



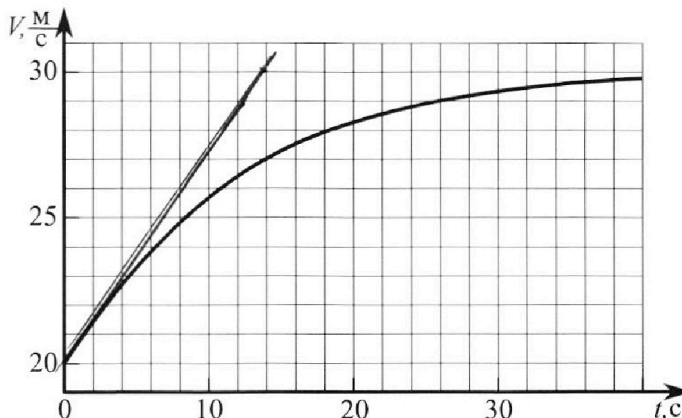
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



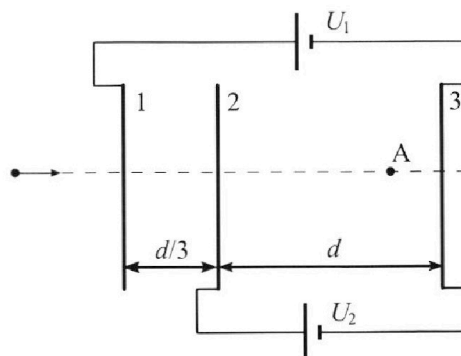
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность числа нного ответа на первый 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 углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

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

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023



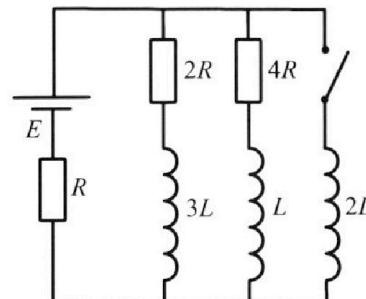
Вариант 11-04

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

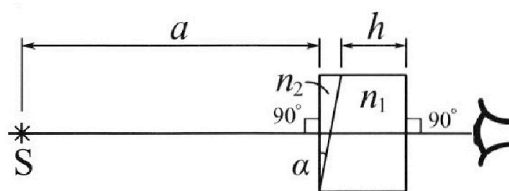
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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



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

№1. Решение:

1) Тиребегей касательна к траектории в точке $(0c; 20m/c)$.

Касательная тире проходит через точку $(14c; 30m/c)$,

а т.к. тиребегей касательной равен ускорению тела,

то до \hat{a}
$$\frac{30m/c - 20m/c}{14c - 0c} = \frac{5}{7} m/c^2 \approx 0,57 m/c^2$$

2) В точке на дороге действуют ^{горизонтальных} 2 силы: сила тяги и сила сопротивления движению. В точке разгона автомобиля движение равномерно со скоростью $V_k = 30m/c$. Пусть мощность равна N , тогда сила тяги в этот момент времени

равна $F_{тяги} = N \cdot \frac{1}{V_k} = F_k$ (т.к. движение равномерно \Rightarrow)

~~$N = \frac{F_k}{V_k}$~~ ~~$N = F_k V_k$~~ $N = F_k V_k$

В начале движения, по 2 закону Ньютона:

$F_{тяги} - F_0 = ma_0$; ~~$\frac{N}{V_0} - F_0 = ma_0$~~ , где V_0 - начальная

скорость, $V_0 = 20m/c \Rightarrow F_0 = \frac{F_k V_0}{V_0} - ma_0$

$\frac{N}{V_0} - F_0 = ma_0 \Rightarrow \frac{F_k V_k}{V_0} - F_0 = ma_0$; $F_0 = \frac{F_k V_k}{V_0} - ma_0$

$= 163,2 H$.

3) Из 3СЗ: $F_{тяги} dx - F_{соп} dx = m v dv \quad | : dt$ $(m v dv = \frac{d(mv^2)}{2})$

~~$F_{тяги} dt - F_{соп} V = m v a$~~

$N_{тяги} = N_{соп} + N_1$, где $N_1 = m v a \Rightarrow$

$\frac{N_{соп}}{N_{тяги}} = \frac{N_{соп}}{N_{тяги}} = \frac{F_0}{F_{тяги}}$, $F_{тяги} = \frac{F_k V_k}{V_0} = 300 H \Rightarrow \frac{N_{соп}}{N_{тяги}} \approx 0,54$.

Ответ: 1) $a_0 \approx 0,57 m/c^2$; 2) $F_0 \approx 163,2 H$; 3) $\frac{N_{соп}}{N_{тяги}} = 0,54$.

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!

