

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

Вариант 11-01

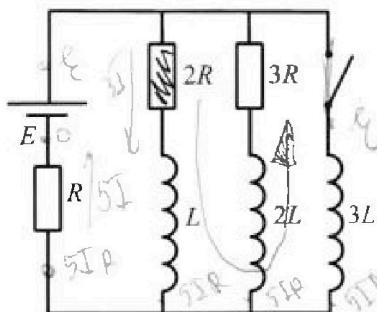
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

$$U = L \cdot I \\ I = -\frac{dU}{dt} = -L \frac{dI}{dt} = -L \frac{d^2I}{dt^2} \Rightarrow U = L \cdot I^2$$

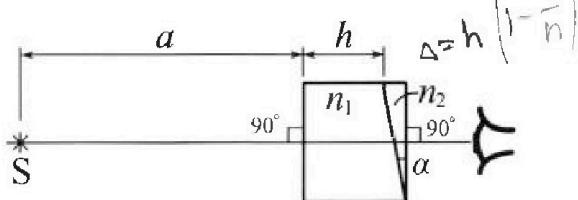
- 4.) Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ 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 $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностиам призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

Handwritten calculations for question 5:

- Top right: $\theta = 2 \cdot (n-1)$
- Middle left: Ray diagrams and calculations for $n_1 = 1,0$ and $n_2 = 1,7$. Shows angles of incidence and refraction, and the formula $\frac{n-1}{n_1} = \frac{5}{1,5} = \frac{5}{3} = \frac{1}{0,6} \Delta = h \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$.
- Middle right: Ray diagrams and calculations for $n_1 = 1,5$ and $n_2 = 1,7$. Shows angles of incidence and refraction, and the formula $\left(1 - \frac{1}{1,7}\right)^2 = \frac{1,7-1}{1,7} = \frac{1}{1,7} \sqrt{\frac{203}{6,02}} = \frac{0,7}{1,7} = \frac{7}{17} \sqrt{17,21}$.
- Bottom left: Ray diagrams and calculations for $n_1 = 1,0$ and $n_2 = 1,7$. Shows angles of incidence and refraction, and the formula $\frac{n-1}{n_1} = \frac{5}{1,5} = \frac{5}{3} = \frac{1}{0,6} \Delta = h \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$.
- Bottom right: Ray diagrams and calculations for $n_1 = 1,5$ and $n_2 = 1,7$. Shows angles of incidence and refraction, and the formula $\left(1 - \frac{1}{1,7}\right)^2 = \frac{1,7-1}{1,7} = \frac{1}{1,7} \sqrt{\frac{203}{6,02}} = \frac{0,7}{1,7} = \frac{7}{17} \sqrt{17,21}$.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

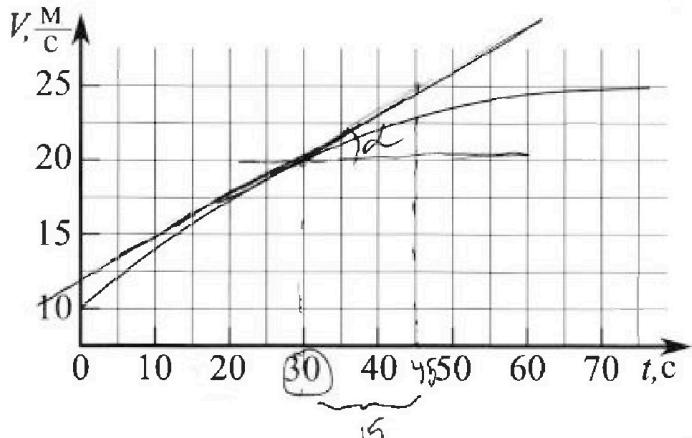
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

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

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



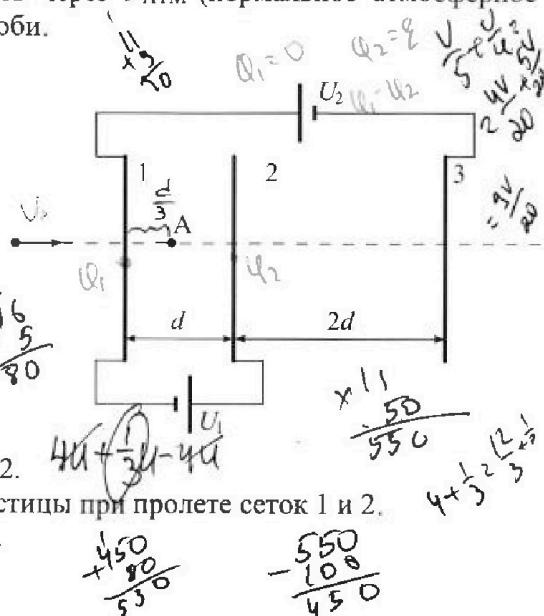
$$T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$$

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp_w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



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!

