



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



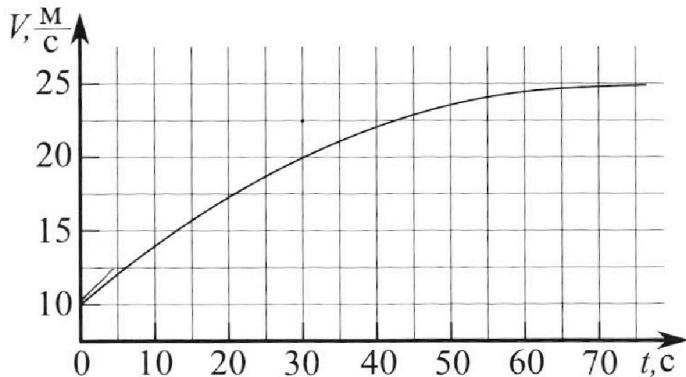
Вариант 11-03

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%.

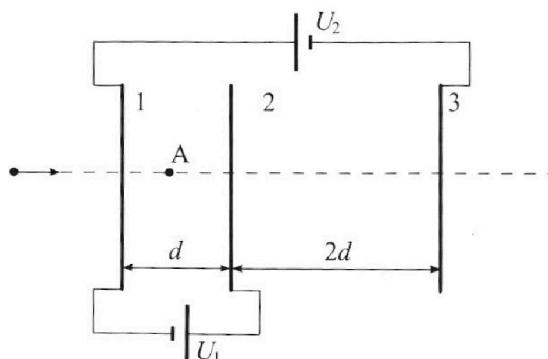


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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: $\Delta v = k p w$. 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

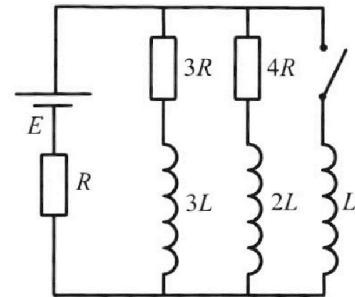
Вариант 11-03

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?

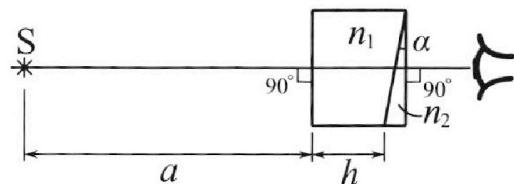
Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. 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!

N1

Дано: $m = 1500 \text{ кг}$. | 1) $a = \frac{dv}{dt} = \tan \alpha$ где α угол наклона
 $F_u = 600 \text{ Н}$ касательной к
 $f_c = kv$ | $a_0 = \frac{22.5 - 10}{30} = \frac{12.5}{30} = \frac{125}{300} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$

2) 23Н. $ma_0 = F_0 - f_c = F_0 - kv_0$ $v_0 = 10 \text{ м/с}$

Когда мало подъемного разогнаться значения

$$a = 0$$

$$\Rightarrow F_u = f_c = kv_u = k \cancel{25} \quad v_u = 25 \text{ м/с}$$

$$600 = k 25 \Rightarrow k = \frac{600}{25} = \frac{120}{5} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = *$$

$$\Rightarrow F_0 = ma_0 + kv_0 = 1500 \cdot \frac{5}{12} + 24 \cdot 10 = \underline{\underline{865 \text{ Н}}}$$

$$1500 \cdot \frac{5}{12} = \frac{500 \cdot 5}{4} : 25 \cdot 25 = 625 \quad \frac{625}{250} = \cancel{25}$$

3) $P_0 = F_0 v_0 = 865 \cdot 10 = 8650 \text{ Вт}$

Ответ: $a = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$; $F_0 = 865 \text{ Н}$; $P_0 = 8650 \text{ Вт}$

~~5/12~~ ~~1/12~~
~~25~~ ~~10~~ ~~25~~

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

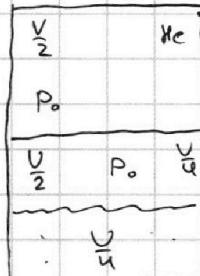
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2) Дано: $V_1 P_0 = \frac{P_{\text{атм}} V}{2}$; T_0 ; $V_{\text{ок}} = \frac{V}{4}$; $T = 373 \text{ K}$; $V_0 = \frac{V}{5}$; $\Delta P = k \rho w$

$k = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$; $R T = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$

1) $\frac{\Delta P}{P_0} - ?$ 2) $T/T_0 - ?$

1) Ур. состояния ~~ади~~ He
зде нач. и кон. с.



