



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



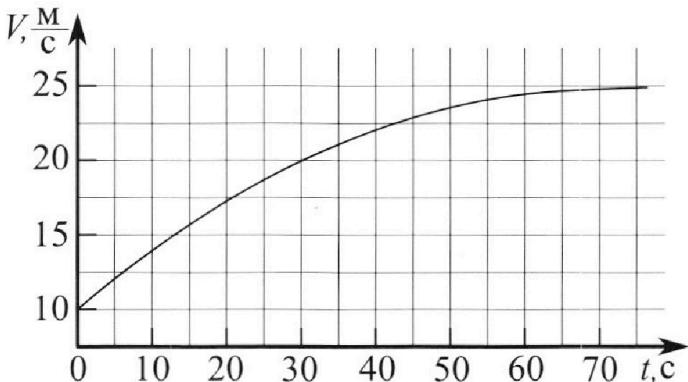
Вариант 11-03

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 ориентировано 10%.

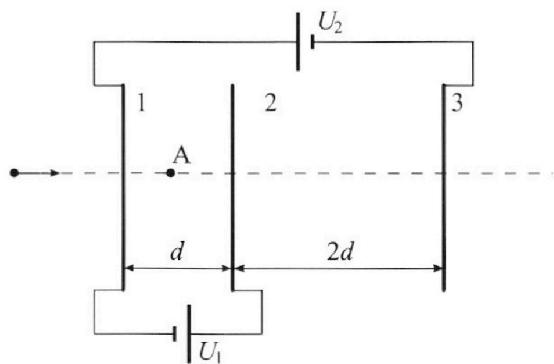


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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

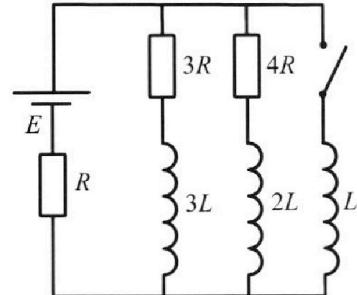


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

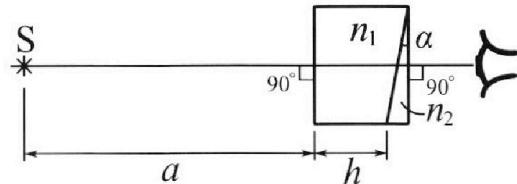
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $n_b = 1,0$. 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

1.

$$1) \text{ no DeL. } a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow a(t=0) = \frac{dv}{dt}(t=0)$$

• $\frac{dv}{dt}(t=0)$ - ускорение в нач. кас. к графику $v(t)$ в $t=0$

• Видно, что касательная к $v(t)$, $t \geq 0$ проходит через

$$(1) (35; 25) \Rightarrow \frac{dv}{dt}(0) = \frac{25-20}{35-0} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7} \frac{m}{s^2}$$

2). a_n - усм. в потоке

• $a_n = 0$; т.к. $\frac{dv}{dt}(t \geq 40) \approx 0 \Rightarrow$

$$\bullet F_{\text{норм}} - \underbrace{kV}_{F_{\text{comp. давл}}} = ma \Rightarrow F_{\text{норм}} - kV_n = ma \Rightarrow k = \frac{F_n}{V_n}$$

$$\bullet F_0 - kV_0 = ma_0 \Rightarrow F_0 = \frac{V_0}{V_n} F_n + ma$$

$$F_0 = \frac{10}{25} \cdot 6000 + 1500 \cdot \frac{3}{7} = \frac{4}{5} \cdot 60 \cdot 10 + 1500 \cdot \frac{3}{7} =$$

$$= 240 + (200 + 14 + \frac{2}{5}) \cdot 3 = 240 + 600 + 42 + \frac{6}{5} =$$

$$= 882 + \frac{6}{5} \approx 883 \text{ Н}$$

3) $\frac{dA}{dt}$ около $t=0$

$$\delta A = P_0 dt$$

$$\delta A = F_0 dx = F_0 V_0 dt \quad \Rightarrow \quad P_0 = F_0 V_0 \approx 8830 \frac{\text{Н}\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{3}{7} \frac{m}{s^2} \quad 2) 883 \text{ Н} \quad 3) 8830 \frac{\text{Н}\text{м}}{\text{с}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2.

$$1) P_0 = \frac{P_a}{2}$$

$$V_x = \frac{V_0}{2} = \frac{V}{2}$$

λ_1 - конс. чист. газа

до пор.

