



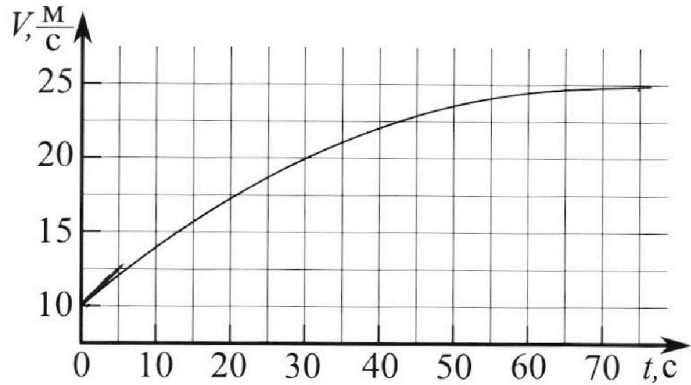
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

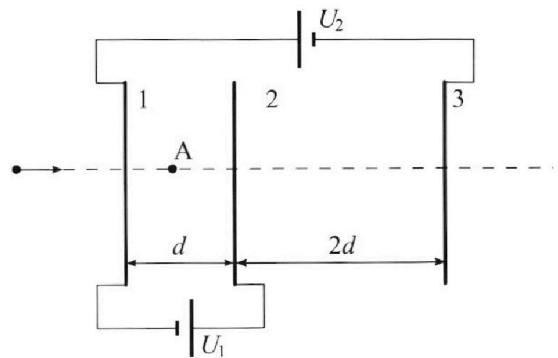
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 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

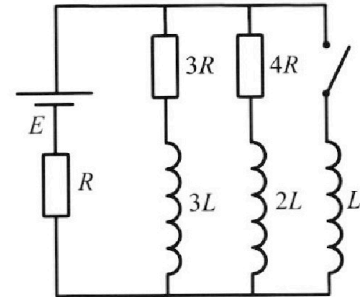
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



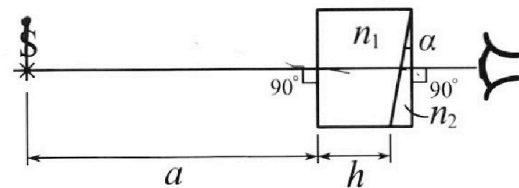
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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 $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



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

1 2 3 4 5 6 7

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

№1

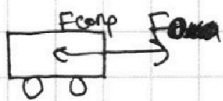
1) В магазине график кепки немного изгибается вниз и пересекает прямую $t=5$ в точке туго кепки $(5; 12,5) \Rightarrow$ касательная в точке $(0; 10)$ пересекает $t=5$ в точке $12,5$ (примерно).

Тогда $a_0 = \operatorname{tg} \alpha$, где α - угол макс. кав.

$$a_0 = \frac{12,5 - 10}{5 - 0} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $a_0 = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) ИЗН в магазине:



$$F_0 - F_{\text{срп}} = m a_0$$

$$F_{\text{срп}} = k v_0$$

ИЗН в конке:

Видно, что $a_{\text{кон}} = 0$

Тогда $F_k = F_{\text{срп}} = k v_k$

$$k = \frac{F_k}{v_k}$$

Т.о., $F_0 = m a_0 + k v_0$

$$F_0 = m a_0 + F_k \frac{v_0}{v_k} = 1500 \cdot 0,5 + 600 \cdot \frac{10}{25} = 750 + 240 = 990 \text{ Н}$$

Ответ: 990 Н

3) Рассмотрим момент Δt в нач. гвент. На кеп $v = \text{const}$

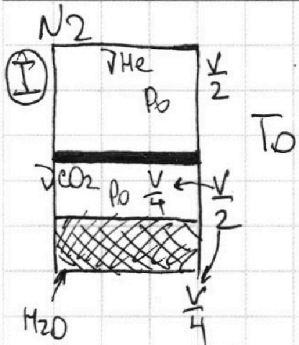
$$A = P_0 \Delta t \quad \Rightarrow \quad P_0 = F_0 v_0 = 990 \cdot 10 = 9900 \text{ Вт}$$

$$A = F_0 \cdot v_0 \cdot \Delta t$$

Ответ: 9900 Вт

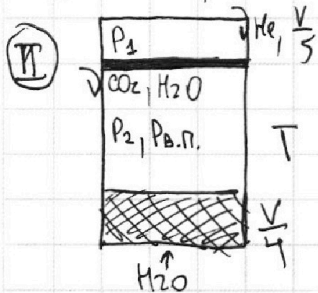
- 1 2 3 4 5 6 7

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



УСЛГ I: $\Delta V = k P_0 \frac{V}{4}$

$$\begin{cases} P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0 \\ P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2 \quad \boxed{\text{Ответ: 1) 2}}$$



