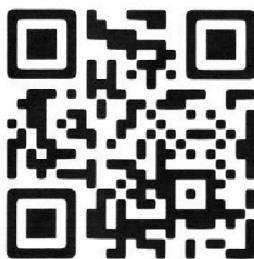


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

$$300 \cdot 0.3 = 90$$



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

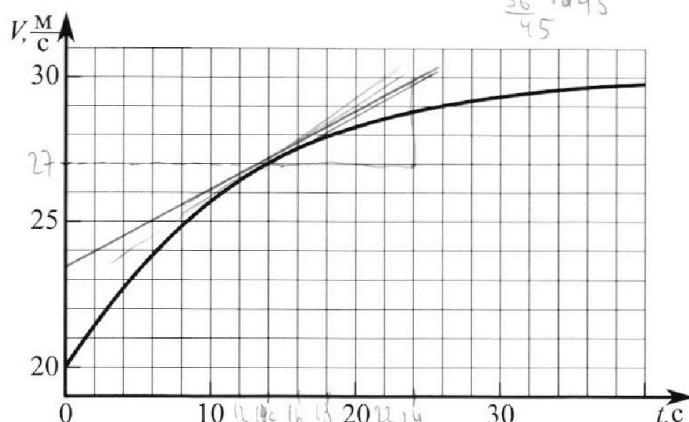
1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.

1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность числа иного 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 азот, 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 $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k_{\text{ри}} v$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0.6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·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.

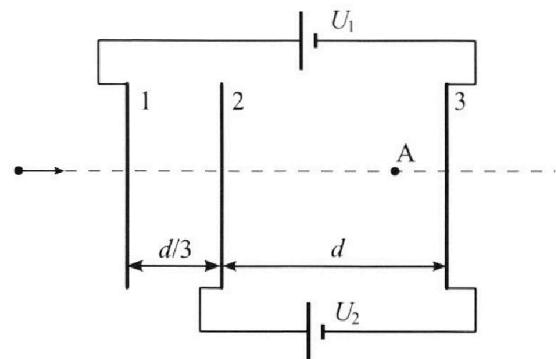
2) Определите конечное давление в сосуде P . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.

1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.



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

Вариант 11-02

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

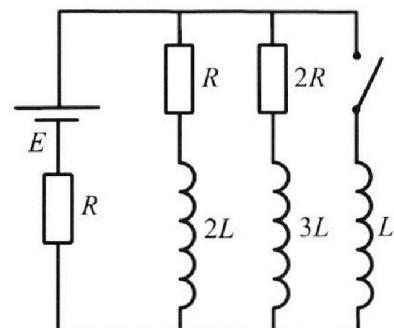
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.

2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.

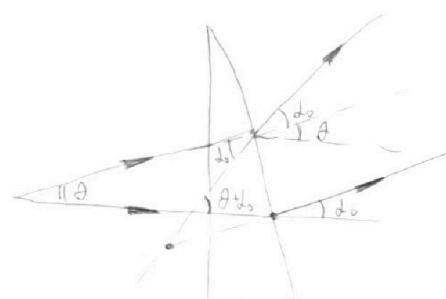
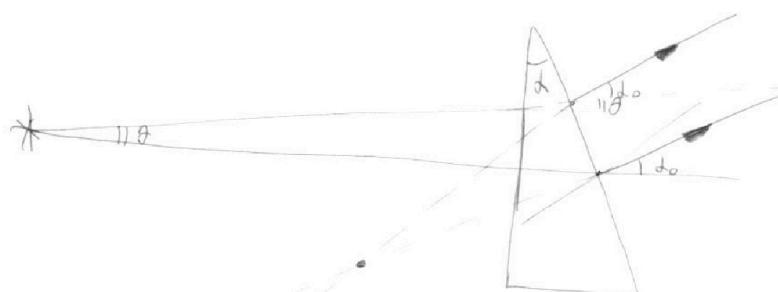
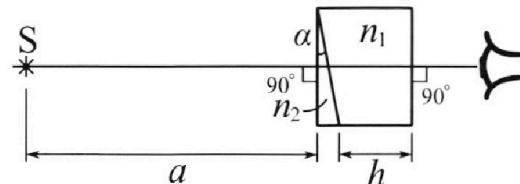
3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, 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 |
| <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