2) Конечное состояние: сверху газ при давлении P_1 , снизу газ и вакуум нар, суммарное давление которых равно P_1 , но давление вакуума при температуре 373K равно $P_{\text{атм}}$ \Rightarrow давление газа снизу равно $P_1 - P_{\text{атм}}$. Сам. газ газа сверху!

$$\frac{P_1 V}{8} = 4 \nu_2 RT \quad (1)$$
 Снизу кол-во газа равно $\nu_2 + \delta \nu$, его объем равен $\frac{3V}{8} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{2} \Rightarrow$

упр. сам. газ газа снизу: $(P_1 - P_{\text{атм}}) \frac{V}{2} = (\nu_2 + \delta \nu) RT \quad (2)$

~~$$\frac{P_1 V}{8} = 4 \nu_2 RT$$~~
$$\frac{P_1 V}{2} = 16 \nu_2 RT$$

$$\frac{P_1 V}{2} - \frac{P_{\text{атм}} V}{2} = (\nu_2 + \delta \nu) RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{атм}} V}{2} = (15 \nu_2 - \delta \nu) RT$$

но $\nu_2 = \frac{P_0 V}{8 RT_0}$, $\delta \nu = \frac{3 K P_0 V}{8}$, $\Rightarrow \frac{P_{\text{атм}} V}{2} = \left(\frac{15 P_0 V}{8 RT_0} - \frac{3 K P_0 V}{8} \right) RT$

$$P_{\text{атм}} = P_{\text{атм}} = \left(\frac{15 P_0}{4 RT_0} - \frac{3 K P_0}{4} \right) RT$$

$$P_{\text{атм}} = P_0 RT \left(\frac{15}{4 RT_0} - \frac{3 K}{4} \right)$$
,
$$P_{\text{атм}} = \frac{3 P_0 RT}{4} \left(\frac{5}{RT_0} - K \right)$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{P_0}{4} \left(\frac{15 T}{T_0} - 3 K RT \right)$$
;
$$P_{\text{атм}} = \frac{P_0 (20 - 3 K RT)}{4}$$

$$P_0 = \frac{4}{20 - 3 K RT} P_{\text{атм}} = \frac{4}{20 - 3 \cdot 3 \cdot 0,6} P_{\text{атм}} = 0,27 P_{\text{атм}} = \frac{20}{73} P_{\text{атм}}$$

Ответ: $P_0 = \frac{20}{73} P_{\text{атм}}$.

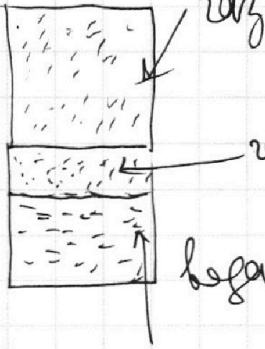
- 1 2 3 4 5 6 7

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



М2.

1) Начальное состояние:



В равновесии, но сверху и снизу давление

газов одинаково и равно p_0 . Пусть

ко-во газобразного вещества сверху равно

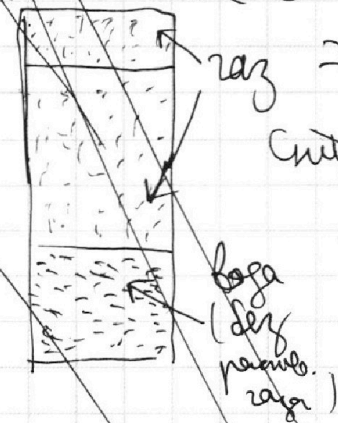
ν_1 , снизу ν_2 . Объем газа сверху равен $\frac{V}{2}$, снизу $\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}$. Из ур. соот. для верхнего газа:

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \quad p_0 \text{ для нижнего: } p_0 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 4. \quad 2) \text{ В начальном состоянии составили } \nu \text{ ко-во}$$

разобранного газа равно $\Delta \nu = \kappa p_0 \cdot \frac{3V}{8}$.

~~Конечное состояние: Давление в обеих частях газа в обеих~~



~~частях равна p_1 , температура $\frac{4T_0}{3}$.~~

~~Снизу ко-во газа равно $\nu_2 + \Delta \nu$, сверху ν_1 . Из ур. соот. для верхнего газа:~~

$$\text{Снизу: } p_1 \frac{V}{8} = \nu_2 R T \quad \text{Сверху: } p_1 \left(\frac{7V}{8} - \frac{3V}{8} \right) = (\nu_1 + \Delta \nu) R T$$

~~Разделив первое ур. на второе: $\frac{1}{4} = \frac{\nu_2}{\nu_1 + \Delta \nu}$~~

$$\frac{p_1 V}{2} = (\nu_1 + \Delta \nu) R T$$

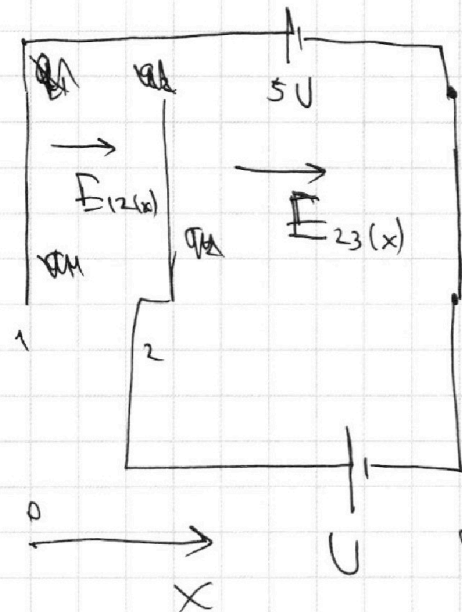
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1. Пусть ~~заряд~~ поверхности пластин относительно их зарядов пластин равны $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, т.к. пластины имеют одинаковую площадь и заряды не заряжены, то $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$. Поле, которое создают пластины с равными зарядами σ , равно $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow$ полагаем, что

~~$\sigma_1 > 0, \sigma_2 > 0, \sigma_3 > 0$ (расположен окажется не так),~~

1. Пусть э. поле в области 1-2 равно $E_{12}(x)$ (в направлении оси Ox), а э. поле в области 2-3 равно $E_{23}(x)$.

