



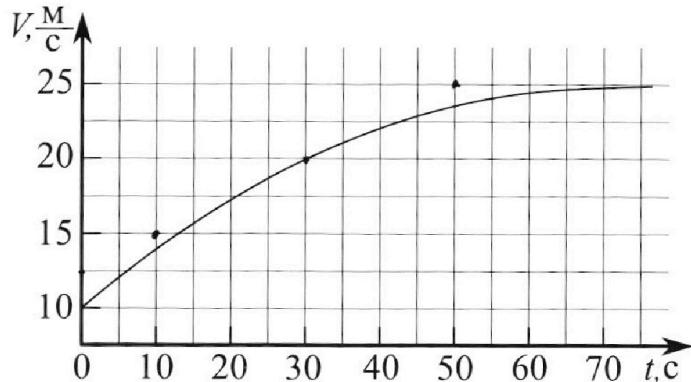
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

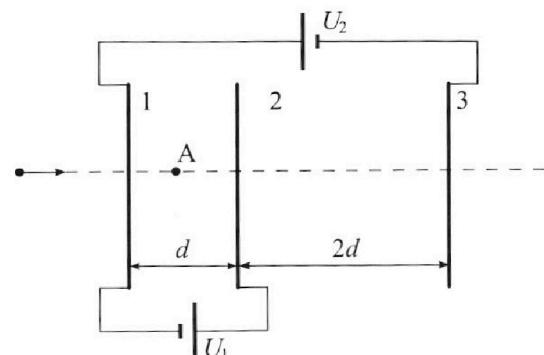
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

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 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 $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp_w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

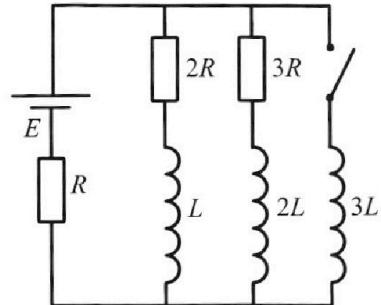


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

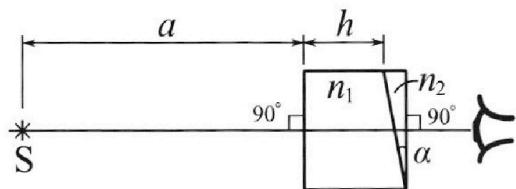
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 194$ 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 $h = 9$ 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, 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

1) Проведем касательную к графику в т. $V = 20 \frac{m}{c} \Rightarrow V_1$
и найдем ее коэффициент накл. $k = \frac{25-15}{50-10} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4} \frac{m}{c^2}$
 $\Rightarrow a_1 = k = 0,25 \frac{m}{c^2}$

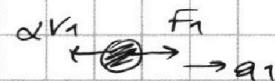
ПУСТС $F_{\text{сопротив}} = \alpha V$

2) ИЗН (3-к кьютонка) машины:

при $V = V_1$

$$m a_1 = F_1 - \alpha V_1$$

и при $V = V_K = 25 \frac{m}{c}$



$$m \cdot 0 = F_K - \alpha V_K \Rightarrow F_K = \alpha V_K \Rightarrow \alpha = \frac{F_K}{V_K} = \frac{500}{25} =$$

$$= 20 \frac{N \cdot c}{m}$$

$$\Rightarrow F_1 = m a_1 + \alpha V_1 = 1800 \cdot 0,25 + 20 \cdot 20 = 450 + 400 = \\ = 850 \text{ Н}$$

$$3) P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{A}{\Delta t}$$

$$A = F_1 \cdot \Delta S \Rightarrow P = F_1 \frac{\Delta S}{\Delta t} = F_1 V_1$$

$$\Rightarrow P_1 = F_1 V_1 = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

ОТВЕТ: 1) $0,25 \frac{m}{c^2}$ 2) 850 Н 3) 17 кВт

1/10

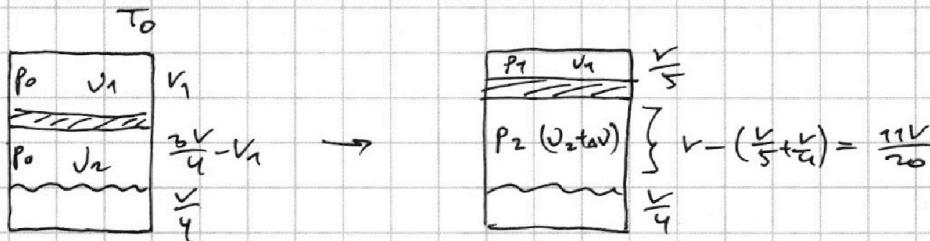


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

N2



Все обозначения указаны на рисунках.

$$\Delta V = k P_1 \frac{V}{4}$$

Яр-е сост. из газа:

$$V_1 RT_0 = P_0 V_1 \quad J_2 RT_0 = P_0 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right)$$

$$\frac{5}{4} V_1 RT_0 = P_1 \frac{V}{5} \quad \frac{5}{4} (V_2 + \Delta V) RT_0 = P_2 \cdot \frac{11V}{20}$$