$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0$$

$$P_0 = \frac{\nu_{\text{He}} R T_0}{V}$$

$$\frac{\nu_{\text{He}} R}{V} = \frac{P_0}{2 T_0}$$

$$\frac{P_0 V}{5} = \nu_{\text{He}} R T$$

$$P_0 = \frac{S \nu_{\text{He}} R T}{V} - \frac{S P_0 T}{2 T_0}$$

2) Т.к. Объем воды больше в равновесии не меняется в конечном состоянии будем насыщенный пар т.к. если вода в уз. равновесии учитывая вследств

$$\Rightarrow \text{т.к. } T = 373 \text{ K} \Rightarrow t = 100^\circ \text{C}$$

то давление насыщенного пара равно $P_{\text{нс}} = P_{\text{атм}} = 2 P_0$

и если давление уменьшено газа $P_{\text{ко2}}$

В нач. момен. $\Delta P = k \rho w = \frac{k P_0 V}{4}$

из 1-муниции

$$P_{\text{нс}} = \frac{5 \nu_{\text{He}} R T}{V} = 2 P_0 + P_{\text{ко2}}$$

Для каждого газа

~~$P_0 = P_B + P_{\text{ко2}}$~~

~~$\frac{P_0 V}{4} = \nu_B R T_0$~~

~~$\frac{P_{\text{ко2}} V}{4} = \nu_{\text{ко2}} R T_0$~~

~~$P_0 = P_B + P_{\text{ко2}} = \frac{4}{V} R T_0 (\nu_B + \nu_{\text{ко2}})$~~

~~$\frac{P_0 V}{2}$~~



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

N₂(продолжение)

Д) Ур. состояния для каждой газовой смеси \Rightarrow Нар. у.

$$P_A \approx 0$$

$$1 \Rightarrow P_0 = P_{CO_2} \quad \frac{P_0 V}{4} = P_{CO_2} RT_0 \quad P_{CO_2} = \frac{P_0 V}{4RT_0}$$

$$\text{т.к. } P_A \approx 0 \Rightarrow P_A \approx 0$$

$$\Rightarrow \frac{V_{CO_2}}{V_{He}} = \frac{\frac{P_0 V}{4}}{\frac{P_0 V}{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{J_{He}}{P_{CO_2}} = \frac{J_{верх}}{P_{CO_2}} = \boxed{2}$$

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

$$P_{CO_2\text{н}} = P_{CO_2} + \Delta P = \frac{k P_0 V}{4} + \frac{P_0 V}{4RT_0} = \frac{P_0 V}{4} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

У₃ вчера же $P_A = 2P_0$

$$\Rightarrow \cancel{P_{CO_2}}$$

$$\frac{P_{CO_2} V}{4} = P_{CO_2\text{н}} RT = \frac{P_0 V}{4} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) RT$$

$$P_k = P_{CO_2} + 2P_0 = P_0 k RT + P_0 \frac{T}{T_0} + 2P_0$$

$$\frac{P_k V}{S} = V_{He} RT_0 \Rightarrow P_k = \frac{SP_0 T}{2T_0}$$

$$\frac{P_0 k RT}{2T_0} + \frac{P_0 T}{T_0} + 2P_0 = \frac{SP_0 T}{2T_0}$$

$$kRT + 2 = \frac{3}{2} \frac{T}{T_0} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2kRT}{3} + \frac{4}{3} = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3}{3} + \frac{4}{3}$$

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

Ответ: $\frac{P_k}{P_0} = 2; \frac{T}{T_0} = \frac{4}{3}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

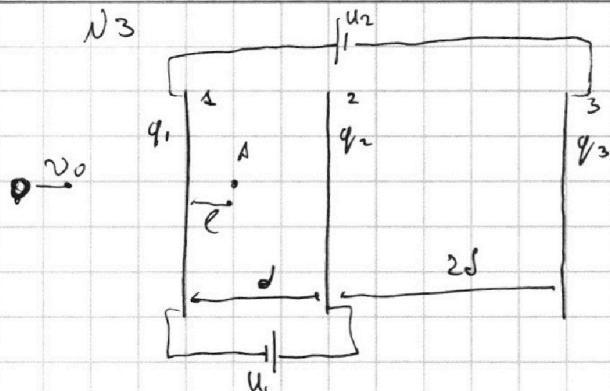
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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



$$U_1 = U \quad U_2 = 3U$$

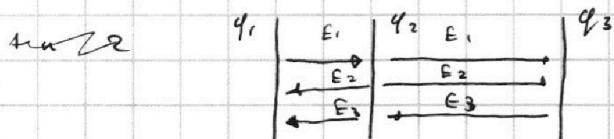
$m; q > 0; v_0$

$$\ell = \frac{d}{4}$$

1) q_1

Рассставим заряды
и.в. показано на рис.

