



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



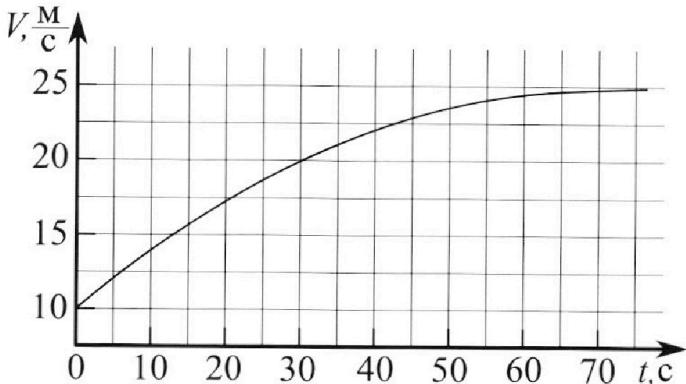
Вариант 11-03

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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность чисел енного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.



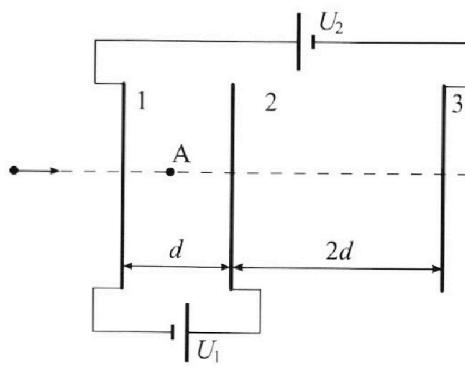
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(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

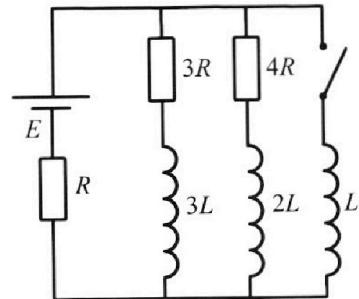
Вариант 11-03

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.

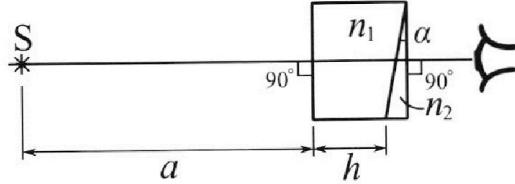
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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

На графике видно, что ~~на участке~~
 $t \in [0_c; 10_c]$: $V(t)$ почти ~~линейная~~ линейная
 также видно, что изменение скорости на
 этом промежутке $\Delta V_1 \approx 4 \text{ м/c}$

Тогда ускорение на этом промежутке можно
 посчитать как $a_0 = \frac{\Delta V_1}{\Delta t} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ м/c}^2$

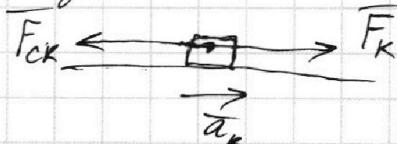
$\Delta t = 10_c$ - ~~быстро~~ время на данном промежутке

⇒ $a_0 = 0,4 \text{ м/c}^2$ - ускорение в начале

На графике видно, что при скорости $V_k = 25 \text{ м/c}$
 в момент $t = 75_c$, скорость почти не меняется ⇒
 \Rightarrow ускорение в этот момент $a_k = 0$

~~если~~ сила сопротивления $F_C \sim V \Rightarrow F_C = \beta \cdot V$,

где $\beta = \text{const}$ рассматривало движение в конце:



$$m a_k = F_k - F_{Ck}$$

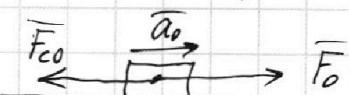
$$m a_k^0 = F_k - \beta \cdot V_k$$

$$F_k = \beta \cdot V_k$$

$$\beta = \frac{F_k}{V_k} \quad (2)$$

рассматривало движение в начале

$$V_0 = 10 \text{ м/c}$$



$$F_{C0} = \beta \cdot V_0$$

$$m a_0 = F_0 - F_{C0} = F_0 - \beta \cdot V_0 \quad (3)$$



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!

