

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



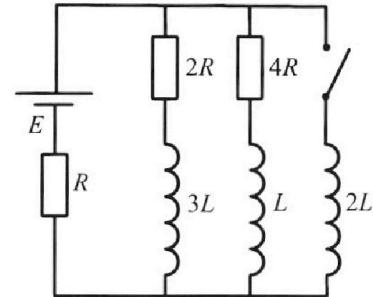
Вариант 11-04

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.

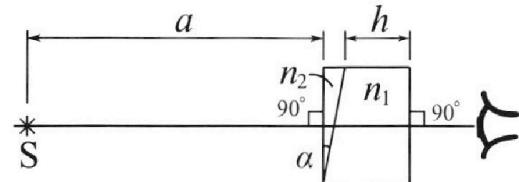
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



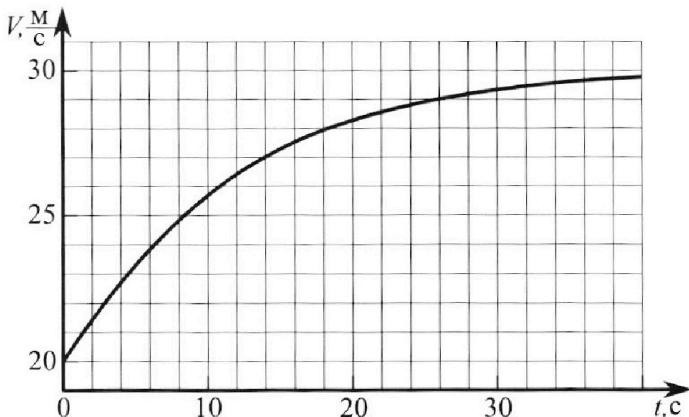


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023
Вариант 11-04**



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ 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 $F_k = 200$ Н.



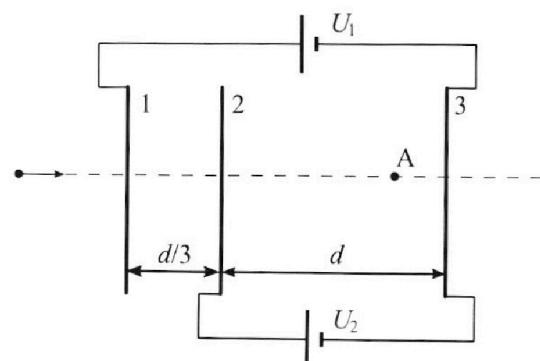
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый 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 $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k w p$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите 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.



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!

$$3) P_{\text{comp}} = F_0 V_0 = 140 \cdot 20 = 2800 \text{ BT} ; \alpha = \frac{2800}{6000} = \frac{28}{60} = \frac{14}{30} = \frac{7}{15}$$

Отв: 1) $\frac{2}{3} \frac{M}{c^2} \approx 0,67 \text{ M/c}^2$

2) $F_0 = 140 \text{ N}$

3) ~~2800 BT~~ $\frac{7}{15}$



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 коэф. токс. с газ. мож но счи тат

(точк. со половиной клетки. Приближенный график
6 шагов прямой:

$$a_0 = \frac{22 - 20}{3 - 0} = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$$

22 м/c - скроп. б/6 ≈ 3c
20 м/c (скроп б + 0 c)

Руктг можн. збогр. Р:

$$P = \frac{dF}{dt}$$

6 корз: $P = \frac{dA}{dT} = F_K \frac{dS}{dt} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = F_K V_K = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт} = 6 \text{ кВт}$$

$V_K = 30 \text{ м/с}$

Б шаги: 3 (7: $A = \pi R + \pi D$)
 под. бокс син \uparrow \uparrow азм. пот. ж. = 0
 азм. кин. элекр.

$$\Rightarrow P dt - F_0 V_0 dt = d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \frac{m}{2} \cdot 2V_0 a_0 dt$$

$V_0 = 20 \text{ м/с}$ \uparrow $= m V_0 a_0 dt$

$$\Rightarrow P - F_0 V_0 = m V_0 a_0 \Rightarrow P - m V_0 a_0 = F_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_0 = \frac{P}{V_0} - m a_0 = \frac{6000}{20} - 240 \cdot \frac{2}{3} =$$

$= 300 - 160 = 140 \text{ Н}$

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!