1) $a(t) = v'(t)$, чтобы найти производную, построи касательную.

$$a(1\text{c}) = \frac{\Delta v(1\text{c})}{\Delta t} \approx \frac{3\frac{\text{m}}{\text{c}}}{1\text{c}} \approx 0,3 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$$

2) $v_{y_0} \cdot F_k = P$ где P -момент, а $v_{y_0} = 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}$ - по графику

$$F \cdot v = P = v_{y_0} \cdot F_k \rightarrow F = \frac{F_k v_{y_0}}{v} = \frac{405 \cdot 30^4}{27} \text{H} = 450 \text{H}, \text{ где } F_0 - \text{сила тяжести машины}$$

$$F_0 - F_1 = m a_0 \rightarrow F_1 = F_0 - m a_0 = 450 \text{H} - 300 \text{kg} \cdot \frac{3 \text{m}}{10 \text{m}} = 360 \text{H}$$

$$3) \lambda = \frac{F_1}{F_0} = \frac{360 \text{H}}{450 \text{H}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$, 2) $F_1 = \frac{F_k v_{y_0}}{v} - m a_0 = 360 \text{H}$ 3) $\frac{\frac{F_k v_{y_0}}{v} - m a_0}{F_0} = 0,8$

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

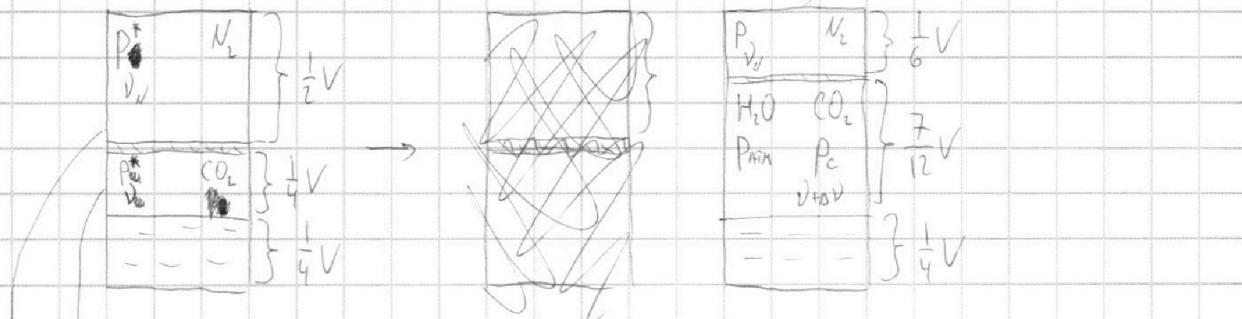
МФТИ

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

T

Задача №2

$\frac{4T}{3}$



$$1) \frac{1}{2} p^* V = \frac{3}{4} V RT$$

$$\rightarrow \frac{1}{4} p^* V = V RT$$

$$2V = V_N \rightarrow \frac{2V}{V} = 2$$

$$2) \frac{1}{2} p^* V = V RT$$

$$\frac{1}{6} p V = \frac{4}{3} V RT$$

$$\frac{3p^*}{p} = \frac{3}{4} \rightarrow p = 4p^* \rightarrow p^* = \frac{1}{4} p ; \frac{1}{16} p V = V RT \rightarrow V = \frac{pV}{16RT}$$

$$3) \Delta V = \frac{1}{4} k p^* V = \frac{1}{16} k p V, \text{ по закону Дальтона: } p = p_C + p_{\text{атм}} \rightarrow p_C = p - p_{\text{атм}}$$

$$p \frac{1}{4} p^* V = V RT$$

$$\therefore \frac{7}{12}(p - p_{\text{атм}}) = (V + \frac{1}{16} k p V) RT$$

$$\frac{P_{\text{атм}}}{p} = \frac{25}{28} - \frac{27}{140} = \frac{125 - 27}{140} = \frac{98}{140} = \frac{49}{70} = \frac{7}{10}$$

