



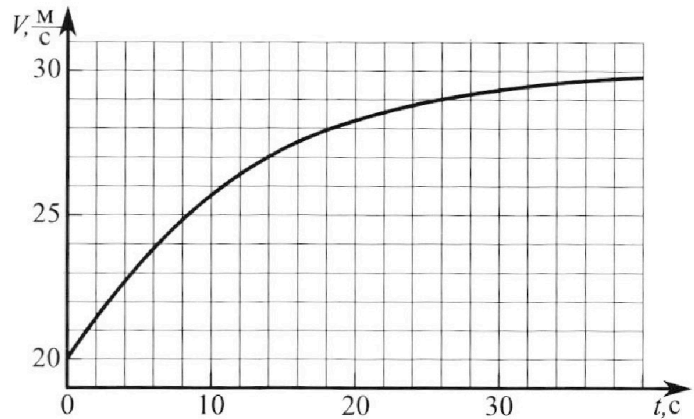
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $v_1 = 27$  м/с.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $v_1$ .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $v_1$ ?

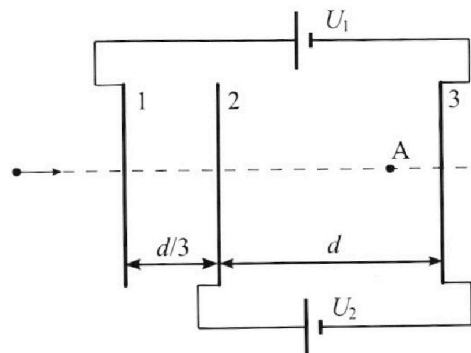
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, 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  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·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 конечное давление в сосуде  $P$ . Ответ выразить через  $P_{\text{АТМ}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $v_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

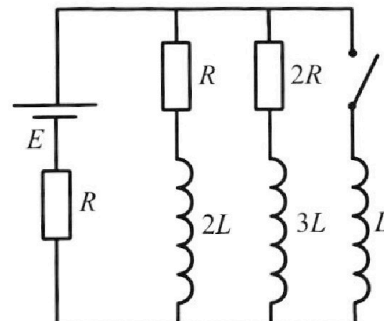
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  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  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  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.

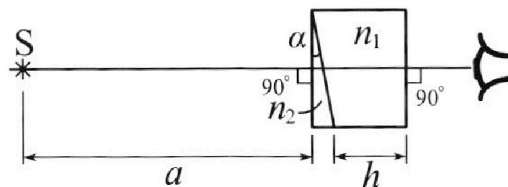


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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

МФТИ

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

$$\begin{aligned} \# \frac{N}{v_1} - F_1 &= ma_1 \rightarrow F_1 = \frac{F_k v_k}{v_1} - ma_1 = \\ &= \frac{405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{27 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 300 \text{ кг} \cdot \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 450 \text{ Н} - \frac{600}{7} \text{ Н} \\ &= \frac{2550}{7} \text{ Н} \approx 364,29 \text{ Н}. \end{aligned}$$

3) Мощность, действующая против сопротивления равна  $F_1 v_1$  (по модулю). Полная мощность двигателя равна  $N$ . Значит часть равна

$$\frac{F_1 v_1}{N} = \frac{F_1 v_1}{F_k v_k} = \frac{\frac{2550}{7} \cdot 27}{405 \cdot 30} = \frac{17}{21}.$$

Ответ: (1)  $\frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ,

(2)  $\frac{2550}{7} \text{ Н} \approx 364,29 \text{ Н}$ ,

(3)  $\frac{17}{21}$ .

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"/>	<input 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!



## Задача 1

1) Построим касательную к графику при  $v = v_1 = 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Коэф ее наклона и будет ускорением. Касательная пересекает ось  $v$  в точке  $23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а также проходит через точку  $(28 \frac{\text{м}}{\text{с}}, 31 \frac{\text{м}}{\text{с}})$ . Значит

$$a_1 = \frac{31 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{28 \text{с}} = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{28 \text{с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

2) При движении на мотоцикл действует сила тяги  $F_T$  в напр. движения и сила сопр.  $F_c$  (против движения). Значит 2 закон Ньютона запишется так (на горизонталь)

$$F_T - F_c = ma. \text{ В конце разгона } a \approx 0, \text{ поэтому } F_{Tk} - F_k = m \cdot 0 = 0 \Rightarrow F_{Tk} = F_k.$$

Из графика скорость  $v_k$  в конце разгона равна  $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . По опред. мощности  $N$  двигателя в конце она равна  $N = F_{Tk} v_k = F_k v_k$ .