~~Приближенно~~ $P_2 = P_1 - P_{\text{атм}}$ ($P_{\text{атм}} = \text{давл. гасящий паров}$)

$$V_2 RT_0 = \frac{3P_0V}{4} - P_0 V_1 = \frac{4}{5} P_2 \cdot \frac{11V}{20} - k P_1 \frac{V}{4} RT_0 \cdot \cancel{\frac{3V}{4} - V_1}$$

$$P_0 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right) = \frac{11V}{25} (P_1 - P_{\text{атм}}) - k P_1 \frac{V}{4} RT_0$$

$$P_0 = P_1 \left(\frac{11V}{25} - \frac{kV}{4} RT_0 \right) - \frac{11V P_{\text{атм}}}{25} \cancel{=}$$

$$V_1 RT_0 = P_0 V_1 = \frac{4}{5} P_1 \frac{V}{5} = \frac{4P_1V}{25} \Leftrightarrow P_0 = \frac{4P_1V}{25V_1}$$

$$\left(\frac{11V}{25} - \frac{kV}{4} RT_0 \right) - \frac{11V P_{\text{атм}}}{25} = \frac{4V}{25V_1} \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right)$$

$$\left(\frac{11}{25} - \frac{kRT_0}{4} - \frac{11P_{\text{атм}}}{25} \right) V = V \left(\frac{4V}{25V_1} - \frac{4}{25} \right)$$

$$\frac{15}{25} - \frac{kRT_0}{4} - \frac{11P_{\text{атм}}}{25} = \frac{4V}{25V_1}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_2 RT_0}{V_1 RT_0} = \frac{P_0 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right)}{\frac{4P_1V}{25}} = \frac{\frac{3P_0V}{4} - P_0 V_1}{\cancel{4P_1V}} \cdot \frac{25}{4} =$$

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 ПРОДОЛЖЕНИЕ

$$= \left(\frac{3P_0}{4P_1} - \frac{P_0V_1}{P_1V} \right) \cdot \frac{25}{4} = \frac{P_0}{P_1} \left(\frac{3}{4} - \frac{V_1}{V} \right) \cdot \frac{25}{4}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{\left(\frac{11K}{25} - \frac{KV}{4} \text{РТ0} \right) - \frac{11 \text{РАТМ}}{25}}{\frac{3V}{4} - \frac{4K}{25} \left(\frac{15}{25} - \frac{K \text{РТ0}}{4} - \frac{11 \text{РАТМ}}{25} \right)}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{25}{4} \left(\frac{11}{25} - \frac{K \text{РТ0}}{4} \right) - \frac{11 \text{РАТМ}}{25}}{\frac{3}{4} - \frac{4}{25} \left(\frac{15}{25} - \frac{K \text{РТ0}}{4} - \frac{11 \text{РАТМ}}{25} \right)} \left(\frac{3}{4} - \frac{4}{25} \left(\frac{15}{25} - \frac{K \text{РТ0}}{4} - \frac{11 \text{РАТМ}}{25} \right) \right)^2$$

$$\frac{\frac{1}{4}RT}{\frac{KRT_0}{4}} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 10^3 \cdot \cancel{\frac{4}{5}} \cdot 3 \cdot 10^3}{4} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\cancel{\frac{25}{4}} \left(\frac{11}{25} - \frac{11 \text{РАТМ}}{25} \right)}{\frac{3}{4} - \frac{16}{(15-5)-11 \text{РАТМ}}} \cdot \left(\frac{3}{4} - \frac{4}{(15-5)-11 \text{РАТМ}} \right)$$

$$= \frac{(6-11 \text{РАТМ}) (10-11 \text{РАТМ})}{30-33 \text{РАТМ}=16} \cdot \left(\frac{30-33 \text{РАТМ}=16}{4(10-11 \text{РАТМ})} \right)$$

$$= \frac{6-11 \text{РАТМ}}{4} \quad (\text{с размерностью все в})$$

порядке, т.к. мы
подставляем $\frac{KRT_0}{4}$ и
числа 6 и 4 содержат
в себе пакеты)

Заметим, что $P_2 = P_1 - \cancel{P_0} \Rightarrow$ в нашем
уравнении $P_{\text{АТМ}} = 0$

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

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{2}$

3/10



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

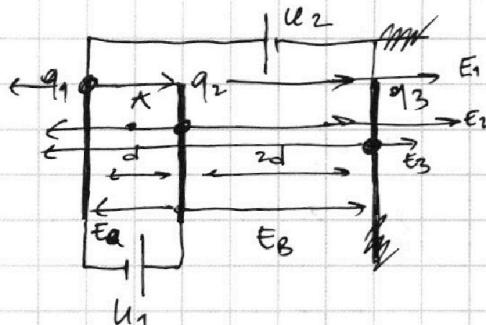
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

