



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



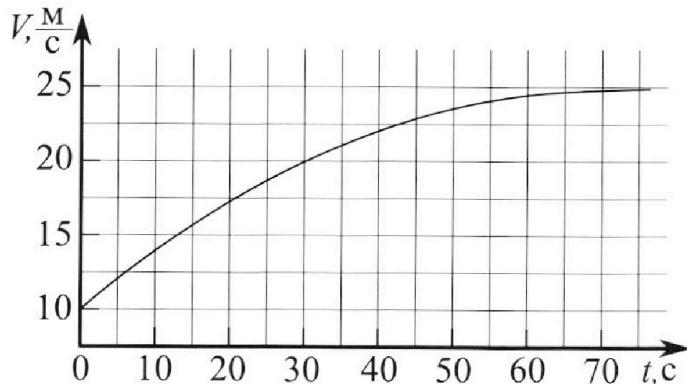
Вариант 11-03

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%.

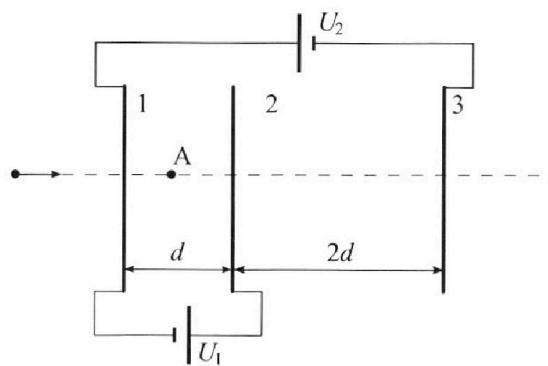


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R – универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 – кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

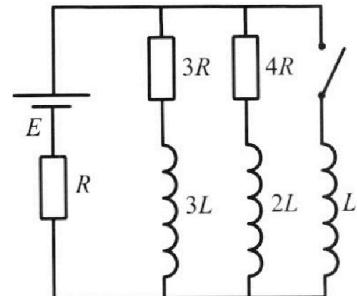
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

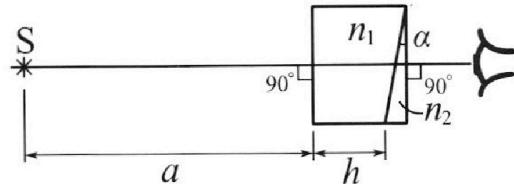
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

1) $a(t) = v'(t) = \tan \alpha$ - ускорение параллельно
наклоне касат. к градиенту $v(t)$

$$\tan \alpha = \frac{17,5 - 10}{20} = \frac{7,5}{20} = \frac{75}{200}$$

$$a(t) = \frac{75}{200} \text{ м/с}^2$$

2) $M(a(0)) = F_0 - k v_0$ где $v_0 = v(0) = 10 \text{ м/с}$

значит, что через некоторое время

тело перестанет разгоняться и уменьшит

быть $a = 0$ по градиенту ввиду что

$v(t)$ асимптотически близко приближается

к $v_t = 25 \text{ м/с}$ - это оконч. скорость

$$ma = F_k - kv, \quad a=0 \quad F_k = kv, \text{ где } v_t = 25 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$F_0 = Ma(0) + kv_0 = ma_0 + \frac{F_k}{v_t} v_0$$

$$F_0 = \frac{1605}{2} \text{ Н}$$

3) $P_0 = F_0 v_0 = \frac{1605}{2} \cdot 10 = 1605 \cdot 5 = \underline{8025 \text{ Вт}}$

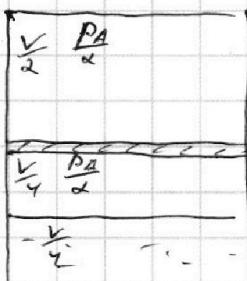
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$1) \text{ Рассмотрим } \frac{V}{4} = D_{H_2O} RT_0$$

т.к. разн压 ≈ 0 по ус.

$\Rightarrow D_{H_2O} = 0$ в нач. момент

Уп-е нач. первого- следующего

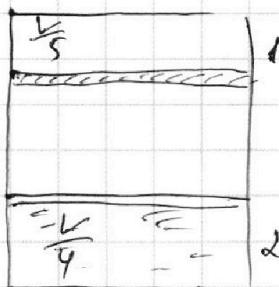
$$\frac{P_A \cdot \frac{V}{2}}{L \cdot \frac{\Delta T}{2}} = D_{re} RT_0 \rightarrow \text{до нагревания}$$

$$\frac{P_A \cdot \frac{V}{4}}{L \cdot \frac{\Delta T}{4}} = D_{CO_2} RT_0 \quad D_{CO_2} = D_0 - \Delta D_1$$

$$\frac{D_{re}}{D_{CO_2}} = 2, \quad \text{отб.: 2} \quad \Delta D_1 = k \frac{P_A}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

2)

насне нагревания



$$P_1 \cdot \frac{V}{5} = D_{re} RT_0 \quad \text{Уп-е нач. первого- следующего}$$

$$P_1 \cdot \frac{V}{5} = \frac{4}{P_A \Delta T} = \frac{T}{T_0} \quad P_1 = \frac{5}{4} P_A \frac{T}{T_0}$$

$$P_2 \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (D_{CO_2} - \Delta D + D_{H_2O}) RT$$

$$\cancel{\Delta D} \cancel{+ (D_0 - k \frac{P_A}{2} \cdot \frac{V}{4})} - (D_0 - k \frac{P_{CO_2} V}{4})$$

$$\Delta D = k P_{CO_2} \frac{V}{4} - k \frac{P_A}{2} \frac{V}{4} \quad (D_0 \text{ нач. } CO_2 \text{ влагозадан.})$$

$$P_2 \left(\frac{11}{20} V \right) = (D_0 - k P_{CO_2} \frac{V}{40} + D_{H_2O}) RT$$

$$P_{H_2O} \cdot \frac{11}{20} V = D_{H_2O} RT \Rightarrow D_{H_2O} = \frac{P_{H_2O} \frac{11}{20} V}{RT}, P_{H_2O} = 100 \text{ atm}$$

$$P_{CO_2} = P_2 - P_{H_2O}$$

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!