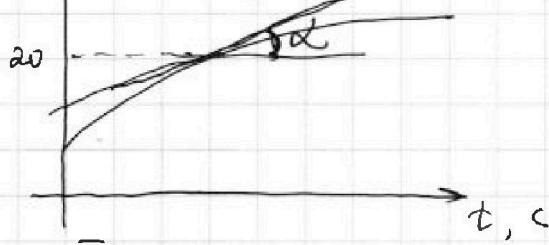
№ 1

1) $a = \frac{dV}{dt} = \dot{V} \Rightarrow a$ - тангенс угла наклона касательной

в точке, где $V = V_1 = 20 \frac{m}{s}$

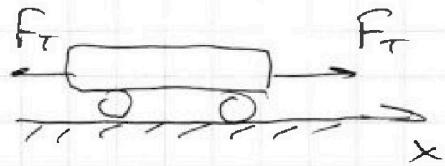
Из графика ~~найдем~~ $\tan \alpha = \frac{5 \frac{m}{s}}{15 \frac{m}{s}} = \frac{1}{3} \Rightarrow a_1 = \frac{1}{3} \frac{m}{s^2}$

из графика ~~найдем~~ касательная к точке $V_1 = 20 \frac{m}{s}$



II 3. Ньютон на Ox :

2) $ma_1 = F_T - F_c$ - при $V = V_1$



~~ак~~ $a_k = 0$ (в конце скорость

усташовилась) $\Rightarrow F_T = F_c = F_k \Rightarrow k \cdot V_k = F_k$

По графику $V_k = 25 \frac{m}{s} \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k}$

$ma_1 = F_{T1} - kV_1 \Rightarrow F_{T1} = ma_1 + kV_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k}$

$$\Rightarrow F_{T1} = 1800 \cdot \frac{1}{3} + 500 \cdot \frac{20}{25} = 1000 \text{ Н}$$

3) $N_1 = F_{T1} \cdot V_1 = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ Н} = P_1$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{1}{3} \frac{m}{s^2}$

2) $F_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k} = 1000 \text{ Н}$

3) ~~П~~ $P_1 = F_1 \cdot V_1 = 20000 \text{ Н}$

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 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 (продолжение):

$$\frac{V}{2} = \frac{5p_0 V}{16 RT}$$

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

$$\text{Итак: } \frac{25}{8} p_0 = \frac{20 RT}{11 V} \cdot \left(\frac{\text{Ратм} \cdot 11 V}{20 RT} + \frac{5 p_0 V}{16 RT} - \frac{k p_0 V}{4} \right)$$

$$\frac{25}{8} p_0 = \text{Ратм} + \frac{20 RT}{11} \cdot \frac{5 p_0}{16 RT} - \frac{20 RT}{11} \cdot \frac{k p_0}{4}$$

$$\frac{25}{8} p_0 = \text{Ратм} + \frac{100}{16 \cdot 11} p_0 - \frac{5 RT \cdot k}{11} p_0$$

$$\left(\frac{25}{8} - \frac{100}{16 \cdot 11} + \frac{5 \cdot RT \cdot k}{11} \right) p_0 = \text{Ратм} \quad \checkmark$$

$$\left(\frac{25 \cdot 2 \cdot 11 - 100 + 5 \cdot 16 \cdot RT \cdot k}{16 \cdot 11} \right) p_0 = \text{Ратм}$$

$$\frac{550 - 100 + 80 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 11} p_0 = \text{Ратм}$$

$$\frac{530}{16 \cdot 11} p_0 = \text{Ратм} \Rightarrow \cancel{p_0} = p_0 = \frac{16 \cdot 11}{530} \text{ Ратм} =$$

$$= \frac{8 \cdot 11}{265} = \frac{88}{265} \text{ Ратм}$$

Ошибки: 1) $\frac{V}{V_2} = 2$

2) $p_0 = \frac{\text{Ратм}}{\left(\frac{25}{8} - \frac{100}{16 \cdot 11} + \frac{5 \cdot RT \cdot k}{11} \right)} = \frac{88}{265} \text{ Ратм}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



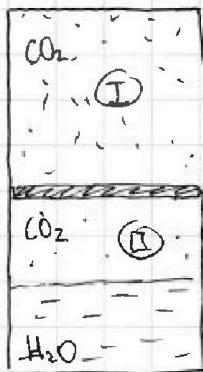
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

№2

1)

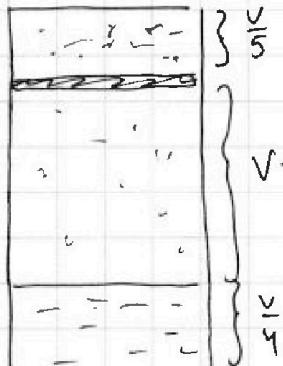


Поршень легкий \Rightarrow давление сверху равно давлению снизу

$$\textcircled{I} \quad P_0 \cdot \frac{V}{2} = V R T_0 \quad \textcircled{II} \quad P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 R T_0$$

$$\Rightarrow V = \frac{P_0 V}{2 R T_0} = \frac{P_0 V \cdot 5}{2 R \cdot 4 T} = \frac{5 P_0 V}{8 R T}$$

2)



$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11}{20} V$$

$$\textcircled{I} \quad P \cdot \frac{V}{5} = V R \cdot T$$

$$\text{также: } P_0 \cdot \frac{V}{2} = V R T_0 = V R \cdot \frac{4}{5} T$$

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{25}{8} \Rightarrow P = \frac{25}{8} P_0$$

$$\textcircled{II} \quad P = P_{\text{н.п.}} + P_r$$

$$\frac{25}{8} P_0 = \frac{P_{\text{н.п.}} R T}{\frac{11}{20} V} + \frac{(V - V_{\text{н.п.}}) R T}{\frac{11}{20} V}$$

$$\frac{25}{8} P_0 = \frac{20 \cdot R \cdot T}{\frac{11}{20} V} (V_{\text{н.п.}} + \frac{V}{2} - V_{\text{н.п.}})$$

$$P_{\text{атм.}} \cdot \frac{11}{20} V = V_{\text{н.п.}} R T \Rightarrow V_{\text{н.п.}} = \frac{P_{\text{атм.}} \cdot 11 V}{20 R T}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