Итого III.к. $E = -\frac{d\varphi}{dx}$, то $E_{23}(x) \cdot d = U$;

$$\Rightarrow E_{23}(x) = \frac{U}{d}; \quad E_{12}(x) = \frac{12U}{d} \quad \text{Сила действующая на}$$

$$\text{заряд } q \text{ в области 2-3 равна } F_x = E_{23}(x) \cdot q \Rightarrow a = \frac{E_{23}(x) \cdot q}{m} = \frac{Uq}{md}$$

2. III.к. заряды пластин не заряжены, но и заряды их заряды остаются равными 0 \Rightarrow поле слева от пластины

1 и справа от пластины 3 равно 0 \Rightarrow в этих областях поле равно 0. Из ЗСЭ:

$$K_3 = K_2 = \frac{mV^2}{2} + qE_{12}(x) \cdot \frac{d}{3}$$

$$K_3 = \frac{mV^2}{2} + qE_{12}(x) \cdot \frac{d}{3} + qE_{23}(x) \cdot d \Rightarrow$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$\Rightarrow K_3 - K_2 = q E_{23}(x) \cdot d = \frac{q \cdot U}{d} \cdot d = qU.$$

$$3) \text{ по 30): } \frac{mV_0^2}{2} + q E_{12} \cdot \frac{d}{3} + q E_{23} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + q \cdot \frac{12U}{d} \cdot \frac{d}{3} + q \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + 4qU + \frac{3qU}{4} = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{19qU}{4} = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$2mV_0^2 + 19qU = 2mV_A^2$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } 1) a = \frac{Uq}{md}; 2) K_3 - K_2 = qU; 3) V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

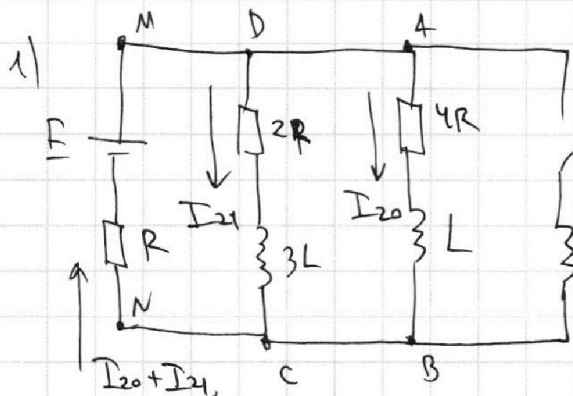
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

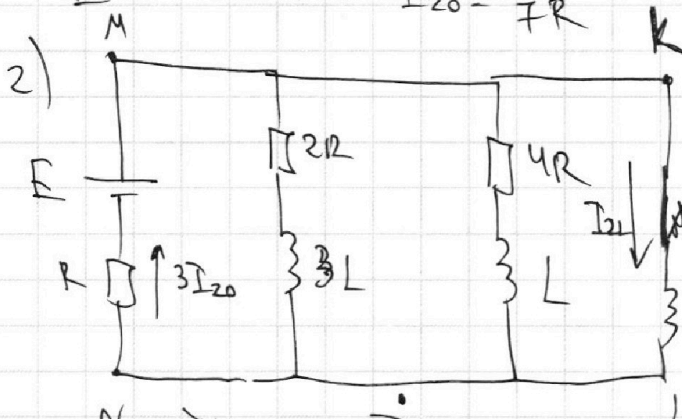
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



П.к. \rightarrow решим установившийся, но токи в цепи катушки \Rightarrow напряжений на всех катушках равны 0.

Ток через резистор $2R$ равен ток I_{21} , тогда через резистор R равен ток $I_{20} + I_{21}$. По закону Кирхгофа для контура $A-B-C-D$: $-I_{20} \cdot 4R + I_{21} \cdot 2R = 0 \Rightarrow I_{21} = 2I_{20} \Rightarrow I_{20} + I_{21} = 3I_{20}$. По закону Кирхгофа для контура $D-C-N-M$: $I_{21} \cdot 2R + (I_{20} + I_{21})R - E = 0$

$$E = 7I_{20}R \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{7R}$$



\rightarrow сразу после замыкания когда ток через катушки не успевают измениться $\Rightarrow I_{2L} = 0$, ток через R равен $3I_{20} = \frac{3E}{7R}$

Ищем I_{2L} - чеканная скорость изменения тока, тогда по закону Кирхгофа для контура $MKLN$:

$$E - 2L \cdot I_{2L} - \frac{3E}{7R} \cdot R; I_{2L} = \frac{4E}{7L}$$

3)

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

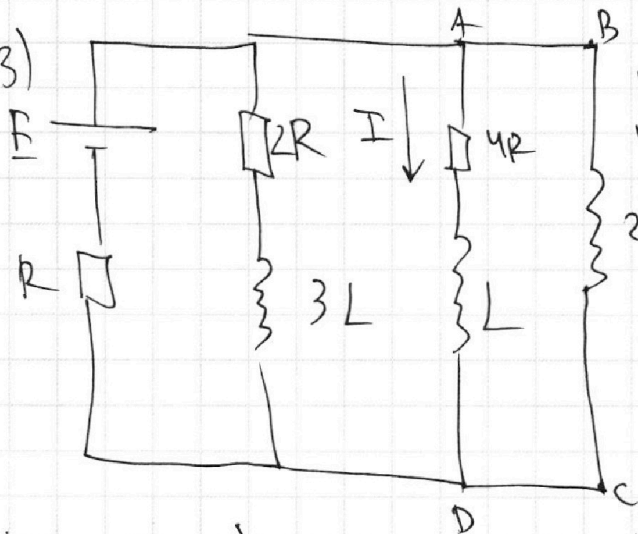
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