У₃ 1-я. рабн. и невес. порнр забр. мас и
ног тил бсрга рабнр.

$$\frac{(3)}{(4)}: \frac{P_0 \left(\frac{7}{8}V - w \right)}{(P_k - P_{\text{атм}}) \left(\frac{7}{8}V - w \right)} = \frac{V_2 RT_0}{(V_2 + k p_0 w) RT} = \frac{3 V_2}{4(V_2 + k p_0 \cdot \frac{3}{8}V)}$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{(\frac{16}{3}P_0 - P_{\text{атм}})} \cdot \frac{\frac{1}{8}V}{\frac{4}{8}V} = \frac{3 V_2}{4(V_2 + k p_0 \cdot \frac{3}{8}V)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{\frac{16}{3}P_0 - P_{\text{атм}}} - \frac{1}{4} = \frac{3 V_2}{4(V_2 + k p_0 \cdot \frac{3}{8}V)} \quad \text{⊗}$$

$$\frac{(1)}{(3)}: \frac{P_0 \cdot \frac{3}{8}V}{P_0 \left(\frac{7}{8}V - w \right)} = \frac{V_1 RT_0}{V_2 RT_0} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{3}{8}V}{\frac{1}{8}V} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow 4 = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow 8V_2 = 2V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{2}{3}V_1 / V_1 = 4V_2$$

$$\begin{aligned} \text{⊗} \quad \frac{P_0}{\frac{16}{3}P_0 - P_{\text{атм}}} &= \frac{12V_2}{4(V_2 + k V_1 RT_0)} = \frac{12}{4(1 + k \frac{V_1}{V_2} \frac{V_1}{RT_0})} = \\ &= \frac{3}{2(1 + k \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{3}{4} RT)} = \frac{3}{2(1 + k \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot RT)} = \frac{3}{2(1 + \frac{9}{8} \cdot 0.6 \cdot 10^3 / 3 \cdot 10^3)} \end{aligned}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

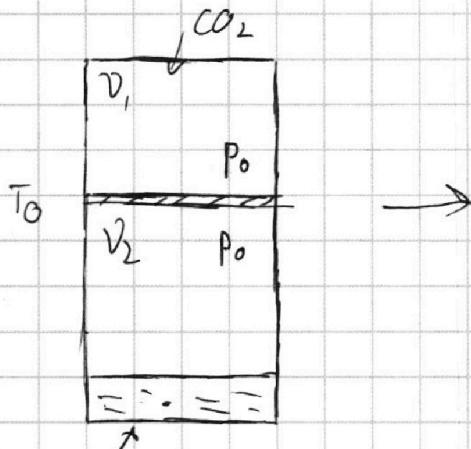


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

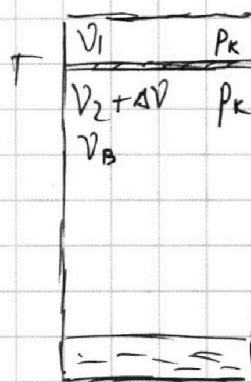
МФТИ

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

$$\textcircled{2} \quad \Delta V = t \rho W \quad | w = \text{const}$$



Бога с расх. CO_2



$$i_{H_2O} = 6$$

$$i_{CO_2} = 5$$

$$RT = 3 \frac{600}{1000}$$

$$W = \frac{3}{8}V$$

$$V - \frac{3}{8}V = \frac{5}{8}V$$

Уп. состоян. газа:

$$\text{без: } P_0 \cdot \frac{4}{8}V = V_1 RT_0 \quad (1)$$

$$\text{после: } P_k \frac{V}{8} = V_1 RT \quad (2) \quad | P_k - \text{кон. забл.}$$