$$\text{подставлю. 6 (3) (2)} \Rightarrow m a_0 = F_0 - \cancel{m \alpha} \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0$$

$$F_0 = m a_0 + \cancel{m \alpha} \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 = 1500 \cdot 0,4 + \cancel{\frac{600}{25}} \cdot 10 = \\ = 600 - 240 = 360 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 \cdot V_0 = \left(m a_0 - \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 \right) \cdot V_0 = 3600 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: 1) } a_0 = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$2) F_0 = 360 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = 3600 \text{ Вт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

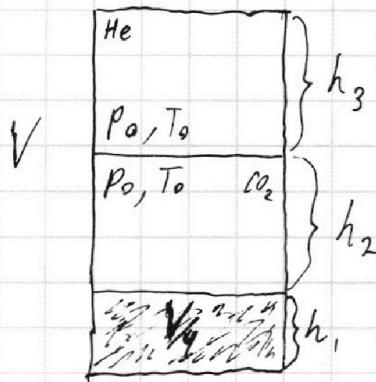
6

7

МФТИ.



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



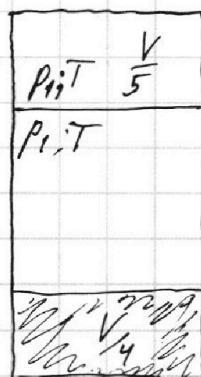
$$V_{He} + V_{CO_2} = V - \frac{V}{4} = \frac{3}{4}V \quad (1)$$

$$\rho_0 \cdot V_{He} = \vartheta_{He} RT_0 \quad (2)$$

$$\rho_0 \cdot V_{CO_2} = \vartheta_{CO_2} RT_0 \quad (3)$$

$$\vartheta_{CO_2} = k \cdot \rho_0 \cdot \frac{V}{4} \quad (4)$$

~~показать~~ Когда нагревают до T :



$$p_1 = p_{H_2O(T)} + p_{CO_2} \quad (5)$$

$$p_{H_2O(T)} = p_{air} \approx 2p_0 \quad (6)$$

$$p_{CO_2} \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4}\right) = V_{CO_2} \cdot R \cdot T \quad (7)$$

$$\vartheta_{CO_2} = \vartheta_{CO_2}^1 + \vartheta_{CO_2}^2 \quad (8)$$

$$p_1 \cdot \frac{V}{5} = \vartheta_{He} RT \quad (9)$$

$$\text{погр. (6) \& (5)} \quad p_1 = 2p_0 + p_{CO_2} \Rightarrow p_{CO_2} = p_1 - 2p_0$$

$$\text{погр. \& (7)} \Rightarrow (p_1 - 2p_0) \cdot \left(\frac{11}{20} \cdot V\right) = \vartheta_{CO_2}^2 RT,$$

$$\text{погр. слага (8)} \Rightarrow (p_1 - 2p_0) \cdot \frac{11}{20} V = (\vartheta_{CO_2}^1 + \vartheta_{CO_2}^2) \cdot RT;$$

$$\text{погр. слага (4)} \Rightarrow (p_1 - 2p_0) \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{k p_0 V}{4} + \vartheta_{CO_2}^1\right) RT \quad (1.1)$$

$$\text{Из (1): } \cancel{\vartheta_{CO_2}^1} \cancel{\vartheta_{CO_2}^2} V_{He} = -V_{CO_2} + \frac{3}{4}V ; \text{ погр. \& (2)} \Rightarrow$$

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!

$$\Rightarrow p_0 \left(\frac{3}{4} V - V_{CO_2} \right) = \bar{V}_{He} R T_0 \quad (1.2)$$

