$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta, \text{ т.к. } \alpha - \text{мен} = \beta \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{\alpha}{n_2} \Rightarrow \sin \beta - \text{мен} \approx \beta - \text{мен}$$



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

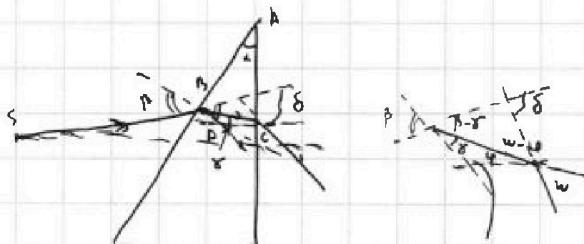
здесь впереди применено:

$$\sin(\delta - \rho) n_1 = n_2 \cdot \sin \alpha \Rightarrow (\delta - \rho) n_1 = \alpha$$

т.к.  $\delta = \alpha$  как сопlement. угла II преломл.

$$\Rightarrow \delta = (1 - \frac{1}{n_2}) n_1 = \underline{(n_2 - 1)} = 0,1 \text{ рад.} 0,7 = 0,03 \text{ рад.}$$

2) рассмотрим изогнутый угол в виде же спирал:



з.ч. Синус преломления:  $\beta = n_2 \gamma$

$$\varphi n_2 = \omega$$

$180^\circ - 2\gamma$  (т.к. ABCD - вып. четырехугольник по 3)

з.ч. по Th. Вильямса угол:  $\delta = \beta - \gamma + \omega - \varphi$ , т.к.  $\delta + \gamma + 180^\circ - 2\gamma = 180^\circ$

$$\Rightarrow 2\gamma = \delta + \varphi, \quad \delta = \delta + (n_2 - 1) + (n_2 - 1)(n_2 - 1) = (n_2 - 1)(n_2 - 1) = \underline{d(n_2 - 1)}$$

$\Rightarrow$  т.к. угол лежит на одной прямой I с преломленным углом.

он будет иметь изогнутый угол, где здешнее значение угла будет

$$\delta = d(n_2 - 1)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



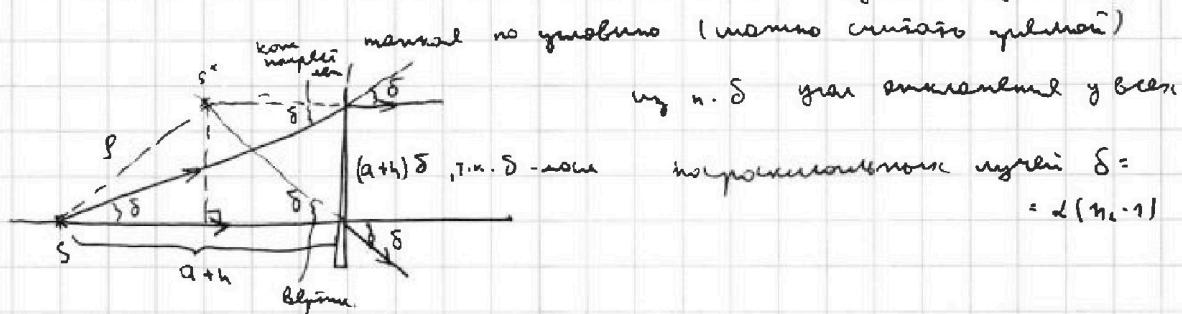
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

МФТИ

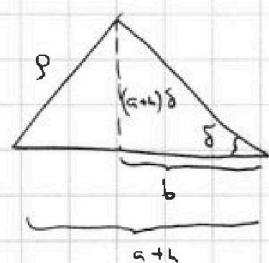
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) нуанс  $S^*$  - изображение дырки  $S$  в зеркале =

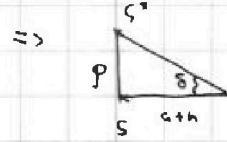
если  $S^*$  скажет все параллельные лучи  $\Rightarrow$  пустыни 2 угла  
(наг  $0^\circ$  и наг  $\delta$ )