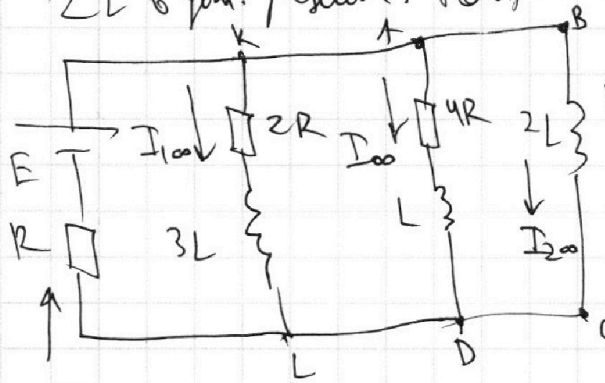
Ищем через $4R$ макс
 I , через $2L$ макс
 I_2 . Тогда по 2
 закону Кирхгофа для
 контура ABCD:
 $-4IR - L \frac{dI}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} = 0$

$\# 4R(I dt) + L dI = 2L dI_2$, но $I dt = dq$, где q -
 величина заряда. Суммируя подобные выражения получаем:

$$4Rq + L \Delta I = 2L \Delta I_2, \text{ где } \Delta I = I_{\infty} - I_{20}$$

$$\Delta I_2 = I_{2\infty} - 0$$

I_{∞} - макс через L в чист. решиме; $I_{2\infty}$ - ~~макс~~ макс через
 $2L$ в чист. решиме. Найдем эти токи:



в чист. решиме напряжение на
 катушке равно 0.
 По 2 закону Кирхгофа для контура
 ABCD: $I_{\infty} \cdot 4R = 0 \Rightarrow I_{\infty} = 0$.
 Для контура KL: $I_{\infty} \cdot 2R = 0 \Rightarrow$
 $I_{\infty} = 0 \Rightarrow$ через резистор
 R течет макс $I_{2\infty} \Rightarrow$ н.к. напря-

$I_{2\infty}$ меньше между B и C равно 0 то $I_{2\infty} = \frac{E}{R} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \Delta I = -I_{20} = -\frac{E}{7R}$; $\Delta I_2 = \frac{E}{R} \Rightarrow 4Rq = \frac{LE}{7R} + \frac{2LE}{R}$;
 $4Rq = \frac{15LE}{7R}$; $q = \frac{15}{28} \frac{LE}{R^2}$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{E}{7R}$; 2) $I_{2L} = \frac{4E}{7L}$; 3) $q = \frac{15}{28} \frac{LE}{R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

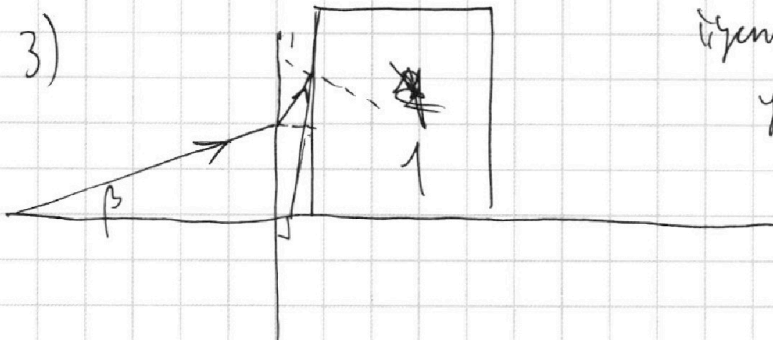
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

3)



Углы лучи β и $\beta + (n_2 - 1)d$

Угол β к оптической

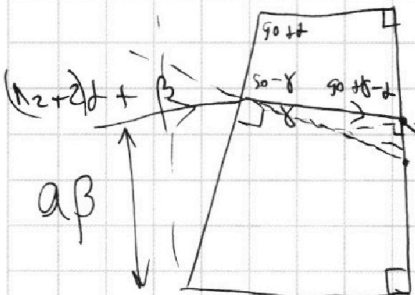
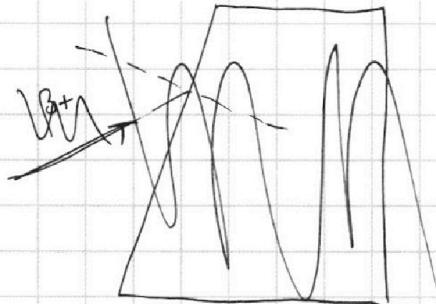
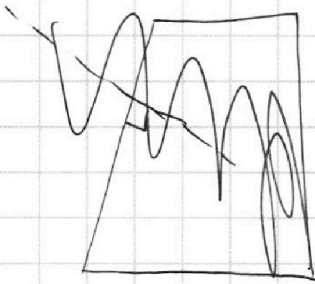
оси, после прохождения

он будет углы $\beta + (n_2 - 1)d$

и $\beta + (n_2 + 2)d$

$$\frac{\pi}{2} - (n_2 - 1)d - d = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} - d - (n_2 - 1)d - \beta \right) = \beta + (n_2 + 2)d$$



$$\beta = n_1 \gamma \quad (\text{из закона Снеллиуса})$$

$$(n_2 + 2)d + \beta = n_1 \gamma \quad (\text{из закона Снеллиуса и геометрии углов})$$

$$\delta = \frac{(n_2 + 2)d + \beta}{n_1} \quad \text{Угол падения луча на}$$

$$= d - \frac{(n_2 + 2)d + \beta}{n_1} \quad \text{внутри грани равен } d - \delta = \frac{(n_1 - n_2 - 2)d + \beta}{n_1} = \frac{\beta - (n_2 - n_1 + 2)d}{n_1}$$

Угол всегда у этой грани равен $\varphi_0 = \beta - (n_2 - n_1 + 2)d$

расстояние от правой грани первой призмы равно до точки пересечения луча с оптической осью равно $d = \frac{a\beta}{\varphi_0} = \frac{a\beta}{\beta - (n_2 - n_1 + 2)d}$

при $\beta \rightarrow 0$ $d \rightarrow 0$, значит, расстояние от источника до изображения равно $l = a + h = 114 \text{ см}$.