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (3С3)$$

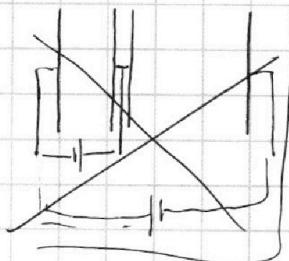


Решения можно
рассмотреть как
шаги.

$$(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3)d = U_1, \quad U_2 = -3\varepsilon_1 d + 3\varepsilon_3 d - \varepsilon_2 d$$

$$\begin{aligned} \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} &= \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} - \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d} \\ + \quad -\frac{3q_1}{2\varepsilon_0 S} + \frac{3q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} &= \frac{3U}{d} \end{aligned}$$

$$\frac{4q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{4q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{4U}{d} \quad q_1 - q_3 = \frac{2U\varepsilon_0 S}{d} \quad \frac{q_1 - q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{U}{2d}$$



$$U_1 = (\varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_1)d$$

$$U_2 = 3\varepsilon_1 d - 3\varepsilon_3 d + \varepsilon_2 d$$

$$\frac{U_1}{d} = \frac{U}{d} = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} \quad (-)$$

$$\frac{U_2}{d} = \frac{3U}{d} = \frac{3q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{3q_3}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S}$$

$$\frac{2U}{d} = \frac{4q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{4q_3}{2\varepsilon_0 S} \quad \frac{q_1 - q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{U}{2d}$$

$$\frac{U}{d} = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{U}{2d} \Rightarrow \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} = \frac{3U}{2d} \quad q_1 - q_3 = \frac{U\varepsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = -(q_1 + q_3) = \frac{3U\varepsilon_0 S}{d} \quad q_1 + q_3 = -\frac{3U\varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow 2q_1 = -\frac{2U\varepsilon_0 S}{d}$$



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

МФТИ

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

№3 (продолжение)

$$q_1 = \frac{U \Sigma_0 S}{d} \quad q_3 = q_1 - \frac{U \Sigma_0 S}{d} = -\frac{2U \Sigma_0 S}{d}$$

Доказаем что поток слева и справа одинаковы
решением начального

слева и справа

$$E_2 + E_1 + E_3 = \frac{q_2}{2 \Sigma_0 S} + \frac{q_1}{2 \Sigma_0 S} + \frac{q_3}{2 \Sigma_0 S} = \frac{3U}{2d} - \frac{U}{d} - \frac{U}{2d} = 0$$

что и требовалось доказать.

\Rightarrow Доказано подтверждение и исключение не учтенных

$$\text{1)} |E_{12}| = |E_2 + E_3 - E_1| = \frac{3U}{2d} - \frac{U}{d} + \frac{U}{2d} = \frac{U}{d}$$

$$\text{2)} \Rightarrow ma = E_{12} \cdot g = \frac{Ug}{d} \quad a = \frac{Ug}{md} \quad \begin{array}{l} \text{Конечно!} \\ E_{12} \text{ можно найти} \\ d = U \end{array}$$

$$2) K = \frac{m v^2}{2} \quad \text{Запон о кин. энергии}$$

$$\Delta K = K_1 - K_2 = \Delta E_{\text{сек}} = E_{12} \cdot g \cdot d = Ug$$

$$3) \frac{d}{4} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a} \quad a = \frac{Ug}{md}$$

$$\frac{d}{4} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a} \quad \frac{d}{2} = \frac{Ug}{2m} = v_0^2 - v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{Ug}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{Ug}{md}; \Delta K = Ug; v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{Ug}{2m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

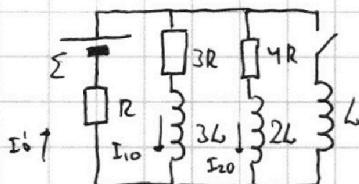


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№4.] 1) I_{10} ? через $3R$ при разомкнутом K

2) $\frac{dI}{dt}$? 3) q ?