$$2) \Delta V = k_p W = k_p P_0 \frac{V}{4} = \frac{k_p a V}{8}$$

$$3) P_{\text{нр}} = P_3 + \Delta V = P_{\text{атм}} = P_a$$

до порта

$\lambda_{\text{не-газо-газ}}$ - конс. чист. газа

ΔV - разр. чист. газ

$P_{\text{нр}}$ - общ. давл. порт

$$P_0 V_x = \lambda_{\text{не-газо-газ}} R T_0 = P_0 \frac{V}{2} = \frac{P_a V}{4}$$

$$P_0 \left(\frac{3}{4} V - V_x \right) = \lambda_1 R T_0 = P_0 \frac{V}{4} = \frac{P_a V}{8}$$

$$P_2 - \text{общ. (порту)} \text{ } CO_2 \text{ ионен пор.} \frac{\lambda_{\text{не-газо-газ}}}{\lambda_1} = \frac{V/2}{\frac{3}{4} V - \frac{V}{2}} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

$$6) (P_{\text{нр}} + P_2) \frac{V}{5} = \lambda_{\text{не-газо-газ}} RT$$

$$P_{\text{нр}} \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = \lambda_{\text{не-газо-газ}} RT$$

$$P_2 \underbrace{\left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right)}_{\frac{11}{20} V} = (\lambda_1 + \Delta V) RT$$

$$P_2 = \frac{5 \lambda_{\text{не-газо-газ}} RT}{V} - P_a$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V = \lambda_1 \left(1 + \frac{k_p R T_0}{t \Delta T} \right) RT$$

$$(5 \lambda_{\text{не-газо-газ}} RT - P_a V) \cdot \frac{11}{20} = \lambda_1 \left(1 + \frac{k_p R T_0}{t \Delta T} \right) RT$$

$$(5 \lambda_{\text{не-газо-газ}} RT - 4 \lambda_{\text{не-газо-газ}} RT_0) \cdot 11 = 20 \lambda_1 (1 + k_p R T_0) RT$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$\left(5 \frac{\ln e}{\ln} RT - 4 \frac{\ln e}{\ln_1} RT_0\right) \cdot 11 = 20 (1 + k RT_0) RT$$

$$(10 RT - 8 RT_0) \cdot 11 = 20 (1 + k RT_0) RT$$

$$110 RT - 80 RT = 88 RT_0 + 20 k RT \cdot RT_0$$

$$RT_0 (20 k RT + 88) = 110 \cdot 90 RT$$

$$\frac{T_0}{T} = \frac{90}{20 k RT + 88} = \frac{90}{20 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 + 88} = \frac{90}{30 + 88} = \frac{45}{59}$$

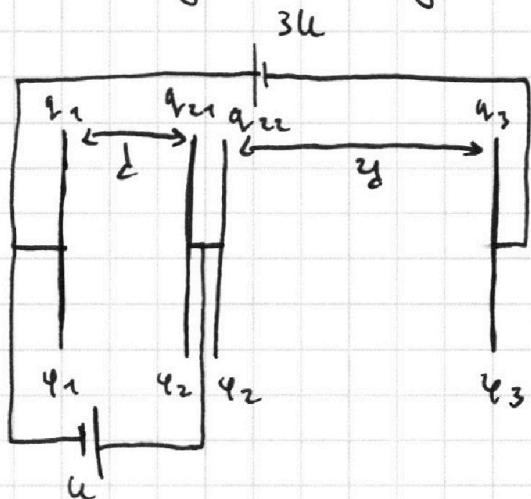
Очевидно: 1) $\frac{\ln e}{\ln_1} = \frac{\ln \text{верн}}{\ln \text{верн}} = 2$ 2) $\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$

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

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

3.

1) Перерисуем схему:



2) Исходим из постоянного тока - в
единичной фиксированной
расположении конденсаторов

3) Представив токами 2 или

суперпозицию 2к токов
получим 2 конденсатора

(изолированные заряды)

↓

- $\frac{q_1}{d} = \frac{q_2}{d}$. Е между
- $\frac{q_2}{d} + q_3$ i постоян-
- константа

$$\begin{cases} q_1 - q_2 = -U \\ q_1 - q_3 = 3U \\ q_{\infty} = 0 \end{cases}$$

↓

$$\begin{cases} q_2 - q_1 = U \\ q_2 - q_3 = 4U \\ q_{\infty} = 0 \end{cases}$$

$$5) E_{12} = \frac{q_2 - q_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$6) F_{12} = E_{12} q \quad \Rightarrow \quad a_{12} = \frac{Uq}{md}$$

$$F_{12} = a_{12} m$$

$$7) k_1 + q_1 q_V = k_2 + q_2 q_V \Rightarrow k_1 - k_2 = (q_2 - q_1) q_V = U q_V$$