N3



ЛУЧШЕ ИСКА ПЛАСТИКОВЫХ ЗАРДАБЫ
 q_1, q_2 И q_3 СООТВ.

$$\text{Тогда } U_1 = E_d d = \frac{(q_2 + q_3 - q_1)}{2\varepsilon_0 S} d$$

$$(E_1 = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S}, E_2 = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S}, E_3 = \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S})$$

$$U_2 = \frac{(q_1 + q_2 - q_3) 2d}{2\varepsilon_0 S} \neq \frac{(q_1 + q_2 - q_3) d}{2\varepsilon_0 S}$$

~~$2q_1 + q_2 = 2U_2 \Rightarrow (q_1 + q_3 + q_2 + q_2 - q_3) 2d = 2U_2 \Rightarrow U_2 = U_1$~~

~~$\Rightarrow U_2 = \frac{3U_1}{2}$~~

~~$U_2 - U_1 = 0 \Rightarrow 2(q_1 + q_2 - q_3) 2d = 2U_1 \Rightarrow U_1 = q_1 + q_2 - q_3$~~

~~$q_1 + q_2 - q_3 = 2q_2 + 2q_3 - 2q_1 \Rightarrow 3q_1 = 3q_3 + q_2$~~

~~$U_2 = Ead + q_2 + q_3 - d \cdot E \Rightarrow U_2 = Ead (q_3 + \frac{q_2}{d})$~~

$$U_1 = Ead, U_2 = E_B \cdot 2d - Ead$$

$$Ead = \frac{U}{d} \Rightarrow E_B = \frac{5U}{2d}$$

$$1) \text{ Для частицы } -q \text{ действует } F = q|E| = \frac{qU}{d} = ma$$

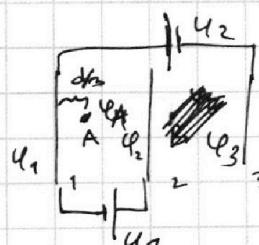
$$\Rightarrow a = \frac{qU}{md}$$

$$2) \varphi_{\infty} = 0$$

$$3CJ: \frac{mv_0^2}{2} = k_1 + q\varphi_1 =$$

$$= k_2 + q\varphi_2$$

$$\boxed{k_1 - k_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU_1 = qU}$$



$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_2$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1$$

$$\boxed{\frac{U}{10}}$$

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!

Пусть в т. А потенциал φ_4 , в т. В потенциал φ_5 .
 $\varphi_4 = \varphi_1 + E_a \cdot \frac{d}{3} = \varphi_1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{d}{3} = \varphi_1 + \frac{4}{9} d$
Пусть φ_5 такой, что $\varphi_5 = \varphi_{\infty} = 0$

$$\varphi_5 = \varphi_3 + E_B \cdot x = \varphi_3 + \frac{5u}{2d} x = \varphi_1 - u_2 + \frac{5u}{2d} x = 0$$

~~3С7: $\frac{mv_0^2}{2} = k_4 + q\varphi_4 = k_5 + q\varphi_5$~~

$$k_5 - k_4 = q(\varphi_4 - \varphi_5) \Leftrightarrow \varphi_4 = \frac{mv_0^2}{2} - q(\varphi_4 - \varphi_5) =$$
$$= \frac{mv_0^2}{2} - q(\varphi_1 + \frac{4}{3} d - \varphi_1 + u_2) = \frac{5u}{2d} x$$

не засчитано

$$\varphi_1 = u_2 + \frac{5u}{2d} x$$

3С7: $\frac{mv_0^2}{2} = k_A + \varphi_A$

Решение: $x = \frac{F}{qA}$ \Rightarrow если $\varphi_{\infty} = 0$ то $x = \infty$
то $\varphi_A = \frac{F A}{q}$

Ответ: 1) $\frac{14}{md}$

2) qu

5/10

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

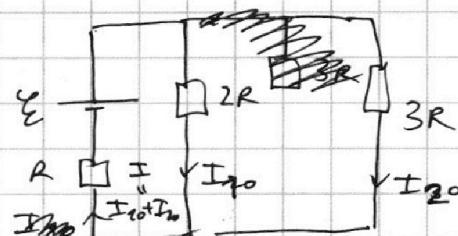
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N4

$$1) \text{ В } \text{YCT. } \text{ренс} \quad I = \text{const} \Rightarrow U_L = -L \frac{dI}{dt} = 0$$

⇒ цепь имеет вид:

II пр. Кирх.: (IIнк)



$$\begin{cases} E = 3I_{20}R + IR \\ E = 2I_{10}R + IR \end{cases}$$

$$I = I_{10} + I_{20} \Rightarrow \cancel{E = 3I_{20}R + I_{10}R} = \cancel{2I_{10}R + I_{20}R} = \cancel{2I_{10}R + I_{10}R}$$

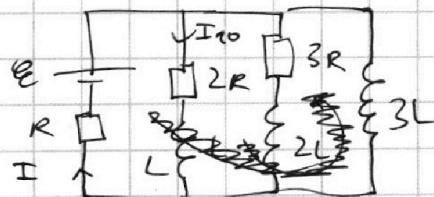
$$3I_{20}R + IR = 2I_{10}R + IR \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3}I_{10}$$

$$E = 2I_{10}R + I_{10}R + I_{20}R = 3I_{10}R + \frac{2}{3}I_{10}R$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{10} = \frac{E}{R(3 + \frac{2}{3})} = \frac{3E}{7R}}$$

2) Сразу после зам. кл.