Ответ: 1) $\varphi = 0,07 \text{ рад}$, 2) $d_1 = 400 \text{ см}$, 3) $l = 114 \text{ см}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

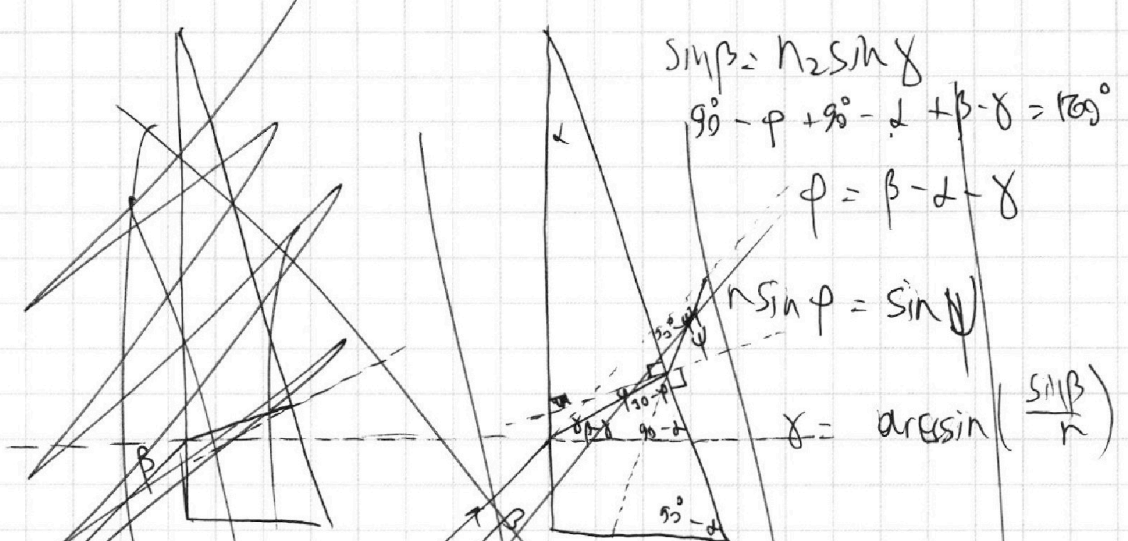
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 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!



$$\sin \beta = n_2 \sin \gamma$$

$$90^\circ - \varphi + 90^\circ - \alpha + \beta - \gamma = 180^\circ$$

$$\varphi = \beta - \alpha - \gamma$$

$$n \sin \varphi = \sin \beta$$

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{\sin \beta}{n}\right)$$

$$\sin \varphi = \sin(\beta - \alpha - \gamma) = \sin(\beta - \alpha) \cos \gamma - \cos(\beta - \alpha) \sin \gamma$$

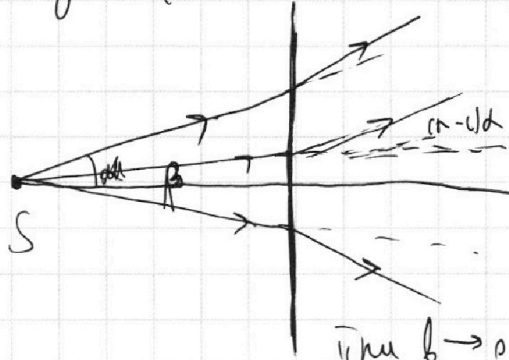
$$\approx \sin(\beta - \alpha) - \alpha \cos(\beta - \alpha)$$

$$\sin(\beta - \alpha) = \sin \beta - \arcsin\left(\frac{\sin \beta}{n}\right) = \sin \beta \sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 \beta}{n^2}} - \cos \beta \cdot \frac{\sin \beta}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \beta \sqrt{n^2 - \sin^2 \beta} - \sin \beta \cos \beta}{n} = \frac{\sin \beta}{n} (\sqrt{n^2 - \sin^2 \beta} - \cos \beta)$$

$$\cos^2(\beta - \alpha) = 1 - \frac{\sin^2 \beta}{n^2} (n^2 - \sin^2 \beta + \cos^2 \beta - 2 \cos \beta \sqrt{n^2 - \sin^2 \beta})$$

Рассмотрим луч, выходящий из каменной пластины S (маленькие они будут показывать б. луч);



Они столкнутся на ур. $(n-1)d \Rightarrow$
 Они начнут идти по ур. $\beta + (n-1)\alpha$ к прямой перпен. к границе \Rightarrow
 \Rightarrow рассмотрим a_1 на кончике малой стрелки пересечем эту прямую, равно β

$$a_1 = \beta + (n-1)\alpha$$

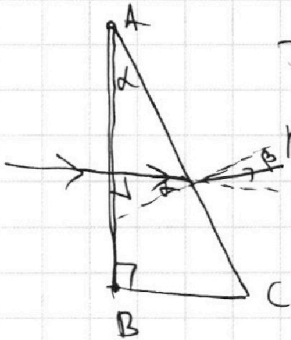
при $b \rightarrow 0$ ~~маленькие~~ $a_1 \rightarrow \alpha \Rightarrow \alpha$
 Некакие расстояния d , равно $d_i = 100 \text{ см}$

1 2 3 4 5 6 7



15

1) м.к. при $n_1 = n_2$, то при прохождении границы призмы 1 с воздухом луч не преломляется \rightarrow отклоняет его только призма 2.