УСЛГ II:

$$\begin{cases} P_1 \frac{V}{5} = \nu_{He} R T \\ P_2 \cdot (V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5}) = \nu_{CO_2 + H_2O} R T \\ P_1 = P_2 + P_{в.п.} \\ \Delta V = k P_0 \frac{V}{4} \end{cases}$$

$P_{в.п.}$ - давление
водяных паров.

Заметим, что $T = 373 K = 100^\circ C \Rightarrow P_{в.п.} = P_{атм} = 2 P_0$

из УСЛГ I получаем: $\nu_{CO_2} = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$; $\nu_{He} = 2 \nu_{CO_2}$

$k = 0,5 \cdot 10^{-3}$
 $R T = 3 \cdot 10^3$

Подставим в II и решаем:

$$\begin{cases} P_1 \frac{V}{5} = 2 \nu_{CO_2} R T \\ P_2 \cdot \frac{11}{20} V = \nu_{CO_2} R T \\ P_1 = P_2 + 2 P_0 \end{cases}$$

~~$(P_2 + 2P_0) \frac{V}{5} = \frac{P_0 V T}{2 T_0}$~~
 ~~$\frac{11}{20} P_2 V = \frac{P_0 V T}{4 T_0}$~~
 ~~$P_2 = \frac{20 P_0 T}{11 T_0} = \frac{5 P_0 T}{11 T_0}$~~

$(P_2 + 2P_0) \frac{V}{5} = \frac{P_0 V T}{2 T_0}$ (крат=15)
 $\frac{11}{20} P_2 V = \frac{P_0 V T}{4 T_0} + \frac{k P_0 V R T}{4}$
 $\downarrow \frac{T}{T_0} = x$

~~Решение: $\frac{5 P_0 T}{11 T_0} + 2 P_0 = \frac{P_0 T}{2 T_0}$~~
 ~~$\frac{5 P_0 x}{11} + 2 P_0 = \frac{P_0 x}{2}$~~

$$\begin{cases} P_2 + 2 P_0 = \frac{5 P_0 x}{2} \\ P_2 = 5 P_0 x + \frac{30 P_0}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_2 = \frac{5 P_0 x}{2} - 2 P_0 \\ \frac{55 P_0 x}{2} - 22 P_0 = 5 P_0 x + \frac{30 P_0}{4} \end{cases}$$

$$\frac{55}{2} x - 22 = 5x + \frac{15}{2}$$

$$\frac{45}{2} x = \frac{59}{2} \Rightarrow x = \frac{59}{45}$$

Ответ: $\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$

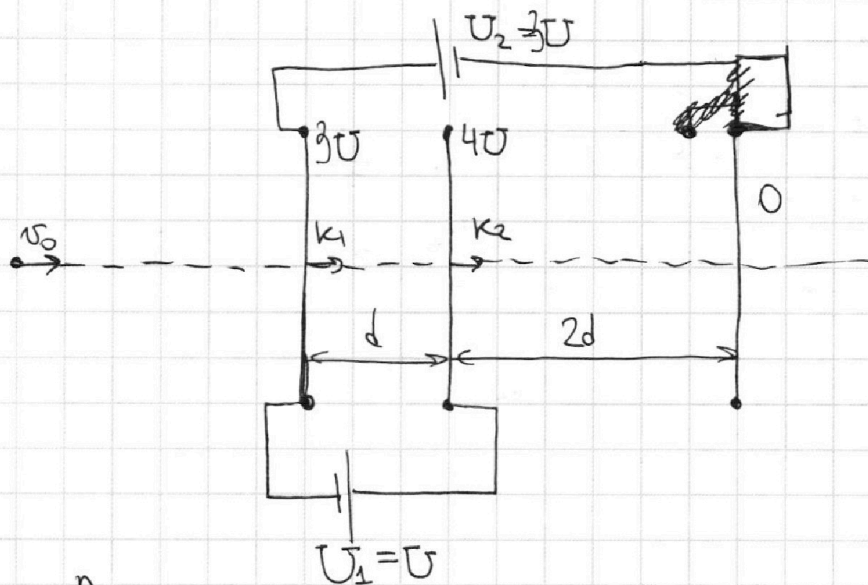
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) $a = \frac{A}{md}$, где A — работа по перемещению заряда от $3U$ в U .