$$\rightarrow \frac{7}{3} \frac{p - p_{\text{атм}}}{p^*} = \frac{V + \frac{1}{16} k p V}{V}$$

$$\frac{P_{\text{атм}}}{p} = \frac{7}{10} \rightarrow p = \frac{10}{7} P_{\text{атм}}$$

$$\frac{28}{3} \frac{p - p_{\text{атм}}}{p} = \frac{V + \frac{1}{16} k p V}{V}$$

$$\text{Однако: } 1) \frac{V}{V} = \frac{2}{2}$$

$$\frac{28}{3} - \frac{28}{3} \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{p} = 1 + \frac{\frac{1}{16} k p V \cdot 16 RT}{p V} = 1 + k RT \cdot 1 \cdot \frac{3}{28}$$

$$2) p = \frac{10}{7} P_{\text{атм}}$$

$$1 - \frac{P_{\text{атм}}}{p} = \frac{3}{28} (1 + k RT)$$

$$\frac{P_{\text{атм}}}{p} = 1 - \frac{3}{28} (1 + k RT) = \frac{25}{28} - \frac{3}{28} k RT = \frac{25}{28} - \frac{3 \cdot 9}{28} k RT$$

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

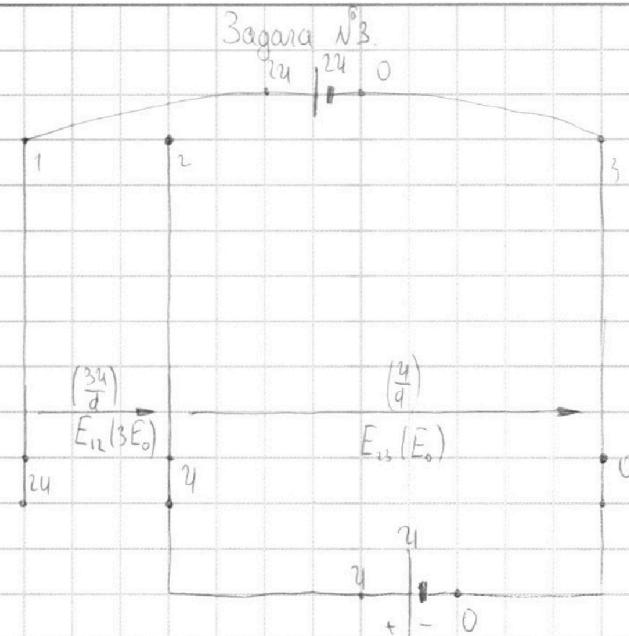
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



1) Определить изгибающие моменты на частных, пусть $\psi_3=0$, торцах: см. рис.

$$q_z=0 \rightarrow E_{bh}=0$$

$$2u-u=E_{bh} \cdot \frac{d}{3} \rightarrow E_{bh}=\frac{3u}{d}=3E_0$$

$$u-0=E_{bs} \cdot d \rightarrow E_{bs}=\frac{u}{d}=E_0$$

$$6) V_A^2-V_i^2=2 \cdot a_{iz} \cdot \frac{2d}{3}$$

$$V_A^2=V_o^2+\frac{2uq}{m}+\frac{4uq}{3m}$$

$$V_A=\sqrt{V_o^2+\frac{10uq}{3m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } a_{iz}=\frac{uq}{dm}$$

$$2) sk=uq$$

$$3) V_A=\sqrt{V_o^2+\frac{10uq}{3m}}$$

$$2) 23H: E_{23}g=m a_{23} \rightarrow a_{23}=\frac{E_{23}g}{m}=\frac{uq}{dm}$$

$$3) \text{Кинематика РУД:}$$

$$a) \ddot{q}_A=V_o+q_m$$

$$V_i^2-V_o^2=2 \cdot a_{iz} \cdot \frac{d}{3}, \text{ где } a_{iz}=3a_{23}=\frac{3uq}{dm}$$

$$V_i^2=V_o^2+2 \cdot \frac{3uq}{dm} \cdot \frac{d}{3}=V_o^2+\frac{2uq}{m}$$

$$K_i=\frac{1}{2}mV_i^2$$

$$5) V_3^2+V_i^2=2 \cdot a_{iz} \cdot d=2 \cdot \frac{uq}{dm} \cdot d=\frac{2uq}{m}$$

$$V_3^2=V_i^2+\frac{2uq}{m}=V_o^2+\frac{4uq}{m}$$

$$K_3=\frac{1}{2}mV_3^2$$

$$\Delta k=K_3-K_2=\frac{1}{2}m(V_3^2-V_i^2)=\frac{1}{2}m\left(\frac{2uq}{m}\right)=uq$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