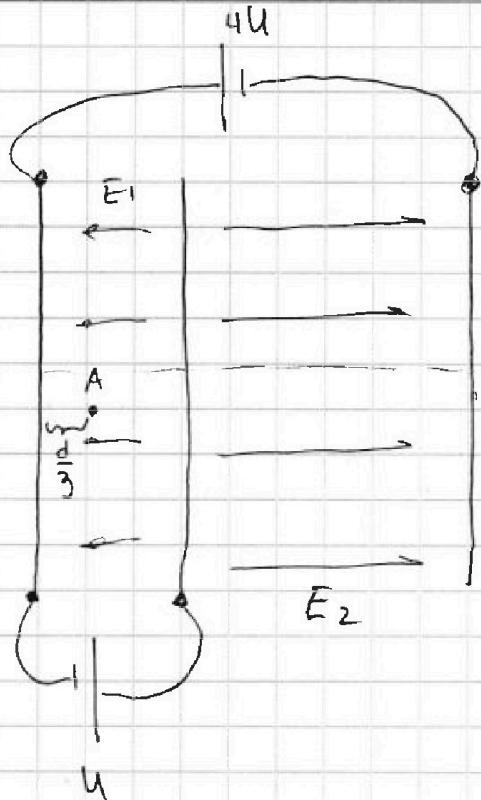
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



№ 3

1) Рассмотрим движение в первом
поле вправо

$$U = E_1 \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$$

$$5U = E_2 \cdot d \Rightarrow E_2 = \frac{5U}{d}$$

$$m a_{12} = F_x \quad (\text{II з. Ньютона})$$

$$m a_{12} = q \cdot E_1 = \frac{qU}{d} \Rightarrow \\ \Rightarrow a_{12} = \frac{qU}{dm}$$

2) Th. об изменении кинетической энергии:

$$K_2 - K_1 = \Sigma A = q(V_1 - V_2) = -qU \Rightarrow K_1 - K_2 = qU$$

3) Th. об изменении кинетической энергии:

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q(V_A - 4U)$$

$$V_A - 4U = E_1 \cdot \frac{d}{3} = \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = \frac{1}{3}U \Rightarrow V_A = \frac{13}{3}U$$

$$mV_A^2 + mV_0^2 = 2q\left(\frac{13}{3}U - 4U\right) = 2q \cdot \frac{1}{3}U =$$

$$\Rightarrow mV_A^2 = mV_0^2 + \frac{2}{3}qU \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2qU}{3m}}$$

$$\text{Ответ: 1)} a = \frac{qU}{dm}; 2) K_1 - K_2 = qU; 3) V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2qU}{3m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

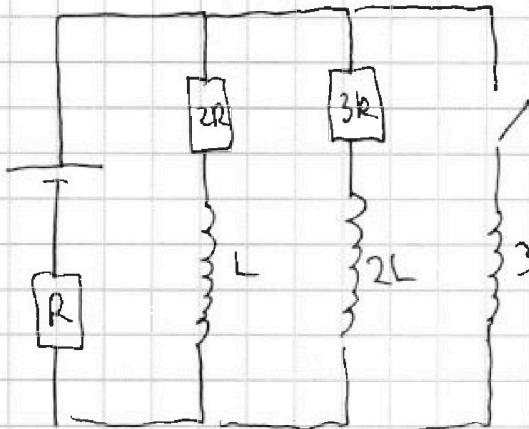


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

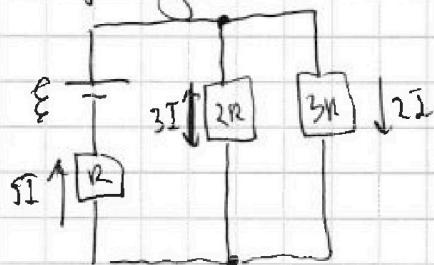
МФТИ

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

№4



1) В уст. решиме катушки
ведут себя как идеальный
проводник \Rightarrow



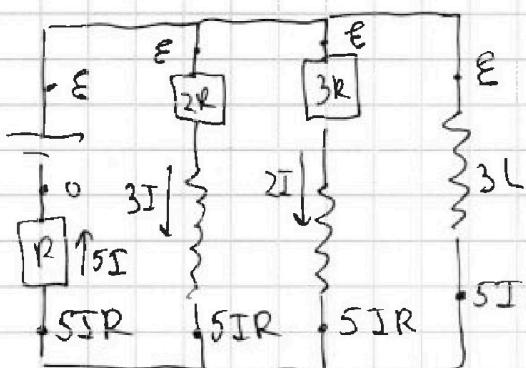
Пусть I через $2R$ равен $3I$, тогда через $3R$ равен $2I$
(напряжение равно: $3I \cdot 2R = 3R \cdot I_3 \Rightarrow I_3 = 2I$)

Общий ток: $5I$: $E = 5I \cdot R_{\text{общ}}$

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6R^2}{5R} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = 5I \cdot \frac{11}{5}R \Rightarrow I = \frac{E}{11R} \Rightarrow 3I = I_{10} = \boxed{\frac{3E}{11R}}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток через
катушки не изменится:



Рассставим потенциалы φ
чтобы пользоваться законом
Ома

$$U_{3L} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E - 5IR = 3L \cdot I'_{3L}$$