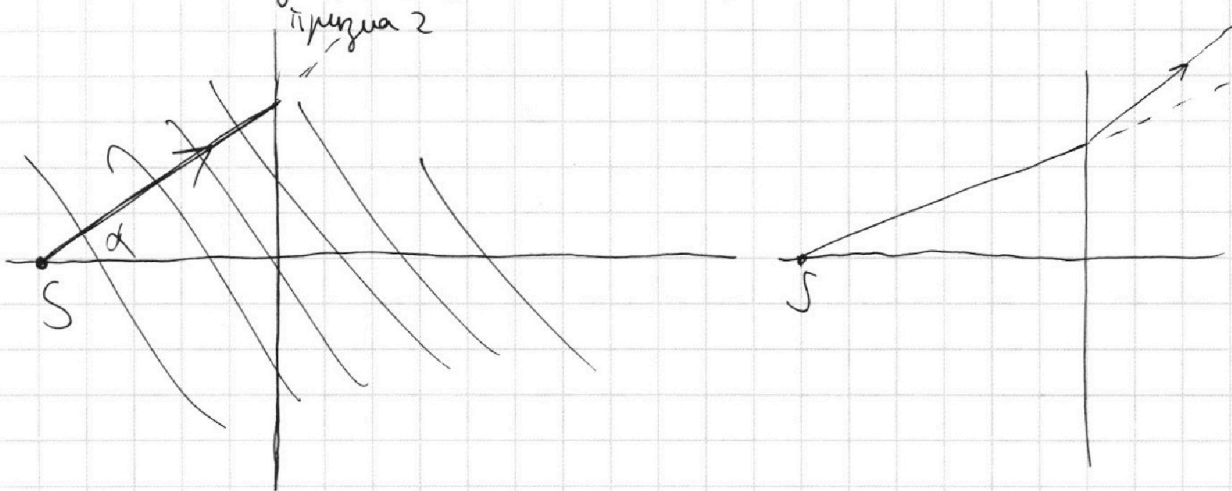


Грани АВ луч проходит, не преломляясь (м.к. падает перпендикулярно ей). Угол падения на грани ВС равен α . Угол преломления равен β . Тогда по закону Снеллиуса:

$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta \Rightarrow \text{то } \alpha < 1 \Rightarrow \sin \alpha < \sin \beta \Rightarrow \beta < \alpha$$

$n_1 = 1 \Rightarrow \beta = \alpha$, а угол между первоначальным направлением луча и преломленным лучом равен $\varphi = \beta - \alpha = (n_2 - 1)\alpha = 0,07 \text{ рад}$.

2) Известно, что призма с малым углом α при вершине отклоняет луч, идущий через неё, на угол $(n_2 - 1)\alpha$.



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

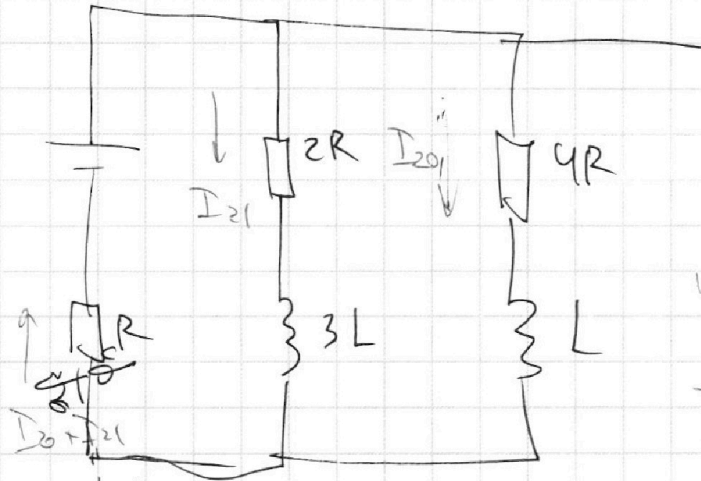
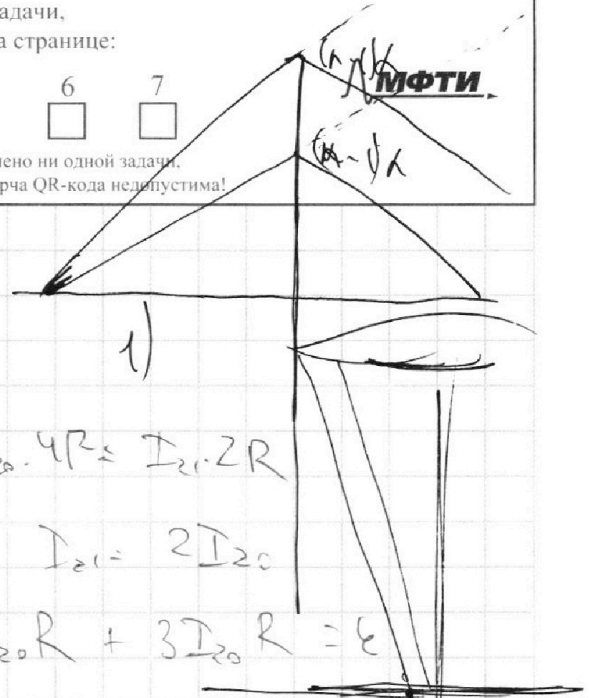
- 1 2 3 4 5 6 7

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



МФТИ

№4.