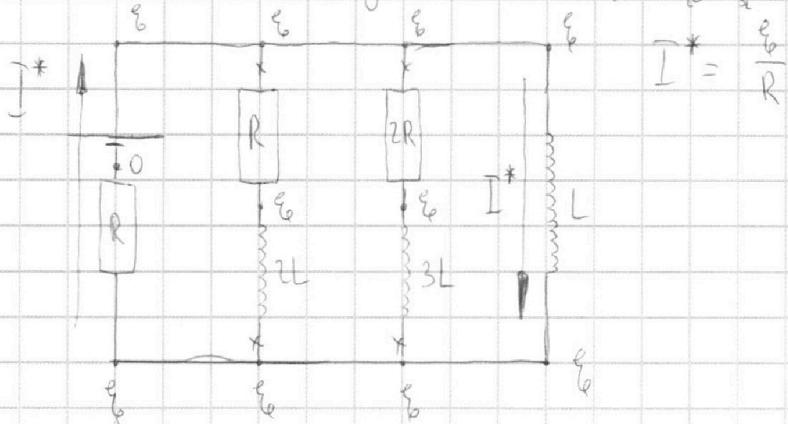


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

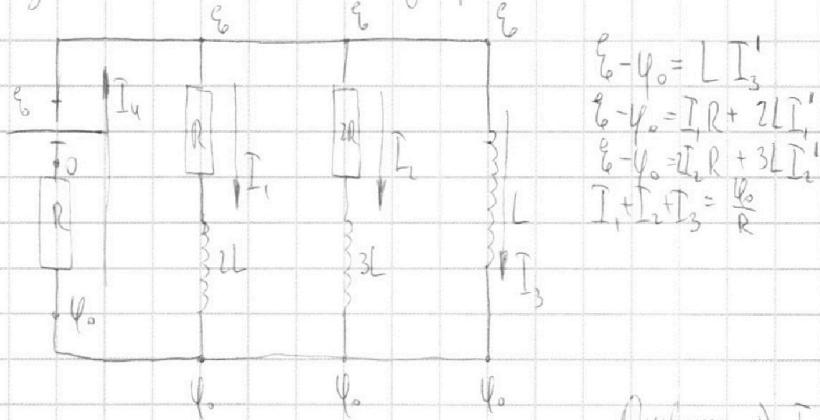
МФТИ

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

2) Уч. состояния после замыкания ключа: $U_1 = U_2 = U_3 = 0$



3) Применимый метод после замыкания ключа:



$$\begin{aligned} U_2 - U_1 &= L I_3' \\ U_2 - U_3 &= I_1 R + 2L I_1' \\ U_2 - U_4 &= I_2 R + 3L I_2' \\ I_1 + I_2 + I_3 &= \frac{U_0}{R} \end{aligned}$$

Однако: 1) $I_{20} = \frac{U_0}{5R}$

2) $I_1' = \frac{2U_0}{5L}$

3) $q = \frac{4L^2}{5R^2}$

$$L \cdot I_3' = 2I_2 R + 3L I_2' | \cdot st$$

$$L \Delta I_3 = 2I_{20} R + 3L \Delta I_2 \quad (*)$$

Просуммируем (*) з уваженням замкненого ключа:

$$L \sum \Delta I_3 = 2R \sum I_{20} + 3L \sum \Delta I_2$$

$$L I^* = 2R q_{10} + 3L(0 - I_{20})$$

$$L \frac{U_0}{R} = 2R q_{10} + 3L \cdot I_{20} = 2R q_{10} - 3L \cdot \frac{U_0}{5R} | \cdot 5R$$