т.о. $a = \frac{qU}{md}$ ← Ответ

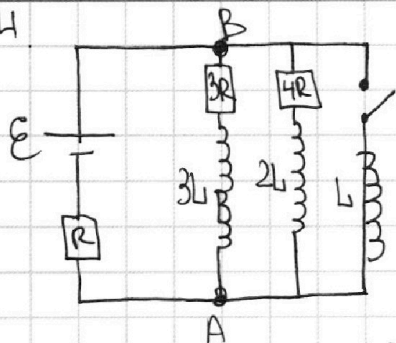
2) ЗСЭ: $K_1 = K_2 + A \Rightarrow K_1 - K_2 = A = qU$ ← Ответ

3) $\begin{cases} \frac{at^2}{2} = \frac{d}{q} \\ v = at \end{cases} \Rightarrow \text{Ответ: } v =$

1 2 3 4 5 6 7

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

М4



1) В уст. regime $U_{3L} = U_{2L} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow R^* = \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R} + R = \frac{19}{7} R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{\epsilon}{\frac{19}{7} R} = \frac{7\epsilon}{19R} \Rightarrow U_{3R} = U_{4R}, \text{ то}$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} I = \frac{4\epsilon}{19R} \text{ Ответ: } \frac{4\epsilon}{19R} = I_{10}$$

2) $U_L = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow U_L = -L I' \Rightarrow I' = -\frac{U_L}{L}$

$$U_L = U_{2L} + U_{4R}$$

Ток на катушке не изменился (т.к. сразу после), напряжения

на кон. 2L и 3L не изм., т.к. нигде ток не изм.,

то не изм. и $U_R \Rightarrow U_{AB} = \text{const} \Rightarrow$ все $U = \text{const}$

Тогда $U_{2L} = 0$; $U_{4R} = (I - I_{10}) \cdot 4R = \frac{3\epsilon}{19R} \cdot 4R = \frac{12\epsilon}{19} = U_L \Rightarrow$

$$\Rightarrow I' = -\frac{U_L}{L} = -\frac{12\epsilon}{19L} \quad \text{Ответ: } -\frac{12\epsilon}{19L}$$

3) В уст. regime при замк. ключе $U_L = 0 \Rightarrow U_{AB} = 0$

Тогда ток не будет течь через 3R и 4R.

Тогда $I_L = \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow \Delta U_L = \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow \Delta I_{3L} = -I_{10}$

Тогда рассмотрим малое время Δt

$$L \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = 3L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + (I_{10} + I_1) 3R \quad \downarrow \text{умч. на } \Delta t$$

$$L \cdot \frac{\epsilon}{R} = -3L \cdot \frac{4\epsilon}{19R} + \varphi_{3R} \cdot 3R$$

$$\frac{L\epsilon}{R} \left(1 + \frac{12}{19} \right) = \varphi_{3R}$$

$$\varphi_{3R} = \frac{L\epsilon \cdot 31}{3R^2 \cdot 19} = \frac{31}{57} \frac{L\epsilon}{R^2} \quad \leftarrow \text{Ответ}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

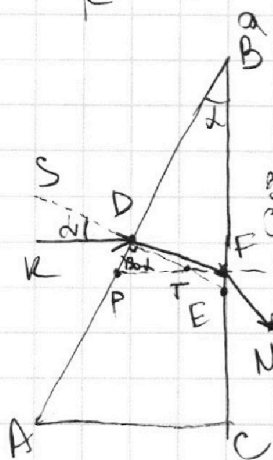
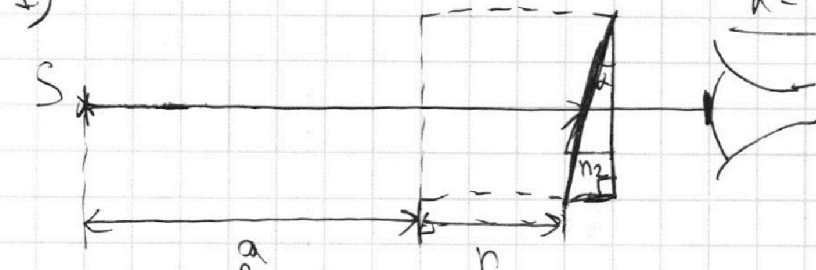