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

МФТИ

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

8)

$$\begin{aligned} \varphi_1 &\sim \varphi_2 \sim \varphi_3 \\ \sum \varphi_i &= 0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_1 = 0 \\ \varphi_2 = 0 \\ \varphi_3 = 0 \end{array} \right. \Leftrightarrow \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 0$$

9) $\begin{cases} 2\varphi_2 + \varphi_1 + \varphi_3 = 0 \\ \varphi_1 = \varphi_2 - u \\ \varphi_3 = \varphi_2 - 4u \end{cases}$

$$4\varphi_2 = 5u \Rightarrow \varphi_2 = \frac{5}{4}u$$

$$\varphi_3 = -\frac{11}{4}u$$

$$\varphi_1 = \frac{1}{4}u$$

10) Торнот.к. потенциал бүг-ре үйнләлі мәндердә,

менең бүг-ре 2 есеб 6) X (X-пәнн. өт. $\varphi_2 : \varphi_X = 0$)

$$11) q\varphi_\infty + \frac{mV_\infty^2}{2} = mV_x^2 + q\varphi_X \Rightarrow V_x = V_\infty = V_0$$

12)

$$q\varphi_A + \frac{mV_{\infty A}^2}{2} = \frac{mV_x^2}{2} + q\varphi_X = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$13) \varphi_A = \varphi_1 + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{4} = \frac{1}{2}u$$

\approx Решетка первая = $\frac{d}{4}$

$$\text{т.к. } \Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) \frac{x_{\text{разр}}}{d}$$

$$14) V_x^2 = V_0^2 - \frac{2q}{m} \cdot \frac{u}{2} \Rightarrow V_x = \sqrt{V_0^2 - \frac{q \cdot u}{m}}$$

$$\text{Решетка: 1) } \frac{u \cdot a}{md} \quad 2) \frac{u \cdot a}{d} \quad 3) \sqrt{V_0^2 - \frac{q \cdot u}{m}}$$

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!

4.

1) Решение установившееся $\Rightarrow I = 0 \Rightarrow E = (I_3 + I_{3y}) \parallel R + I_3 R \cdot 3$

$$I_3 \cdot 3R = 4R \cdot I_4$$

$$\cdot E = \frac{4+3}{4} I_3 R + 3 \cdot I_3 R = \frac{7}{4} I_3 R$$

$$\cdot I_3 = \frac{4}{13} \frac{E}{R} = I_{10}$$

2) На любом пути обхода встречается катушка \Rightarrow

\Rightarrow скажем тока не происходит $\Rightarrow I_{R \text{ паралл}} = I_{R \text{ сердеч}}$

(I_R - ток через регулятор сопр. R)

затухание
затухание
затухание

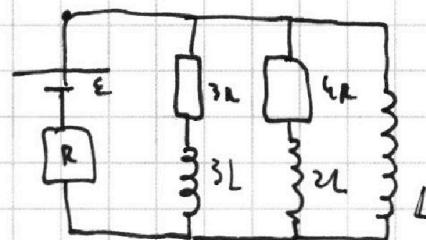
I_{3y} - ток в сопр. $3R$ и $4R$ (затухание)

(затухание)

$$\cdot I_{10} = I_3 + I_{3y} = \frac{7}{4} I_3 = \frac{7}{13} \frac{E}{R}$$

затухание

(затухание)



$$\cdot U_{\text{наг} L} = E - I_{10} R \quad (\text{обход по дальнему контуру})$$

затухание

$L I_0$

$$\dot{I}_0 = \frac{E - \frac{7}{13} \frac{E}{R} \cdot R}{L} = \frac{12}{13} \frac{E}{L}$$



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

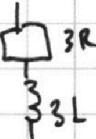
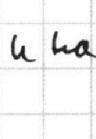
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3)