По условию  $N = \text{const}$ . Подставим  $F_T = \frac{N}{v_1}$

в момент, когда  $v = v_1$  в 2-й з-н Ньют.:

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!



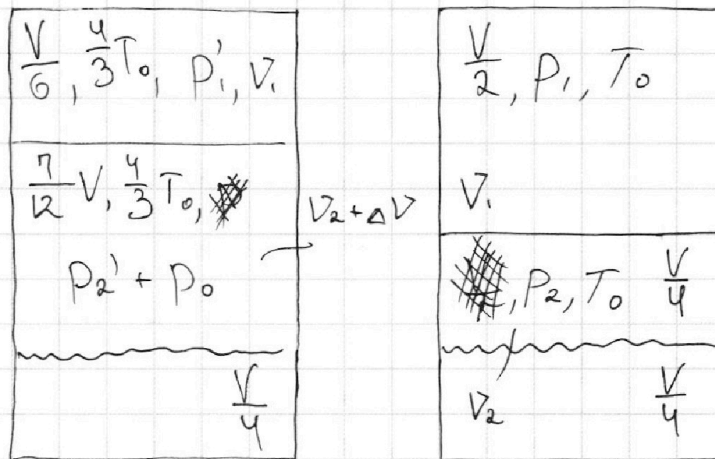
## Задача 2

$p_0$  - атм. дав.

Дано:

$$V, T_0, \Delta V = k p W,$$

$$k, R T \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$



после

до

1) Так как давление водяного пара в начале мы пренебрегаем, то и его количество можно пренебречь по сравнению с количеством углекислого газа. Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для газов:

$$\begin{cases} p_1 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \\ p_2 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0 \end{cases} \rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot 2 = 2, \text{ т.к.}$$

$p_1 = p_2$  в силу равновесия поршня. Далее считаем  $\nu_1 = 2\nu_2 = 2\nu$ .

2) В силу сохранения объема сосуда и неизменного объема воды, объем угл.

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"/>	<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!



Подставим  $p_2' = p_1' \frac{1+kRT_0}{7}$  в  $p_1' = p_2' + p_0$ :

$$p_1' = p_1' \frac{1+kRT_0}{7} + p_0; \quad p_1' \left(1 - \frac{1+kRT_0}{7}\right) = p_0;$$

$$p_1' \cdot \frac{6-kRT_0}{7} = p_0; \quad p_1' = \frac{7}{6-kRT_0} p_0.$$

~~Это и будет давл. в сосуде. Т.к.~~

~~$R = 8 \cdot 10^3$ ,  $T_0 = 3 \cdot 10^3$   $R \cdot T_0 = 3 \cdot 10^3$~~  посчитаем:

$$p_1' = \frac{7}{6 - 0,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3} p_0 = \frac{7}{6 - 0,6 \cdot \frac{9}{4}} p_0$$

$$= \frac{7}{6 - \frac{3}{5} \cdot \frac{9}{4}} p_0 = \frac{7}{6 - \frac{27}{20}} p_0 = \frac{140}{120 - 27} p_0 =$$

$$= \frac{140}{93} p_0.$$

Ответ: (1) 2,

(2)  $\frac{140}{93} p_0$ .

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!

газа после нагревания равен  $\frac{7}{12}V$ . По закону Генри, кол-во угл. газа, выделившейся из воды равно

$$\Delta V = k p_2 \frac{V}{p} = k \cdot \frac{4}{V} V_2 R T_0 \cdot \frac{V}{4} = k V R T_0$$

(т.к. при  $T$  нет растворенного газа, выр-ные для  $p_2$  из ур-ния пункта 1)).

В нижней части также будет насыщенный водяной пар (при 373К его давление равно  $p_0$ , т.е. атмосферному) с давлением  $p_0$ . Если  $p_1'$  - давл. азота (после), а  $p_2'$  - давл. угл. газа, то в силу равновесия поршня  $p_1' = p_2' + p_0$ . Запишем ур-ние Мендел.-Клап. для газов (после):

$$\text{азот: } p_1' \frac{V}{6} = 2 V R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$\text{угл.: } p_2' \cdot \frac{7}{12} V = (V + \Delta V) R \cdot \frac{4}{3} T_0 \quad \Leftrightarrow$$

$$\cancel{p_2' / 7} \Leftrightarrow p_2' \cdot \frac{7}{12} V = (1 + k R T_0) V R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

Поделим и найдем  $p_1'/p_2'$ :

$$\frac{p_1'}{p_2'} \cdot \frac{12}{7} \cdot \frac{1}{6} = \frac{2}{1 + k R T_0} \rightarrow \frac{p_1'}{p_2'} = \frac{7}{1 + k R T_0}$$

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!

