



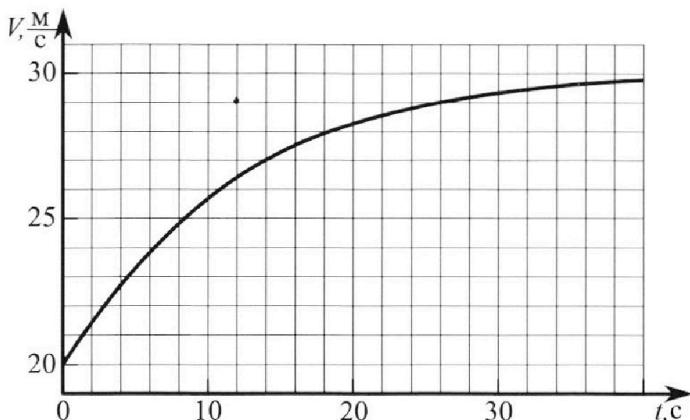
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04



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

- 1.** Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240 \text{ кг}$ 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 $F_k = 200 \text{ Н}$.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

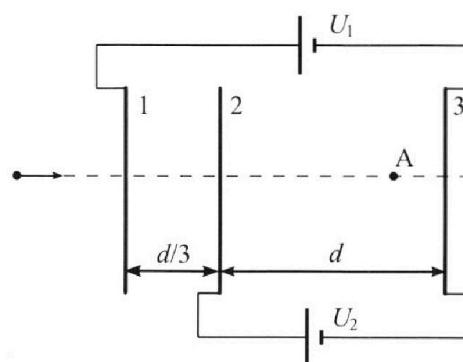
- 2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373 \text{ К}$. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp_w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{Па})$. При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$, 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ 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 $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



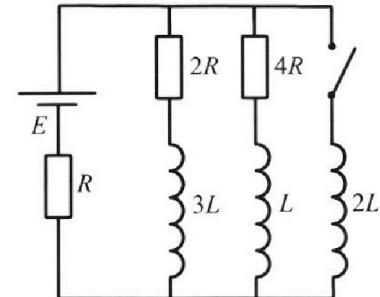
Вариант 11-04

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.

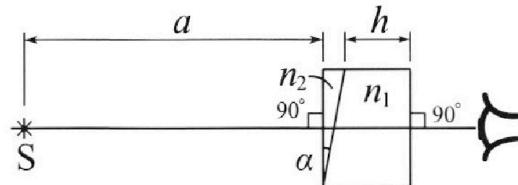
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 100$ 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.





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

N1

Дано:

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$P = \text{const}$$

График $V(t)$

$$F_K = 200 \text{ Н}$$

1) $a_0 - ?$
(уточнение в
начале разгона)

2) $F_0 - ?$

3) ~~Рабочий~~ ~~тормоз~~
~~момент~~
 $X = \frac{P_{CO}}{P_0} - ?$

где P_{CO} - момент импульса

на передачении или
сопротивления (в начале)

P_0 - момент импульса в начале,
передаваемая на колеса

$$1) \text{ при } a = V_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ при } \Delta t \rightarrow 0.$$

Полага $a_0 = k_0$, где k_0 - коэффициент
наклона касательной к графику $V(t)$ при
 $t=0, V=20$. По графику найдем $k_0 = \frac{\Delta V_0}{\Delta t_0}$,
где $\Delta V_0 = 29 - 20 = 9 \text{ м/c}$; $\Delta t_0 = 12 - 0 = 12 \text{ с}$

$$\text{Полага } k_0 = \frac{\Delta V_0}{\Delta t_0} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м/c}$$

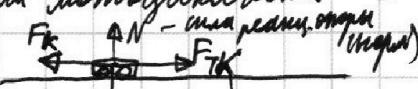
2) В какие разогара скорость становится
постоянной, равной $V_K = 30 \text{ м/c}$ - асимптота
на графике $V(t)$.