- Картине катушек на  и на  дано

быть однотаковым (одног)

$$\cdot 3R I_3(t) + 3L \dot{I}_3(t) = L \dot{I}_1(t)$$

$$\cdot \forall t = \infty$$

$$I_3 = I_4 = 0; I_L = \frac{\epsilon}{R}$$

токи

Вуст. решение ($I = \text{const}$) получила
эквив-ка проводу \Rightarrow

ток-е L \Rightarrow Источник с сопротивлением

$$\cdot \forall t = 0 \text{ (исходнїй замкн.)} \quad \text{исходнїй замкн} \Rightarrow$$

$$I_3 = \frac{4}{19} \frac{\epsilon}{R}$$

$$\Rightarrow I_L = \frac{\epsilon}{R}; I_3 = I_4 = 0$$

$$I_L = 0$$

$$\cdot 3R \int_0^\infty I_3(t) dt + 3L \int_0^\infty \dot{I}_3(t) dt = L \int_0^\infty \dot{I}_L(t) dt$$

$$q_3 \text{ протек} = q_3$$

через 3R

$$3R q_3 = L \cdot \left(\frac{\epsilon}{R} - 0 \right) - 3L \left(0 - \frac{1}{19} \frac{\epsilon}{R} \right) = \frac{\epsilon L}{R} \cdot \frac{19 + 12}{19}$$

$$q_3 = \frac{31}{51} \frac{\epsilon L}{R^2}$$



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 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!

МФТИ

Ответ:

$$1) \frac{4}{19} \frac{\epsilon}{R} \quad 2) \frac{12}{19} \frac{\epsilon}{L} \quad 3) \frac{31}{57} \frac{\epsilon L}{R^2}$$



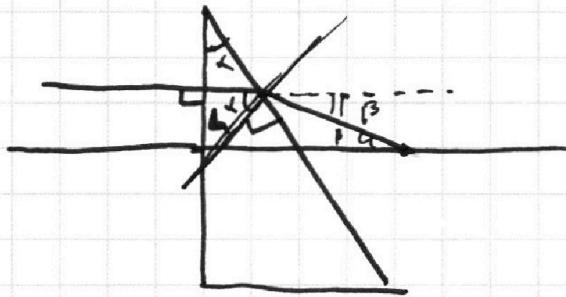
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

5. прог-e

2) • 4 дуги, выходящие из прямых синих из системы на вис. б.
по обратимости тока дуги можно построить откуда
он ~~выходит~~ приставил



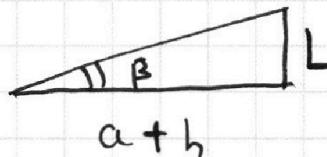
$$\sin(\alpha) n_2 = \sin(\beta) n_1$$

$$0,1 \cdot 1,4 = 1 \cdot \beta$$

$$\beta = 0,14 \text{ rad.}$$

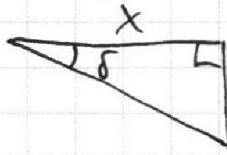
$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 14 \\ \hline 228 \\ 104 \\ \hline 1456 \end{array}$$

Т.к. дуги отходят от источника, то: $\frac{104}{1456}$



$$L = \tan(\beta)(a+h) \approx 0,14 \cdot 104 \approx 14,4 \text{ см}$$

• дуги, идущий \neq док. поближе приставил схему
(на первом) тоже из этого из-за \Rightarrow



$$x = \frac{L}{\tan(\beta)} \approx \frac{14,4}{0,07} \approx 25 \cdot 100 = 2500 \text{ см}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

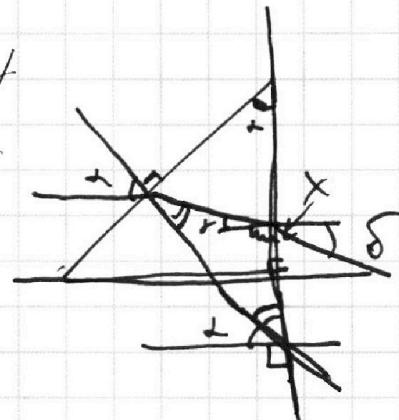
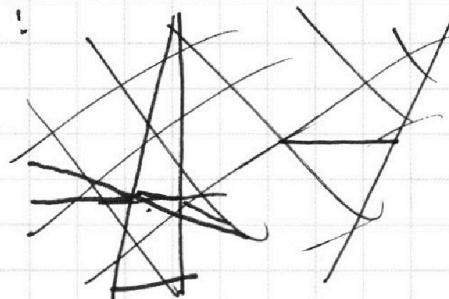
МФТИ

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

5.