УЗ (9): $p_1 = \frac{5 \bar{V}_{He} RT}{V}$ нагр. б (1.1)

$$\left(\frac{5 \bar{V}_{He} RT}{V} - 2p_0 \right) \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{k p_0 V}{4} + \bar{V}_{CO_2 1} \right) \cdot RT$$

$$\frac{11}{4} \cdot \bar{V}_{He} RT = 1,1 \cdot p_0 V = \frac{k}{4} RT \cdot p_0 V + \bar{V}_{CO_2 1} \cdot RT$$

$$\bar{V}_{He} = \frac{4,4}{11} \cdot \frac{p_0 V}{RT} + \frac{k}{11} p_0 V + \frac{4}{11} \cdot \bar{V}_{CO_2 1} \text{ нагр.}$$

б (1.2) $\frac{3}{4} p_0 \cdot V - p_0 V_{CO_2} = RT_0 \cdot \left(\frac{4,4}{11} \frac{p_0 V}{RT} + \frac{k}{11} p_0 V + \frac{4}{11} \cdot \bar{V}_{CO_2 1} \right) ; \text{нагр. (3)} \Rightarrow$

~~УЗ (3) ⇒~~ $\Rightarrow \frac{3}{4} p_0 V - \bar{V}_{CO_2 1} RT_0 = RT_0 \left(\frac{4,4}{11} \frac{p_0 V}{RT} + \frac{k}{11} p_0 V + \frac{4}{11} \cdot \bar{V}_{CO_2 1} \right)$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

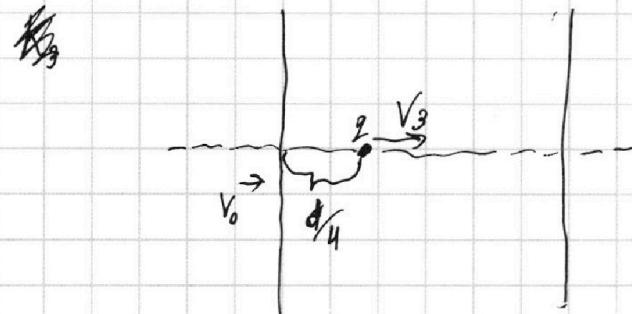
6

7

МФТИ



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



$$A_3 = -F_{31} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{Uq}{4}$$

из 3ЛД: $K_1 + A_3 = K_3$, $K_3 = \frac{mV_3^2}{2}$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{Uq}{4} = \frac{mV_3^2}{2}$$

$$V_3^2 = V_0^2 - \frac{Uq}{2m}$$

$$V_3 = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

Ответ: $a = \frac{Uq}{m \cdot d}$

2) $K_1 - K_2 = Uq$

3) $V_3 = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$

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

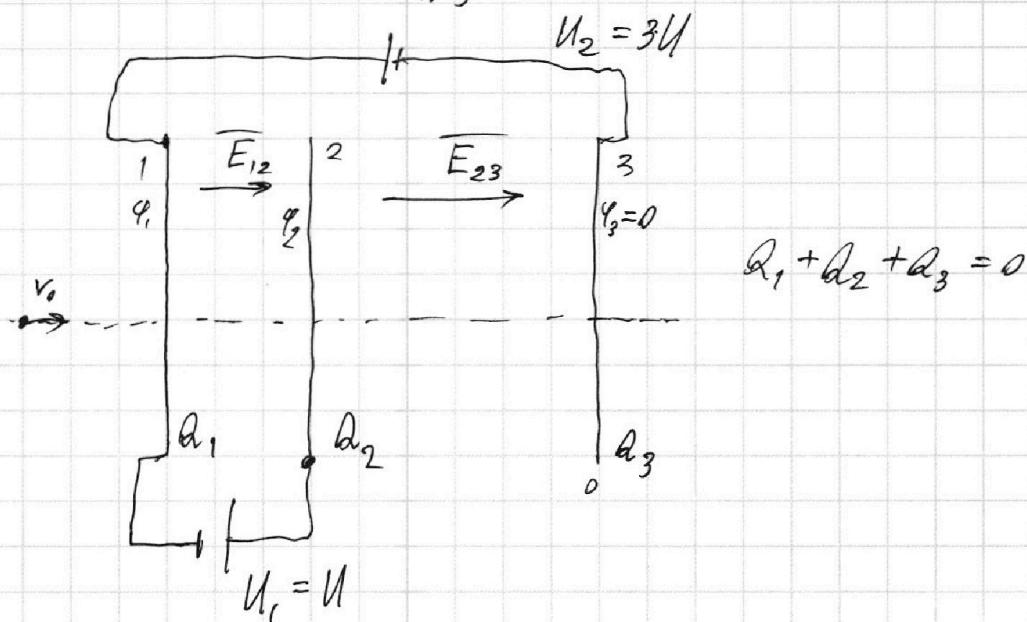
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