$$\frac{5}{4} P_A \frac{T}{T_0} + \frac{11}{20} V = (D_0 + k \left(\frac{5}{4} P_A \frac{T}{T_0} - P_{H20} \right) \frac{11}{20} V + \\ + \frac{P_{H20} \frac{11}{20} V}{20 RT}) R T$$

$$\left[\frac{D_{re}}{D_0 + k \frac{P_A}{4} \frac{V}{5}} - 2 \right] ; D_{re} = \frac{5}{4} P_A \frac{T}{T_0} \frac{V}{5} \frac{1}{RT} = \frac{P_A V}{4 T_0 R}$$

$$\frac{11}{16} \frac{P_A V}{T_0} = (D_0 - \frac{5}{4} k P_A \frac{T}{T_0} \cdot \frac{11}{20} V + k P_{H20} \frac{11}{20} V + \\ + \frac{11 P_{H20} V}{20 RT}) R$$

$$\frac{11}{16} \frac{P_A V}{T_0 R} = \frac{D_{re}}{2} + k \frac{P_A V}{8} - \\ - \frac{11}{16} k P_A V \frac{T}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} V + \frac{11}{20} \frac{P_{H20} V}{RT}$$

$$\frac{11}{16} \frac{P_A V}{T_0 R} = \frac{D_{re}}{8 T_0 R} + \frac{k P_A V}{8} - \frac{11}{16} k D_{re} \frac{T}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} V + \\ + \frac{11}{20} \frac{P_{H20} V}{RT}$$

$$\left(\frac{11}{16} + \frac{1}{8} \right) \frac{P_A}{R T_0} = \frac{k P_A}{8} - \frac{11}{16} k P_A \frac{T}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} + \\ + \frac{11}{20} \frac{P_{H20}}{RT}$$

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

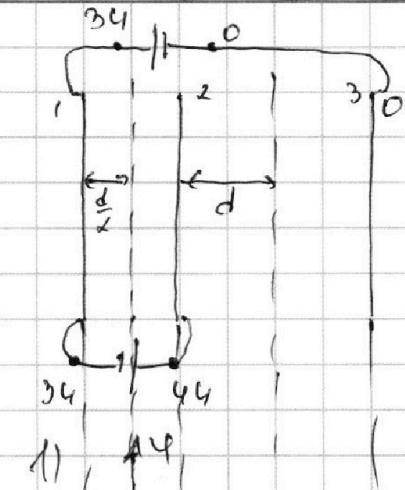
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

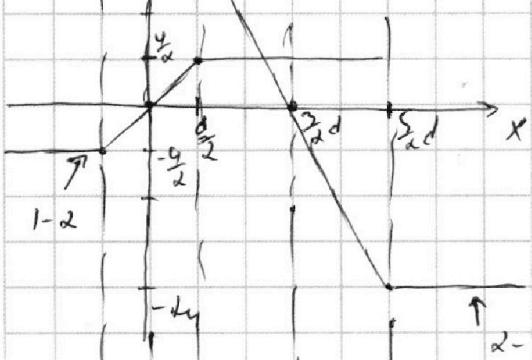
МФТИ

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



нарисуйте узелок зависящий
поглощания от координаты x
как будто бы они были
однотипными, т. е. однозначно

котензор 1-2 однозначно
котензор 2-3 (правильно)
зрекутся - 180° градус



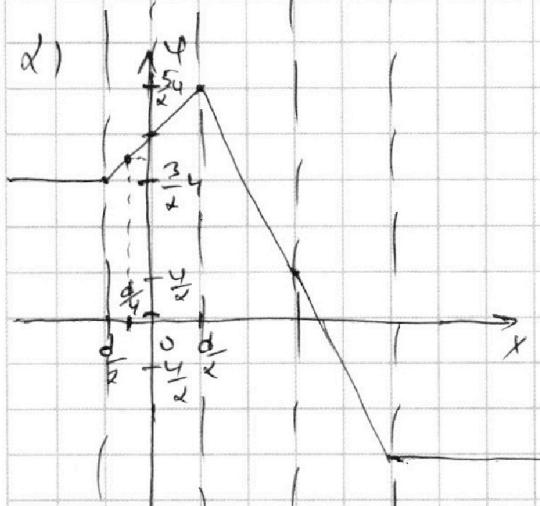
$\varphi(x)$ для нашего случая

$\varphi(x)$ получилосьломаное
зрекущество 1-2 4 2-3

$$1) m_a = q E$$

$$U = Ed \Rightarrow E = \frac{U}{d}$$

$$m_a = q \frac{U}{d} \Rightarrow \boxed{a = \frac{q U}{m d}}$$



2)

~~$m_a = 3C\vartheta$~~ : т. к. огуречный
поглощательная сила

$$\frac{m_2^2}{2} = q \frac{3}{2} U + \left(\frac{m_2^2}{2} \right)^2$$

поглощает m_a de сюзей = 0

$$\frac{m_2^2}{2} = q \frac{5}{2} U + \frac{m_2^2}{2} f_{00} = 0$$

значение поглощают
если E это депуэ
узелок 2)



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$k_1 - k_2 = \left(\frac{m v^2}{2} - \frac{q \frac{3}{2} u}{2} \right) - \left(\frac{m v^2}{2} - \frac{q \frac{5}{2} u}{2} \right)$$

$$k_1 - k_2 = \frac{5}{2} qu - \frac{3}{2} qu = 2u$$

$$3) \quad \varphi\left(\frac{d}{4}\right) = \left(2u + \frac{3}{2}u\right) \frac{1}{2} = \frac{7}{4}u$$

ЗСД (Закон сохр энергии):

$$\frac{m v^2}{2} = q \varphi\left(\frac{d}{4}\right) + \frac{m v_3^2}{2}$$

$$\frac{m v^2}{2} = q \frac{7}{4}u + \frac{m v_3^2}{2}$$

$$v_3 = \sqrt{\left(\frac{m v^2}{2} - \frac{7}{4}qu \right) \frac{2}{m}}$$

Указание $v = V_0 - gat_0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

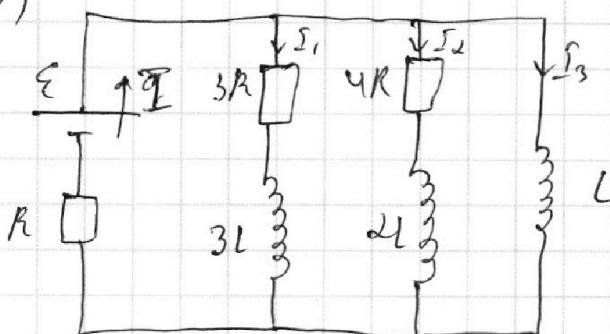
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3)