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N5

В 1) и 2) считаем, что ~~присл~~ призмы $n_1 \perp$ кет, т.к. $n_1 = n_2$

1) $d - \text{мажбу} \Rightarrow d = S \sin \alpha$



$\angle DBF = \alpha = \angle KDS$

~~Закон Снелла~~
~~Закон Снелла~~ $\sin \alpha = n \cdot \sin \beta \Rightarrow \angle FDB = \frac{\alpha}{n} \Rightarrow$

\Rightarrow т.к. $\angle FDP = 90^\circ$; $\angle DPF = 90 - \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle DFP = 180 - 90 - \frac{\alpha}{n} = 90 + \alpha =$

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

Закон Снелла: $\sin \angle LFM = \frac{d(n-1)}{n} \cdot n = d(n-1)$

$LF \parallel KP \Rightarrow$ отклонение на $d(n-1) \Rightarrow$ **Отв: $d(n-1)$**

2) Отв: $S =$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



Handwritten diagrams and calculations for a physics problem involving light refraction and reflection in a triangular prism.

$90^\circ - \alpha$
 $90^\circ - d = nd$
 $90^\circ - d = n(n-1)d$
 $x = 90^\circ - (n-1)d$

$90^\circ + \frac{d}{n}$

$90^\circ - d + 90^\circ + \frac{d}{n} =$
 $= 180^\circ - d(1 - \frac{1}{n}) =$
 $= 180^\circ - d(\frac{n-1}{n}) =$
 $\frac{d(n-1)}{n} = n$

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

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = (I_{20} - \Delta I_2) 4R$
 $\frac{\Delta I}{\Delta t} = (I_{20} - \Delta I_2) 4R + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$
 $\frac{\Delta I}{\Delta t} = (I_{10} - \Delta I_1) 3R + 3L \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$

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!

$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0 \Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2$
 $P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT_0$
 $\frac{4}{5}V - \frac{V}{4} = \frac{16}{20}V \approx \frac{5}{20}V = \frac{11}{20}V$
 $P_1 \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$
 $P_2 \cdot \frac{11V}{20} = (\nu_{CO_2} + \Delta \nu) RT$
 $P_1 = P_2 + 2P_0$
 $\Delta \nu = k P_0 \cdot \frac{V}{4}$
 $P_0 = \frac{P_{atm}}{2}$
 $T = 373K = 100^\circ C$
 $P_{b.n.} = P_{atm} = 2P_0$
 $P_0 = 500 \text{ kPa} = 5 \cdot 10^4$
 $\frac{P_0 V}{\nu_{CO_2}} = 4 RT_0$

$(P_2 + 2P_0) \frac{V}{5} = 2 \nu_{CO_2} RT$
 $P_2 \cdot \frac{11V}{20} = (\nu_{CO_2} + k P_0 \frac{V}{4}) RT$

$(P_2 + 2P_0) \frac{V}{5} = \frac{P_0 V T}{2 T_0} = 1.5$
 $P_2 \cdot \frac{11V}{20} = \frac{P_0 V T}{4 T_0} + k P_0 \frac{V}{4} RT$

$P_2 + 2P_0 = \frac{5 P_0 T}{2 T_0}$
 $11 P_2 = \frac{5 P_0 T}{T_0} + \frac{15 P_0}{2}$
 $\frac{T}{T_0} = x$

$P_2 + 2P_0 = \frac{5}{2} P_0 x \Rightarrow P_2 = P_0 \left(\frac{5}{2} x - 2 \right)$
 $11 P_2 = 5 P_0 x + \frac{15}{2} P_0 \Rightarrow 11 \left(\frac{5}{2} x - 2 \right) = 5x + \frac{15}{2}$
 $\frac{55}{2} x - 22 = 5x + \frac{15}{2}$
 $55x - 44 = 10x + 15$
 $45x = 59$
 $x = \frac{59}{45}$