N3



принята потенциал 3 пластин $\varphi_3 = 0$

тогда $\varphi_1 = 3U$; $\varphi_2 = \varphi_1 + U = 4U$

$$E_{12} = \frac{-\varphi_2 + \varphi_1}{d} = -\frac{U}{d} \leftarrow 0 \Rightarrow \text{направление}\text{вне}$$

тогда между 1 и 2:

$$\begin{array}{c} -E_{12} \\ \leftarrow \\ \cdots \leftarrow \bar{a} \\ \bar{q} \end{array} \quad F_{21} = -E_{12} \cdot \bar{q} = \frac{U}{d} \cdot \bar{q}$$

$$F_{21} = m\bar{a}$$

$$\bar{a} = \frac{F_{21}}{m} = \frac{U \cdot \bar{q}}{m \cdot d}$$

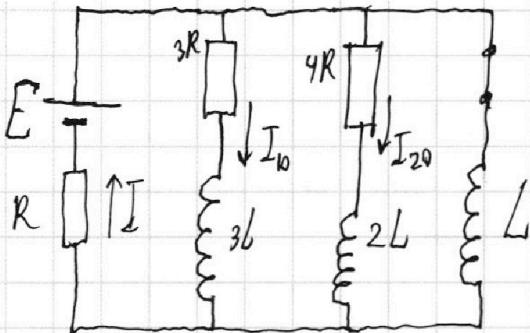
$$K_1 = \frac{mv_0^2}{2}; A_{12} = -F_{21} \cdot d = -U \cdot \bar{q}$$

$$\text{из ЗСД: } K_1 + A = K_2 \Rightarrow K_1 - K_2 = -A = U \bar{q}$$

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

РБ Сила тока в этот момент ещё не успела изменяться \Rightarrow напряжение на L :



$$\cancel{E_L} = 3R \cdot I_{10} = \cancel{12R}$$

$$= 3R \cdot \frac{4E}{19R} = \frac{12}{19} \cdot E;$$

$$E_L = \frac{dI_L}{dt} \cdot L \Rightarrow \frac{dI_L}{dt} \cdot L = \frac{12}{19} E$$

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L}$$

при замкнутом кольце:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = IR + 3R \cdot I_1 + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L \quad (3.1) \\ E = IR + 4R \cdot I_2 + \frac{dI_2}{dt} \cdot 2L \quad (3.2) \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} E = IR + L \cdot \frac{dI_L}{dt} \quad (3.3) \end{array} \right.$$

$$(3.1) - (3.2) : 3R \cdot I_1 + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L - 4R \cdot I_2 - \frac{dI_2}{dt} \cdot 2L = 0$$

$$3R \cdot \frac{dI_1}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 4R \cdot \frac{dI_2}{dt} + 2L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

принимаем обе части:

$$3R \cdot \Delta I_1 + 3L \cdot \Delta I_1 = 4R \cdot \Delta I_2 + 2L \cdot \Delta I_2 \quad (3.4)$$

$$(3.1) - (3.3) : 4R \cdot \Delta I_2 + 2L \cdot \Delta I_2$$

$$3RI_1 + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L - L \cdot \frac{dI_L}{dt} = 0$$

$$3R \cdot \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



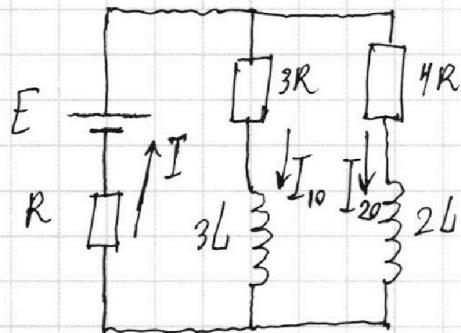
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