По II Закону Ньютона для момента импульса

~~стационарного~~
в конце разгона:

$$F_{TK} = F_K \quad (\text{а}_K = 0, \text{ т.к. } V_K = \text{const})$$

~~установление в конце~~



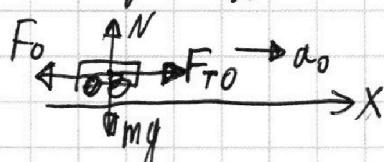
момент импульса
в конце разгона

$$P = F_{TK} \cdot V_K = F_K \cdot V_K \quad \text{- момент импульса в конце разгона}$$

$$P_0 = P = F_K V_K \quad (\text{т.к. момент импульса постоянен})$$

По II Закону Ньютона для момента импульса в начале
разгона по ОХ:

$$F_{T0} - F_0 = m a_0$$



$$\Leftrightarrow P_0 = F_{T0} \cdot V_0 = P = F_K V_K, \text{ где } F_{T0} \text{ - момент импульса в начале}$$

$$F_0 = F_{T0} - m a_0 = \frac{F_K V_K}{V_0} - m a_0 = \frac{200 \cdot 30}{20} - 240 \cdot 0,75 = 300 - 180 = 120 \text{ (Н)}$$

$V_0 = 20 \text{ м/c}$ - скорость в начале



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!

N9(продолжение)

3) $\text{По п.2) } P_0 = F_K V_K ; \quad P_{c0} = F_0 V_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow X = \frac{P_{c0}}{P_0} = \frac{F_0 V_0}{F_K V_K} = \frac{120 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{120}{300} = \frac{12}{30} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ (40\%)}$$

$X = \frac{2}{5}$

Ответ: 1) $a_0 = 0,75 \frac{m}{s^2}$; 2) $F_0 = 120 \text{ H}$;

3) $X = \frac{2}{5} \text{ (40\%)}$



- 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!

Дано:

$$V; T_0$$

$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

~~P_{ATM}~~

$$\sigma V = k P W$$

$$k \approx 0.6 \cdot 10^{-3} \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{Па)}$$

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

$$1) \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{H}} - ? \text{, где}$$

\sqrt{B} - кон. во газа в верхн. части

\sqrt{H} - кон. во газа в нижн. части

$$2) P_0 - ?$$

Закон Барометра: $(P_{CO_2} - \text{пар. давл. CO}_2 \text{ нач.}) + P_{H_2O} = P_{CO_2} + P_{H_2O}$

$$P = P_{CO_2} + P_{H_2O} \quad (1) \quad \text{Задано что } T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K соотв.}$$

$$P_{CO_2} \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{CO_2} \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0 \quad (\sqrt{CO_2} - \text{кон. во CO}_2 \text{ в конце}) \quad t = 100^\circ C, \text{ m.r. } P_{H_2O} = P_{H_2O}^{(100^\circ C)} = \\ (= P_{ATM} \quad (2))$$

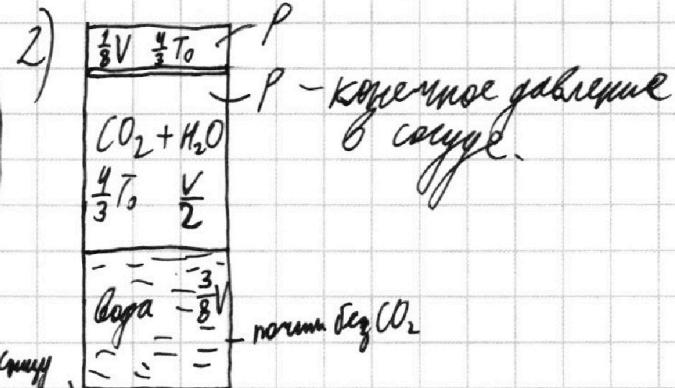
$$\sqrt{CO_2} = \sqrt{CO_2 \text{ нач.}} + \sqrt{CO_2 \text{ вых.}} \quad ; \quad \sqrt{CO_2 \text{ нач.}} = \sqrt{H}, \quad P_0 \frac{V}{8} = \sqrt{H} R T_0 \Rightarrow$$

~~начальное~~
~~кон. во CO₂~~
~~сущу~~
~~из бутылки~~

P_H и P_B - давление
газа в верхн. и
нижн. частях
сосуда в начале.