$$5L \frac{U_0}{R} = 10R q_{10} - 3L \frac{U_0}{R}$$

$$q_{10} = \frac{3L \frac{U_0}{R}}{10R^2} = \frac{4L \frac{U_0}{R}}{5R^2}$$

Однаково $q_{10} = \frac{4L \frac{U_0}{R}}{5R^2}$

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

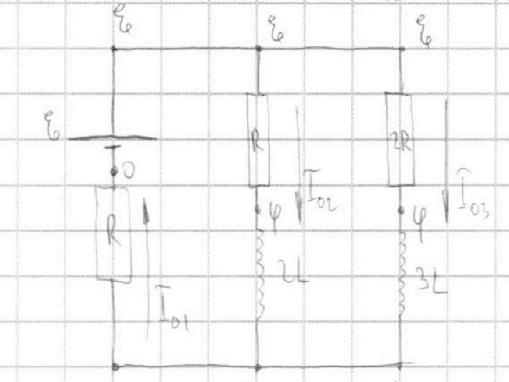


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №4.

0) Учтите соединение до замыкания катушек: $U_1=0$; $U_2=0$

Используем метод потенциалов



$$I = \frac{E}{R+L+2R}; \quad I_{01} = \frac{E-4}{R}; \quad I_{02} = \frac{E-4}{L}; \quad I_{03} = \frac{E-4}{2R}$$

$$\text{ЗСЗ: } I_0 = I_{01} + I_{02}$$

$$\frac{E}{R} = \frac{E-4}{R} + \frac{E-4}{L} \Rightarrow \frac{4}{L} = \frac{E-4}{R}$$

$$2\psi = 2E - 2\psi + E - 4$$

$$5\psi = 3E \Rightarrow \psi = \frac{3}{5}E$$

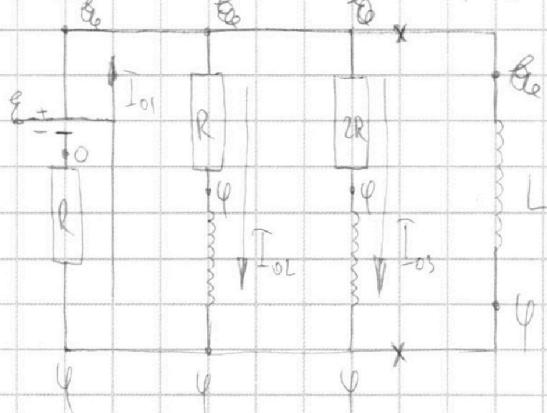
$$I_{02} = \frac{E-4}{L} = \frac{2E}{5L}$$

$$I_{01} = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{03} = \left(I_0 - I_{01} \right) = \frac{E-4}{2R} = \frac{E}{5R}$$

1) Сразу после размыкания катушка, учтите, что токи на катушках скажем

не меняются



$$I = \frac{E}{R+L+2R}; \quad I' = \frac{E-4}{L}; \quad \psi = I \cdot L \Rightarrow I' = \frac{\psi}{L} = \frac{3E}{5L}$$

$$E - 4 = L \cdot I' \Rightarrow I' = \frac{E-4}{L} = \frac{2E}{5L}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

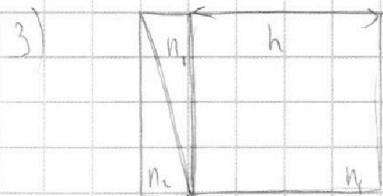
5

6

7

МФТИ

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



3) Из выше вышесказанного мы знаем, что:

a) призма n_1 поднимет И на $\delta = 16 \text{ см}$ а $n_1 \cdot L = 16 \text{ см}$

5) призма n_1 опускает И на $\delta = 9 \text{ см}$, а $n_1 \cdot L = 18 \text{ см}$

6) ППП сдвинет И вправо на $\alpha = h(1 - \frac{1}{n_1}) =$
 $= 9 \text{ см} \cdot \frac{4}{5} = 4 \text{ см}$

Итоговое смещение: $\sqrt{\delta^2 + (\alpha)^2} + h(1 - \frac{1}{n_1})^2 = 2\sqrt{5} \text{ см}$

Очевидно:
1) $0.08 \text{ рад} = n_1 \cdot L$
2) $an_1 \cdot L = 16 \text{ см}$
3) $\star 2\sqrt{5} \text{ см}$

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

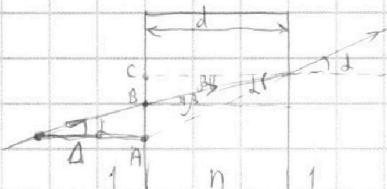


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №5.