Задача
ЗСД: исчезновение
тока в цепи

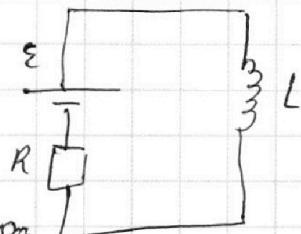
$$E = -\left(3L \frac{I_1^2}{10} + 0\right) +$$

$$+ \left(0 - 2L \frac{I_2^2}{2}\right) + \frac{LI^2}{} +$$

$$+ Q$$

В ус. 1 решим катушку L - пробуд
 $I_1 = 0 \Rightarrow$ увел в ус. решим

Извиняюсь:



Дправило кирхгофа

$$E = I_1 3R + I_2 R + 3L \frac{dI_1}{dt}$$

~~$$\frac{dI_2}{dt} = E = \frac{dq_1}{dt} 3R + \frac{dq_R}{dt} R + 3L \frac{dI_1}{dt}$$~~

$$t \cdot E = q_1 3R + q_R R + 3L I_1$$

$$- \frac{L \frac{dI_3}{dt}}{dt} + I_2 R = E \quad \frac{dq_R}{dt} - \frac{L \frac{dI_3}{dt}}{dt} = E$$

$$\underline{q_R - LI_3 = E}$$

$$E t = q_1 3R + LI_3 R + E t R + 3L I_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

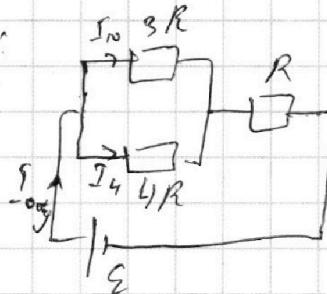


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) 9.4. режим установок \Rightarrow катушки 3L и 2L
представляют собой идеальный пробод
стола тиристоров:

$$R_{\text{общ}} = \frac{3R \cdot 4R}{7R} + R = \frac{19}{7}R$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{\varepsilon}{19R}$$



$$I_0 \cdot 3R = I_4 \cdot 4R$$

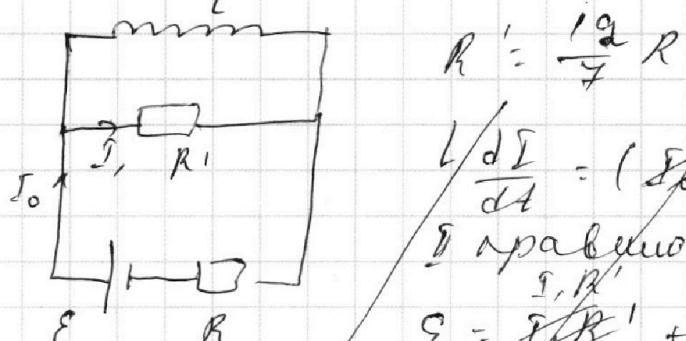
Правило Кирхгофа:
 $I_0 + I_4 = I_0$

$$\boxed{I_0 = \frac{4}{7}I_0 = \frac{4}{19}\frac{\varepsilon}{R}}$$

2) 9.4. в нач. момента напряжение

на катушках 2L и 3L равно 0 - это идеальный
пробод (напряжение на катушке не
может скачкообразно начинаться)

Определяем тиристоры:



$$R' = \frac{12}{7}R$$

$$\frac{dI}{dt} = (E - I_0 R') / R'$$

Правило Кирхгофа:

$$I_0' \cdot R' = I_0 R' + I_0 R' \Rightarrow I_0 R' = \varepsilon - I_0 R'$$

$$I_0' = I_0 R' + \varepsilon - I_0 R$$

$$I_0' = I_0 R' + \varepsilon - I_0 R$$



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!

9.6. напряжение на катушке не является
известным \Rightarrow ток по 1 катушке
не получает в нач. момента, а через
2L и 3L будет через ток: $I_0 = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R}$

$$i = \frac{I_0 R'}{L} - \frac{\varepsilon}{L} + \frac{I_0 R}{L} = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R} \cdot \frac{12R}{7L} - \frac{\varepsilon}{L} +$$

$$\frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R} \frac{R}{L} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L} - \frac{\varepsilon}{L} + \frac{7}{49} \frac{\varepsilon}{L}$$

$$i = 0$$

о правильном курсе

$$L \frac{di}{dt} = i R' ; \quad \varepsilon = i R' + I_0 R$$

$$i R' = \varepsilon - I_0 R$$

$$L \frac{di}{dt} = \varepsilon - I_0 R$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{\varepsilon}{L} - \frac{I_0 R}{L} = \frac{\varepsilon}{L} - \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R} \cdot \frac{R}{L} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$$

$$i = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

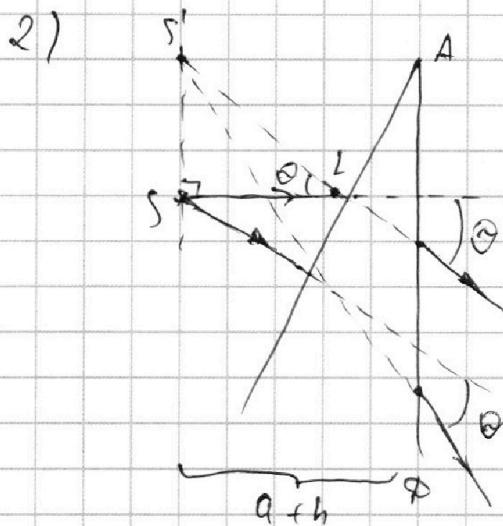
решение которой представлено на странице:



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



изображение
построение точек
重心
лежащих на прямой

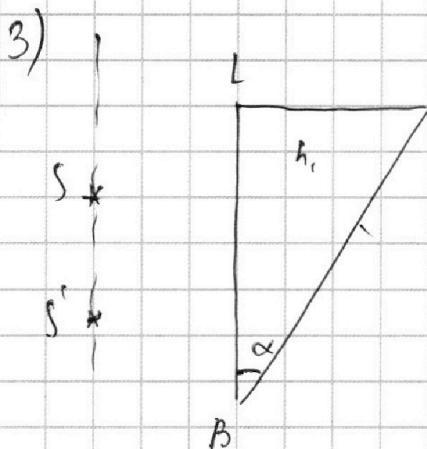
$$\text{II. AD} \Rightarrow \frac{SS'}{a+h} = +\varphi \alpha$$

$$\text{I. в. } \alpha \text{ макс.} \Rightarrow \frac{SS'}{a+h} = \alpha$$

если $S' L$ - макс.