Выгнем равенства:

$$0 = 2I_2 R + 3L \frac{dI_2}{dt} - L \frac{dI_3}{dt}$$

Запишем  $I_2 = \frac{dq_2}{dt}$  и домножим на  $dt$ :

$$0 = 2dq_2 R + 3L dI_2 - L dI_3;$$

$$2R dq_2 = L dI_3 - 3L dI_2.$$

Суммируя от момента замыкания до уст. режима получаем:

$$2Rq_2 = L \Delta I_3 - 3L \Delta I_2,$$

где  $q_2$  - искомый заряд,  $\Delta I_i$  - суммарное изм. тока. В уст. режиме катушка  $L$  станет просто проводом, весь ток потечет через нее. Этот ток будет равен  $E/R$ . Ток в катушке  $3L$  будет 0. Значит

$$\Delta I_3 = E/R - 0 = \frac{E}{R}. \quad \Delta I_2 = 0 - I_{20} = -\frac{E}{5R}.$$

Отсюда

$$2Rq_2 = \frac{EL}{R} - 3L \left(-\frac{E}{5R}\right) = \frac{EL}{R} + \frac{3EL}{5R} = \frac{8EL}{5R} \rightarrow$$

$$\text{Ответ: } (1) \frac{1}{5} \frac{E}{R}, \quad \rightarrow q_2 = \frac{4}{5} \frac{EL}{R^2}.$$

$$(2) \frac{2}{5} \frac{E}{L},$$

$$(3) \frac{8}{5} \frac{EL}{R}, \quad \frac{4}{5} \frac{EL}{R^2}.$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

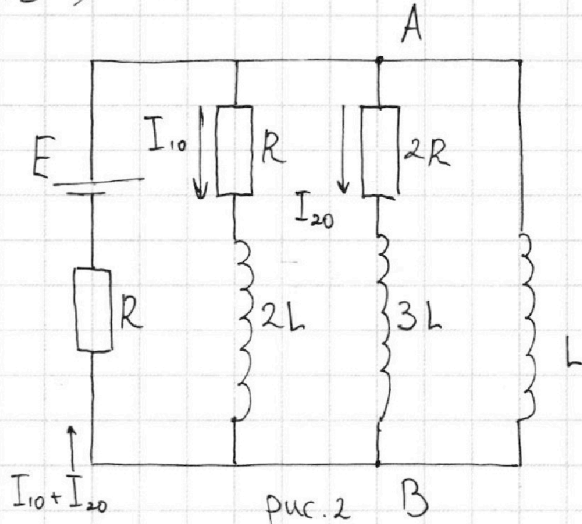
**МФТИ**

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



~~$L \frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{5} E \rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{5L}$~~

2) Сразу после замыкания ключа токи не изменяются (св-во катушек) (см. рис. 2)



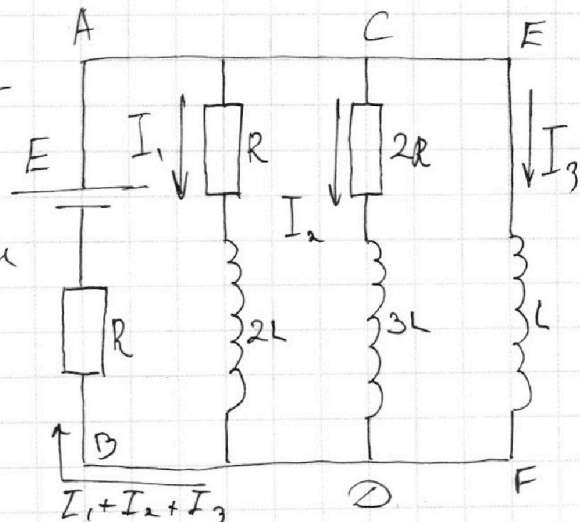
Напряжение  $U_{AB}$  равно

$$U_{AB} = E - (I_{10} + I_{20})R$$

$$= E - \frac{3E}{5R} \cdot R = \frac{2}{5} E. \text{ Это же напр. равно } U_L:$$

$$U_L = \frac{dI_L}{dt} L = \frac{2}{5} E \rightarrow \frac{dI_L}{dt} = \frac{2E}{5L}.$$

3) Введем токи в произвольный момент как на рис. Запишем



правило Кирхгофа для контуров ACDB и AEFB

$$ACDB: E = 2I_2R + 3L \frac{dI_2}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)R$$

$$AEFB: E = L \frac{dI_3}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)R$$

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!