токи в цепи еще не
успели измениться



II ПК:

$$E = 3L \frac{dI}{dt} + IR$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{E - IR}{3L} = \frac{E - I_{10}R(1 + \frac{2}{3})}{3L} = \frac{E - \frac{5}{7}E}{3L} = \frac{\frac{2}{7}E}{3L}}$$

3) II ПК на контур из катушки 3L и конт. L:

$$3L \frac{dI_2}{dt} = 2I_1R + L \frac{dI_1}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$3L dI_2 = 2R \cdot I_1 dt + L dI_1 \quad | \sum$$

8/10



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!

№4 ПРОДОЛЖ.

$$3L(I_2^k - I_2^o) = 2R \cdot q + L(I_1^k - I_1^o)$$

$I_2^k = \frac{E}{R}$ т.к. $U_{3L} = 0$ в уст. реч \Rightarrow весь ток
потечет через $(3L)$, т.к. через провод

$$I_1^k = 0$$

$$I_2^o = 0$$

$$I_1^o = I_{10} = \frac{3E}{7\pi R}$$

$$3L\left(\frac{E}{R} - 0\right) = 2Rq + L(0 - \frac{3E}{7\pi R})$$

$$2Rq = \frac{3L\frac{E}{R}}{R} + \frac{3L\frac{E}{7\pi R}}{7\pi R} = \frac{36L\frac{E}{7\pi R}}{7\pi R}$$

$$\boxed{q = \frac{18L\frac{E}{7\pi R}}{7\pi R^2}}$$

ОТВЕТ: 1) $\frac{3E}{7\pi R}$ 2) $\frac{2E}{7\pi L}$ 3) $\frac{18L\frac{E}{7\pi R}}{7\pi R^2}$

7/10

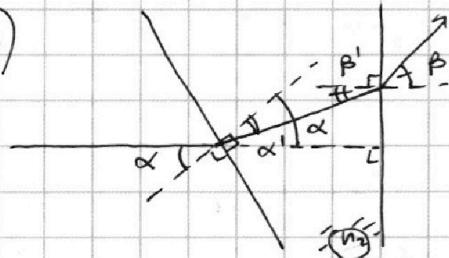


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N5

1)



З-н Снелл: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta'$

т.к. $\alpha, \alpha' \ll 1$ то

$$n_1 \alpha = n_2 \alpha' \Rightarrow \alpha' = \frac{\alpha}{n_2} < \alpha$$

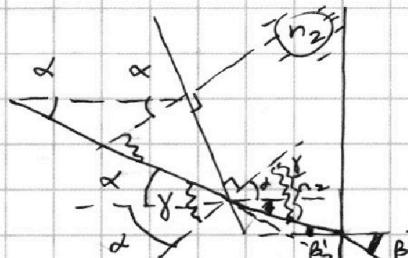
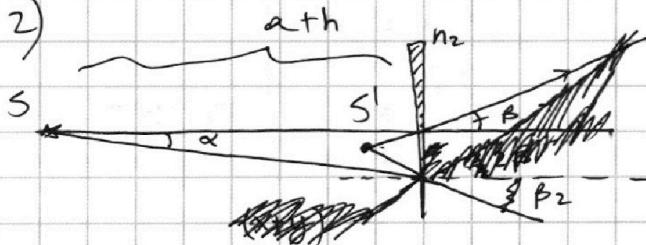
$$n_2 \sin \beta' = n_1 \sin \beta \quad (\beta, \beta' \ll 1)$$

$$\beta = n_2 \beta' \Leftrightarrow \beta' = \frac{\beta}{n_2} < \beta$$

Заметим, что $\beta' = \alpha - \alpha'$ (из II-ти прямых)

$$\beta' = \frac{\beta}{n_2} = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right) \Leftrightarrow \beta = \alpha(n_2 - 1) = 0,7\alpha = 0,7\text{рад}$$

2)



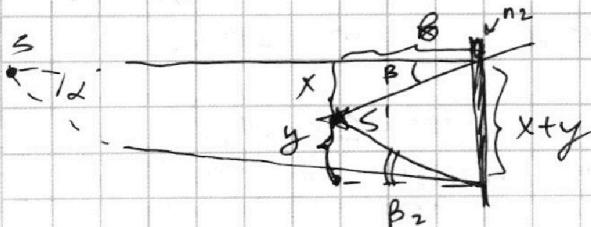
Луч, запущ. под углом α к горизонту отклоняется на ~~$\alpha + \beta' = 2\alpha$~~ $\gamma = 2\alpha$ от горизонта