1) zf



1) zf при разомкнутом K в усил резк.
тока через источник не меняется

$$\Rightarrow 1) \quad \Sigma = 3I_{10}R + I_0'R$$

$$3I_{10}R = 4I_{20}R \quad I_0 + I_{20} = I_0'$$

$$I_{20}R = \frac{3I_{10}R}{4}$$

$$I_0'R = \Sigma - 3I_{10}R$$

$$\Rightarrow \Sigma = 3I_{10}R + I_{10}R + I_{20}R = 4I_{10}R + \frac{3I_{10}R}{4}$$

$$4\Sigma = 19I_{10}R \quad \boxed{I_{10} = \frac{4\Sigma}{19R}} \Rightarrow I_0'R = \Sigma - \frac{3 \cdot 4\Sigma \cdot R}{19R} = \frac{7\Sigma}{19R}$$

2) zf при разомкнутом K . т.к. если напряжения
тока сразу же не изменятся

~~zf~~

$\Rightarrow I_0'$ не изменится

\Rightarrow

$$\Sigma = L \frac{dI}{dt} + I_0'R \Rightarrow L \frac{dI}{dt} = \Sigma - \frac{7}{19} \Sigma = \frac{12}{19} \Sigma$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{12\Sigma}{19L}}$$

$$3) \quad Q_{3R} = \int U dq$$

$$U_{3R} + U_{3G} = L \frac{dI}{dt} = \Sigma - I_0'R = U_{4R} + U_{20}$$

$$\underline{U_{20} + 3L \frac{dI}{dt}}$$

$$I_K = \frac{\Sigma}{R} \quad I_{10} = \frac{4\Sigma}{19R}$$

$$3R I_1 + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$\frac{19}{57}$$

$$3R \frac{dq_1}{dt} + 3L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$3R \int_0^q_1 dq_1 + 3L \int_0^{I_K} dI = L \int_0^{I_K} dI$$

$$\Rightarrow 3Rq_1 - 3L \frac{4\Sigma}{19R} = L \frac{\Sigma}{12} = \frac{196\Sigma}{19R}$$

$$3Rq_1 = \frac{31L\Sigma}{19R}$$

$$q_1 = \frac{31L\Sigma}{57R^2} \quad (\text{однако } \rightarrow)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

№4 (продолжение)

Ответ: $I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19}$; $\frac{dI}{dt} = \frac{12\varepsilon}{19L}$; $\Delta q = \frac{316\varepsilon}{57R^2}$

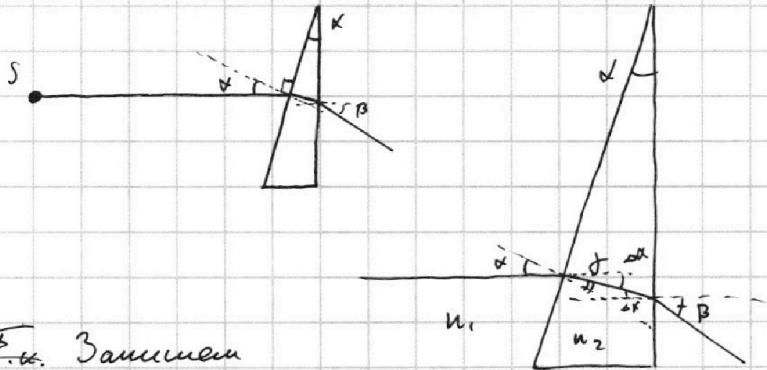


- | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input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

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

1/5

I) 1) $n_1 = n_2 = 1$ $n_2 = 1.7$ *левый излучок можно не рассматривать*



II. а. Задача

3. Скальусса дает луча

$$1) n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \quad \text{т.к. } \alpha \text{ и } \beta \text{ лежат в плоскости}$$

$$\Rightarrow n_1 \alpha = n_2 \beta \quad n_1 = 1 \quad \text{для } n_1 = 1$$

$$\alpha = n_2 \beta \quad \beta = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\Delta \alpha = \alpha - \beta = \frac{\alpha}{n_2} (n_2 - 1)$$

$$2) n_2 \Delta \alpha = n_1 \beta \quad \Rightarrow \alpha (n_2 - 1) = \beta$$

$$\beta = \frac{n_2 \Delta \alpha}{n_1} = \frac{\alpha (n_2 - 1)}{n_1} = \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_1} \right)$$