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

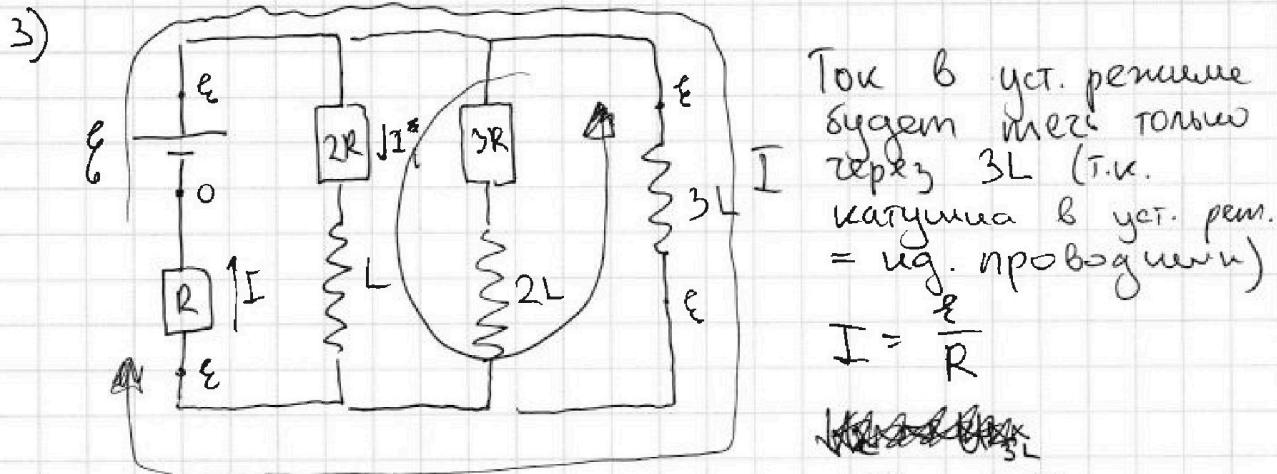
МФТИ.

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

№4 (продолжение)

$$\mathcal{E} - 5 \cdot \frac{\mathcal{E}}{11R} \cdot R = 3L \cdot I'_{3L}$$

$$\frac{6}{11} \mathcal{E} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow I'_{3L} = \frac{6 \mathcal{E}}{11 \cdot 3L} = \boxed{\frac{2 \mathcal{E}}{11 \cdot L}}$$



~~3. Кирхгоф: $\oint -L \cdot \frac{dI_L}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2RI_L$~~

$$+ 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2RI_L + L \cdot \frac{dI_L}{dt} \quad | dt$$

$$+ 3L \cdot dI_{3L} = 2R(I_L \cdot dt) + L \cdot dI_L$$

$$- 3L \cdot dI_{3L} = 2Rq_{2R} + L \cdot dI_L$$

Простиммируем:

$$+ 3L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) = 2R \cdot q_{2R} + L \left(0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right)$$

$$+ \frac{3\mathcal{E}L}{R} = 2R \cdot q_{2R} \neq \frac{3\mathcal{E}L}{11R}$$

$$2R \cdot q_{2R} = \frac{3\mathcal{E}L}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = \frac{33\mathcal{E}L}{11R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = \frac{36\mathcal{E}L}{11R}$$

$$q_{2R} = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$$

Омбем: 1) $I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$; 2) $I'_{2L} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$; 3) $q = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

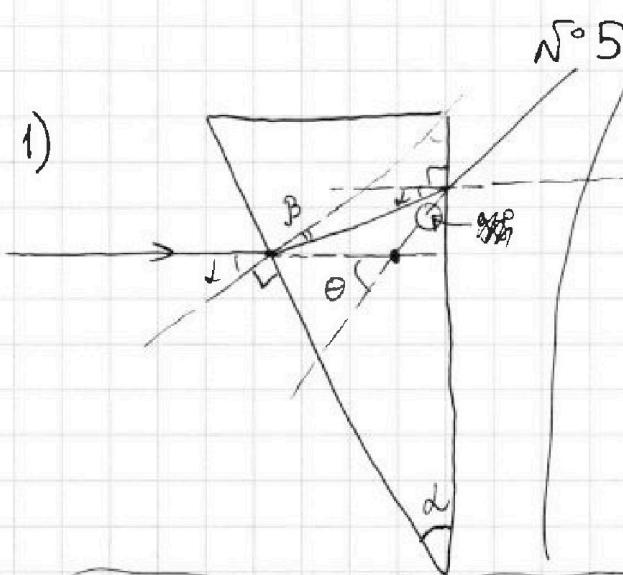
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

1)



N° 5

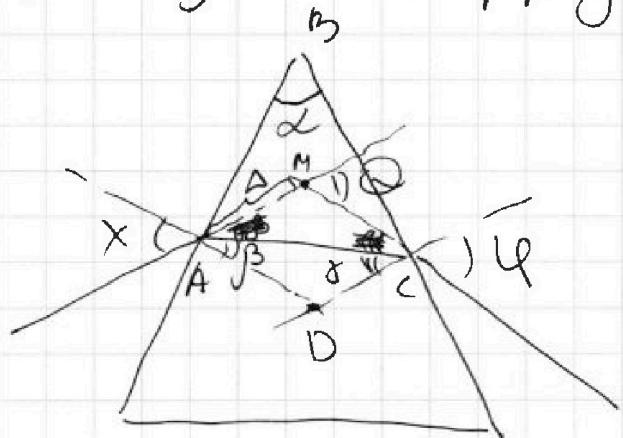
θ - угол отклонения

$$\theta = \alpha \cdot (n-1)$$

(т.к. у плоскопараллельной
пластины $n=1$ она никак
не влияет на θ)