## ~~Задача 4~~ Задача 4.

1) В установившемся режиме катушки ведут себя как просто соединенные провода, так что

наша схема эквивалентна

схеме на рис. 1. Общее

сопротивление равно

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

значит  $I_{10} + I_{20} = \frac{E}{\frac{5}{3}R} = \frac{3}{5} \frac{E}{R}$ . При парал-

лельном соединении токи делятся обратно пропорционально сопротивлению  $\Rightarrow I_{20} = \frac{1}{3}(I_{10} + I_{20}) = \frac{E}{5R}$ .

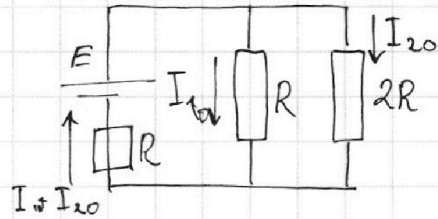


рис. 1

~~2) Сразу после замыкания ключа тока не  
успеют измениться (т.к. в каждой ветви  
катушка), а значит не изменится  
и напр. на клеммах катушки L. Изначально  
оно было равно напр. на 2R (т.к.  
напр. на 3R в уст. режиме было 0), т.е.  
равно  $2R \cdot I_{20} = 2R \cdot \frac{1}{5} \frac{E}{R} = \frac{2}{5} E$ . Значит  
сразу после размыкания (индекс 3 обозначает  
третью ветвь цепи, т.е. катушку):~~

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!



## Задача 5

1) Если  $n_1 = n_2$ , то можно считать, что призмы  $n_1$  нет.

Т.к. луч  $\perp AB$ , то на  $AB$  он не преломится. На  $AC$

он упадет под углом  $\alpha$  к перп.

(из геометрии). Пусть угол преломл.  $\beta$ . Тогда

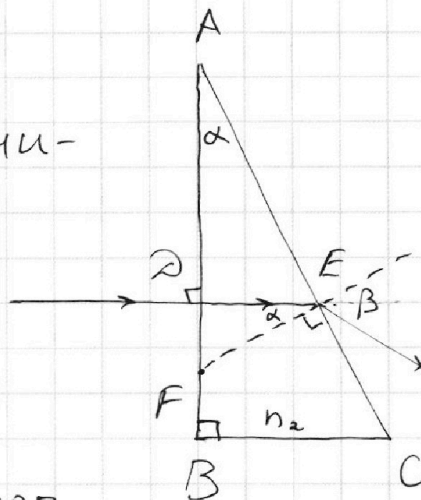
$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta; \quad n_2 \sin \alpha = \sin \beta \quad (\text{т.к. } n_1 = 1).$$

Углы у нас малые, так что

$$n_2 \alpha = \beta; \quad \beta = n_2 \alpha = \frac{8}{5} \cdot \frac{1}{20} = \frac{2}{25} = 0,08.$$

Угол отклонения будет равен  $\beta - \alpha = 0,03$ .

Ответ к (1): 0,03.



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!



$T_0$

1

$V_1$  азот  $P_1 = P_2$

$\frac{V}{2}$   $V_2$

$\frac{V}{2}$   $\frac{V}{4}$   $CO_2$

$\frac{V}{4}$

барн

~~$P_1 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$~~

~~$P_2 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$~~

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$

$\frac{3}{4}N - \frac{V}{6} = \frac{9}{12}V - \frac{2}{12}V$

$\frac{1}{2}V = 2$

$P_1 \frac{V}{6} = \nu_1 R \frac{4}{3} T_0$  дако:  $V, T_0, k, \rho_0$

$P_2 \frac{7}{12} V = (\nu_2 + \Delta \nu) R \cdot \frac{4}{3} T_0$

$P_1 = P_2 + P_0$

$\Delta V = k \rho_{20} \frac{V}{4}$

$P_{20} = \frac{\nu_2 R T_0}{V} \cdot 4$

$\frac{V}{6}$	$P_1$
$\frac{7}{12} V$	$P_2 + P_0$
$\frac{V}{4}$	$P_0$

- нар +  $CO_2$

барн

$$\Delta V = k \rho_{20} \frac{V}{4} = k \frac{V}{4} \cdot \frac{4}{V} \cdot \nu_2 R T_0 = k \nu_2 R T_0 = \Delta \nu$$