1) n_1 луч проходит без изменения

n_2 :



$n_1 \rightarrow n_2$

$$\sin(\alpha) n_1 = \sin(\beta) n_2$$

$$0,1 \cdot 1 = \beta \cdot 1,7 \Rightarrow \beta = \frac{1}{17} \text{ rad}$$

$\angle + \frac{\pi}{2} = X + \beta$

$$(внеш. угол \Delta) \Rightarrow \gamma = \angle - \beta = \frac{1}{10} - \frac{1}{17} = \frac{7}{170} \text{ rad}$$

$$X = \gamma + \frac{\pi}{2}$$

угол

под прямой прои

$n_2 \rightarrow n_1$

$$\sin(\gamma) n_2 = \sin(\delta) n_1 \Rightarrow \frac{4}{17 \cdot 10} \cdot 1,7 = \delta \cdot 1 \Rightarrow \delta = 0,07 \text{ rad}$$

\Rightarrow Отклонение $\delta = 0,07 \text{ rad}$.

под прям.
(зр-м) угол

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

2.

$$j_{ne} = 3$$

ke

ne, no, no₂

$$i_{co2} = 5$$

$$\frac{Pa}{2} \cdot \frac{3}{4} V = (j_1 + j_{ne}) RT_0$$

$$\frac{V_x}{\frac{3}{4} V} = \frac{j_{ne}}{j_1 + j_{ne}}$$

$$\frac{Pa}{2} \left(\frac{3}{4} V \left(1 - \frac{j_{ne}}{j_1 + j_{ne}} \right) \right)$$

$$1) p_1 = Pa/2$$

$$p_1 V_x = j_{ne} RT_0$$

$$p_1 (V - V_x - \frac{V}{4}) = j_1 RT_0$$

$$2) \Delta V = k p_1 \frac{V}{4} = \frac{k p_a V}{8}$$

$$2(p_1 p_2) \frac{V}{5} = j_{ne} RT$$

$$P_{ne} = Pa$$

$$P_{ne} \frac{11}{20} V = j_{no_2} RT$$

$$P_2 \frac{11}{20} V = (j_{no_1} + \Delta V) RT$$

$$Pa V = 5 j_{ne} RT - \frac{20}{11} \left(j_1 + \frac{k p_a V}{8} \right) RT$$

$$X + L p_a V = y \cdot \frac{11}{4}$$

$$\frac{3}{2} p_a V = (x+y) RT_0$$

$$X + \frac{8}{3} L (x+y) RT_0 = y \cdot \frac{11}{4}$$

$$X \left(1 + \frac{8}{3} L RT_0 \right) = y \left(\frac{11}{4} - \frac{8}{3} L RT_0 \right)$$

$$\frac{V/5}{\frac{11}{20} V} = \frac{j_{ne} RT}{j_1 + \frac{k p_a V}{8} + \frac{Pa \cdot \frac{11}{20} V}{RT}}$$

$$j_1 + \left(\frac{k}{8} + \frac{11}{20} \cdot \frac{1}{RT} \right) p_a V = j_{ne} \cdot \frac{11}{4}$$

$$j_1 + L p_a V = j_{ne} \cdot \frac{11}{4}$$

$$\frac{X}{y+L} = \frac{X}{y} \cdot \left(1 + \frac{L}{y} \right) = c$$

$$X = cy + ca$$

$$X - cy = ca$$

$$\frac{X}{y} - 1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

1.

$$1) \frac{dv}{dt} = a$$

$$2) \frac{20 - 10}{25 - 0} = \frac{10}{25} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$2) a_n = 0$$

$$F_{\text{н}} = kV + ma \quad F_n = kV_n + m a_n^2$$

$$k = \frac{F_n}{V_n}$$

$$F_0 = kV_0 + ma_0 = \frac{V_0}{V_n} F_n + m \frac{dV}{dt}(0)$$

$$3) \frac{dp}{dt} = F$$

$$Q = P dT \quad R_0 = F_0 V_0$$

$$Q = F dx = \boxed{FV} dx$$

(35; 25)

$$\frac{25 - 10}{35} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7}$$

(30; 25)

$$\Delta = \frac{1}{7}$$

{

$$\frac{25 - 10}{30} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

3. разумно

4.