$$\theta = 0,1 \cdot (1,7-1) = 0,07 \text{ rad}$$

Доказательство формулы: $\theta = \alpha \cdot (n-1)$



При малых углах заслон
свертываются:

$$\alpha = n \cdot \beta$$

$$\gamma = n \cdot \delta \Rightarrow x + \varphi = n(\beta + \delta)$$

$$\text{Из } ABCD: \alpha + \angle D = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha + (180^\circ - (\beta + \delta)) = 180^\circ \Rightarrow \beta + \delta = \alpha$$

$$\theta \text{ (как внешний угол } \triangle ACM: \theta = \angle MAC + \angle MCA = \\ = x - \beta + \varphi - \delta = x + \varphi - (\beta + \delta) = n \cdot \alpha - \alpha = \alpha(n-1)$$

Задача?

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

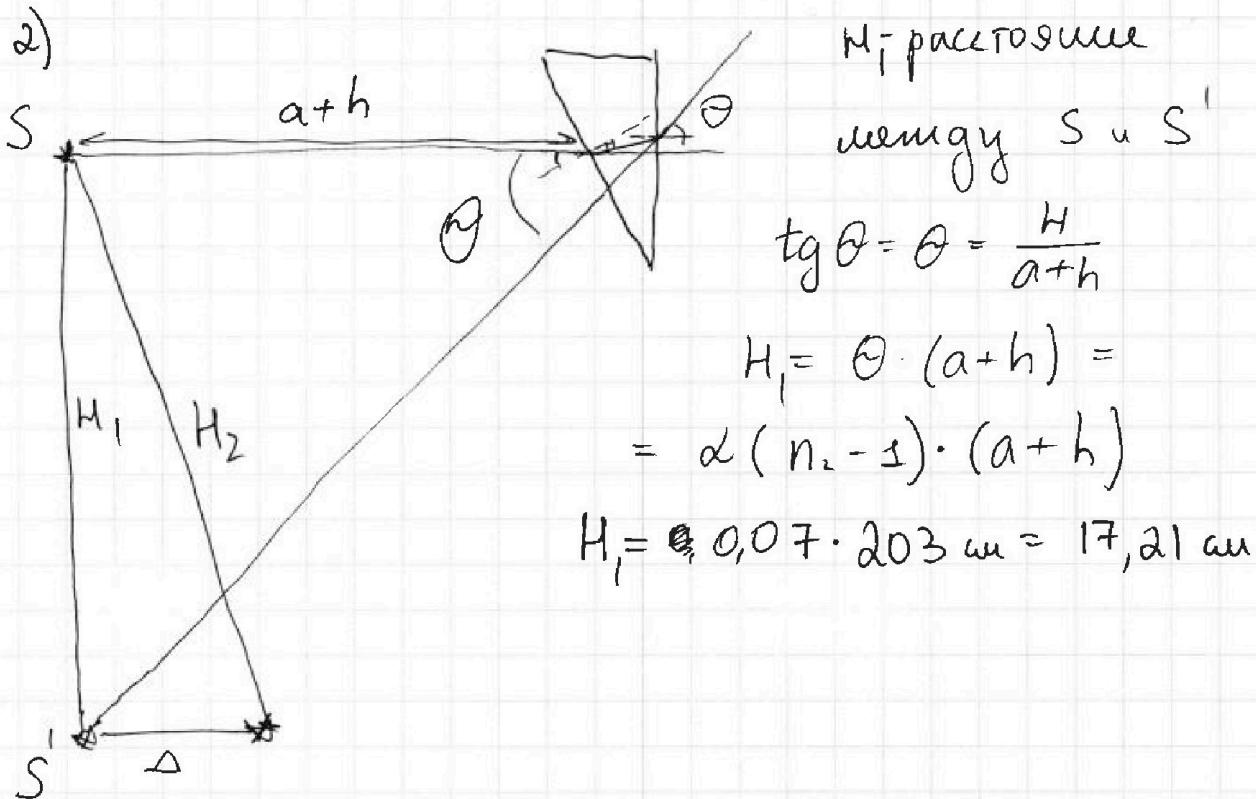


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

№5 (продолжение)



3) Система: плоскопараллельная пластина + призма:

Плоскопараллельная пластина смещает на

$$\Delta = h \cdot \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = \cancel{0} \approx \cancel{3} \text{ см}$$

Призма смещает на $H = \alpha (n_2 - 1) \cdot (a + h)$

$$H_2 = \sqrt{\Delta^2 + H_1^2} = \sqrt{3^2 + 17,21^2} \approx \cancel{17,21} \sqrt{298} \text{ см}$$

Объем: 1) $\theta = \alpha (n_2 - 1) \approx 0,07 \text{ rad}$

2) $H = \alpha (n_2 - 1) \cdot (a + h) \approx 17,21 \text{ см}$

3) $\sqrt{h^2 \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 + \alpha^2 (n_2 - 1)^2 (a + h)^2} \approx \sqrt{298} \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

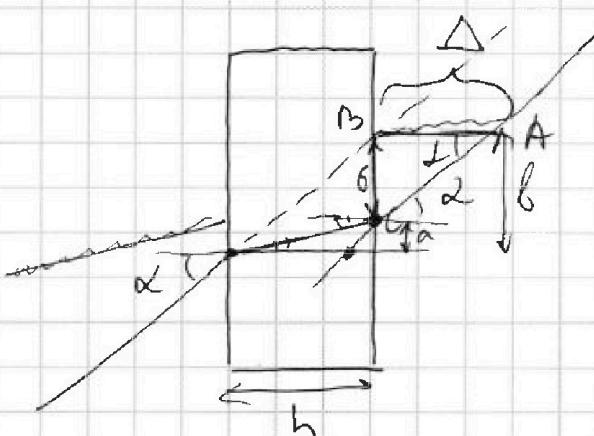
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