$373 \cdot \frac{59}{45} = 93.3 = 279$
 $440 \cdot \frac{59}{45} = 574$
 $270 \cdot \frac{59}{45} = 354$
 238

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

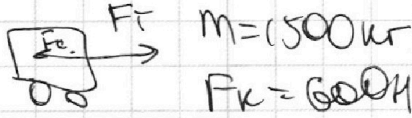
МФТИ

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



1) $5c - 2,5m/c$

$a_0 = 0,5m/c$



$M = 1500 кг$
 $F_k = 600 Н$

$F_0 - F_c = ma_0 \Rightarrow F_0 = k\sqrt{v_0} + ma_0 = \frac{F_k}{\sqrt{v_0}} v_0 + m \cdot a_0 =$

$F_k = F_c = k\sqrt{v_k} = \frac{600}{25} \cdot 10 + 1500 \cdot 0,5 =$

$k = \frac{F_k}{\sqrt{v_k}} \Rightarrow k = \frac{600}{5} = 120$

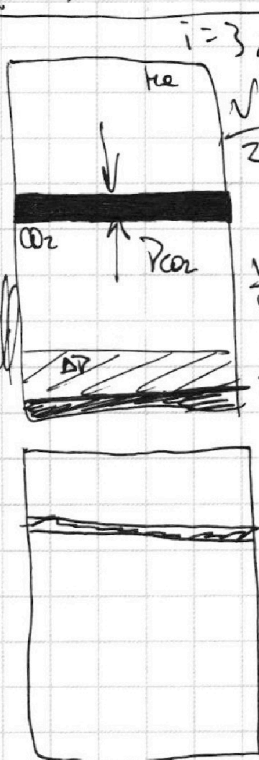
$= 240 + 750 = 990 Н$

$P_0 = F_0 v$

$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 990 \cdot 10 = 9900 Вт$

$A_{\Sigma} = P_0 \Delta t = F_0 \cdot v_0 \cdot \Delta t$

2)



$P_0 = \frac{P_{atm}}{2}$

$T = 100^\circ C$

$P_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$

~~$P_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO2} RT_0$~~

~~$P_{He} \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$~~

$\Delta P = k P W$
 $\Delta V = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$

$\frac{T}{T_0} = ?$

$P_0 \cdot \frac{V}{4} = (\nu_{CO2} - \Delta \nu) RT_0$

$P_2 \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$

$2 = \frac{P_{He}}{P_{CO2} - \Delta P} \cdot \frac{44}{180} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{44}{45}$

$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{2\nu_{CO2}}{20} - \frac{2\nu_{He}}{20} = \frac{11\nu_{CO2}}{20}$

$\frac{4P_{CO2} + 8P_0}{11P_{CO2}} = 2$

$22P_{CO2} = 4P_{CO2} + 8P_0$

$\frac{(P_{CO2} + 2P_0) \frac{1}{5}}{P_{CO2} \cdot \frac{11}{20}} = 2 \Rightarrow P_{CO2} = \frac{4}{9} P_0$

$P_{He} \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$

$P_{CO2} \cdot \frac{V}{5} = (\nu_{CO2} + \Delta \nu) RT$

$(P_{CO2} + 2P_0) \frac{V}{5} = \nu_{CO2} RT$

$P_{He} = P_{CO2} + 2P_0$

$\frac{4P_0 \cdot \frac{11}{20} V}{9P_0 \cdot \frac{V}{4}} = P_{CO2} RT$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

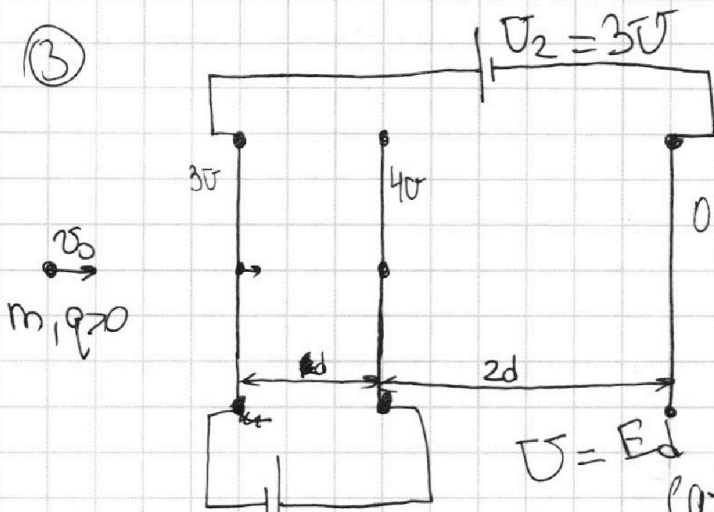
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