З-н Снелл для малых углов:

$$\gamma = n_2 \beta' \Rightarrow \gamma = \frac{\beta'}{n_2}$$

$$\text{Из II-ти прямых (см. рис.) } \beta' = \frac{\gamma}{n_2} - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right)$$

$$n_2 \beta' = \beta_2 \Rightarrow \beta_2 = \alpha(2 - n_2) = 0,3\alpha$$



По рис. видим, что

$$x+y = (k+\alpha) \operatorname{tg} \alpha \approx k \operatorname{tg} \alpha$$

$$k \operatorname{tg} \alpha \approx k \beta_2 = x$$

$$k \operatorname{tg} \beta_2 \approx k \beta_2 = y$$

8/10

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!

N5 продолжение

$$x+y = (h+\alpha) \alpha = \beta (\beta_1 + \beta_2) = \beta (0,7\alpha + 0,3\alpha) = \beta \alpha$$

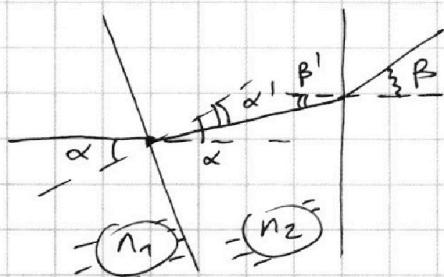
$$\Rightarrow h+\alpha = \beta$$

Значит расстояние h/y $\leq n \leq 1$ равнеко x (см. рис.)

$$x = \beta \beta = (h+\alpha) \beta = (h+\alpha) \cdot 0,7\alpha = 0,7\alpha \alpha = 0,07 \cdot (194+9) =$$

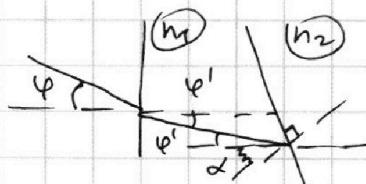
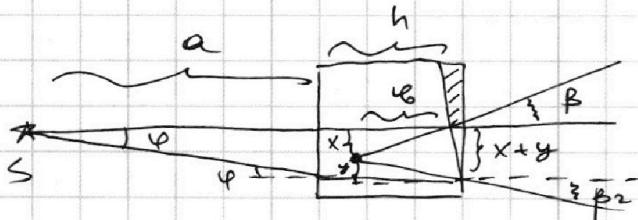
~~$$= \frac{203}{100} \cdot 100 = \frac{203 \cdot 7}{100} = 15,41 \text{ см}$$~~

3)



Знч (чел. для малых угл.):
 $n_1 \cdot \alpha = n_2 \alpha'$
 $n_2 \beta' = 1 \cdot \beta$
при этом из 11-ти премык:
 $\beta' = \alpha - \alpha'$

$$\Rightarrow \beta = n_2 \beta' = n_2 (\alpha - \alpha') = n_2 \left(\alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha \right) = (n_2 - n_1) \alpha = 0,2\alpha$$



Пустим второй луч под углом φ к горизонту

Знч (чел. для мал угл.): $\varphi \cdot 1 = \varphi' \cdot n_1 \Rightarrow \varphi' = \frac{\varphi}{n_1}$

~~предположим~~ пусть $\varphi' = \alpha$, тогда видим луч
уходит из призмы (n_2) под углом $\gamma = 2\alpha$
(см. рис.), а значит из получ. в предыдущ.).
пункте результатов, можно записать:

$$x+y \approx a\varphi + h\varphi' = \beta \beta + \beta \beta_2 = \beta (0,2\alpha + 0,3\alpha)$$

(т.к. луч выходит под тем же углом β
самым углом β_2 и со
другим углом β_1 то
 $\beta = (n_2 - n_1)\alpha = 0,2\alpha$)



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

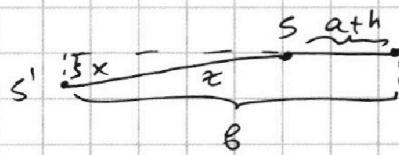
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

* №5 проходка

$$a \cdot \varphi n_1 + h \varphi = (a n_1 + h) \varphi = 6 \cdot 0,5 \varphi$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{a n_1 + h}{0,5} = (194 \cdot 1,5 + 9) \cdot 2 = 582 \text{ см}$$

$$x = \varphi_B = 582 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = \frac{582 \cdot 2}{100} = 11,64 \text{ см}$$



$$z = \sqrt{(B - (a+h))^2 + x^2} =$$

$$= \sqrt{(582 - 203)^2 + 11,64^2} =$$

$$= \sqrt{379^2 + 135,4896} \approx 379 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад
2) 15,41 см
3) 379 см