$$\text{без: } CO_2: \text{без: } P_0 \left(\frac{4}{8}V - W \right) = V_2 RT_0 \quad (3)$$

$$\text{после: } P_k \left(\frac{7}{8}V - W \right) = (V_2 + \Delta V) RT \quad (4)$$

$$\Delta V = k P_0 W \quad | P_k - \text{посл. забл. CO}_2 \text{ снизу}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \quad \frac{P_0}{P_k} \cdot \frac{4}{7} = \frac{T_0}{T} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{7}{8} T_0} \Rightarrow \frac{P_0}{P_k} = \frac{3}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P_k} = \frac{3}{16} \Rightarrow P_k = \frac{16}{3} P_0$$

$$(4): P_{\text{реф}} = P_k - P_{\text{атм}}, \text{ реф забл. паров воды}$$

При P_T равно $P_{\text{атм}}$

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!

$$=\frac{P}{2(1+\frac{g}{8} \cdot 1,8)} = \frac{6}{2(1+k \cdot \frac{12}{V_2} \cdot \frac{3}{4} RT)} = \frac{6}{2(1+k \cdot 4 \cdot \frac{3}{4} \cdot RT)} =$$
$$= \frac{6}{2} \cdot \frac{1}{1+0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3} = \frac{6}{2 \cdot 6,4} = \frac{6}{12,8} = \frac{P_0}{\frac{16}{3} P_0 - P_{ATM}}$$

$$\Rightarrow 12,8 P_0 = 16 P_0 - 6 P_{ATM} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 19,2 P_0 = 6 P_{ATM} \Rightarrow P_0 = \frac{192}{10} P_{ATM} \cdot \frac{1}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{32}{5} P_{ATM}$$

Отв: 1) $\frac{V_{Верх}}{V_{Ниж}} = 4$

2) $P_0 = \frac{32}{5} / P_{ATM} // = 3,2 P_{ATM}$

$$= \frac{16}{5} P_{ATM}$$

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 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!

2) Задача 3: $A = A\pi + Ak \Rightarrow$
 $\frac{q}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{m}$ A \uparrow \nwarrow $\text{нест. изм. нап. эл. } k_3 - k_2$
раб. врем. син $A=0$ изм.
пот-жнерг. $k_3 - k_2$

$$\Rightarrow k_3 - k_2 = - (k_3 - k_2) = - q(U_3 - U_2) = - q(0 - U) = qU$$

3) Задача 3: $\frac{q}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{m} :$

$$0 = A\pi + nk \Rightarrow 0 = (k_A - k_{inf}) + (k_A - k_{inf})$$

k_A ; k_A - кип. и пот. эл. б. т. А.

k_{inf} ; k_{inf} - кип. и пот. эл. на деср.

$$\Rightarrow 0 = (qU_A - 0) + \left(\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \right) \Rightarrow$$

погоду. б. т. А \uparrow

$$U_A = \frac{E_{23}d}{q} = \cancel{\frac{23U}{d}} \cdot \frac{d}{q} = \cancel{\frac{23}{4}} \cdot \frac{d}{q} = \frac{U_2 - U}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{qU}{4} \Rightarrow V_A^2 = V_0^2 - \frac{2qU}{m} =$$

 $= V_0^2 - \frac{qU}{2} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2}}$



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 checked="" 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!

МФТИ

OTB/ № 1) $E_{23} = \frac{U_{23}}{d} = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$

Из теоремы по напр. в 2-й линии:

~~известно~~ $m a = q E_{23} = q \frac{U}{d} \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{qU}{md}$

