



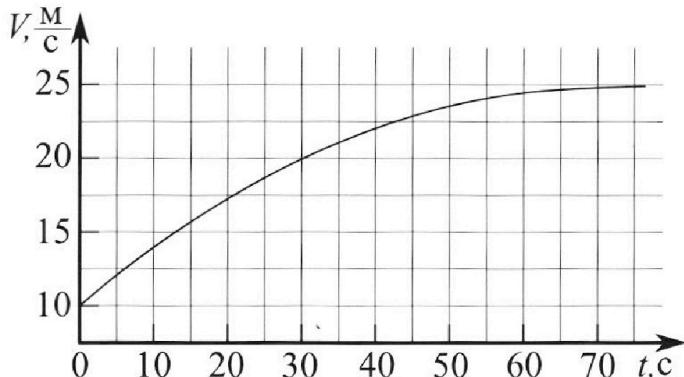
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $V_1$ ?

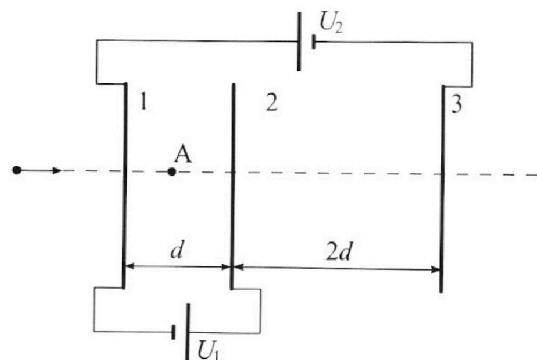
Требуемая точно сть численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  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/(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 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

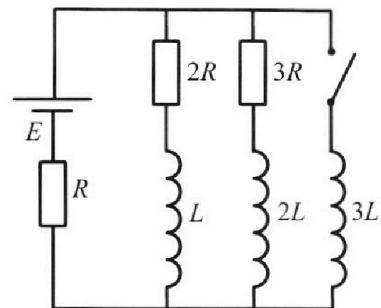
## Вариант 11-01

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.

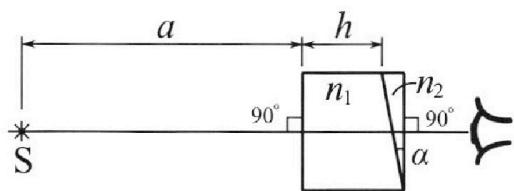
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

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  $n_b = 1,0$ . 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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.





- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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

Дано:

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_1 - ?$$

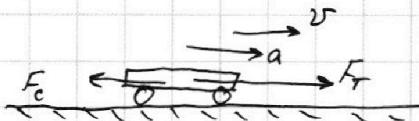
$$F_f - ?$$

$$P_f - ?$$

1) Нам приведен график зависимости  $v(t) \Rightarrow$  прямая линейная функция  
будет двигаться с ускорением,  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  где нахождения  $a$ , нам нужно  
проверить касательную к прямой в  
точке, где  $v = v_0$ , и узкой координаты  
направления касательной будет являться  
ускорением в данной точке.

$$a_1 = \frac{22,5 - 17,5}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Рассмотрим произвольный момент  
времени:



(зде  $F_C$  - сила сопротивления  
воздуха, а  $F_f$  - сила тяги).

Запишем 23) для произвольного момента  
времени:

$$F_f - F_C = m \cdot a$$

$$F_C = \alpha \cdot v, \text{ где } \alpha - \text{коэффициент пропорциональности}$$

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!

$$F_f - d \cdot v = m \cdot a$$

Запишем для колеса равновесия  $d = v_k = 25 \frac{m}{s}$ ,  $F_f = F_k$ :

$a = 0$  (из уравнения)

$$F_k - d \cdot v_k = 0$$

$$d \cdot v_k = F_k$$

$$d = \frac{F_k}{v_k}$$

и теперь запишем для машины, когда  $v = v_2$ .

$$F_f - d \cdot v_2 = m \cdot a_2$$

$$F_f = d \cdot v_2 + m \cdot a_2$$

$$F_f = \frac{F_k}{v_k} \cdot v_2 + m \cdot a_2 = \frac{500}{25} \cdot 20 + 7800 \cdot 0,25 = 400 + 1950 = 850 \text{ H}$$

$$3) P_2 = F_f \cdot v_2$$

$$P_2 = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ Bt}$$

$$\text{Ответ: } a_2 = 0,25 \frac{m}{s^2}$$

$$F_f = 850 \text{ H}$$

$$P_2 = 17000 \text{ Bt}$$

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!