10/10



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

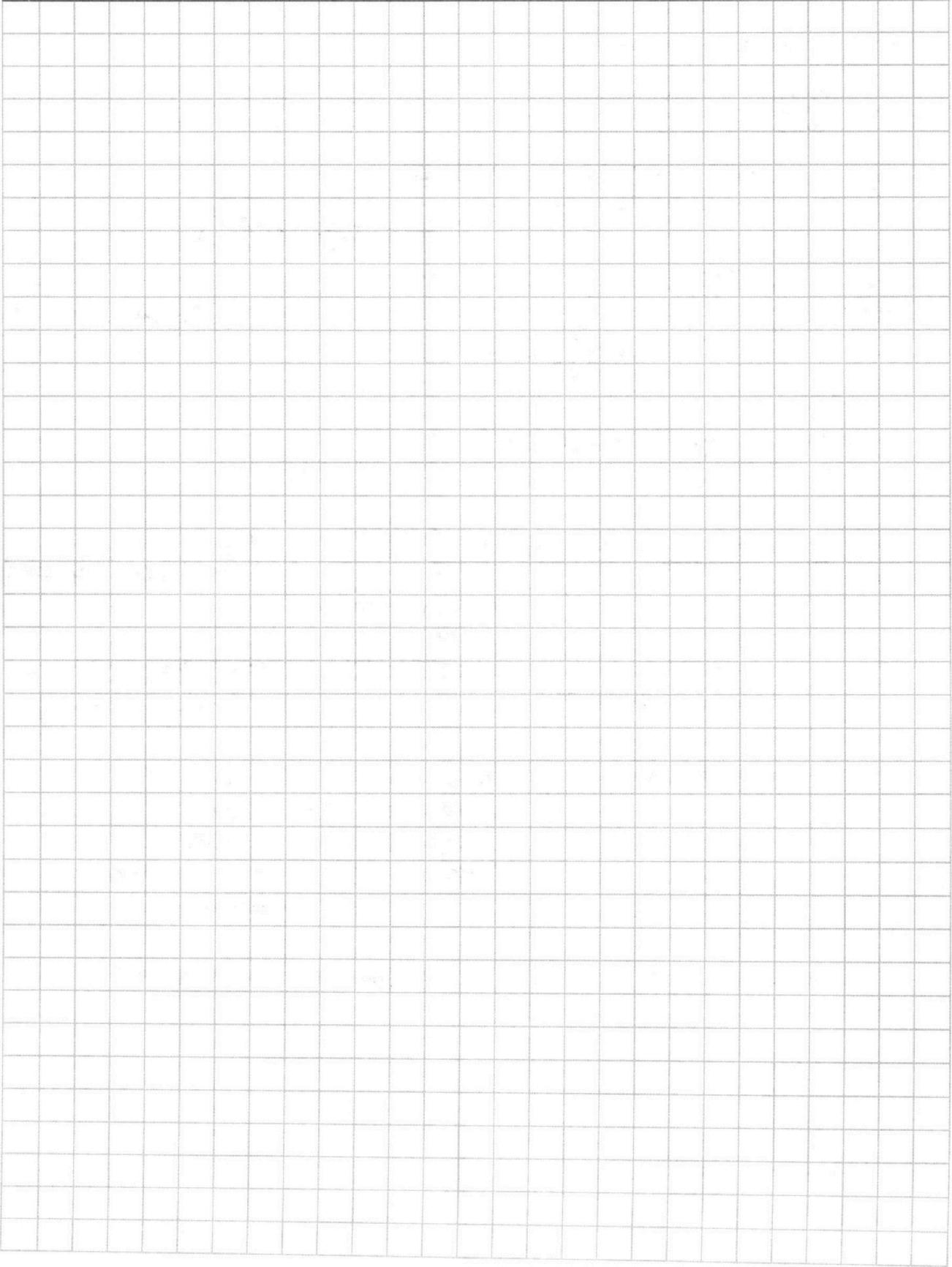
5

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

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

 МФТИ.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

Лернеровик

$$\frac{582 \cdot 2}{100}$$

$$\begin{array}{r} 1994 \\ - 203 \\ \hline 1991 \end{array}$$

$$100$$

$$1164$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ - 14 \\ \hline 63 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 203 \\ \hline 1541 \end{array}$$

$$2 - 1,7 = 0,3$$

$$582 - 203 - 1$$

$$380 - 1 = 379$$

$$\begin{array}{r} 379 \\ 32 \\ \hline 21 \\ \times 17,64 \\ \hline 17,64 \\ 24656 \\ 16984 \\ 1164 \\ \hline 1354896 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 252 \\ 76 \\ \hline 78 \\ \times 379 \\ \hline 379 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 134 \\ 265 \\ \hline 1137 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 143 \\ 641 \end{array}$$

$$194 + 97 = 291$$

$$97 \quad 180 + 74$$

$$\Delta n_1 = \alpha' n_2$$

$$\alpha' = \frac{\Delta n_1}{n_2} < \alpha$$

$$\begin{array}{r} 194 \\ + 97 \\ \hline 291 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 291 \\ \hline 582 \end{array}$$