№5 (продолжение)



Доказательство

$$\text{формулы } \Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\tan \alpha = \alpha = \frac{b}{h}$$

$$\tan \beta = \beta = \frac{a}{h}$$

~~$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot n \Rightarrow$$~~

$$\Rightarrow \alpha = \beta \cdot n \Rightarrow \beta = \frac{1}{n} \alpha$$

$$b = b - a = \alpha h - a h = \alpha h - \beta h = \cancel{\alpha h}$$

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

$$\text{В } \triangle ABC: \tan \alpha = \frac{b}{\Delta} = \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\alpha \cdot h \left(1 - \frac{1}{n}\right)}{\Delta} \Rightarrow \Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Ч.т.д.

?

доказательство формулы, использовавшие
в решении задачи №5



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

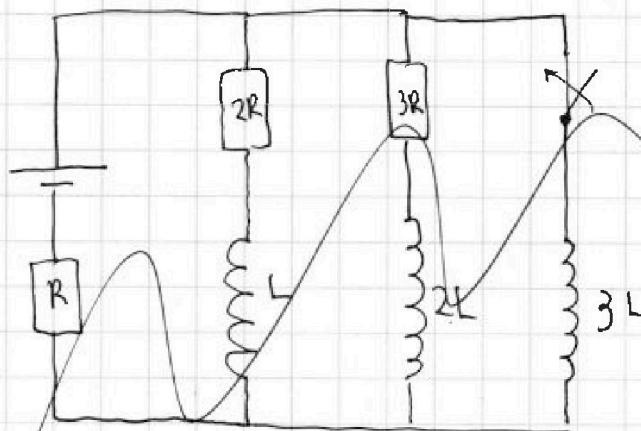
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

№ 4



1) В уст. резистор при разомкнутой ключе катушка ведет себя как идеальный проводник \Rightarrow в уст. решении весь ток потечет через резистор R и катушку $3L$.
 $\Rightarrow I_{2R} = 0 = I_{10}$

2)

$$-L I'_1 + 3L I'_3 = \Sigma V \cdot 2R$$

$$\begin{aligned} & \text{---} \\ & \begin{aligned} & \sqrt[2]{18} \\ & -\sqrt[2]{16} \end{aligned} \end{aligned}$$



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.

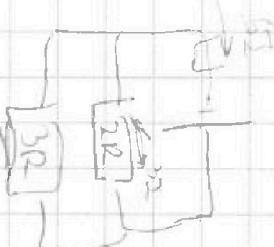
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V - \left(\frac{V}{5} + \frac{V}{4} \right) = V - \frac{4V + 5V}{20} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11}{20}V$$

$$\begin{aligned}
 & -L \cdot \bar{J}_L + 3L \cdot \bar{J}_3 = 2R \cdot q_R \\
 & -L \left(0 - 3\bar{I} \right) + 3L \left(\frac{q}{R} - 0 \right) = 2Rq_R \\
 & 3\bar{I}L + 3L \frac{q}{R} = 2Rq_R \\
 & 2Rq_R = 3 \cdot \frac{q}{R} L + 3L \cdot \frac{q}{R} \\
 & q_R = \frac{3qL}{11R} + \frac{3Lq}{R}
 \end{aligned}$$



$$R + \frac{QR \cdot 3R}{QR + 3R} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$$

$$Q = \frac{36E_L + 33E_L}{11R} = \frac{36E_L}{11R}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 6 \\ \hline 18 \end{array}$$

$$\frac{63}{1134} = \frac{2}{33}$$

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!

5°2

$$\Delta V = k p \omega = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} p V$$

$$\Delta J = \cancel{k} \cdot \frac{V}{4} P$$

const

$$p_0 \frac{V}{2} = VRT_0$$

$$p \frac{V}{5} = V R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$P \cdot V_x = J R T_x$$

$$\frac{370}{\cancel{15}} \frac{V}{T}$$

$$\frac{370}{\cancel{15}} \frac{V^2}{265}$$

$$P = P_{\text{н.р.}} + P_0$$
$$P = \frac{J_{\text{н.р.}} R T}{\frac{4}{5} V} + \frac{(J - \Delta J) R T}{\frac{4}{5} V} = (V_{\text{н.р.}} + \frac{J - \Delta J}{2}) \cdot \frac{R T}{\frac{4}{5} V}$$