$$\left. \begin{aligned} P_0 & P_B \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{B} R T_0 \\ P_H & P_H \cdot \frac{V}{8} = \sqrt{H} R T_0 \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} \text{Горшок невесомый,} \\ \text{турбулент.} \end{aligned} \Rightarrow P_H S = P_B S$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{H}} = \frac{P_B}{P_H} \cdot \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{8}} = 1 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{8}} = 4$$



$$\sqrt{CO_2 \text{ вых.}} = k P_0 \cdot \frac{3V}{8} \quad - \text{закон Герми для погр. давл. газа в начале}$$

~~(пар. давл. CO₂ в начале~~
~~принято равно P₀, м.к. давл. в начале было T₀~~

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!

$$\text{Изотерма } V_{CO_2} = \frac{P_0 V}{8RT_0} + \frac{3kP_0 V}{8} = \frac{P_0 V}{8} \cdot \left(\frac{1}{RT_0} + 3k \right)$$

$$\text{Изотерма } P_{H_2O} \frac{V}{2} = \frac{P_0 V}{8} \cdot \left(\frac{1}{RT_0} + 3k \right) \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$P_{CO_2} V = \frac{P_0 V}{3} \cdot \left(\frac{1}{RT_0} + 3k \right) \cdot RT_0$$

$$P_{CO_2} = \frac{P_0}{3} \cdot \left(1 + 3kRT_0 \right) (3)$$

$$\text{Из (1), (2), (3)} \Rightarrow P = P_{CO_2} + P_{H_2O} = \frac{P_0}{3} \left(1 + 3kRT_0 \right) + P_{ATM} \quad (4)$$

$$\text{Для верхнего газа в начале: } P_0 \frac{V}{2} = \sqrt{8} R T_0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\text{Для верхнего газа в конце: } P \cdot \frac{V}{8} = \sqrt{8} \cdot R \cdot \frac{4T_0}{3} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow PV = \frac{8 \cdot 4}{3} \sqrt{8} R T_0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{8 \cdot 4}{3 \cdot 2} = \frac{16}{3} \Rightarrow P = \frac{16}{3} P_0 \quad (5)$$

$$\text{Из (4), (5)} \Rightarrow \frac{16}{3} P_0 = \frac{P_0}{3} \left(1 + 3kRT_0 \right) + P_{ATM} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_0 \left(16 - \left(1 + 3kRT_0 \right) \right) = 3P_{ATM} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{3P_{ATM}}{15 - 3kRT_0} = \frac{P_{ATM}}{\frac{15}{5 - kRT_0}} \quad ; \text{ но } T = \frac{4T_0}{3} \Rightarrow T_0 = \frac{3T}{4}, \text{ изотерма}$$

$$P_0 = \frac{P_{ATM}}{\frac{5 - kR}{4} \frac{3T}{4}} = \frac{4P_{ATM}}{20 - 3kRT} = \frac{4}{20 - 3kRT} \cdot P_{ATM} = \frac{4}{20 - 3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3} \cdot P_{ATM}$$

$$= \frac{4 \cdot P_{ATM}}{20 - 0,6} = \frac{4 \cdot P_{ATM}}{20 - 5,4} = \frac{4 \cdot P_{ATM}}{14,6} = \frac{40 \cdot P_{ATM}}{146} = \frac{20}{73} \cdot P_{ATM}$$

Ошибки: 1) $\frac{\sqrt{8}}{V_H} = 4$; 2) $P_0 = \frac{20}{73} P_{ATM}$



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

Дано:

$$d \neq \frac{d}{3}$$

$$U_1 = 5U$$

$$U_2 = U$$

$$m \\ q > 0$$

$$V_0$$

$$1) a_{23} - ?$$

$$2) k_3 - k_2$$

$$3) V_A - ?$$

$$\left(\frac{3d}{4} \right)$$

Векторы газов

от A

на OX:

$$F_{23x} = m a_{23x} \Rightarrow a_{23x} = \frac{F_{23x}}{m} =$$

$$= \frac{q \cdot E_{23x}}{m} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d} \Rightarrow a_{23} = |a_{23x}| = \frac{qU}{md}$$