OTB: 1) $a = \frac{qU}{md}$

2) $K_3 - K_2 = qU$

3) $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

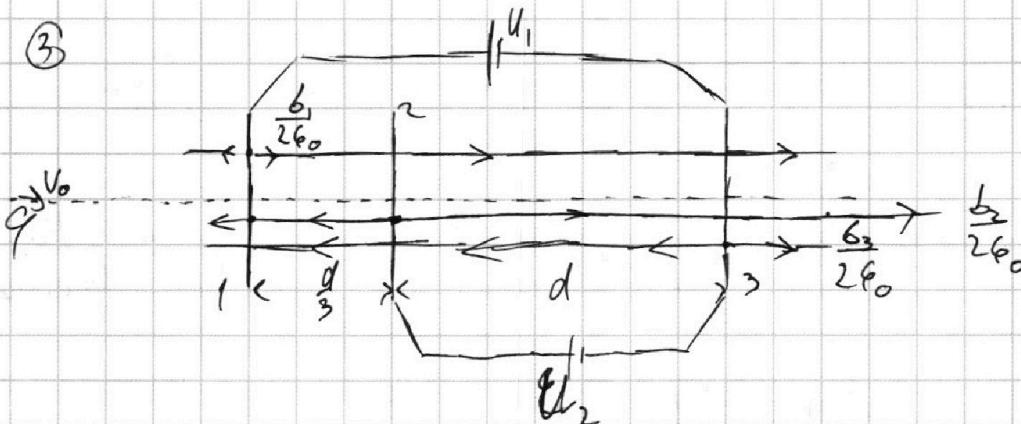
решение которой представлено на странице:

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



$q \ll q_{\text{сетка}} \rightarrow$ Проехокс. запас
обозр. сетки не будет на
распрес. зап. сеток

Решение $U_3 = 0 \rightarrow U_2 = U_1 = U$
 $U_1 = U_2 = 54$

Решение поверх. п. 1. зап. на сетке 1, 2, 3
состав. $b_1; b_2; b_3$

Тк. изнан. сетки не зап.:

$$b_1 S + b_2 S + b_3 S = 0 \rightarrow b_1 + b_2 + b_3 = 0 \quad (1)$$

$$1 - 2: 5U - U = \frac{b_1 - b_2 - b_3}{2\varepsilon_0} \frac{d}{3} \quad (2)$$

$$2 - 3: U = \frac{b_1 + b_2 - b_3}{2\varepsilon_0} d \quad (3)$$



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 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!

TK tota 23 2R + 4R ket, to

OK ekt6 to6ko 23 E, R, 2L :

$$E = i_k R + 0 \Rightarrow i_k = \frac{E}{R}$$

$$\textcircled{+} : 4R q_4 = \frac{2L E}{R} + \frac{L - E}{7R} = \frac{14L E + LE - 15LE}{7R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_4 = \frac{15LE}{16R^2}$$

$$OTB: 1) I_{20} = \frac{E}{7R}$$

$$2) I'_{2L} = \frac{2E}{7L}$$

$$3) q_4 = \frac{15LE}{16R^2}$$

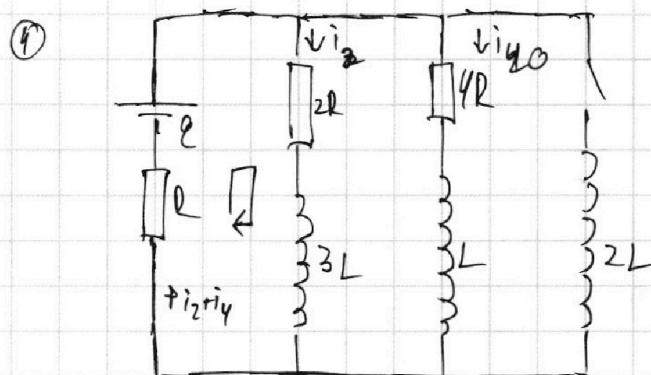
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



1) Установ. режим

При разомк.