$$\Delta J = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} p_0 V$$

$$P_{\text{н.р.}} \cdot \frac{4}{5} V = V_{\text{н.р.}} R T$$



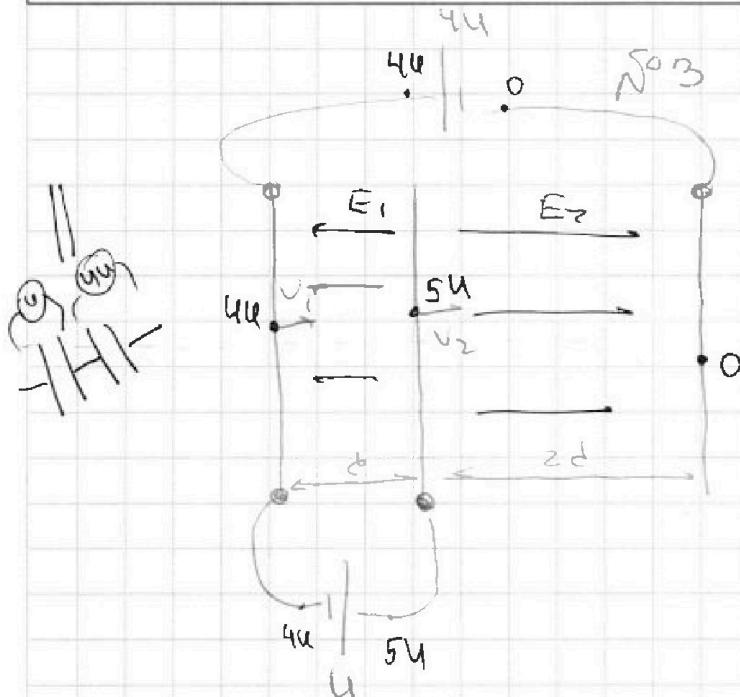
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

МФТИ

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



$$F = qE$$

$$u = E_1 d \Rightarrow E_1 = \frac{u}{d}$$

$$5u = E_2 d \Rightarrow E_2 = \frac{5u}{d}$$

$$u_i = E_{t_i} d_i$$

$$1) ma = F_k =$$

$$ma = q \cdot E_1 = \frac{qU}{d}$$

$$a = \frac{q u}{dm}$$

$$A = g(\psi_1 - \psi_2)$$

$$2) \quad K_1 - K_2 = ?$$

The other will, however,

$$K_1 = \frac{m V_1^2}{2} \quad K_2 - K_1 = \frac{m V_2^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2} = q \cdot (4u - 5u) =$$

$$K_2 = \frac{mv_i^2}{2} \Rightarrow K_1 - K_2 = qU$$

1

3) Th 0f mu. inc. flgmen \$ 07 8 4

$$\frac{mV_i^2}{2} - \frac{mV_o^2}{2} = A_{oi}$$

$$d \left(\frac{m V_A^2}{2} - \frac{m V_i^2}{2} \right) = A_{IA}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{OA} = q \cdot (0 - \Phi_A)$$

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!

Без винта

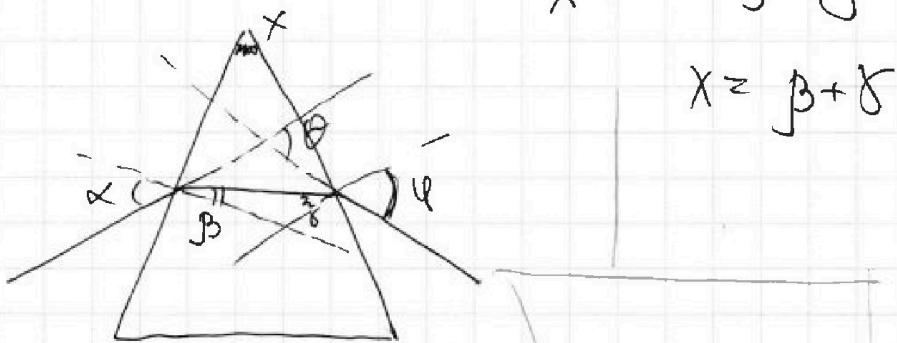
$$U_A - 4U = E_1 \cdot \frac{d}{3}$$

$$U_A = 4U + \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = 4U + \frac{U}{3} = \frac{12U}{3} + \frac{U}{3} = \frac{13U}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q \cdot \left(0 - \frac{13U}{3}\right)$$

$$x + 180 - \beta - \gamma = 180^\circ$$

$$x = \beta + \gamma$$



$$\alpha = n \cdot \beta$$

$$\varphi = n \cdot \gamma$$

$$\theta = \alpha - \beta + \varphi + \gamma = \alpha + \varphi - (\beta + \gamma)$$



$$\theta = n(\beta + \gamma) - x$$

$$\theta = n \cdot x - x$$

$$\theta = n(\alpha + \varphi)(1 - h)$$

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"/> |

МФТИ



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

$$a_1 = \frac{\frac{N}{V_1} - kv_1}{m} = \frac{\frac{12500}{20} - 20 \cdot 20}{1800} = 625 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{100}{100} \cdot \frac{4}{4} = 100 \cdot 4 = 400$$

$$\frac{1600}{1400}$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ - 125 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ | 625 \\ - 625 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 400 \\ - 400 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{225}{1800} = \frac{45}{360} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8}$$

$$\boxed{\frac{1}{8} \frac{m}{c^2}}$$

$$\frac{1800}{1800} \quad 3 \cdot 6 =$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ - 200 \\ \hline 25 \end{array} \quad \begin{array}{r} 45 \\ - 36 \\ \hline 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 360 \\ - 360 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{112}{105}$$

$$7 \cdot 9 = 63$$

$$8 \cdot 9 = 72$$

$$2) F_1 = \frac{N}{V_1} = \frac{12500}{20} = 625 \text{ Н}$$

$$3) N = 12500 \text{ Н}$$



$$\begin{array}{l} \uparrow \\ \leftarrow \quad \rightarrow \\ \text{---} \end{array} \quad a = V^2 \quad N = F \cdot V$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