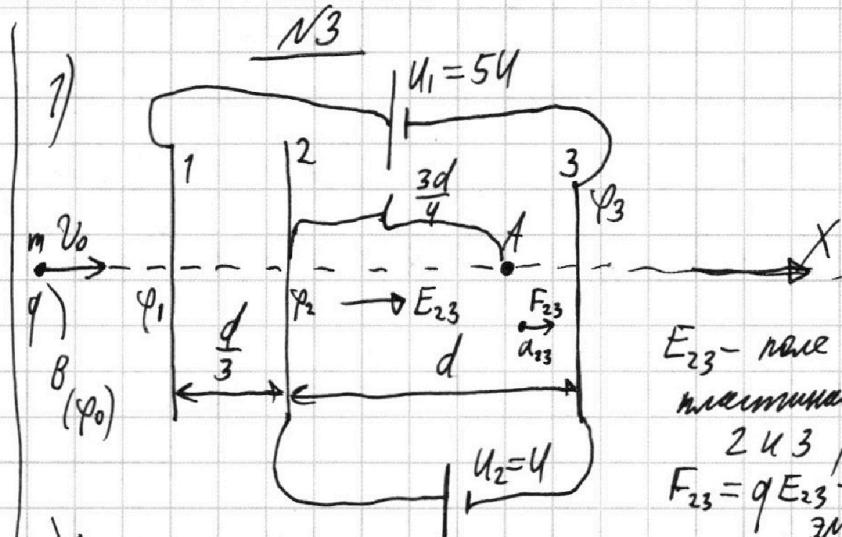
$$2) \begin{cases} \varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = U_1 = 5U \end{cases}$$

$\varphi_1 = -\varphi_3$ — непрерывно погра ничные потенциалы
на границах конденсатора (они внешние)

$$-2\varphi_3 = 5U \Rightarrow \varphi_3 = -\frac{5}{2}U$$

$$\varphi_2 = U + \varphi_3 = U + \left(-\frac{5}{2}U\right) = -\frac{3}{2}U$$

На большом расстоянии от сечек считаем $\varphi_0 = 0$ (B.8)



E_{23} — поле между
плстицами

2 и 3

$F_{23} = qE_{23}$ — соотв.
зак. сила

$$U_{23} = \varphi_2 - \varphi_3 = U_2$$

$$\cancel{E_{23x}} \cancel{\varphi_2} \cancel{\varphi_3} ; \varphi_2 - \varphi_3 = E_{23x} \cdot d \Rightarrow U_2 = E_{23x} \cdot d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{23x} = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d} \quad (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \text{ — потенциалы
соответствия } 1, 2, 3)$$

по II Зак. Ньютона для гравитации между пл. 2 и 3

скорость газов

на OX:

$$F_{23x} = m a_{23x} \Rightarrow a_{23x} = \frac{F_{23x}}{m} =$$

$$= \frac{q \cdot E_{23x}}{m} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d} \Rightarrow a_{23} = |a_{23x}| = \frac{qU}{md}$$

$$2) \begin{cases} \varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = U_1 = 5U \end{cases}$$

$$\varphi_1 = -\varphi_3$$

— непрерывно погра ничные потенциалы
на границах конденсатора (они внешние)

$$-2\varphi_3 = 5U \Rightarrow \varphi_3 = -\frac{5}{2}U$$

$$\varphi_2 = U + \varphi_3 = U + \left(-\frac{5}{2}U\right) = -\frac{3}{2}U$$

(B.8)



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

№ 3 (продолжение)

Погод радиуса действия под зарядами q при
перемещении его из Т. В к пластиине 2 равно:

$$(1) \begin{cases} A_{B2} = (\varphi_0 - \varphi_2) \cdot q; \text{ по теор. об. изм. кин. энергии:} \\ A_{B2} = k_2 - \frac{m V_0^2}{2} \end{cases}$$

, где $\frac{m V_0^2}{2} = K_0$ — кинетическая
энергия частицы в Т. В

Аналогично при перемещении частицы из Т. В к пластине 3.