Ключе:

токи $i_2/3$, $3L$ и L

неизм. со бр.: i_2 и i_4 - пост.

$$\begin{cases} \mathcal{E} = (i_2 + i_{40})R + 2i_2 R + 0 \\ \mathcal{E} = (i_2 + i_{40})R + 4i_{40}R + 0 \end{cases} \Rightarrow$$

12 упр. Кирх. для контуров $\mathcal{E} - 2R - 3L - R$ и
 $\mathcal{E} - 4R - L - R$)

$$\begin{cases} i_2 R = 2i_{40}R \Rightarrow i_2 = 2i_{40} \\ \mathcal{E} = (i_2 + i_{40})R + 4i_{40}R \Rightarrow \mathcal{E} = 3i_{40}R + 4i_{40}R = 7i_{40}R \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_{40} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$$

2) (разы после замык. ключа) ток

i_{2L} не может изм., т. е.:

$$i_{2L} = 0; i_{2L}' = ? \quad - \text{ток } i_{2L} 2L$$

$$i_2 = \frac{2\mathcal{E}}{7R}; i_2' = 0 \quad - \text{ток } i_2 2R \text{ и } 3L$$

$$i_4 = \frac{\mathcal{E}}{7R}; i_4' = 0 \quad - \text{ток } i_4 4R \text{ и } L$$

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!

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E} = (i_2 + i_4) R + 2L i_{2L}' \\ \mathcal{E} = (i_2 + i_4) R + 2i_2 R + 3L i_2' \\ \mathcal{E} = (i_2 + i_4) R + 4i_4 R + L i_4' \\ 2i_2 R + 3L i_2' = 4i_4 R + L i_4' = 2L i_{2L}' \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \left(\frac{2\mathcal{E}}{7R} + \frac{\mathcal{E}}{7R} \right) R + 2L i_{2L}' \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{3}{7}\mathcal{E} + 2L i_{2L}'$$

$$\Rightarrow \frac{4}{7}\mathcal{E} = 2L i_{2L}' \Rightarrow i_{2L}' = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

3) Учт. режим. при замк. катоды:

Токи и напр. неизм $\Rightarrow I_{2L} = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_{2L} = 0 = \text{const} \Rightarrow \text{токи } 2R \text{ и } 4R - \text{нет}$$

\downarrow бояка / ясно, \uparrow $U_{2L} = 0$

А/в 2) р. Кирх. с/з $4R - L - 2L$:

$$4i_4 R + L i_4' - 2L i_{2L}' = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 \frac{\Delta q_4}{\Delta t} R + L \frac{\Delta i_4}{\Delta t} = 2L \frac{\Delta i_{2L}}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4R \Delta q_4 + L \Delta i_4 = 2L \Delta i_{2L} \quad \sum_{\text{расл}}^{\text{кон}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4R(q_4 - 0) + L(i_4 - 0) = 2L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4R(q_4 - 0) + L(0 - I_4) = 2L(i_k - 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4Rq_4 = 2L i_k + LI_4 \quad \otimes$$

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



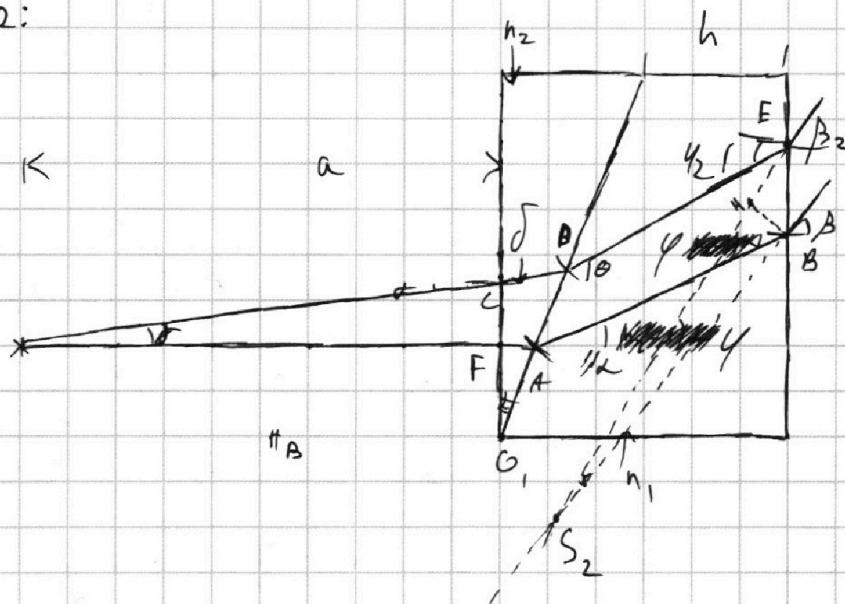
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$S_A = (h_2 - 1) \cdot a \left(2 + \frac{1}{n_2} \right) \approx L a / (h_2 - 1) = 0,1 \cdot 100 \text{ см. } 0,7 = 7 \text{ см}$$