0) Перед решением задачи докажем некоторые известные факты:

a) падение параллельного луча на ППЛ ширикой d и под. при. n (1-ый член)



$$\sin \beta = n \cdot \sin \beta_1, \text{ но углы малы} \rightarrow$$

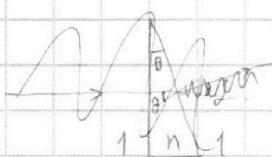
$$\beta = n \beta_1$$

$$AB = d \sin \beta \approx d \cdot \beta \rightarrow n \beta + \frac{d \beta}{n} = d \beta \quad | : \beta$$

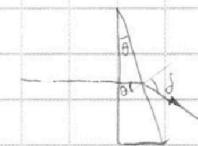
$$BC = d \tan \beta \approx d \cdot \beta = \frac{d \beta}{n}$$

$$AC = d \tan \beta \approx d \beta \quad \boxed{D = d \left(1 - \frac{1}{n}\right)} \text{ - сущность II.}$$

б) падение параллельного луча на пружину с малым узлом δ и под. при. n



$n \theta = j \rightarrow [j = n \theta] \text{ - угол отклонения, } \theta \text{ - угол падения}$
известно, что j не зависит от начального угла падения

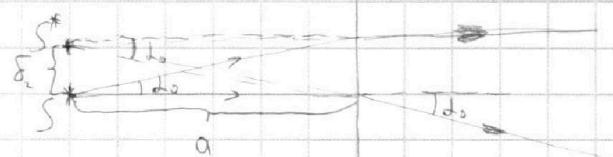
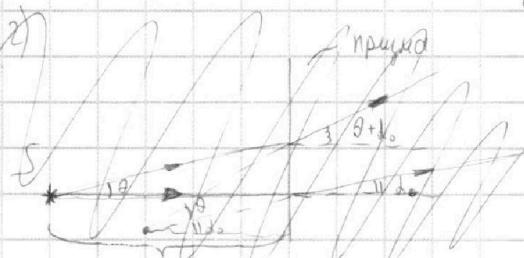


Решение:

1) Резкость падения на пружину \rightarrow угол отклонения $\theta_0 = n_2 \delta = \frac{1}{20} \cdot \frac{\pi}{5} = \frac{\pi}{100} \text{ rad} \approx 0.03 \text{ rad}$ (из $n_2 d$)

2) Резкий параллельный луч под углом θ_0 ,

он будет параллельно пружине, исключая глагол
- пружина L



$$\delta = a \tan \theta_0 \approx a n_2 \delta$$

$$\delta = a n_2 \delta = 200 \text{ см} \cdot 0.03 = 6 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

6

7

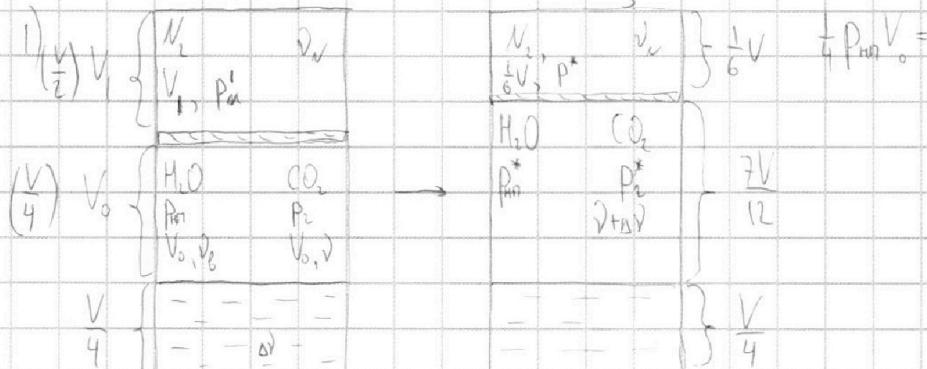
МФТИ

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

Задача №2

$$\frac{4T_0}{3} = 100^\circ\text{C}$$

ЧЕРНОВИК



a) $P_{1*} = P_0 = P_{ATH}$, т.е. $T = 100^\circ\text{C}$

$P_{ATH}V_0 = \frac{N_1}{6}RT_0$ ← Уравнение Менделеева-Капеллона
 $P_2V_0 = \frac{N_2}{6}RT_0$