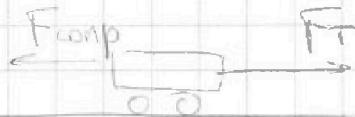


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

$$F_k = 500 \text{ Н}$$



$$F_{\text{comp}} = kV$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$ma = F_T - F_{\text{comp}}$$

$$ma = F_T - kV \Rightarrow a = \frac{F_T - kV}{m}$$

$$P = \frac{A}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = FV$$

$$P = \frac{F}{V} \Rightarrow F = NV$$

$$F_T = F_{\text{comp}}$$

$$500 \text{ Н} = k \cdot V_k \Rightarrow k = \frac{500 \text{ Н}}{V_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25} = 20$$

$$k = 20$$

$$F_T = N \cdot V$$

$$N - \text{ток машины} \quad N = \frac{A}{\Delta t}$$

$$ma_1 = N \cdot V_1 - kV_1$$

$$N \cdot V_k = 500 \text{ Н} = F_k$$

$$N = \frac{F_k}{V_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25} = 20$$

$$a_1 = \frac{NV_1 - kV_1}{m} = \frac{20 \cdot 20 - 20 \cdot 20}{m}$$

$$a = \frac{F_T - kV}{m}$$

$$F_{T_1} = ? \quad F_{T_1} = N \cdot V_1$$

$$a = \frac{V_1 (N - k)}{m}$$

$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{25}{12500}$$

$$ma = F_T - F_{\text{comp}}$$

$$m \frac{dV}{dt} = NV - kV$$

$$F_T = F_C = 500 \text{ Н} = F_k$$

$$\cancel{N} = F_k \Rightarrow \boxed{N = F_k \cdot V_k} = 12500$$

$$a_1 = \frac{F_{T_1} - kV_1}{m_1} = \frac{N - kV_1}{m_1} =$$

$$kV_k = F_k \Rightarrow \boxed{k = \frac{F_k}{V_k}} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{с}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

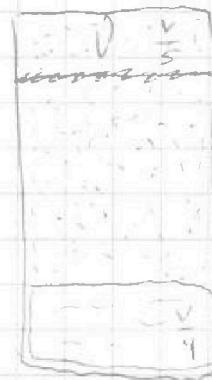
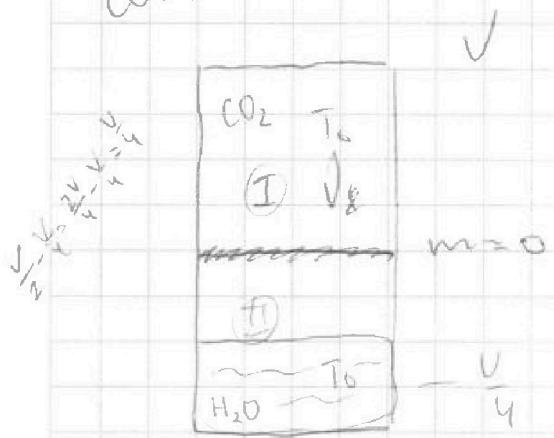
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

$\text{CO}_2 \quad v = 5$

$\text{N}^{\circ} 2$



$$P = P_f + P_n$$

$$\Delta V = k p \cdot w$$

ΔV - количество растворенного газа

p - давление газа в этот момент

w - объем жидкости, $w = \frac{v}{4}$

1) Вычислить:

$$\textcircled{1}: p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_0 R T_0$$

$$\textcircled{4}: p_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 R T_0$$

$$\frac{4}{2} = \frac{V}{V_2} \Rightarrow \frac{V}{V_2} = 2 \Rightarrow V_2 = \frac{1}{2} V \Rightarrow \frac{V}{V_2} = \frac{V}{\frac{1}{2} V} = 2 \quad \textcircled{2}$$

2) В randomized notation:



$$p_i \cdot V_i = V_i R T_i$$

$$\left. \begin{array}{l} \{ \frac{3}{4} V - V_i \\ p_i (\frac{3}{4} V - V_i) = V_i R T_i \end{array} \right.$$

$$p_i R T_i \xrightarrow{\cancel{p_i R T_i}} \cancel{\frac{3}{4} V - V_i}$$

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!

$$2pV = \cancel{2} \cdot pV$$

$$pV = \cancel{V}RT$$

$$\Delta V = k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Delta V_2 = \frac{kV}{4} \cdot p = \frac{k}{4} pV^2$$

~~1~~

$$\Delta(pV) \rightarrow \Delta(VRT)$$

$$p_{\Delta}V + V_{\Delta}p = \cancel{V}R_{\Delta}T + \Delta VRT$$

"

$$\frac{kV}{4} p$$

$$p_{\Delta}V + V_{\Delta}p = \cancel{V}R_{\Delta}T + kVp$$

$$p_0 \frac{V}{2} \rightarrow VRT_0$$

$$p \cdot \frac{V}{5} = \cancel{V}R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{p_0}{p} \cdot \frac{5}{2} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{p_0}{p} = \frac{8}{25} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$$

$$\begin{cases} p_0 = p_0 \\ p_k = \frac{25}{8} p_0 \end{cases}$$

$$\textcircled{1}: \cancel{p_0} \ p_0 \cdot \frac{V}{4} = \cancel{V}RT_0$$
$$\frac{25}{8} p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Delta V = k \cdot p \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} pV = \frac{k}{4} VRT$$

$$V_{\text{нен}} = \frac{k}{4} VR \sum T$$

$$pV = (\cancel{V} - \Delta V) RT$$

$$pV = VRT - \Delta VRT$$

$$pV = VRT - \frac{k}{4} pV \cdot RT$$

$$pV \left(1 + \frac{kRT}{4}\right) = VRT$$