Т.к. угол отражения равен из п. 1), то

$$SS_1 \approx 100 - 7 = 93 \text{ см}$$

3) аналог. п. 2:



Прелом. б:

$$\text{т. а: } h_2 \alpha = h_1 \beta_1 \Rightarrow \gamma = \beta_1 - \alpha = \left(\frac{h_2}{h_1} - 1 \right) \alpha$$

$$\text{т. б: } h_1 \gamma = \beta \Rightarrow \beta = (h_2 - h_1) \alpha$$

$$\text{т. в: } \gamma = h_2 \delta \Rightarrow \delta = \frac{\alpha}{h_2}$$

$$\text{т. г: } \angle D = \frac{\alpha}{h_2} + \alpha \Rightarrow h_2 \left(\frac{\alpha}{h_2} + \alpha \right) = h_1 \theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{h_2}{h_1} \left(\frac{\alpha}{h_2} + \alpha \right) = \alpha \frac{h_2}{h_1} + \frac{\alpha}{h_1}$$

$$\text{Угол отражения второго раза: } \gamma_2 = \theta - \alpha = \frac{\alpha}{h_1} + \alpha \left(\frac{h_2}{h_1} - 1 \right)$$

$$\text{т. д: } h_1 \gamma_2 = \beta_2 \Rightarrow \beta_2 = \frac{\alpha}{h_2} + \alpha \left(\frac{h_2}{h_1} - 1 \right)$$

$$\beta_2 = \gamma + \alpha (h_2 - h_1)$$

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

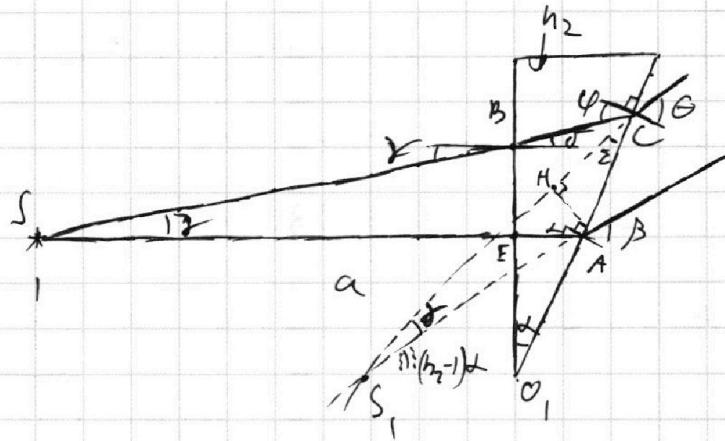
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!



Пусть $\gamma = \arctan \frac{h_2}{a} = 1 - \text{угл наклон призмы}$, $2 - \text{ой нос}$

$$\text{углом } \gamma \text{ для } \tau. A: \beta = h_2 \alpha \quad (\text{против. стороны})$$

$$\tau. B: \gamma = h_2 \sigma \Rightarrow \sigma = \frac{\gamma}{h_2}$$

$$\Delta O_1BC: \alpha + \frac{\pi}{2} + \sigma + \angle C = \pi \Rightarrow \angle C = \frac{\pi}{2} - \gamma$$

$$\Rightarrow \alpha + \sigma - \gamma = 0 \Rightarrow \alpha + \gamma = \gamma = \alpha + \sigma = \alpha + \frac{\gamma}{h_2}$$

$$\tau. C: h_2 \gamma = \theta \Rightarrow \theta = h_2 \alpha + \frac{h_2 \gamma}{h_2} = h_2 \alpha + \gamma$$