$$SS' = (a+h) \alpha = (a+h) ((h_2 - 1) \alpha) = 104 \cdot 0,07$$

$$SS' = 0,0727 \text{ м} = 7,28 \text{ см}$$



изображение построение точек
重心
лежащих на прямой

ПВЛ получено

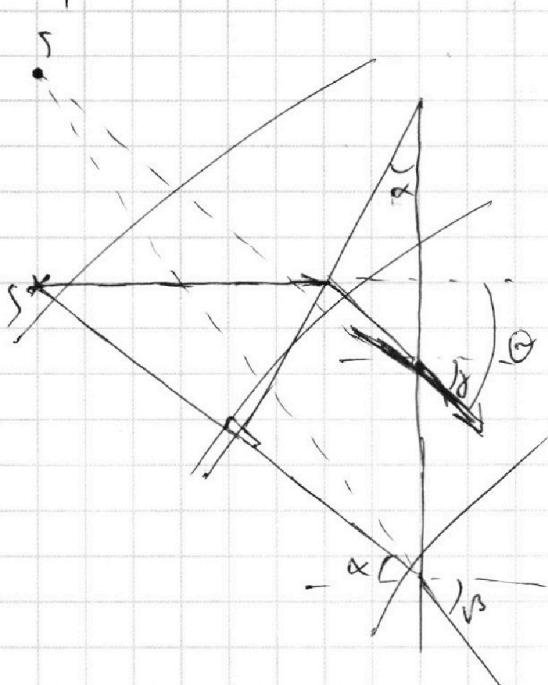
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/> |

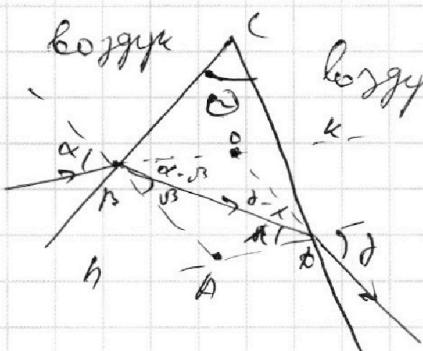
МФТИ

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



⑩ угол обманческий
изображает

Берегем формулу для угла вспомогательного



1) ABCD - фигура ~ четырех

$$\alpha = h\beta \quad \gamma = h\lambda$$

$$\angle BAD = 180^\circ - \theta$$

$$\angle BAD = 180^\circ - (\beta + \lambda) \quad \Rightarrow \theta = \beta + \lambda$$

$$\angle DOK = \alpha + \gamma - (\beta + \lambda)$$

$$\angle DOK = (h-1)(\beta + \lambda)$$

$$\angle DOK = (h-1)\theta$$

т. е. угол обманческий
изображает только
от угла призыва

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

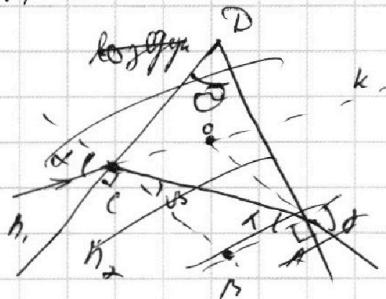


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

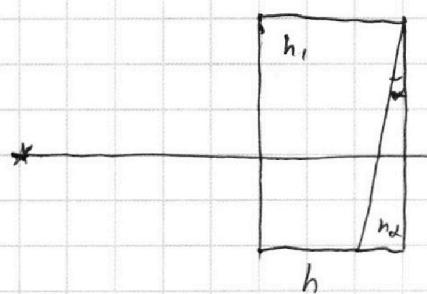
1)



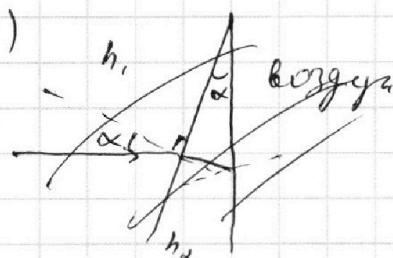
7. к при малом угле

$$\sin \alpha = \frac{h_1}{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}}$$

$$\alpha \cdot h_1 = h$$



1)



1) ABCD винч. чес-ти

$$180 - (\beta + 1) = 180 - \alpha \Rightarrow \alpha = \beta + 1$$

при сущ. $\beta \in \text{BAD} = 180^\circ$

$$\angle DOA = \angle OBD + \angle ODB = (\alpha + \gamma) - (\beta + 1)$$

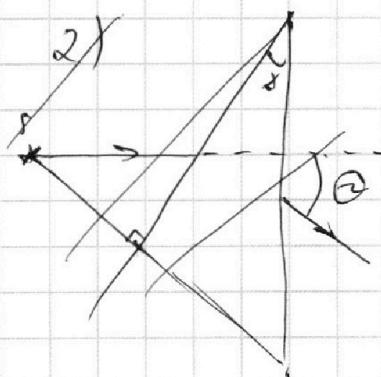
закон симметрии: $\sin \alpha = \sin \gamma$ при $\alpha = \gamma$

$$\alpha \cdot 1 = \beta \cdot h_2 \quad \gamma \cdot 1 = 1 \cdot h_2 \text{ малый}$$

$$\angle DOA = (\beta + 1) - (\beta + 1)h_2 = (\beta + 1)h_2 - (\beta + 1)$$

$$\angle DOA = (h_2 - 1)(180 - \alpha) - \text{использование}$$

угла



2) при отдаленных вершинах

$$\text{cos}: (h_2 - 1) \alpha = 0,7 \cdot \alpha \approx 0,7 \cdot 0,1$$
$$\approx 0,07 \text{ rad}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