N4

при разомкнутом ключе:



режим установился \Rightarrow
 \Rightarrow тока установились \Rightarrow
сум
 \Rightarrow катушки можно
считать ~~одинаковыми~~ идеальными
проводами

$$I = I_{10} + I_{20} \quad (1.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E = IR + I_{10} \cdot 3R \quad (1.2) \\ E = IR + I_{20} \cdot 4R \quad (1.3) \end{array} \right.$$

погр. (1.1) & (1.2) & (1.3) \Rightarrow

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} E = I_{10}R + I_{20}R + I_{10} \cdot 3R = R \cdot (4I_{10} + I_{20}) \quad (1.2) \\ E = I_{10}R + I_{20}R + I_{20} \cdot 4R = R \cdot (I_{10} + 5I_{20}) \quad (1.3) \end{array} \right.$$

из (1.2) $I_{20} = \frac{E}{R} - 4I_{10}$ погр. & (1.3) \Rightarrow

$$\Rightarrow E = R \cdot (I_{10} + 5 \cdot \frac{E}{R} - 20 \cdot I_{10})$$

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

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

Теперь разберём момент сразу после
замыкания ключа:

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

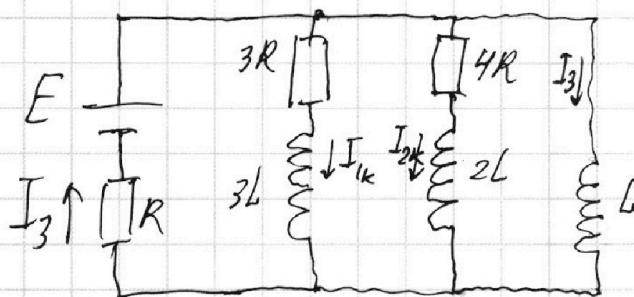
МФТИ

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

проинтегрируем обе части:

$$3R \cdot \Delta \varphi_1 + 3L \cdot I_1 = L \cdot \Delta I_1 \quad (3.5)$$

~~разберём константный момент времени~~
разберём установившийся режим при замкнутом
таком ключе:



токи не изменяются \Rightarrow
 \Rightarrow напряжение на катушках = 0 и
их можно считать идеальными проводами

тогда ток I_3 течёт только через L, R, E

$$I_3 = \frac{E}{R} ; \quad I_{1k} = I_{2k} = 0$$

$$\text{тогда } \Delta I_1 = I_3 - 0, \quad \Delta I_1 = I_{1k} - I_{10}, \quad \Delta I_2 = I_{2k} - I_{20}$$

$$\Delta I_L = \cancel{I_3}, \quad \Delta I_1 = -I_{10}, \quad \Delta I_2 = -I_{20};$$

посл. 6 (3.4), (3.5):

$$\begin{cases} 3R \Delta \varphi_1 - 3L I_{10} = 4R \Delta \varphi_2 - 2L I_{20} \\ 3R \Delta \varphi_1 - 3L I_{10} = L \cdot I_3 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_1 &= \frac{3L I_{10} + L \cdot I_3}{3R} = 3L \cdot \frac{3 \cdot (\frac{4}{19} \cdot \frac{E}{R}) + \frac{E}{R}}{3R} = \\ &= L \cdot \frac{\frac{31}{19} \cdot \frac{E}{R}}{3R} = \frac{31 \cdot E \cdot L}{57 \cdot R^2} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4}{19} \cdot \frac{E}{R}$; 2) $\frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L}$; 3) $\Delta \varphi_1 = \frac{31 \cdot E \cdot L}{57 \cdot R^2}$



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!