Расср. $BE = ja$, тк торн. призмы

$$\text{мая}, \text{тк} \quad \text{расср. } AB = \frac{ja}{\cos \alpha} = \frac{ja}{1 - \frac{\alpha^2}{2}} \approx ja(1 + \frac{\alpha^2}{2}) \approx ja$$

$$AH = S_1A \cdot \gamma = AC \cdot \Sigma = AC(\theta - \gamma) = ja \cdot (h_2 - 1) \cdot \gamma \\ = ja \cdot (h_2 - 1) \left(\alpha + \frac{\gamma}{h_2} \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$\beta_2 - \beta_1 = \gamma$$

Thm 10.12: $AD = FC = \alpha f$

$$f(B) = \bigcup_{B_2} B = E_B \cdot \perp\!\!\!E B_2$$

$$LHFB_2 = \beta_2 - \gamma_2 = (h_1 - 1)\gamma_2 = j \cdot \frac{h_1 - 1}{n_1} + 2\left(\frac{h_2 - 1}{n_1}\right)(h_1 - 1)$$

$$EB = AD + h \cdot ((G - \omega) - (4 \cancel{H})) = AD + h(\cancel{G} - \omega) =$$

$$= AD + h \cdot \left(f\left(\frac{h_2}{h_1}\right) - f\left(\frac{h_1}{h_2}\right) + L\left(\frac{h_2}{h_1} - 1\right) - L\left(\frac{h_1}{h_2} - 1\right) \right) =$$

$$= \alpha \gamma + \frac{h\gamma}{n_1} = \gamma(\alpha + \frac{h}{n_1})$$

$$\textcircled{\ast} : \quad f S_2 B = f\left(a + \frac{h}{h_1}\right) \cdot \left(f \cdot \frac{h_1 - 1}{h_1} \times \underline{\frac{(h_2 - h_1)/h_1 - 1}{h_1}}\right)$$

$$S_2 B = \left(a + \frac{h}{n_1} \right) \left(j + \frac{h_1 - 1}{n_1} + \lfloor \frac{h_2 - h_1}{n_1} / (h_1 - 1) \rfloor \right) = j < \infty$$

$$= \left(a + \frac{h}{h_1} \right) \times \frac{h_2 - h_1}{h_1} (h_1 - 1) = \left(100 + \frac{14}{14} \right) \cdot 0,1 \cdot \frac{1,2 - 1,4}{1,4} (14 - 1) =$$

$$= 110 - 0,1 \cdot \frac{0,3}{1,4} \cdot 0,4 = 11 \cdot 0,4 \cdot \frac{0,3}{1,4} = 11 \cdot \frac{3}{14} \cdot 0,4 = \frac{11 \cdot 3 \cdot 4}{140}$$

$$= \frac{11 \cdot 12}{140} = \frac{11 \cdot 6}{70} = \frac{11 \cdot 3}{35} = \frac{33}{35} \Rightarrow \text{mat. yf. otkr.}$$

$$SS_2 = 110 \text{ cm} \cdot \frac{33}{35} \text{ cm} = 109 \text{ cm}$$

OTB: 1) $y = c_1 \text{ OT pas}$

2) 93 cm 3) 109 cm



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

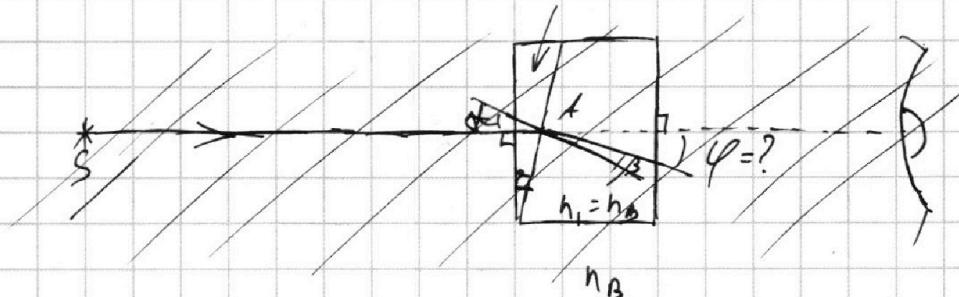
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