3



$q = \frac{F}{E} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{m d}$

$\frac{mgh}{m} = 4d = g$

$\frac{at^2}{2} = \frac{d}{4} \Rightarrow at = 2$
 $t = \sqrt{\frac{d}{2g}}$
 $U = \sqrt{\frac{d g}{2}}$

$q = \frac{F}{E} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{m d}$

$q = \frac{qU}{m d}$

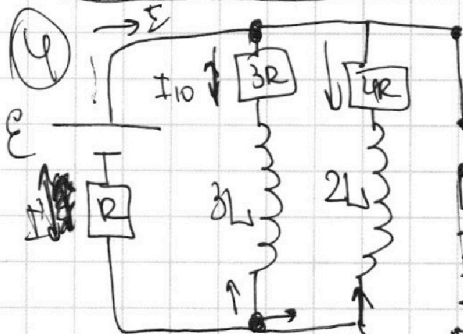
$F = \frac{kq^2}{r^2} \Rightarrow E = \frac{kq}{r^2}$

$U = \frac{Fd}{q} = \frac{A}{q} \Rightarrow A = qU$

$A = \frac{kq^2}{r} \Rightarrow \psi = \frac{kq}{r}$

$K_1 = K_2 = A \Rightarrow K_1 - K_2 = qU$

4



$\epsilon + IR + I_0 \cdot 3R = 0$

$\epsilon + I_0 R + (I - I_0) 4R = 0$

$\frac{3R \cdot U_0}{R} = \frac{12}{7} R + R = \frac{19}{7} R$

$I = \frac{7\epsilon}{19R} \Rightarrow I_0 = \frac{4}{19} \frac{\epsilon}{R}$

$U_0 = L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI}{dt}$

$\frac{4}{7} I = \frac{4\epsilon}{19R}$

$U = \frac{12}{19} \epsilon = L \cdot I' \Rightarrow I' = \frac{12\epsilon}{19L}$

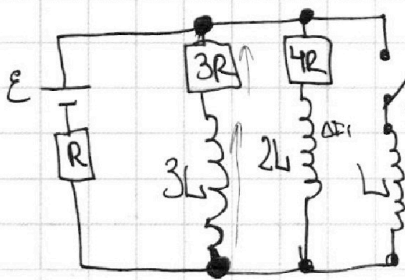
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$I = \frac{7E}{19R}$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} \cdot \frac{7E}{19R} = \frac{4E}{19R}$$

$$U = \frac{12E}{19} = LI'$$

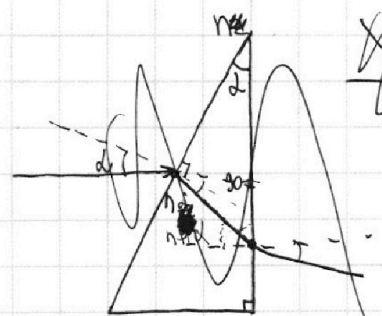
$$I' = \frac{12E}{19L}$$

$$U_{AB} = 2L \frac{dI}{dt} + (I - \Delta I) \cdot 4R$$

$$L \frac{dI}{dt} = 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$m_e = \frac{kg}{34R}$$

~~$\frac{E}{19R} = I_{10}$~~
 ~~$dI = \dots$~~
 ~~$I = 0$~~



$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}$$

$$n_2 = \frac{d_2}{d} \Rightarrow \alpha' n = d_2$$

$$90 - \alpha = \frac{d}{n_2} + \alpha$$

$$\alpha = 90 - \alpha \left(1 + \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\frac{1}{n_2} = \frac{d_2}{d}$$