$P_1'V_1 = \frac{N_1}{6}RT_0$, но з. Адьюнка: $P_1' = P_{ATH} + P_2$

$P_1'V_0 = (\frac{N_1}{6} + \frac{N_2}{6})RT_0$ → $\frac{V_0}{V_1} = \frac{P_1' + P_2}{P_1'} = \frac{3}{2}$

8) H_2O $V_1 = V_0 + \frac{1}{4}V \rightarrow V_0 = \frac{1}{4}V, V_1 = \frac{1}{2}V$

$k = \frac{V_1}{V_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{0.5V}{0.25V} = 2$

5) $P_1' = P_0$ $P_1' \cdot \frac{1}{2}V = \frac{N_1}{6}RT_0 \Rightarrow \frac{3P_1'}{P_1^*} = \frac{3}{4} \Rightarrow P_1^* = 4P_1'$
 $P_1^* \cdot \frac{1}{6}V = \frac{N_2}{6}RT_0$

$P_1^* = P_0 + P_2^*$

$\frac{1}{4}P_0V = \frac{3}{4}RT_0$
 $\frac{7}{12}P_1^*V = \frac{4}{3}(P_0 + P_2)VRT_0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

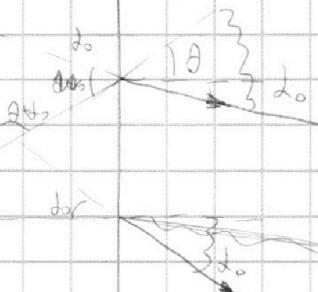
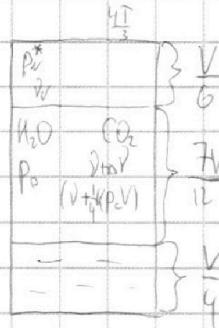
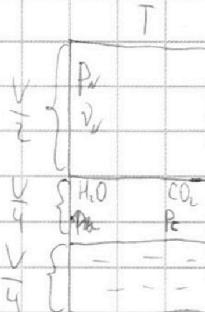
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$1) \frac{1}{2} P_N V = \partial RT$$
$$\frac{1}{6} P_N V = \frac{4}{3} \partial RT$$

$$\frac{1}{3} \frac{P_N^*}{P_N} = \frac{4}{3} \rightarrow P_N^* = 4P_N$$

$$\partial = \theta$$
$$T = \theta - 2\theta$$

$$2) P_N = P_0 + P_c$$
$$4P_N = P_0 + P_c^*$$

$$\frac{1}{4} P_c V = \partial RT \rightarrow \frac{7}{3} \frac{P_c^*}{P_c} = \frac{4}{3} \frac{\partial + \theta}{V}$$
$$\frac{7}{12} P_c^* V = \frac{4}{3} (\partial + \theta) RT$$
$$\frac{7}{4} P_c^* = \frac{2}{3} \frac{\partial + \theta}{V} k_p V$$