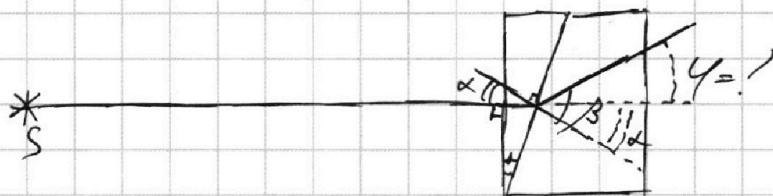
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\textcircled{5} \quad 1) \quad h_1 = h_B = 1 ; \quad h_2 = 1,7$$



Предпол. в т.т. n_B малых & $\alpha \ll \beta$:

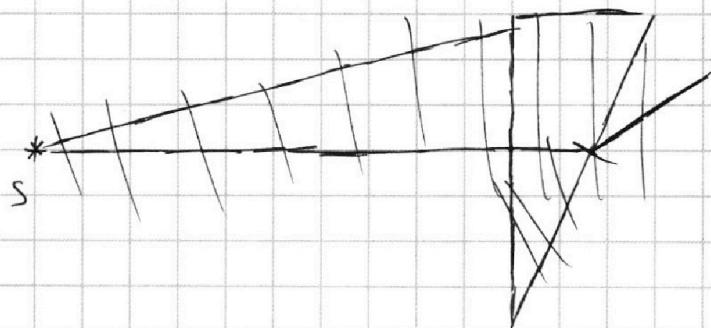
$$n_2 \alpha = \beta$$



$$\phi = \beta - \alpha = (h_2 - 1)\alpha = (1,7 - 1) \cdot 0,1 = 0,07 \text{ rad}$$

$$2) \quad h_1 = h_B = 1 ; \quad h_2 = 1,7$$

Тк $h_1 = h_B$, то призму с n , можно не рис., тк она не видет на конуса.





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!

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 checked="" 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!

$$(1) : \left\{ \begin{array}{l} b_1 + b_2 + b_3 = 0 \\ 24 \frac{U_{\text{б}}}{d} = b_1 - b_2 - b_3 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$(2) : \left\{ \begin{array}{l} b_1 + b_2 + b_3 = 0 \\ 24 \frac{U_{\text{б}}}{d} = b_1 - b_2 - b_3 \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 24 \frac{U_{\text{б}}}{d} = b_1 + b_2 + b_3 \end{array} \right. \quad (3)$$

$$(3) - (2) : b_1 + b_2 - b_3 - b_1 + b_2 + b_3 = 2b_2 = (24 - 2) \frac{U_{\text{б}}}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2b_2 = \frac{22 U_{\text{б}}}{d} \Rightarrow b_2 = \frac{11 U_{\text{б}}}{d}$$

$$(1) + (2) : b_1 + b_2 + b_3 + b_1 - b_2 - b_3 = 2b_1 = \frac{24 U_{\text{б}}}{d}$$

$$\Rightarrow b_1 = \frac{12 U_{\text{б}}}{d}$$

$$b_3 = -b_1 - b_2 = -\frac{12 U_{\text{б}}}{d} - \frac{11 U_{\text{б}}}{d} = -\frac{23 U_{\text{б}}}{d} \quad | \text{ пыл. } \frac{U_{\text{б}}}{d} = L$$

#3. Найти на участке бодрой оси сила:

$$ma = qE_{23} \quad \text{иметь в р. 2 и 3} \Rightarrow$$

$$E_{23} = \frac{b_1 + b_2 - b_3}{2L} = \frac{(12L + 11L - 23L)}{2L} =$$

$$= \frac{46L}{240} = \frac{23L}{120} = 23 \frac{U_{\text{б}}}{d} \cdot \frac{1}{L} = 23 \frac{U}{d}$$

$$\Rightarrow ma = q \cdot \frac{23U}{d} \Rightarrow a = \frac{23qU}{md}$$

Теор. \ о \ кул. \ эквр.



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"/> |

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

МФТИ