нуанс  $g(S; S^*) = g \Rightarrow$  ну геометрии



$$tg \delta = \frac{(a+b)\delta}{b} \Rightarrow b = a+b$$

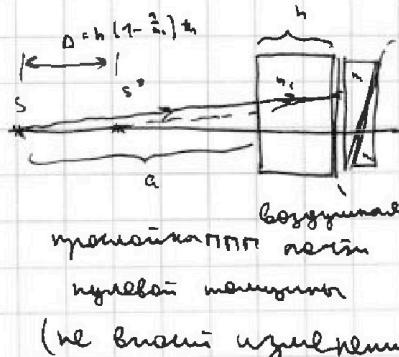


$$g = \delta(a+b) = 0,07 \cdot 10^4 \text{ cm} = 718 \text{ cm}$$

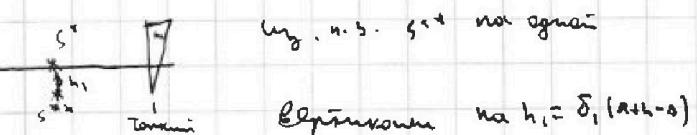
4) пределный изображение близкому до  $\Delta$  (или  $P^*$ ) удал при однозначных  $\delta$

4) разобьем предмет  $\Gamma$  на ППП наименьшей и наибольшей  $\Delta$

т.к. в ППП наименьшее будет перпендикулярно к ППП  $\Delta = h(1 - \frac{2}{n_1})$ , то



$S^*$  - геометрическое изобр.  $S$  в зеркале  
из. н.з.  $S^*$  на сине



$$\text{наг } \Delta_1 = \Delta(n_1 - 1)$$

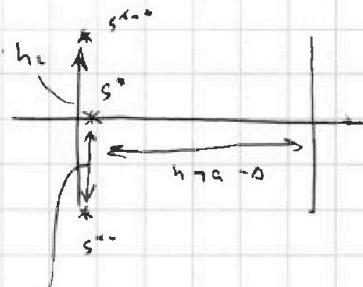
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



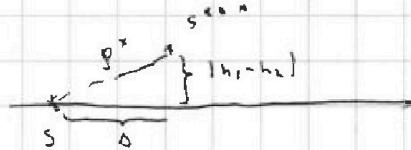
с\*\*\* из \*\* на одной вертикали, где

$$h_1 = d(n_2 - 1)(a + b - (1 - \frac{1}{n_2})b) = 7 \text{ см}$$

$$d(n_1 - 1)(a + b - (1 - \frac{1}{n_1})b) = 4 \text{ см}$$

$\Rightarrow$  6 more

$$g(s; s^{***}) = g^* = \sqrt{d^2 + (n_2 - h_2)^2}$$



$$g^* = \sqrt{(1 - \frac{1}{n_1})^2 h^2 + d^2 ((n_1 - 1)(a + b - (1 - \frac{1}{n_1})b) - (n_2 - 1)(a + b - (1 - \frac{1}{n_2})b))^2} = 5 \text{ см}$$

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

2)  $g = d(n_2 - 1)(a + b) = 7,28 \text{ см}$

3)  $g^* = \sqrt{(1 - \frac{1}{n_1})^2 h^2 + d^2 ((n_1 - 1)(a + b - (1 - \frac{1}{n_1})b) - (n_2 - 1)(a + b - (1 - \frac{1}{n_2})b))^2} = 5 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

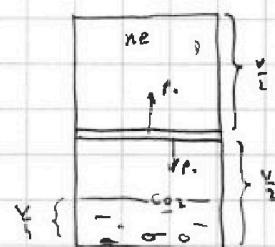
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№2.

$$\Delta = -(1 - \frac{1}{n_1}) L = (1 - \frac{1}{1.5}) L =$$

$$p_{\text{жидк}} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$= \frac{1}{2} L = 4 \text{ м}$$



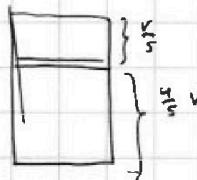
$$p_v = 0.1 \text{ kPa}$$

$$\Delta D = k \cdot p_0 \frac{V}{4}$$

$$L_1 = 0.1 \cdot 0.4 \cdot (104 - 100) \frac{V}{4}$$

$$p_0 \frac{V}{4} = D_1 R T_0$$

$$L_2 = 0.1 \cdot (0.3) \underbrace{(104 - 4)}_{100}$$



T

T

3

1

2

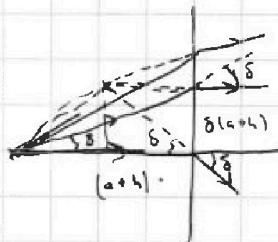
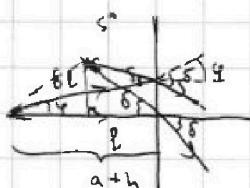
проверка.