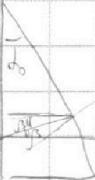
$$3) \frac{1}{4} P_N V = \partial RT$$

$$\frac{1}{4} P_c V = \partial RT$$

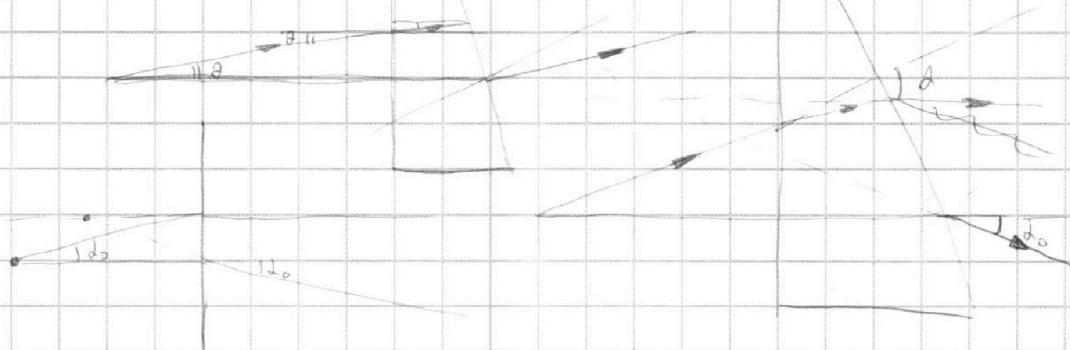
$$\frac{1}{2} P_N V = \partial RT$$

$$R = \frac{2k}{V_N}$$

$$\theta = n \beta^*$$



$$n \beta = \beta \rightarrow \beta^*$$



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

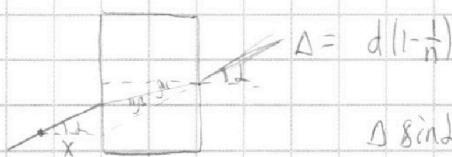
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

$n_3 = \beta$



$$n_3 = \beta \rightarrow \beta = \frac{L}{n}$$

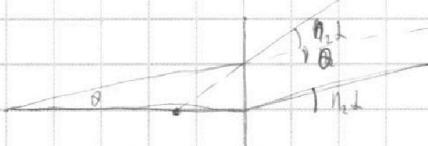


$$\Delta = d(1 - \frac{1}{n})$$

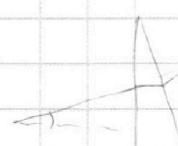
$$\Delta \sin \beta + d \cdot g \beta = d \cdot g \beta$$

$$L \frac{d\vec{I}_3}{dt} = I_1 \ddot{\theta} R + 2L \frac{d\vec{I}_1}{dt} \cdot \dot{\theta} t$$

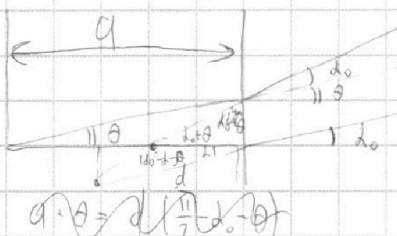
$$\Delta \dot{\theta} + d \beta = d \dot{\theta} \rightarrow \Delta = d \left(\frac{\dot{\theta} - \beta}{\dot{\theta}} \right) = d \left(1 - \frac{\beta}{\dot{\theta}} \right)$$



$$L \vec{I}_3 = I_1 \dot{\theta} R + 2L \vec{I}_1$$



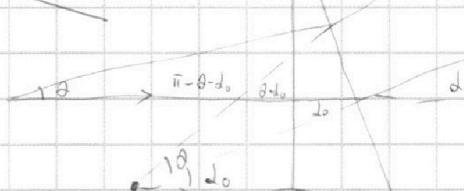
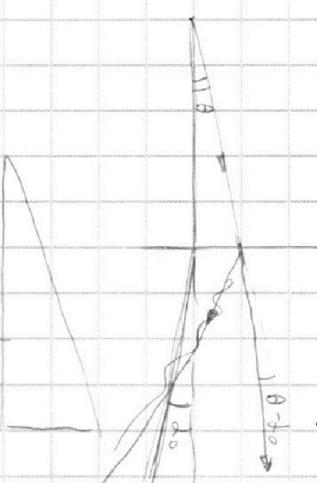
$$L \vec{I}_3 = q_1 R +$$



$$a \theta = d \dot{\theta} + d \dot{\theta}$$

$$d = \frac{a \theta}{d(\dot{\theta} + \dot{\theta})}$$

$$180^\circ - 180^\circ + \theta - 2$$



$$180^\circ - 180^\circ + \theta - 2$$

$$a \theta = d \dot{\theta} + d \dot{\theta}$$