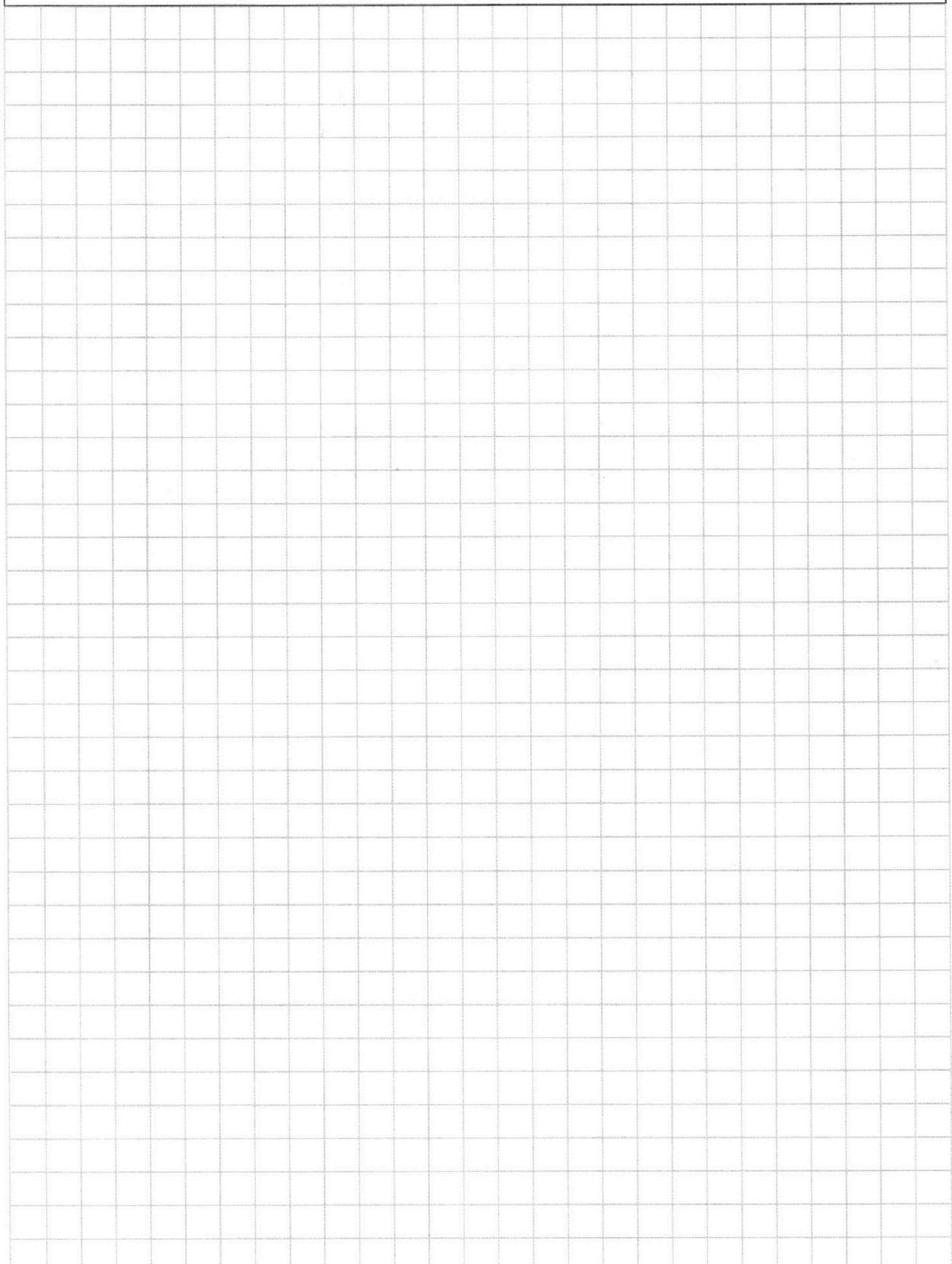
5

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:



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

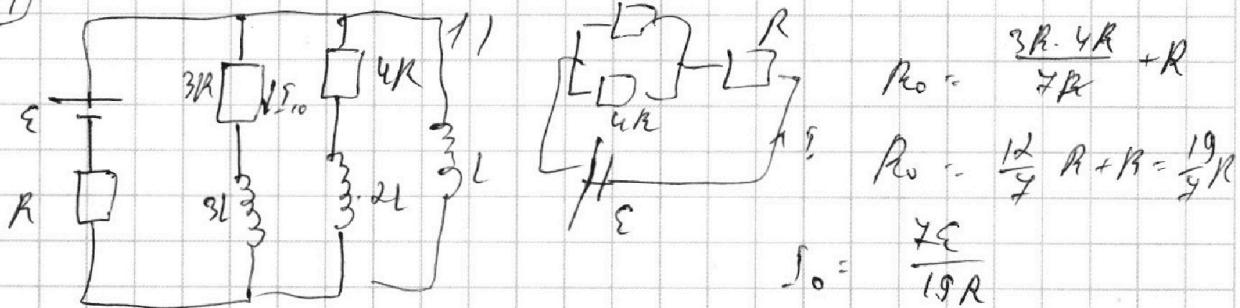
МФТИ

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

$$2) \kappa_1 - \kappa_2 = \frac{\mu v^2}{\alpha} - \frac{q_4}{\alpha} = \frac{\mu v^2}{\alpha} + \frac{q_3}{\alpha} q_4 - \frac{q_4}{2}$$

$$3) \frac{\mu v^2}{\alpha} = q_3 q_4 + \frac{\mu v^2}{\alpha} \\ z_3 = \sqrt{\left(\frac{\mu v^2}{\alpha} - \frac{3}{4} q_4 \right) \frac{2}{m}} = \sqrt{v^2 - \frac{3}{2} \frac{q_4}{\mu}}$$

7)



$$I_{10} 3R = I_4 4R$$

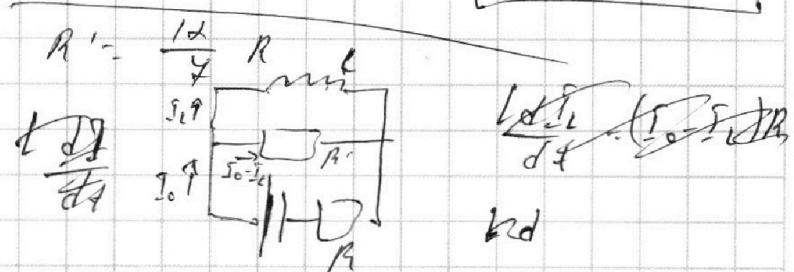
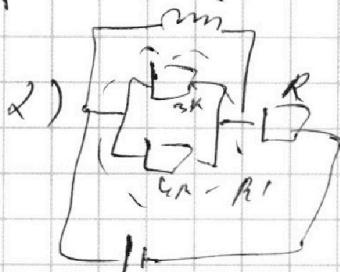
$$I_{10} = \frac{4}{3} I_4 \quad I_{10} + I_4 = I_0$$

$$I_4 = I_0 - I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} I_0 - \frac{4}{3} I_{10}$$

$$\frac{7}{3} I_{10} = \frac{4}{3} I_0 \quad I_{10} = \frac{4}{7} I_0$$

$$E_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$



$$E = I_0 R + I_1 R \quad E = -I_0 R + I_0 R \\ E = (I_0 - I_1) R = I_0 R$$

~~10~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,

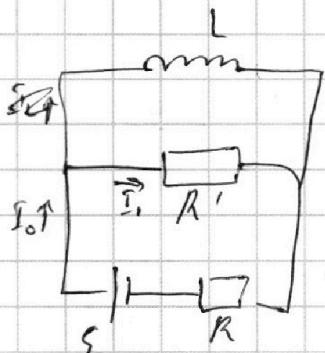
решение которой представлено на странице:



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



$$1) \frac{L \frac{dI}{dt}}{dt} = (I_0 - I) R'$$

$$E = I R' + I_0 R \Rightarrow I R' = E - I_0 R$$

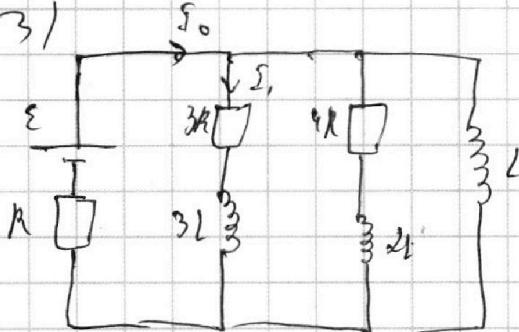
$$\frac{L \frac{dI}{dt}}{dt} = I_0 R' - E + I_0 R$$

$$i = I_0 \frac{R}{L} \frac{R}{L} - \frac{E}{L} + \frac{I_0 R}{L}$$

$$I_0 = \frac{R}{19} R \text{ (усл.)}$$

$$i = \frac{R}{19} \cdot \frac{R^2}{19} \frac{R^2}{L} - \frac{E}{L} + \frac{R^2}{19} \frac{R^2}{L} - \frac{R^2}{L} - \frac{E}{L}$$

3)



Будет меняться

$$I_1, 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + I_0 R = E$$

$$\frac{dq_{3R}}{dt}, 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + \frac{dq_{3L}}{dt} R = E$$

$$q_{3R} \cdot 3R + 3L I_1 + q_{3L} R = E +$$

$$\frac{L \frac{dE}{dt}}{dt} = I_1 R' \quad E = I_1 R' + I_0 R$$

$$I_1 R'$$

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!

$$2) \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{2}{2}} = D_{\text{ре}} R T_0 \quad \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{4}{4}} = (D_{\text{ре}} + D_{\text{H}_2\text{O}}) R T_0$$

допускается
использование

$$\frac{P_0}{2} = P_{\text{ре}} + P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} \quad P_1 \cdot \frac{V}{\frac{5}{5}} = D_{\text{ре}} R T$$

$$(1) \boxed{\frac{P_0 V}{4 T_0} = \frac{P_1 V}{5 T}}$$

$$P_2 \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (D_{\text{ре}} + D_{\text{H}_2\text{O}})^{\text{од}} R T$$

$$(2) \boxed{\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{4}{4}} \cdot \frac{1}{D_{\text{CO}_2} T_0} = \frac{P_2 \left(\frac{11}{20} V \right)}{(D_{\text{CO}_2}^{\text{од}} + D_{\text{H}_2\text{O}}) T}}$$

$$\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{8}{8}} \cdot \frac{1}{D_{\text{CO}_2} T_0} \cdot \frac{11 P_2}{20 (D_{\text{CO}_2} + D_{\text{H}_2\text{O}} + D_{\text{H}_2}) T}$$

$$\boxed{\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{8}{8} T_0 \cdot D_{\text{ре}}} = \frac{P_2}{5 \left(D_{\text{ре}} + D_{\text{H}_2} + D_{\text{H}_2\text{O}} \right) T}}$$

$$P_2 = P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{H}_2} = P_0 + P_{\text{CO}_2}$$

~~$$\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{8}{8}} = D_{\text{CO}_2} R T_0$$~~

$$\text{CO}_2:$$

$$\Delta D = (D_{\text{CO}_2} - k \frac{P_0 \cdot V}{2}) - (D_{\text{CO}_2} - k P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4})$$

~~$$\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{8}{8}} = (D_{\text{CO}_2} - \Delta D) \cdot R T$$~~

~~$$\Delta D = k P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4} - k \frac{P_0 V}{2 \cdot 4}$$~~

~~$$\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{\frac{8}{8}} = (D_{\text{CO}_2} - \Delta D) \cdot R T$$~~

~~$$\frac{P_0}{P_2} \cdot \frac{T_0}{T} \left(\frac{D_{\text{CO}_2}}{D_{\text{CO}_2} - k P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4} + k \frac{P_0 V}{2 \cdot 4}} \right)$$~~

~~$$\frac{P_0}{P_2} \cdot \frac{T_0 D_{\text{H}_2}}{51}$$~~

$$P_{\text{CO}_2} \frac{11}{20} V = (D_{\text{H}_2} - \Delta D) R T$$

~~$$P_2 = P_0 + \frac{20}{11} (D_{\text{CO}_2} - \Delta D) R T$$~~

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!

1

$$F_{\text{нап}} = k \cdot v \quad \text{и} \quad m \ddot{v} = F_{\text{нап}} - k \cdot v$$

$$1) a(t) = v'(t) = \frac{F_0 - k \cdot v}{m} = \frac{15 - 10}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{15 - 10}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

$$2) m \ddot{v}(0) = F_0 - k \cdot v_0 \quad \text{из} \quad v_0 = v(0) = 10 \text{ м/с}$$

$$m \ddot{v} = F_k - k \cdot v, \quad \text{из} \quad v_1 = 2,5$$

$$\ddot{v} = F_k = k \cdot v, \quad k = \frac{F_k}{v} \quad \text{из} \quad v_1 = 2,5 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{600}{25} = 6 \cdot 4 = 24$$

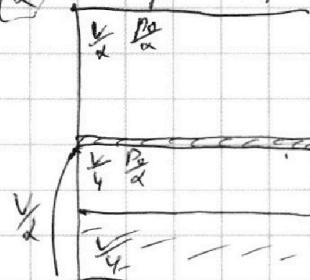
$$F_0 = m \ddot{v}(0) + k \cdot v_0 = m \ddot{v}_0 + \frac{F_k}{2} \cdot v_0$$

$$F_0 = 1500 \cdot \frac{7,5}{200} + \frac{600}{25} \cdot 10 = \frac{450 + 150}{2} + 240$$

$$F_0 = \frac{1125 + 480}{2} = \frac{1605}{2} \text{ Н}$$

$$3) P = F_0 \cdot v_0 = \frac{1605}{2} \cdot 10 = 1605 \cdot 5 = 8025 \text{ Вт}$$