ИТАК:

смещение по горизонту: $\Delta l = (a + H) - l = 0$

смещение по вертикали: $\Delta y = \gamma_3 \cdot (a + H)$

смещение ~~вдоль~~ $\Delta s = \Delta y = \gamma_3 \cdot (a + H) = 0,07 \cdot 104 = 7,28 \text{ см}$

Ответ: 1) $\gamma_3 = 0,07 \text{ рад.}$

2) $\Delta s = 7,28 \text{ см}$

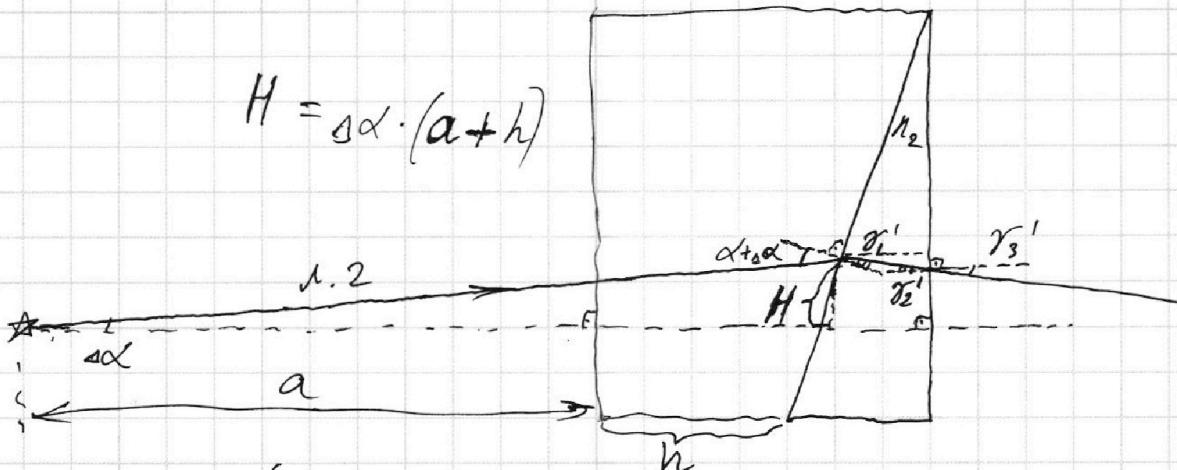
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$H = \alpha d \cdot (a + h)$$

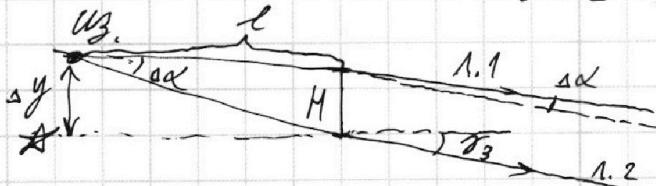
$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha + \alpha d = n_2 \cdot \gamma'_1 \quad (2.1) \quad \text{из (2.1)} \quad \gamma'_1 = \frac{\alpha + \alpha d}{n_2}, \\ \alpha \gamma'_2 = \alpha - \gamma'_1 \quad (2.2) \quad \text{послед. в (2.2):} \\ \gamma'_3 = n_2 \cdot \gamma'_2 \quad (2.3) \quad \gamma'_2 = \alpha - \frac{\alpha + \alpha d}{n_2}. \end{array} \right.$$

$$\text{посл. в (2.3): } \gamma'_3 = n_2 \cdot \left(\alpha - \frac{\alpha + \alpha d}{n_2} \right) = \\ = \alpha \cdot (n_2 - 1) - \alpha d$$

Итак, есть угл $\lambda 1$ и $\lambda 2$

$\lambda 1$ отложен на γ'_3 , $\lambda 2$ на γ'_3'

$$\gamma'_3 - \gamma'_3' = \alpha \cdot (n_2 - 1) - \alpha(n_2 - 1) + \alpha d = \alpha d$$



$$\Delta y = \gamma'_3 \cdot (a + H)$$

изображение

$$l \cdot \alpha d = H$$

$$* l = \frac{H}{\alpha d} = a + H$$

Тогда изображение находится на пересечении
прямых $\lambda 1$ и $\lambda 2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