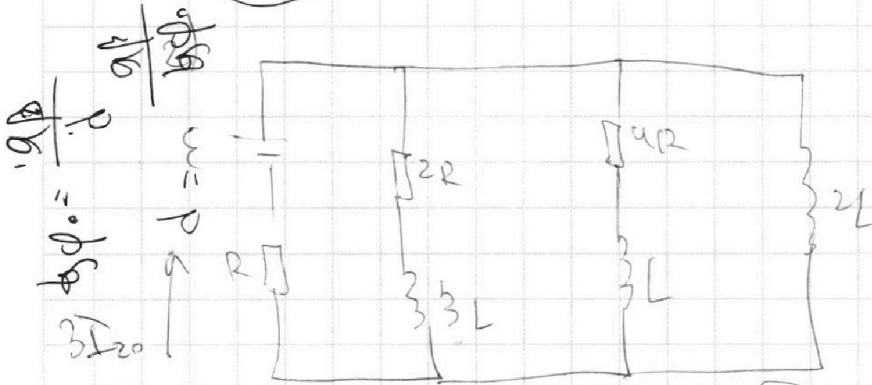
$$I_{20} \cdot 4R = I_{21} \cdot 2R$$

$$I_{21} = 2I_{20}$$

$$4I_{20}R + 3I_{20}R = \varepsilon$$

$$I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$$

ищем напряжение
сразу

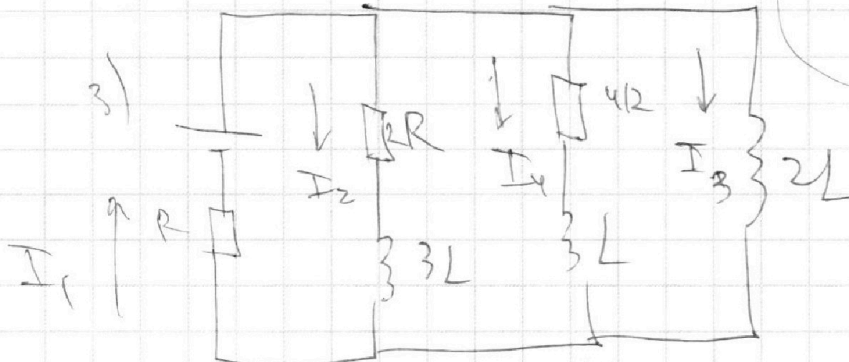


$$\varepsilon - 2LI_0 - 3I_{20}R = 0$$

$$2LI_0 = \frac{4\varepsilon}{7}$$

$$I_0 = \frac{2\varepsilon}{7L}$$

$$\varepsilon - 2LI_3 - I_1R = 0$$



$$\varepsilon - I_4 \cdot 4R - L \frac{dI_4}{dt} - I_1 R = 0$$

$$\varepsilon dt - dq_4 \cdot 4R - L dI_4 - dq_1 R = 0$$

$$\varepsilon - 2L \frac{dI_3}{dt} - I_1 R = 0 \quad \varepsilon dt - 2L dI_3 - dq_1 R = 0$$

$$\varepsilon dt - dq_1 R = 2L dI_3; \quad dq_4 \cdot 4R + L dI_4 = 2L dI_3$$

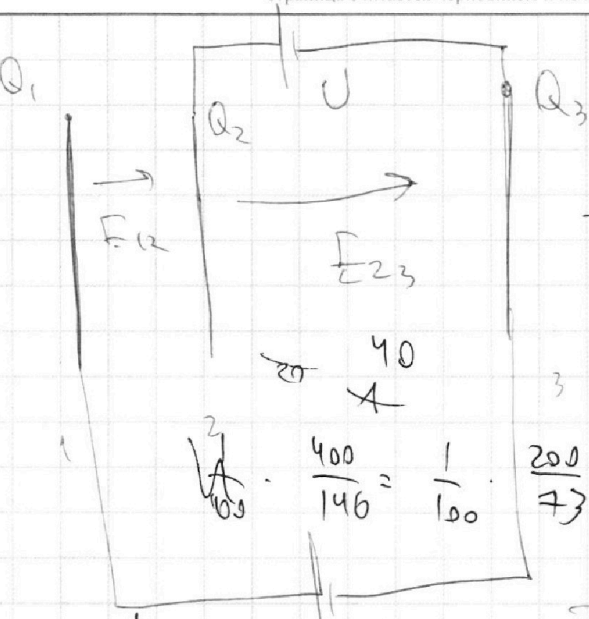
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$F_{\text{привл}} dx - F_{\text{отп}} dx = m v dv$$