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = Ed$$

$$\Delta \varphi = Ed$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$\varphi = \frac{F}{q} d$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed$$

$$\frac{P}{n_2} = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{P}{n_2} = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha$$

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

$$W = qV$$

$$\alpha - \frac{2\alpha}{n} = \alpha \left(1 - \frac{2}{n}\right) = \beta'$$

$$= \cancel{\alpha}$$

$$\frac{P}{n_2} = \frac{n_2 - 2}{n_2} \alpha$$

$$\beta = (n_2 - 2) \alpha$$

$$\frac{2\alpha}{n} > \alpha$$

$$\frac{P}{n} = \frac{2\alpha}{n}$$

$$\alpha - \frac{2\alpha}{n} = \alpha \left(1 - \frac{2}{n}\right) = \beta'$$

$$\frac{2}{n} > 1$$

$$\frac{P}{n_2} = \frac{n_2 - 2}{n_2} \alpha$$

$$\varphi_{\infty} = 0$$

$$3C \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = k_1 + q\varphi_1 = k_2 + q\varphi_2$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$\begin{array}{c} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_3 \end{array}$$

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!



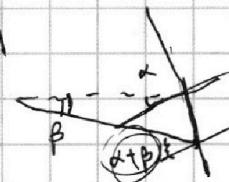
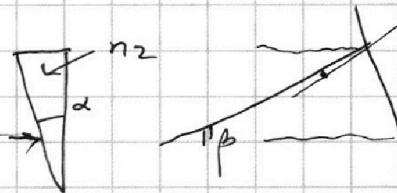
$$\frac{nu}{d} = E_B - E_A$$

$$\frac{nu}{d} + \frac{u}{d} = E_B =$$

$$= \frac{\Sigma u}{d}$$

*

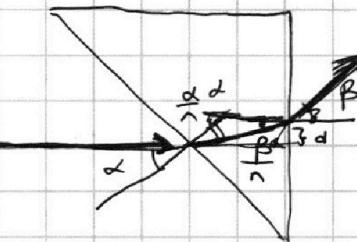
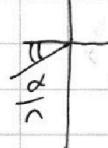
чертежи



$$\delta = (\alpha + \beta)n - \pi$$

$$\sin \alpha = n \sin \alpha_2$$

$$\alpha = n \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \frac{\alpha}{n}$$



$$\frac{\alpha}{c} + \frac{\beta}{c} = \alpha$$

$$\frac{\beta}{c} = \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{n-1}{n}$$

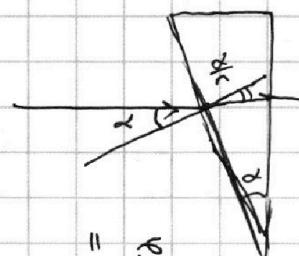
$$\frac{\beta}{\alpha} = \alpha(n-1)$$

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

$$E_B x - E_A d = 0$$

$$\psi_1 + u - \frac{5u}{2d} x =$$

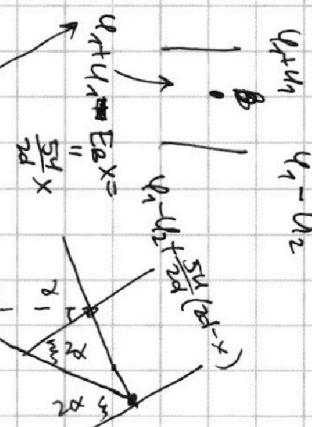
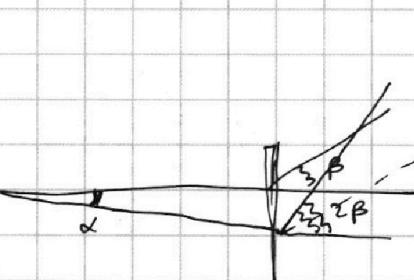
$$= \psi_1 - \frac{5u}{2d} x - \frac{5u}{2d} x$$



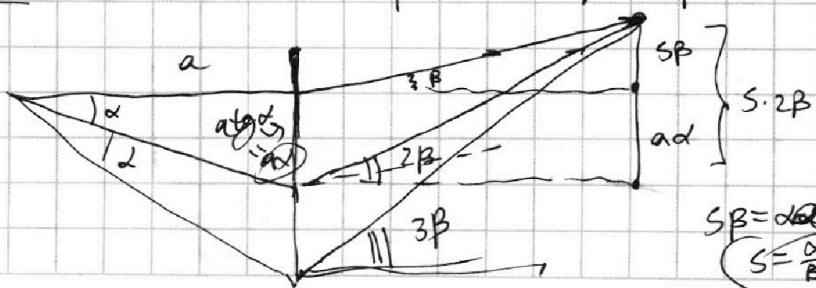
$$x = \frac{u}{E_B} =$$

$$= \frac{5u}{5\alpha} \cdot d =$$

$$= \frac{5u}{5\alpha} \cdot d =$$



$$\delta = 2\alpha(n-1) = 2\beta$$



$$S\beta = \alpha\delta$$

$$S = \frac{\alpha}{\beta} \alpha$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