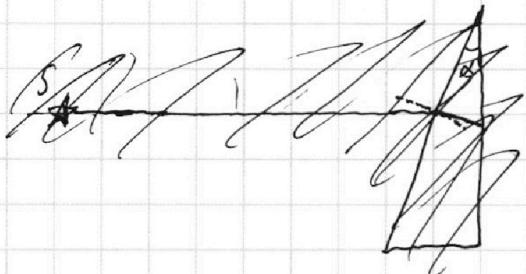
МФТИ



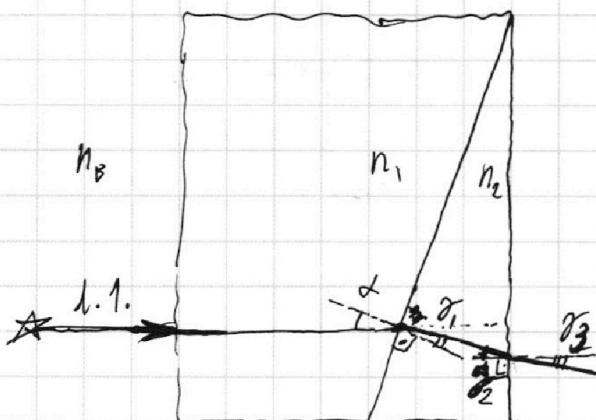
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N5

$$n_1 = n_B = 1 \quad n_2 = 1.7$$



$\delta, \delta_1, \delta_2, \delta_3$ - малы



$$\left\{ \begin{array}{l} \delta \cdot n_1 = \theta_1 \cdot n_2 \\ \delta \cdot n_2 = \theta_2 \cdot n_B \\ \delta = \theta_1 \cdot n_2 \\ \delta \cdot n_2 \neq \theta_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta = \theta_1 \cdot n_2 \quad (1) \\ \theta_2 = \delta - \theta_1 \quad (2) \\ \theta_2 \cdot n_2 = \theta_3 \quad (3) \end{array} \right.$$

БКР Решение (2)

$$\theta_2 = \delta - \theta_1$$

$$\text{Уз } (1) \quad \theta_1 = \frac{\delta}{n_2} \quad \text{ногст. } \theta \text{ } (2) \quad \theta_2 = \delta - \frac{\delta}{n_2} \quad \text{ногст.}$$

$$\theta (3) \quad \left(\delta - \frac{\delta}{n_2} \right) \cdot n_2 = \theta_3 \Rightarrow \theta_3 = \delta \cdot (n_2 - 1) = 0.02 \quad \text{ног}$$

разберём путь луча, отклонённый на малый
угол θ от горизонтали

$$\frac{J_{\text{ne}}}{J_{\text{co}_2}} = \frac{3V}{4V_{\text{co}_2}}$$

\nearrow

J_{ne}

$$\frac{1}{4} J_{\text{ne}} kT - 3 \cdot \rho_0 V = \frac{k \rho_0 V}{4} \cdot kT + J_{\text{co}_2} \cdot kT$$

$$\frac{0.5}{4} \cdot 10^{-8} \cdot 3000$$

$$k J_{\text{ne}} - \theta = J_{\text{co}_2}$$

$$(J_{\text{ne}} + J_{\text{co}_2}) kT_0 = \rho_0 \frac{3}{4} V$$

$$(J_{\text{ne}} + 1) kT_0 = \frac{\rho_0 \cdot \frac{3}{4} V}{C_{\text{in}}}$$

$$\rho_0 V_{\text{co}_2} = J_{\text{co}_2} kT_0$$

$$(J_{\text{ne}} + J_{\text{co}_2}) kT_0$$

Співвідношення між параметрами випромінювання та стискування:

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



Ha оцініть стискування мокрих опорулят та підтвердіть правильність отриманого виходу.

Спахнна снтарета щепхонкю н ёе мюбепакета. Топка QR-код а єлонгитнад!

- Ежн орнегено ѡоре ѿнн јајан нун ёе орнегено нн ѿнн јајан.
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

Ремнене ротофон нпектармехо на спахнне:

Онтпрете љектрнок юнсеп јајан.
Ha ѿнн спахнне мокко ѿпомните **TOTPKO ONLY** јајан.