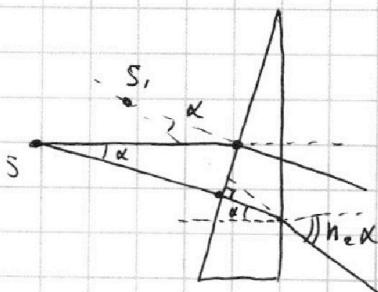
$$\beta = \frac{n_2 \alpha}{n_1} = \frac{\alpha (n_2 - 1)}{n_1} = \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_1} \right)$$

$$\beta \Rightarrow \text{угол ониклонения} \quad \beta = \alpha (n_2 - 1) = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ rad}$$

II) Третий луч у нас угол есть, это который перпендикулярен этой границе

\Rightarrow рассмотрим шанс который поморгнул перпендикулярии как можно меньше.

т.к. $n_1 = 1$ то луч проходит через левую границу не будем присматриваться.



$$n_2 \alpha = n_1 \beta, \quad \beta = n_2 \alpha = 0.17 \text{ rad}$$

III. в. получим шанс который перебрал много разных сдвигов пока луч проходит через него не остановится в первом.



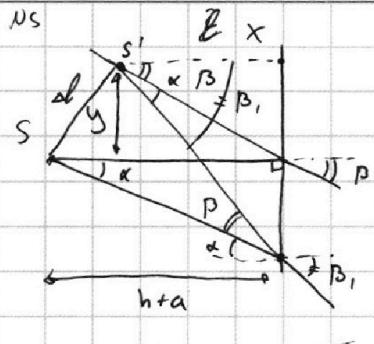
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

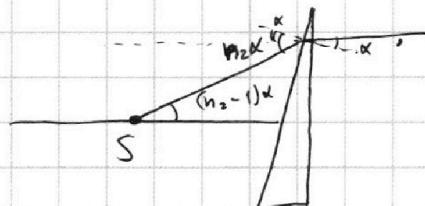
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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



2) рассмотрим чистой же
шаровой видим параллельно
аспергентулярно правой грани.

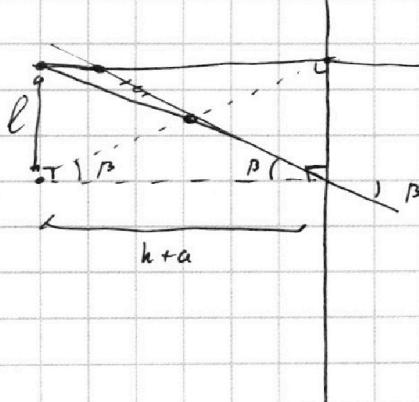


$$n_2 \alpha = \beta, \delta = \beta_1 - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0.07 \text{ rad.} = \beta$$

$$\text{Если } n_2 \neq 1 \quad n_2 \alpha = n_1 \beta_1, \delta = \beta_1 - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

\Rightarrow построим изображение.

мы получим угл.



$$\Rightarrow l = (h+a) \tan \beta = (h+a) (n_2 - 1) \alpha =$$

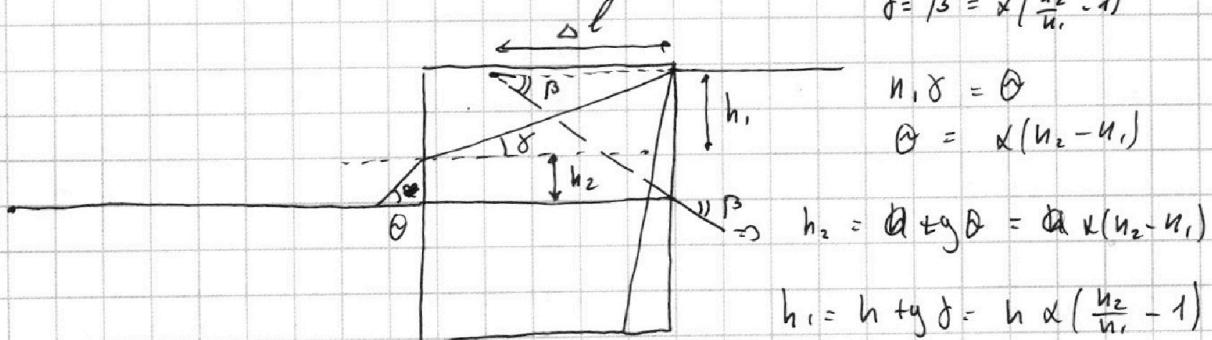
$$= 104 \cdot 0.07 = 7.28 \text{ см}$$

β

IV) Третий шаг найдем высоту до n_1 заменяя.
придется разобраться со вторым.