(2) σ_0 напр.



$$\sigma_{\text{раср. разр.}} = k \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$0) \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = \sigma_R \cdot \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} \cdot (\overline{D}_{\text{раср}} + \overline{D}_{\text{разр}}) \cdot h_0$$

$$\cancel{\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} \cdot \overline{D}_{\text{раср}} \cdot h_0} \quad \cancel{\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} \cdot \overline{D}_{\text{разр}} \cdot h_0} \quad \text{затем}$$

$$\frac{D_{\text{раср}}}{D_{\text{разр}}} = 2$$

$$\frac{1 \cdot \frac{2}{4} \cdot 1 \cdot \frac{4}{4}}{1 \cdot \frac{2}{4} + 1 \cdot \frac{4}{4}} = \frac{D_{\text{раср}}}{D_{\text{разр}}} = 2$$

$$D_{\text{раср}} = 2 D_{\text{разр}}$$

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!

$$\frac{P_0}{T_0 D_{\text{He}}} = \frac{P_0 + \frac{20}{11} \frac{(D_{\text{CO}_2} - \Delta D)}{V} RT}{5 \left(\frac{D_{\text{He}}}{2} - \Delta D + D_{\text{H}_2\text{O}} \right) T}$$

$$\frac{P_{\text{CO}_2} \frac{11}{20} V}{P_0 \cdot \frac{V}{4}} = \frac{(D_{\text{CO}_2} - \Delta D) RT}{D_{\text{CO}_2} RT}$$

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{P_0}{8_2} \cdot \frac{20}{11} \cdot \frac{(D_{\text{CO}_2} - \Delta D) T}{D_{\text{CO}_2} T_0}$$

$$\frac{P_0}{T_0 D_{\text{He}}} = \frac{P_0 + \frac{5P_0}{22} \left(\frac{D_{\text{CO}_2} - \Delta D}{D_{\text{CO}_2}} \right) \frac{V}{T_0}}{5 \left(\frac{D_{\text{He}} - \Delta D + D_{\text{H}_2\text{O}}}{2} \right) T}$$

$$5(D_{\text{CO}_2} - \Delta D + D_{\text{H}_2\text{O}}) T = D_{\text{He}} T_0 + D_{\text{He}} P_0 \cdot \frac{5}{22} \left(\frac{D_{\text{CO}_2} - \Delta D}{D_{\text{CO}_2}} \right) T_0$$

$$T \left(5(D_{\text{CO}_2} - \Delta D + D_{\text{H}_2\text{O}}) - \frac{5}{22} \frac{D_{\text{He}}}{D_{\text{He}}} \left(\frac{D_{\text{CO}_2} - \Delta D}{D_{\text{CO}_2}} \right) \right) = D_{\text{He}} T_0$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{\frac{2}{2} D_{\text{CO}_2}}{5(D_{\text{CO}_2} - \Delta D + D_{\text{H}_2\text{O}}) - \frac{5}{11} (D_{\text{CO}_2} - \Delta D)}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{\frac{2}{2} D_{\text{CO}_2}}{5D_{\text{CO}_2} - 5\Delta D + 5D_{\text{H}_2\text{O}} - \frac{5}{11} D_{\text{CO}_2} + \frac{5}{11} \Delta D}$$

$$\frac{50 D_{\text{CO}_2}}{11} - \frac{50}{11} \Delta D + 5D_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\Delta D = \frac{K V}{4} \cdot \frac{P_0 S}{22} \cdot \left(\frac{D_{\text{CO}_2} - \Delta D}{D_{\text{CO}_2} T_0} \right) \frac{T}{T_0} - K \frac{P_0}{2} \frac{V}{4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

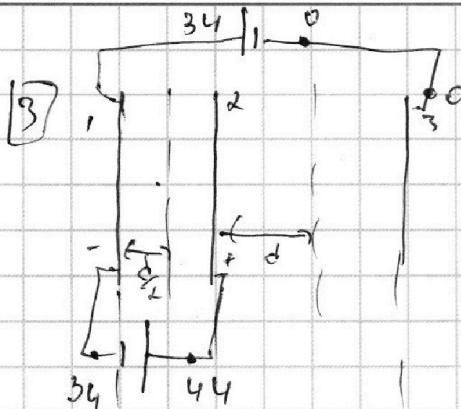
решение которой представлено на странице:



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



$$1) m\ddot{a} = qF$$

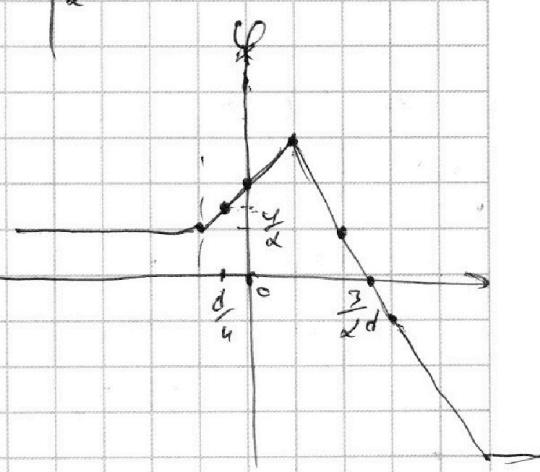
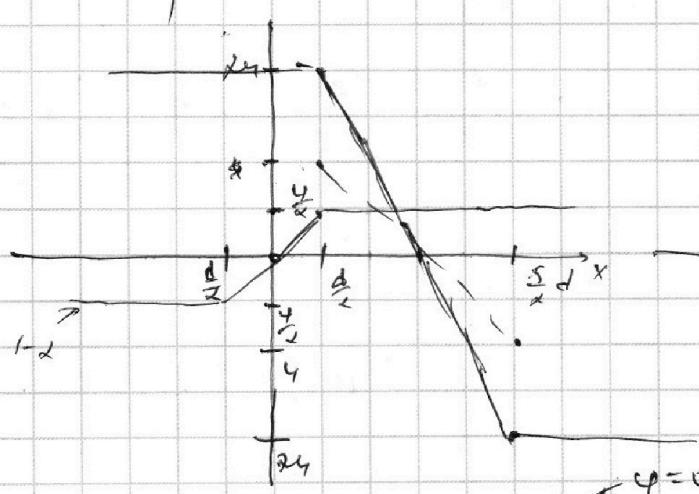
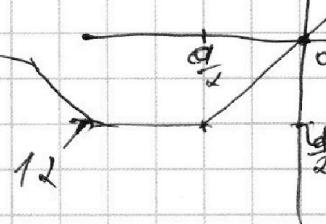
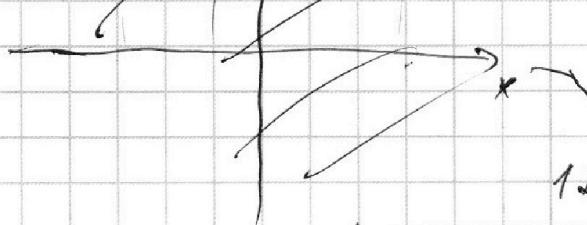
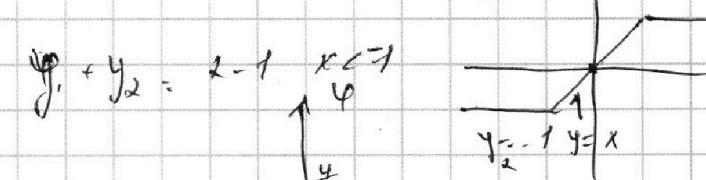
$$a = \frac{q}{m} E = \frac{q}{k_1 + k_2}$$