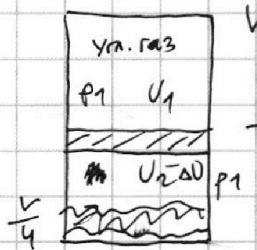
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

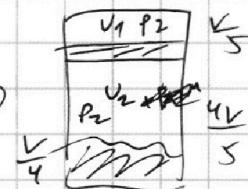
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\text{CO}_2 \rightarrow \text{много аст}$

(чертежик)



$$T_0 \rightarrow T = \frac{5T_0}{4}$$



$$\Delta V = k_p \frac{V}{p_1}$$

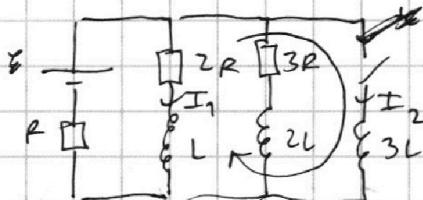
$$\Delta V = k_p V$$

$$v_1 R T_0 = p_1 V_1$$

$$p_1 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right) = (V_2 - \Delta V) R T_0$$

$$v_1 R \frac{5T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5}$$

$$p_2 \cdot \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = v_2 R \frac{5T_0}{4}$$



$$\frac{3+2}{3} = \frac{5}{3} \cdot \frac{3}{11}$$

$$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{6V}{20} = \frac{17V}{20}$$

$$3L \frac{dI_2}{dt} = 2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$3L \frac{dI_2}{dt} = 2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$3L \left(\frac{dI_2}{dt} - 0 \right) = 2I_1 R + L \left(0 - \frac{3I_2}{11R} \right)$$

$$\frac{36L\epsilon}{11R} = \frac{3L\epsilon}{R} + \frac{3L\epsilon}{11R} = 2qR$$

$$q = \frac{36L\epsilon}{11R \cdot 2R} = \frac{18L\epsilon}{11R^2}$$

$$v_1 R \frac{5T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5} \quad \Rightarrow \quad p_2 \cdot \frac{17V}{20} = v_2 R \frac{5T_0}{4}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{17}{20}}{\frac{11}{20}} = \frac{17}{11} = \frac{4}{5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

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

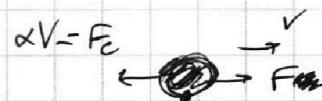
МФТИ.

ЧЕРНОВИК

882

850.20

$$P = \frac{A}{\Delta t}$$



85.2

170.00

$$\cancel{P} = m a \cdot \cancel{\Delta t}$$

$$\cancel{\alpha V} = F_c$$

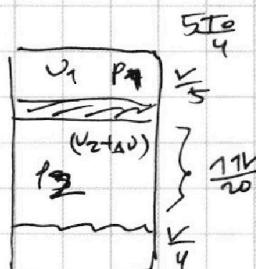
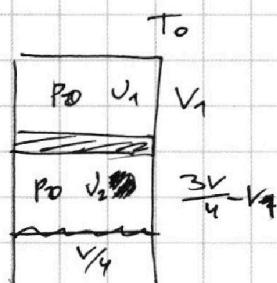
$$= \cancel{\alpha V_k} \quad \rightarrow V_k$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$P = m a V = F V$$

~~1800~~ =

$$P_1 = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$



$$\frac{100}{25} = 4$$

$$5 \cdot \frac{100}{25} = 20$$

л

$$P_2 = P_1 - P_{ATH}$$

$$-\frac{1800}{76} \left(\frac{14}{450} \right)$$

$$\frac{V_1}{5} + \frac{V_2}{4} = \frac{9V}{20}$$

$$\Delta V = k P_1 \frac{V}{4}$$

$$V_1 R T_0 = P_0 V_1 \quad V_2 R T_0 = P_0 \left(\frac{3V}{4} - V_1 \right)$$

$$5 \frac{V_1 R T_0}{4} = P_1 \frac{V}{5} \quad 5 \frac{(V_2 + \Delta V) R T_0}{4} = (P_1 - P_{ATH}) \frac{11V}{20}$$

$$P_0 V_1 = P_1 \frac{V}{5} \cdot \frac{4}{5}$$

$$V_2 R T_0 = \frac{3V P_0}{4} - \frac{4V P_1}{25}$$

$$P_0 V_1 = P_1 \frac{4V}{25}$$

$$(V_2 + \Delta V) R T_0 = \frac{4}{5} \cdot \frac{11}{20} V (P_1 - P_{ATH})$$

$$\frac{3V P_0}{4} - \frac{4V P_1}{25} + R T_0 \cdot k P_1 \frac{V}{4} = -\frac{11}{25} V P_1 - \frac{11}{25} V P_{ATH}$$