$$P_1 = P_2 + P_0$$

$$P_1 \frac{V}{6} = \nu_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$P_2 \frac{7}{12} V = (\nu_2 + \Delta \nu) R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$\rightarrow \frac{P_1}{P_2} \cdot C_1 = C_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.



Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

$$\mathcal{E} = I_1 R + 2L \frac{dI_1}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)R \quad (1)$$

$$\mathcal{E} = 2I_2 R + 3L \frac{dI_2}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)R \quad (2)$$

$$\mathcal{E} = L \frac{dI_3}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)R \quad (3) \quad I_2 = \frac{dq_2}{dt}$$

$$(1) - (2): 0 = \frac{dq_1}{dt} R + 2L \frac{dI_1}{dt} - 2 \frac{dq_2}{dt} R - 3L \frac{dI_3}{dt};$$

$$R dq_1 + 2L dI_1 = 2R dq_2 + 3L dI_2$$

$$(2) - (3): \quad \cancel{2R dq_2} \quad \underline{2R dq_2 + 3L dI_2 = L dI_3}$$

$$2R q_2 + 3L \Delta I_2 = L \Delta I_3$$

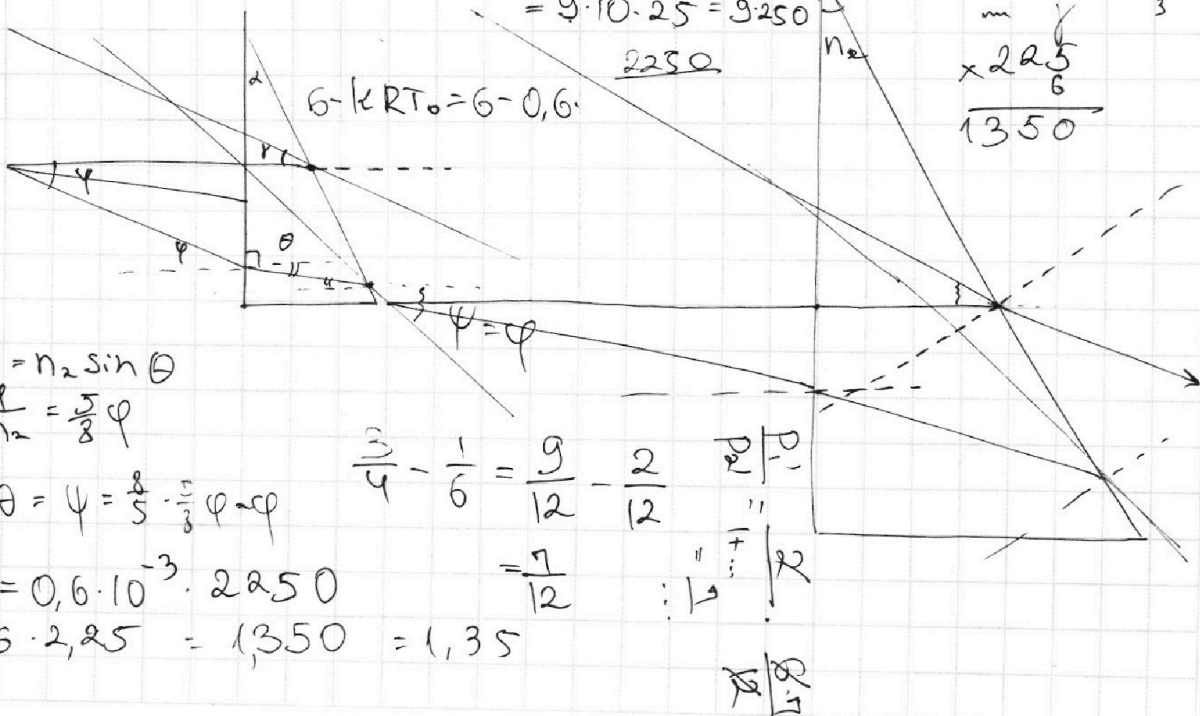
$$\begin{aligned} \sqrt{25 \cdot 9} &= 180 + 45 \\ (5 \cdot 3)^2 - 225 &= 200 + \end{aligned}$$

$$R \cdot \frac{4}{3} T_0 = 3 \cdot 10^3; \quad RT_0 = \frac{9 \cdot 10^3}{4} = \frac{9 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10}{4}$$

$$= 9 \cdot 10 \cdot 25 = 9 \cdot 250 = 2250$$

больш.