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!

$$\frac{3V}{4V_{CO_2}} = \frac{\rho_{me}}{\rho_{CO_2}}$$

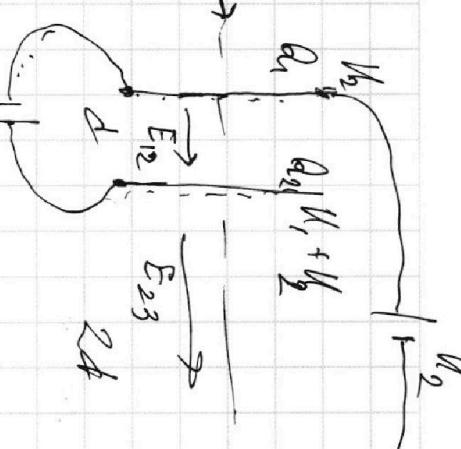
№

170

$\frac{19 \cdot 3}{60} Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

$$Q_3 = -(Q_1 + Q_2)$$

от. 8 подсчеты
черт



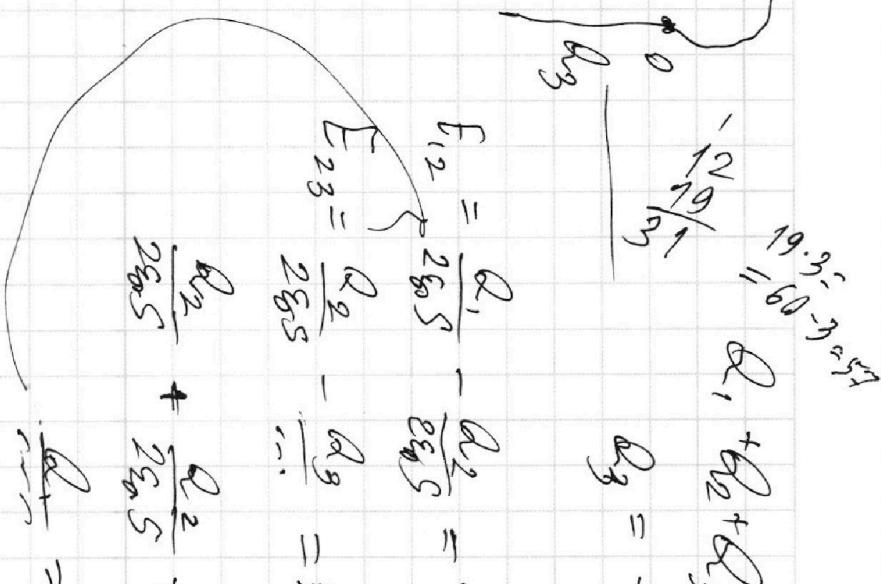
$$E_{12} = \frac{U}{d}$$

$$I_{20} = \frac{3}{19} \frac{E}{R}$$

$$E_{12} = \frac{R_1}{285} - \frac{R_2}{285} = -\frac{U_1}{d}$$

$$E_{23} = \frac{R_2}{285} - \frac{R_3}{285} = \frac{U_2 + U_1}{2d}$$

$$\frac{R_2}{285} + \frac{R^2}{285} + \frac{R_3}{285} = \frac{U_2 + U_1}{2d}$$



$$E = JR + 3RK \cdot I_1 + Q_2, Q_3, Q_1, \dots$$

$$= \frac{dJ_R}{dt} \cdot L + JR$$

$$\frac{dJ_R}{dt} \cdot 3L + 3RK \cdot I_1 = 4RK^2 + \frac{dI_R}{dt} \cdot 2L$$

$$\frac{dJ_R}{dt} \cdot 3L + 3RK \cdot I_1 = 4RK^2 + 2L \cdot \frac{dI_R}{dt}$$

$$3L \cdot J_1 + 3RK \cdot I_1 = 4RK^2 + 2L \cdot \frac{dI_R}{dt}$$

$$(I) \quad L = 4T_1 \cdot 3k + 3K \cdot \Delta R_1$$