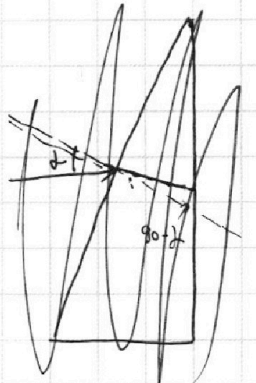
$$d_2 = \frac{d}{n_2}$$

$$90 - \alpha = n d + \alpha$$

$$\alpha = 90 - (n+1)d$$

$$90 - \frac{90}{n} = (n+1)d = (n+1) \frac{90 - (n+1)d}{n}$$

$$(n+1)d = \frac{90}{n} \Rightarrow \alpha = \dots$$





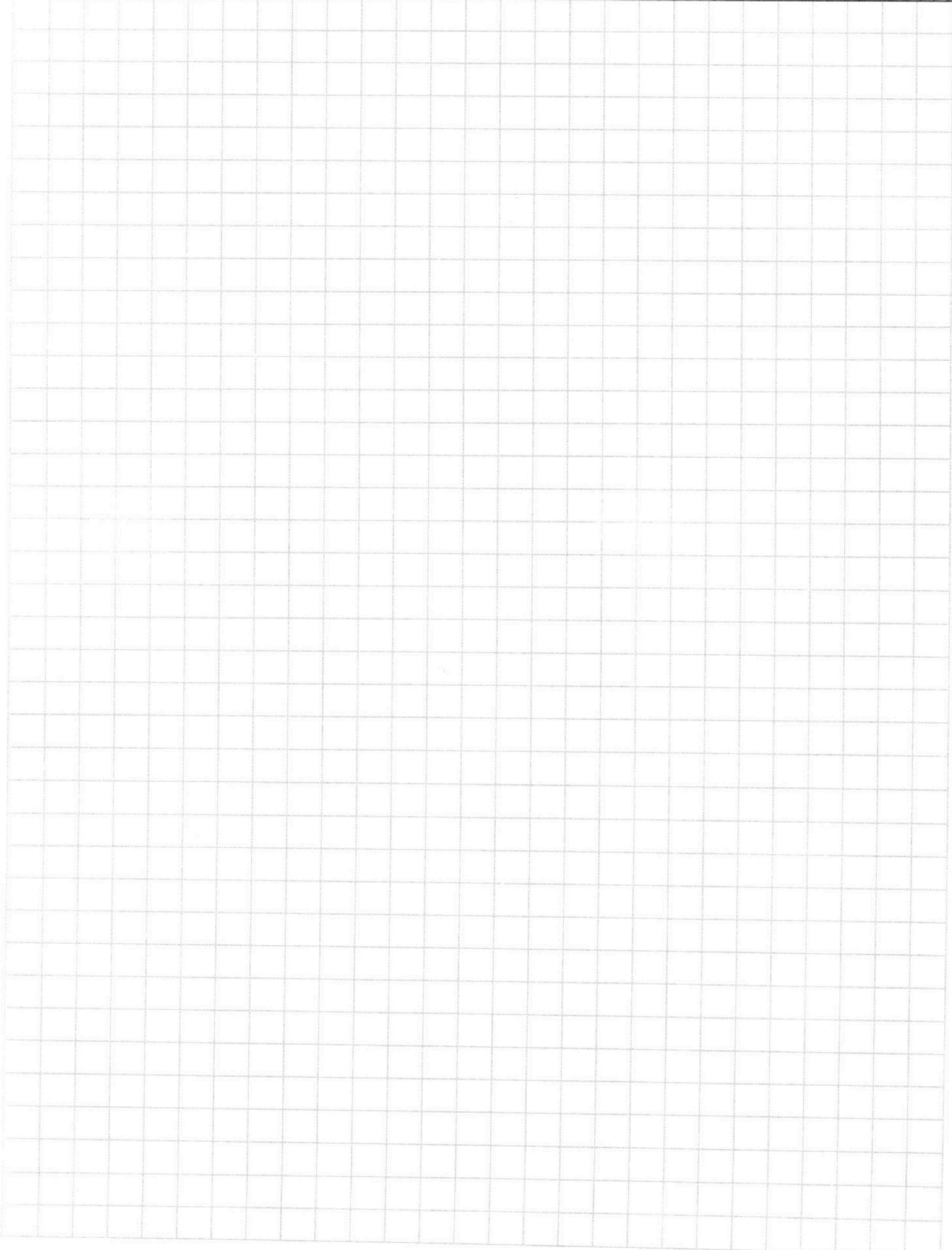
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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





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



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