$$\Delta D = k \cdot p_{\text{жидк}} \left( \frac{V}{4} \cdot \rho_{\text{жидк}} \right)$$

$$\begin{aligned} & \frac{p_{\text{жидк}}}{p_{\text{газ}}} \Bigg|_{\frac{V}{4} \cdot \rho_{\text{жидк}}} \\ & \frac{p_{\text{жидк}}}{p_{\text{газ}}} \Bigg|_{\frac{V}{5} \cdot \rho_{\text{жидк}}} \end{aligned}$$

$$p_{\text{жидк}} = p_{\text{газ}}$$

$$p_{\text{жидк}} V_{\text{жидк}} = \rho_{\text{жидк}} \cdot RT$$



$$\frac{104}{2.28}$$

I-

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

№ 1.

$$F_c = 2S$$

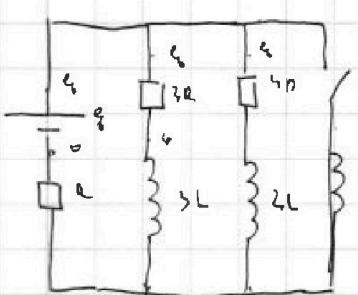
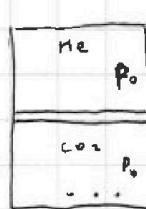
$$m = 1500 \text{ кг}, \mu = \text{const}$$



$$240 + 750 = 990 \text{ Н} \quad \frac{600}{25} = 5 \cdot 6 = 30$$

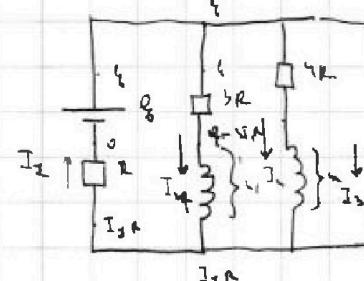
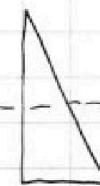
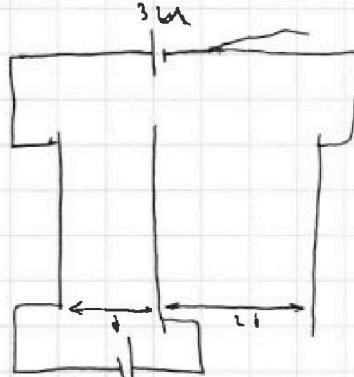


№ 2.



Установка.

№ 3.



$$U_2 = I_1 R_2 + I_2 R_2$$

$$I_2 = I_1 - I_3$$

$$U_2 = E - I_2 R_2 - I_3 R_2$$

$$U_2 = E - I_3 R_2$$

$$I_2 = I_1 + I_3 + I_4$$

$$U_1 = I_1 \cdot L \Rightarrow E - I_1 R - I_2 R = I_1 L$$

$$E - I_2 R - I_3 R = I_2 L$$

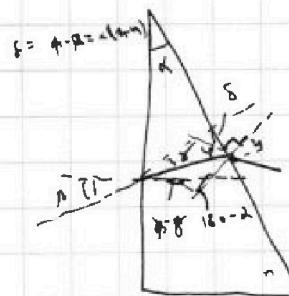
$$E - I_3 R = I_3 L$$

$$a) \quad E - U_{1L} - L \cdot 3I_1 R = I_1 L - I_2 L$$

$$E - U_{2L} R - 3U_{3L} R = I_2 L - I_3 L$$

доп

$$-3I_1 R = I_1 L - I_2 R$$



$$\delta = 8\pi R$$

$$P = 8\pi R$$

$$4\pi R = 4$$

$$180 - 2 + P - 2 + 4 - 4 = 180 \Rightarrow$$

$$L = (\pi + 4)(n-1)$$

$$\Delta = 8(n-1) + 4(n-1)$$

$$\Delta = 8(n-1)$$

$$\Delta = 4P / eR$$



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"/> |

**МФТИ**

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

ЛМФТИ

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

3)