$$(2) \begin{cases} A_{B3} = (\varphi_0 - \varphi_3) \cdot q \\ A_{B3} = k_3 - \frac{m V_0^2}{2} \end{cases}$$

$$\text{Из (1), (2)} \Rightarrow \begin{cases} (\varphi_0 - \varphi_3) q = k_3 - \frac{m V_0^2}{2} \\ (\varphi_0 - \varphi_2) q = k_2 - \frac{m V_0^2}{2} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_3 - K_2 = (\varphi_0 - \varphi_3) q - (\varphi_0 - \varphi_2) q = \varphi_0 q - \varphi_3 q - \varphi_0 q + \varphi_2 q = \\ = (\varphi_2 - \varphi_3) q = \left(-\frac{3U}{2} - \left(-\frac{5U}{2} \right) \right) q = qU$$

3) Найдём φ_A — потенциал в Т. А:

$$\varphi_2 - \varphi_A = E_{23A} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{U}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{3}{4}U \Rightarrow \varphi_A = \varphi_2 - \frac{3}{4}U = \\ = -\frac{3}{2}U - \frac{3}{4}U = \left(-\frac{6}{4} - \frac{3}{4} \right) U = -\frac{9}{4}U$$

Потенциал по перемещению частицы из Т. В в Т. А:

$$A_{BA} = (\varphi_0 - \varphi_A) q = \left(0 - \left(-\frac{9}{4}U \right) \right) q = \frac{9}{4}qU; A_{BA} = \frac{m V_A^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}, \text{ по теор. об. изм. кин. энергии.}$$

$$V_A = \sqrt{\frac{9qU}{2m} + V_0^2} \quad \left(\text{Доказем: 1) } d_{23} = \frac{qU}{m d}; 2) K_3 - K_2 = qU; 3) V_A = \sqrt{\frac{9qU}{2m} + V_0^2} \right)$$



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

Дано:

E
 R
 L

1) I_{20} - ?

$$R_0 = R + \frac{2R \cdot 4R}{2R+4R} = \frac{8}{6}R = \frac{4}{3}R$$

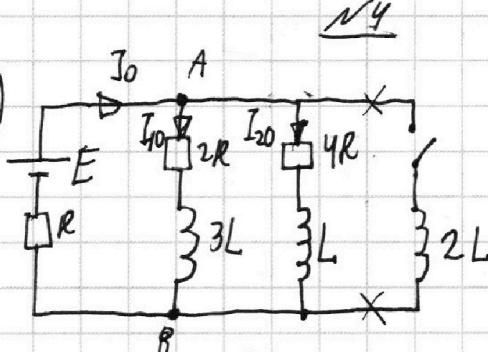
(через $4R$)

2) I_{2L0}' - ?

искрат вогранич.
тока в катушке 2L
сразу после зам.

3) q_{4R} - ?

заряд, промежуточный через
 $4R$ при замкн. катушки



Данные в цепи установлены, значит все токи постоянные, катушки не создают ЭДС индуцируя выпущенную в катушке токовую.

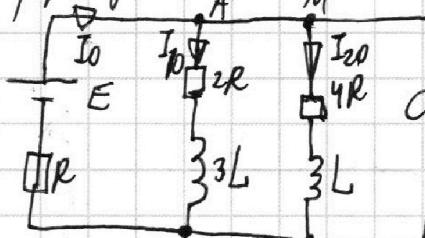
Токи I_0 ; I_{10} ; I_{20} постоянны

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{E}{\frac{7}{3}R} = \frac{3}{7} \cdot \frac{E}{R}; I_{4R0} = I_0 \cdot R_{4R} =$$

$$= I_0 \cdot \frac{2R \cdot 4R}{2R+4R} = \frac{4}{3} I_0 \cdot \frac{E}{R} = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{E}{R} = \frac{4}{7} E$$

$$I_{20} = \frac{I_{4R0}}{4R} = \frac{\frac{4}{7} E}{4R} = \frac{E}{7R}$$

2) сразу после замык.



Токи могут быть любые
так как не могут, поэтому
их значения определяются
заданными начальными
условиями.