$$l_1 = \frac{k_1 d}{k_1 + k_2} \Rightarrow l_1 = \frac{4}{d}$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{4}{d} \quad y_1 = 2$$

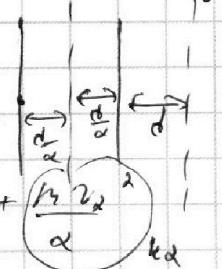
$$\alpha) \text{ ССЕ: } \frac{m v^2}{\alpha}$$

$$y_1 + y_2 = 2 - 1 \quad x \in [-\frac{d}{2}, \frac{d}{2}]$$



$$\psi(x) =$$

$$(2) \frac{m v^2}{2} = q \frac{3}{2} l_1 + \frac{(m v_1^2)}{\alpha} k_2$$



$$\text{ССЕ(1): } \frac{m v^2}{2} =$$

$$= q \frac{l_1}{\alpha} + \frac{(m v_1^2)}{\alpha} = k_1$$



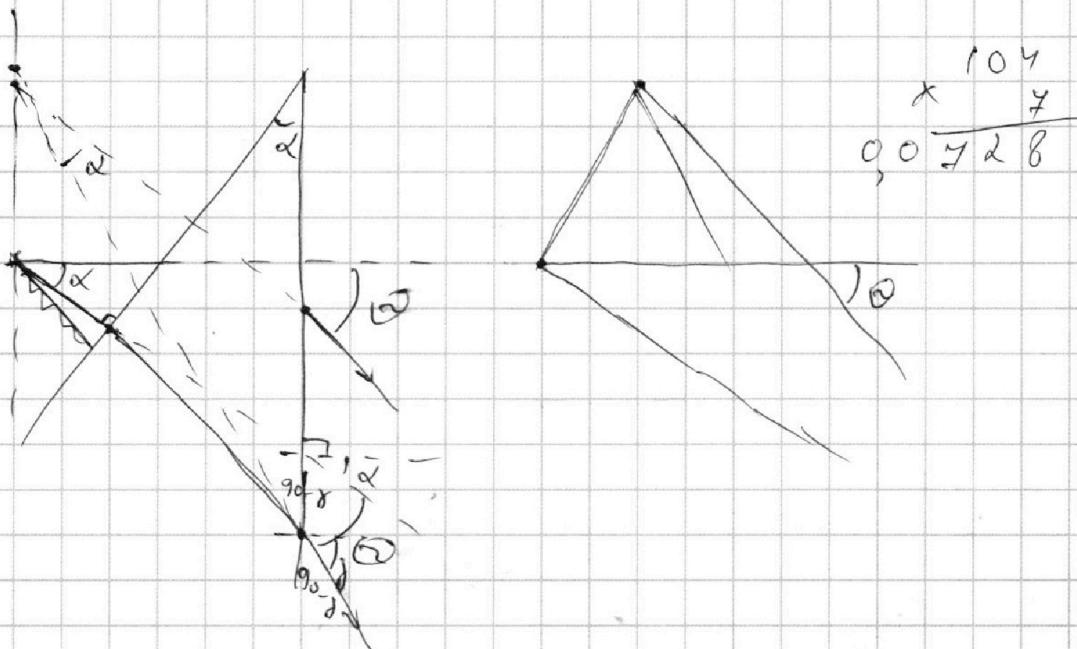
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

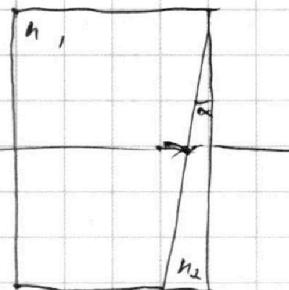


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

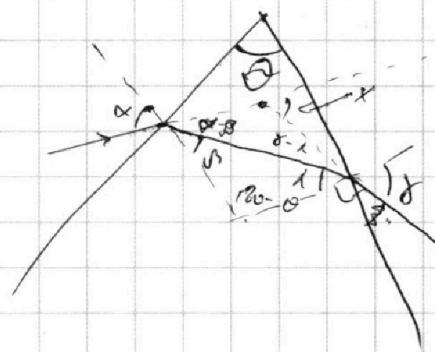
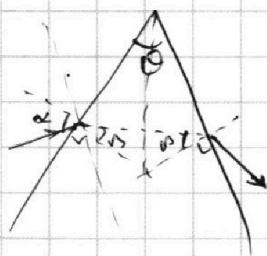
5



$$\alpha h_1 = \beta h_2$$

$$\gamma =$$

$$\beta - \alpha = \gamma - \lambda$$



$$\alpha + \beta = \beta + \lambda$$

$$\gamma = h \lambda$$

$$\alpha + \beta = \beta + \lambda$$

$$180 - \theta = \beta + \lambda$$

$$\lambda = \alpha + \gamma - (\beta + \lambda)$$

$$\lambda = \alpha + \gamma - (\beta + \lambda)$$

$$\lambda = h(\beta + \lambda) - (\beta + \lambda) =$$

$$\lambda = (h - 1)(180 - \theta)$$