$$\beta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\delta = \beta = \alpha / \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$



$$n_1 \delta = \theta$$

$$\theta = \alpha / (n_2 - n_1)$$

$$\Rightarrow h_2 = \theta + \delta = \theta \left(n_2 - n_1 \right)$$

$$h_1 = h + \delta = h \alpha / \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\Delta h = h_2 + h_1 = a \alpha / (n_2 - n_1) + \frac{h \alpha / (n_2 - n_1)}{n_1} = \alpha (n_2 - n_1) \left(a + \frac{h}{n_1} \right)$$

$$\Delta l = \frac{\Delta h}{\tan \beta} = \frac{\Delta h \cdot n_1}{\alpha (n_2 - n_1)} = h_1 (a + h/n_1) = (a h_1 + h)$$

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!

№ 5 (продолжение)

$$\Delta X = \sqrt{a^2 + b^2} = a(\sqrt{1 - 1})$$

по теореме Пифагора

$$\begin{aligned} l &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{a^2(1 - 1)^2 + b^2(1 - 1)^2} = \sqrt{a^2(1 - 1)^2 + b^2(1 - 1)^2} \\ &= \sqrt{90^2(0.4)^2 + (0.1)^2(0.3)^2} = \sqrt{90^2 \cdot 0.16 + 0.09 \cdot 100} = \\ &= \sqrt{81 \cdot 16 + 0.09} = \sqrt{9 \cdot 16 + 1} = \sqrt{9(16 + 1)} = 3\sqrt{145} \text{ см} \end{aligned}$$

Ответ: $\beta = 0.07 \text{ rad}$; $l_1 = 7.28 \text{ см}$

$$\frac{16}{144}$$

~~0.6 · 0.5 · 100
5 см~~

Ответ: $\beta = 0.07 \text{ rad}$; $l_1 = 7.28 \text{ см}$; $l_2 = \frac{3\sqrt{145}}{36} \approx 36 \text{ см}$



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

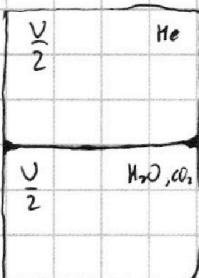
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$N_2 \quad \text{Дано: } V; P_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}; T_0 \quad U_{\text{св}} = \frac{V}{4} ; T = 373 \text{ K}$$



$$U_p = V/S$$

$$\Delta V = k p \omega \quad k \approx 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \text{ дж/моль}$$

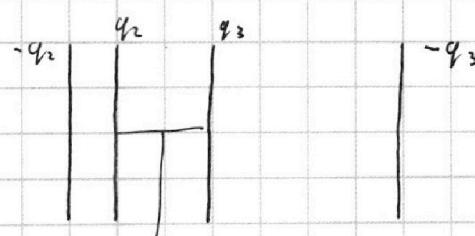
1) Запишите уравнение состояния газа He в начальном momen

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$q = U_2 \quad | \quad | \quad | \quad q=0 \quad I^2 R \quad I dA dt = \int U dq$$

$$q = U_1 + U_3$$

$$E_0 J = U_1$$



$$E_0 q = \frac{U_1}{J} q = ma$$

$$a = \frac{U_1 q}{J m}$$

$$U_1 q$$

$$q_2 = -(q_3 + q_1)$$

$$q_1 = -\frac{U_1 S \varepsilon_0}{J}$$

$$q_3 = -\frac{2 U_1 S \varepsilon_0}{J}$$

$$\frac{q_3 + q_1}{2 S_0 S} = -\frac{3 U}{2 J}$$

$$\frac{q_1}{2 S_0 S} = -\frac{U}{2 J}$$

$$\frac{2 U_1 S \varepsilon_0}{J} = \alpha \quad q_3 + q_1 = -\frac{3}{2} \alpha$$

$$q_1 - q_3 = \frac{\alpha}{2}$$

$$2 q_1 = -\alpha$$

$$q_1 = -\frac{\alpha}{2} \quad q_3 = q_1 + \frac{\alpha}{2} = -\alpha$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

1-

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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



1-

1-