$$1) I_1 \cdot 3R = I_2 \cdot 4R$$

$$I_1 = \frac{4}{3} I_2$$

$$\left(\frac{4}{3} I_2 + I_2 \right) R + I_2 \cdot 4R = E$$

$$2) E - (I_1 + I_2) R = L \dot{I}$$

$$3) 3RI_3 + 3L\dot{I}_3 = L\dot{I}_1$$

$$\int 3R \underbrace{I_3 dt}_{\downarrow} + \int 3L \dot{I}_3 dt = \int L \dot{I}_1 dt$$

$$\frac{P_a}{2} \cdot V_x^{\frac{5}{2}} = J_{H_2O} RT_0$$

$$\frac{P_a}{2} \cdot \left(\frac{3}{4}V - V_x \right) = J_1 RT_0$$

$$P_a = \frac{11}{20}V = J_{H_2O} RT$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20}V = \left(J_1 + k \frac{P_a}{2} \frac{V}{4} \right) RT$$

$$(P_a + P_2) \cdot \frac{V}{5} = J_{H_2O} RT$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

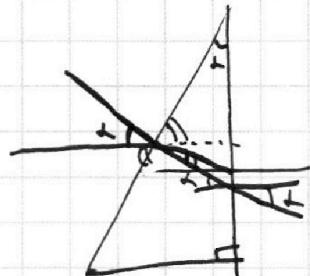
7

МФТИ

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

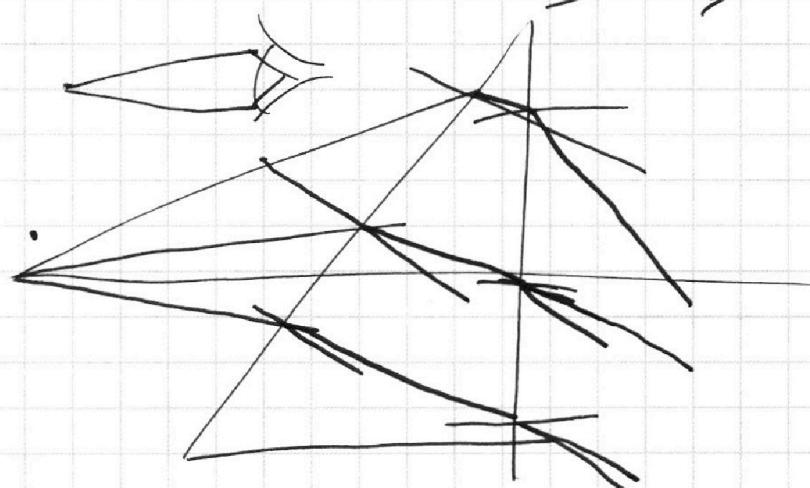
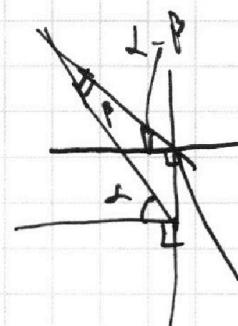
5.

1)

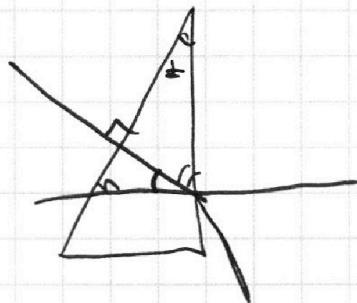


$$\sin(\alpha) n_1 = \sin(\beta) n_{1,y}$$

$$\sin(\beta) \beta = \frac{0.1 \cdot 1}{1.4} = \frac{1}{14}$$



2)





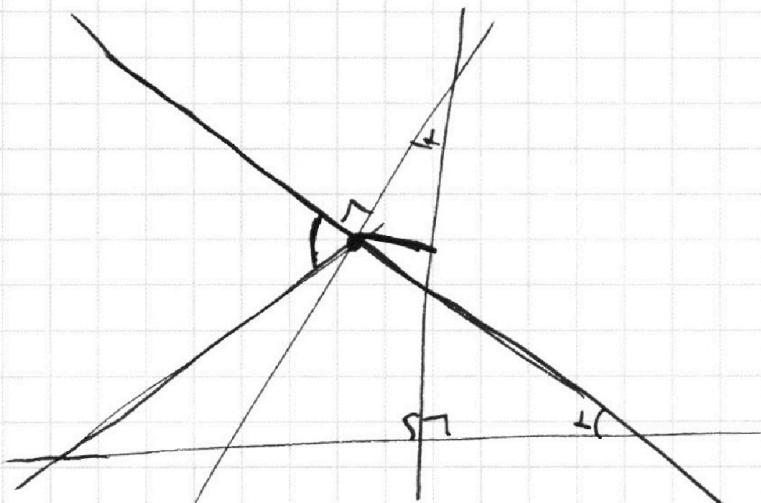
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

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

Черновик