$$\begin{array}{r} \times 225 \\ \hline 1350 \end{array}$$



$$\sin \varphi = n_2 \sin \theta$$

$$\theta = \frac{\varphi}{n_2} = \frac{5}{8} \varphi$$

$$n_2 \cdot \theta = \varphi = \frac{8}{5} \cdot \frac{5}{8} \varphi = \varphi$$

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{6} = \frac{9}{12} - \frac{2}{12} = \frac{7}{12}$$

$$\begin{aligned} kRT_0 &= 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 2250 \\ &= 0,6 \cdot 2,25 = 1,35 \end{aligned}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

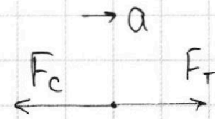
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$m = 300 \text{ кг}$ ,  $N = \text{const.}$ ,  $F_k = 405 \text{ Н.}$



$F_T - F_c = ma$ ;  $N = F_T v$

В конце разгона  $a \approx 0$ , поэтому  $v$

$F_T = F_c$ ;  $\frac{N}{v_k} = F_k$ ;  $N = v_k F_k$ ,  $v_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с.}}$

$\frac{N}{v} - F_c = ma \rightarrow F_c = \frac{N}{v} - ma$

255 | 5  
51 | 5  
05 | 5  
5/12  
51/3  
51/3  
21

Мощность тяги:  $N_T = F_T v$

Мощность сопр.:  $N_c = F_c v$

Сумм. мощность  $N = \frac{dK}{dt} = \frac{1}{2} m \cdot 2v \cdot v' = mav$

$N_T \neq N_c + N$   $N = N_T - N_c$ ;  $N_c = N_T - N$  - комплекс. и часть  
мощн.  $N_T$   $\frac{N_T - N}{N_T} = 1 - \frac{N}{N_T}$

30 - 26,5 = 3,5 = 3,5/40 = 3,5/400 = 7/80

405 | 9  
36 | 45 x 450  
45 | 3150  
- 3000  
2550 | 7  
21 | 364,2  
45 | 85  
- 42  
30  
- 28  
20  
- 14  
60  
- 56  
40  
- 35

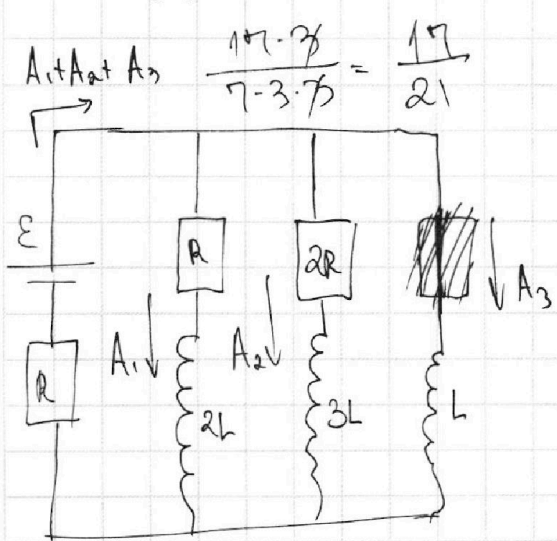
405 \* 30 = 45 \* 10 = 450

600 | 7  
56 | 85  
40  
- 35  
51

7 \* 9 = 5

27 / (405 \* 30) = 27 / (3 \* 45 \* 8 \* 10) = 1/450

$\frac{17 \cdot 3}{7 \cdot 3 \cdot 7} = \frac{17}{21}$



$\mathcal{E} = A_1 R + 2L \frac{dA_1}{dt} + (A_1 + A_2 + A_3) R$

$dq_2 = A_2 dt$ ,  $U_2 = 3L \frac{dA_2}{dt}$

$\mathcal{E}_1 = 2A_2 R + 3L \frac{dA_2}{dt} + (A_1 + A_2 + A_3) R$

$\mathcal{E} = L \frac{dA_3}{dt} + (A_1 + A_2 + A_3) R$