$$F_{\text{привл}} U - F_{\text{отп}} U = m v \Delta v$$

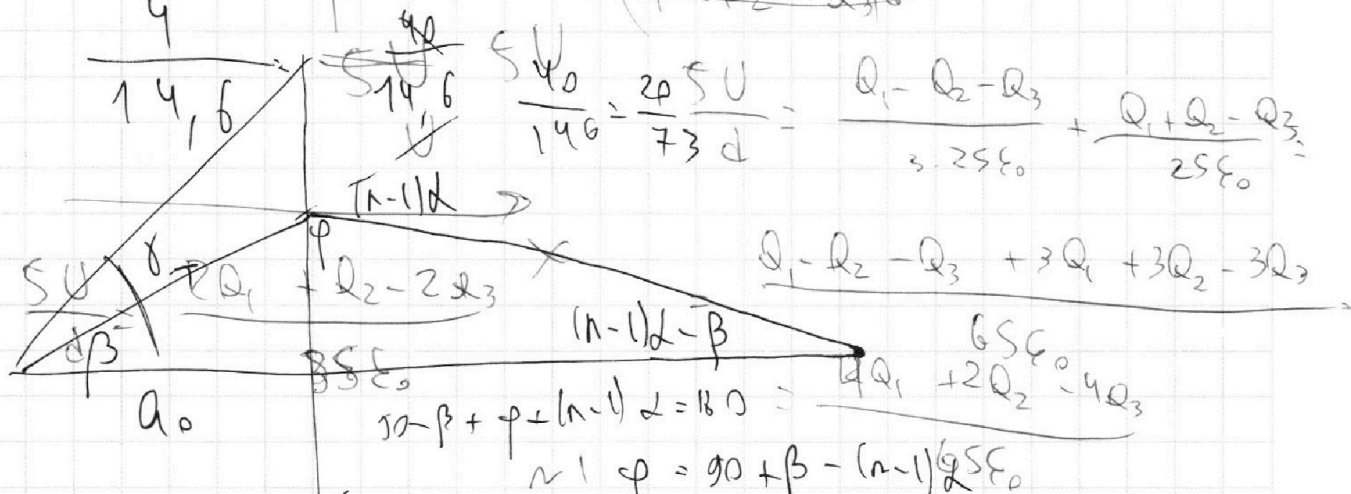
$$200 \cdot 73 = 12 = \frac{Q_1 - Q_2 - Q_3}{25 \epsilon_0}$$

$$\frac{2540}{73} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{25 \epsilon_0}$$

$$\frac{540}{73} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{25 \epsilon_0}$$

$$\frac{F_{\text{отп}}}{F_{\text{привл}}} = 0,6$$

$$\frac{400}{146} = \frac{1}{100} \cdot \frac{200}{73} E_{12} \cdot \frac{d}{3} + 7 A_{23} \cdot d = 5 U$$

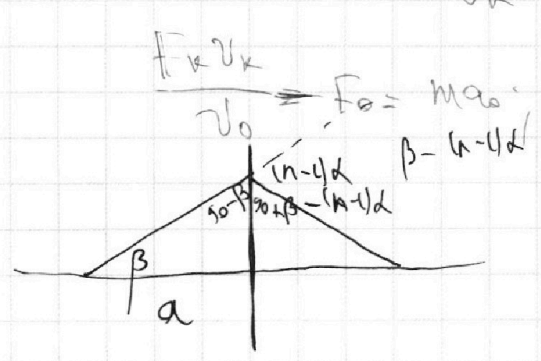
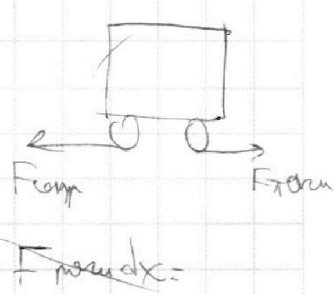


$$a_0 = 0,75 \text{ m/s}^2$$

$$a_k = \frac{1}{18} \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{привл}} - F_0 = m a_0 \quad N dt =$$

$$\frac{N}{v_k} = F_k; \quad N = F_k v_k$$



$$F_0 = \frac{F_k v_k}{v_0} - m a_0 =$$

$$= \frac{200 \cdot 30}{20} - 180 = 120 \text{ H}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a particle in a magnetic field. The solution includes diagrams of particle trajectories, vector diagrams, and mathematical derivations.

Diagram 1: Shows a particle starting at point S, moving in a magnetic field B. The trajectory is a helix with pitch $h = v_z \cdot T$. The angle between the velocity vector and the magnetic field is β . The radius of the helix is $r = \frac{mv_{\perp}}{qB}$.

Diagram 2: Shows the particle's path in a coordinate system where the magnetic field is along the z-axis. The path is a helix with pitch h and radius r .

Diagram 3: Shows the particle's path in a coordinate system where the magnetic field is along the x-axis. The path is a helix with pitch h and radius r .

Equations and Calculations:

- $a_1 = \frac{a_0}{1 - (A_2 - 1) \cos \beta}$
- $a_2 = \frac{v \beta + \frac{v}{\beta}}{v \beta (1 - \cos \beta)}$
- $V_1 = \frac{v}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\beta}{1 - \cos \beta}$
- $V_2 = \frac{v}{8} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\beta}{\cos \beta} = \frac{v}{8} \ln \left| \frac{1 + \sin \beta}{1 - \sin \beta} \right|$
- $\Delta U = k p_0 \cdot \frac{3v}{8}$
- $\frac{2}{3} \cdot 200 = 136,8$
- $300 - 136,8 = 163,2$
- $\frac{163,2}{3} = 54,4$
- $\frac{54,4}{12} = 4,53$
- $15 p_0 v / 8$

Final Diagram: Shows the particle's path in a coordinate system where the magnetic field is along the x-axis. The path is a helix with pitch h and radius r .