ЭДС индуцирует кат. 2L
в начале

По II правилу Кирхгофа для контура MCNM:

$$L \cdot I_{L0}' - 2L \cdot I_{2L0}' = - I_{20} \cdot 4R$$

Для контура MNBEAM: $-L \cdot I_{L0}' + E = I_0 R + I_{20} \cdot 4R$, но в начале $E = I_0 R + I_{20} \cdot 4R =$

$$\Rightarrow L \cdot I_{L0}' = 0, \text{ тогда } I_{2L0}' = \frac{I_{20} \cdot 4R}{2L} = \frac{2R}{L} \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{E}{R} = \frac{2}{7} \cdot \frac{E}{L}$$

3) Выводы: начальные условия для контура MCNM:

(запись) для контура MNBEAM:

$$MNBA: -L \cdot I_L' + 3L \cdot I_{3L}' = I_{4R} \cdot 4R - I_{2R} \cdot 2R, \text{ где } I_L' \text{ и } I_{3L}' - для контуров$$

$$-L \cdot \frac{dI_L}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = I_{4R} \cdot 4R - I_{2R} \cdot 2R, \text{ at } t=0 \quad I_{4R} \text{ и } I_{2R} - для 4R \text{ и } 2R \text{ соотв.}$$

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!

N4(продолжение)

$$\Downarrow$$
$$-\Delta I_L + 3L_4 \cdot \Delta I_{3L} = \underbrace{I_{4R} \Delta t}_{\Delta q_{4R}} - \underbrace{I_{2R} \Delta t}_{\Delta q_{2R}} \cdot 2R$$

$$\sum (-\Delta I_L + 3L_4 \cdot \Delta I_{3L}) = \sum (\Delta q_{4R} \cdot 4R + \Delta q_{2R} \cdot 2R)$$

$$\Downarrow$$
$$-L(I_{L\text{ком}} - I_{L\text{ нач}}) + 3L_4(I_{3L\text{ ком}} - I_{3L\text{ нач}}) = q_{4R} \cdot 4R + q_{2R} \cdot 2R$$

$$\Downarrow$$
$$-L(0 - I_{20}) + 3L(0 - I_{10}) = q_{4R} \cdot 4R + q_{2R} \cdot 2R$$

$$\Downarrow$$
$$4q_{4R} + 2q_{2R} = \frac{L}{R}(I_{20} - 3I_{10}) ; I_{10} = I_0 - I_{20} = \frac{3}{7}\frac{E}{R} - \cancel{\frac{E}{R}} = \cancel{\frac{3}{7}\frac{E}{R}} = \frac{2}{7}\frac{E}{R}$$

$$2q_{4R} + q_{2R} = \frac{L}{2R} \left(\frac{E}{7R} - 3 \frac{2}{7} \frac{E}{R} \right) = \frac{LE}{2R^2} \left(\frac{1}{7} - \frac{6}{7} \right) = -\frac{5}{14} \frac{LE}{R^2}$$

Заметим, что из 3СЗ следует, что $q_{4R} + q_{2R} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2q_{4R} + q_{4R} = -\frac{5}{14} \cdot \frac{LE}{R^2} \Rightarrow q_{4R} = -\frac{5}{42} \cdot \frac{LE}{R^2} \quad q_{2R} = -q_{4R} \Rightarrow$$

$$\boxed{\text{Очевидно: 1)} I_{20} = \frac{E}{7R} ; 2)} I'_{2L0} = \frac{2}{7} \frac{E}{L} ; 3)} q_{4R} = +\frac{5}{42} \cdot \frac{LE}{R^2}}$$



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

Дано:

$$n_0 = 1$$

$$a = 100 \text{ см} = 1 \text{ м}$$

$$\alpha = 0,1 \text{ рад (угол)}$$

$$h = 14 \text{ см} = 0,14 \text{ м}$$

1) $n_1 = n_0 = 1,0; n_2 = 1,7$

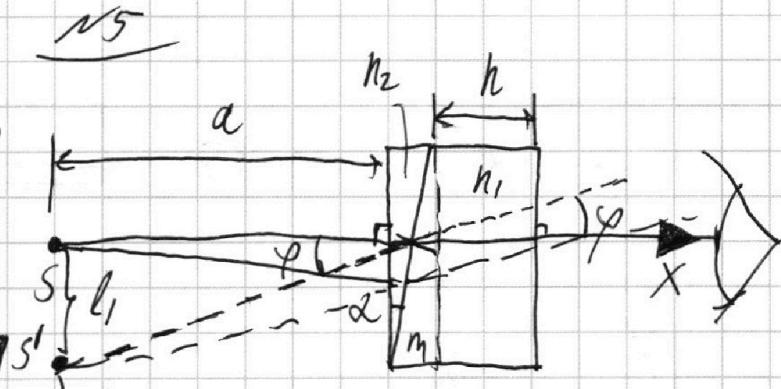
$$\varphi - ?$$

2) $n_1 = n_0 = 1,0; n_2 = 1,7$

$l_1 - ?$ - радиус между
центром и изображением

3) $n_1 = 1,4; n_2 = 1,7$

$l_2 - ?$ - радиус
между центром и изображением



1) Считаем что изображение реальное
или в воздухе, поэтому

$$\varphi = (n_2 - 1) \cdot \alpha = \text{справедливо}$$

для малого α

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

2) Найдем показатель преломления

из рисунка видно, что $l_1 = a \cdot \operatorname{tg} \varphi \approx$
 $\approx a \cdot \varphi = 1 \cdot 0,07 = 0,07 \text{ м} = 7 \text{ (см)}$

3) Найдем показатель преломления

Видим что (вправо) изображение сместилось на

(вправо) изображение сместилось на

Глубина смещения h , то все как показано на рис. получаем 2 условия для показателя преломления n_1 и n_2 .

$$l_{2y} = a \cdot \varphi_0, \text{ где } \varphi_0 = (n_2 - n_1) \alpha \Rightarrow l_{2y} = (n_2 - n_1) \alpha \text{ и } \alpha =$$

$$l_{2x} = h - \frac{h}{n_1} = \frac{n_1 - 1}{n_1} h \quad \begin{matrix} \text{(показатель} \\ \text{преломления)} \\ \text{изображения)} \end{matrix}$$

$$l_{2x} = \frac{1,4 - 1}{1,4} \cdot 0,14 = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ (м)} = 4 \text{ (см)}$$

$$l_{2y} = (1,7 - 1,4) \cdot 0,1 \cdot 1 = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ (м)} = 3 \text{ (см)}$$

$$\text{Из условия: } l_2 = \sqrt{l_{2x}^2 + l_{2y}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ (см)}$$

Ответ: 1) $\varphi = 0,07 \text{ рад}$

2) $l_1 = 7 \text{ см}$

3) $l_2 = 5 \text{ см}$

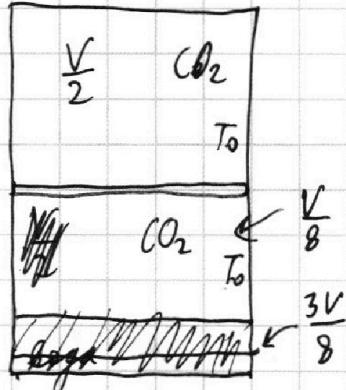
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

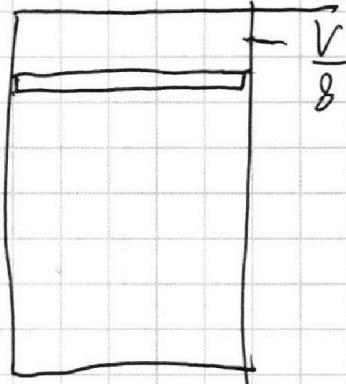
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$T = \frac{4T_0}{3}$$



$$\sigma V = k \rho W$$

~~$$\frac{-20^{\circ}}{54} = \frac{20}{146}$$~~

$$\frac{40}{146} = \frac{20}{93}$$

$$\frac{5}{2} - \frac{3}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

$$(\varphi_1 - \varphi_2) q = E_{12} d \cdot q$$

$$\frac{m}{2} (V_A^2 - V_0^2) = \frac{g}{4} q U \Rightarrow 2m (V_A^2 - V_0^2) = g q U$$
$$V_A^2 - V_0^2 = \frac{g q U}{2m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A = \sqrt{\frac{g q U}{2m} + V_0^2}$$

$$E - 3L I_{3L}' = I_0 R + I_{2R} \cdot 2R$$

$$\frac{1}{42} \times 3$$

$$E - L I_{4L}' = I_0 R + I_{4R} \cdot 4R$$