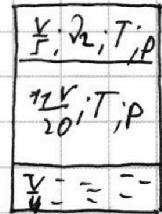
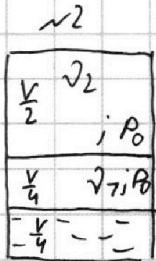
Дано:

$$T_0; T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$$

$$k = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$R \cdot T = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$$

$$\frac{J_2}{J_1}; P_0 - ?$$



1) Давление в бединге первоначально  
изменяется  $\Rightarrow$  давление уменьшится и

из-за малого расстояния между  
жидкими частицами в газе, тогда:  
Менделеева-Кальянова в газах. Составляет.

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = J_2 \cdot R \cdot T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = J_1 \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{V \cdot 4}{2 \cdot V} = 2$$

2) Изначально в бединге расстояние  $\Rightarrow$  уменьшилось  
из-за, последствие он все больше в сосуд.

$$\Delta J = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}; \propto$$

Ур-ние Менделеева-Кальянова для 2-ого состояния

$$\frac{PV}{J} = J_2 \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot \frac{17V}{20} = (J_1 + \Delta J) \cdot R \cdot T$$

$$\frac{17 \cdot 4 \cdot 4}{17 \cdot 4 + 17} = \frac{J_2}{J_1 + \Delta J} = \frac{2J_1}{J_1 + \Delta J}$$

$$\frac{17 PV}{20} = (J_1 + J_2 + \Delta J) \cdot R \cdot T$$

$$\frac{3}{4} PV = (J_1 + J_2 + \Delta J) \cdot R \cdot T$$

~~$\Delta J = \frac{3}{4} PV - \frac{17}{20} PV$~~

$$4J_1 + 4\Delta J = 22 J_1$$

$$\Delta J = \frac{9}{2} J_1 (*)$$

$$2J_1 + 2\Delta J = 17 J_1$$

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"/> | <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!

$$\frac{3PV}{4RT} - \vartheta_1 - \vartheta_2 = \Delta\vartheta$$

$$\frac{3PV}{4RT} - \vartheta_1 - 2\vartheta_2 = 4,5\vartheta$$

$$\frac{3PV}{4RT} = \frac{3}{2} \vartheta_2$$

$$\frac{PV}{RT} = 2\vartheta_2$$

$$\Delta\vartheta = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{4 \cdot \Delta\vartheta}{k \cdot p_0} = V$$

$$\frac{P \cdot 4 \cdot \Delta\vartheta}{RT \cdot k \cdot p_0} = 2\vartheta_2$$

$$\frac{P \cdot 4 \cdot \Delta\vartheta}{RT \cdot k \cdot p_0} = 2 \cdot \frac{p_0 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0}$$

$$\frac{4 \cdot P \cdot \Delta\vartheta}{T \cdot k \cdot p_0} = \frac{2 \cdot p_0^2 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0}$$

$$\frac{4 \cdot P \cdot \Delta\vartheta \cdot r}{4 \cdot p_0 T_0 \cdot k} = \frac{2 p_0^2 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0}$$



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!

$$\frac{rp \Delta v}{k} = 2p_0^2 \cdot V$$

$$rp = 2p_0 \cdot \cancel{V}$$

Решение:  $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}_1} = 2$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

~3

Дано:

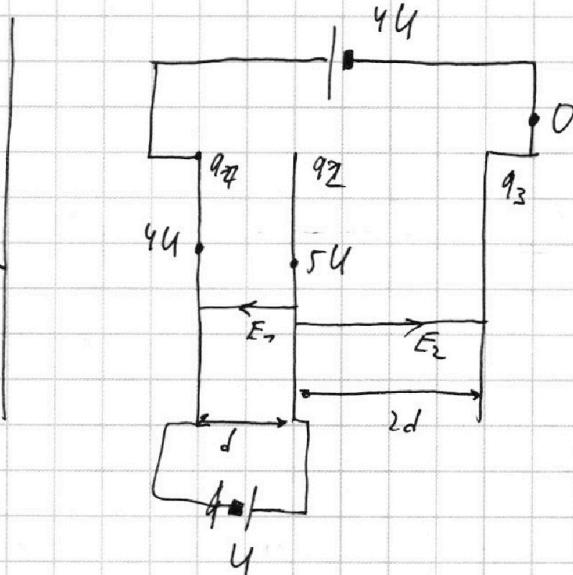
$$d; 2d; U_1 = U_2$$

$$U_2 = 4U; V_0; q > 0$$

$a_1$  - ?

$k_1 - k_2 = ?$

$V_a$  - ?



1) ~~Задача~~ Давление катодных паров между сетками 1 и 2.

$$E_1 \cdot d = U$$

но

$$E_1 = \frac{U}{d}$$

между сетками 2 и 3:

$$5U = E_2 \cdot 2d$$

$$E_2 = \frac{5U}{2d}$$

2) ЗИ в пространстве между сетками 1 и 2.

$$m \cdot a_1 = F_e = E_1 \cdot q$$

$$a_1 = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$



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!

$$3) \frac{q_1}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot S} = -E_7$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot S} = -E_7$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 \cdot S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot S} = E_r$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$2q_1 + 2q_3 = (E_r - E_7) \cdot 2\epsilon_0 \cdot S$$

$$q_1 + q_3 = \frac{44}{2d} \cdot 2\epsilon_0 \cdot S = 2 \frac{4\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$q_3 = -q_2 - q_1$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = \frac{2 \frac{4 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}}{2d} \quad 2q_1 + q_2 = \frac{2 \frac{4 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}}{d}$$

$$2q_1 + q_2 = 2\epsilon_0 \cdot S \cdot E_r = \frac{54 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$q_2 = \frac{34 \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$q_1 = -\frac{4 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{2d}$$

Исходя из получившихся выражений получаем,

что на расстояния  $\frac{1}{2}d$  от центра гиб между сечениями 1 и 2 будет наивысшее

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

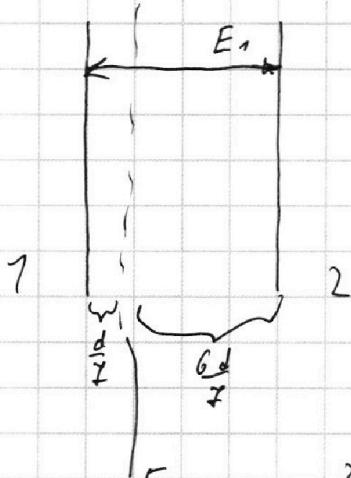
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

А следовательно скорость танка будет такой же,  
как на бесконечности у частицы  $v = 25$ .



$$E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2} \quad (\text{каким движение частицы в начальном состоянии})$$

$$K_1 = E_{k0} + \frac{d}{2} \cdot E_1$$

$$K_2 = E_{k0} - \frac{d}{2} \cdot E_1$$

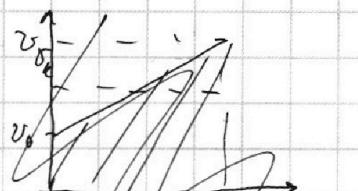
$$K_1 - K_2 = \frac{d}{2} \cdot E_1 + \frac{6d}{7} E_1 = dE_1 = \frac{d \cdot 4}{d} = 4$$

3) Для ответа на 3) воспользуйтесь графиками  
кинематики равнускор. движ.

Используем закон движения.  
 $s = 25t^2 - 25t^2$

$$\frac{8d}{27} \cdot \frac{4 \cdot q}{d \cdot m} + v_0^2 = 25q^2$$

$$\text{Ответ: } q_1 = \frac{4 \cdot q}{d \cdot m}; K_1 - K_2 = 4; v_a = \sqrt{v_0^2 - \frac{8 \cdot q \cdot q}{27m}}$$



$$v_a^2 = v_0^2 - \frac{8 \cdot q \cdot q}{27m} \quad t = \frac{v_0 + 25q}{2}$$

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

МФТИ

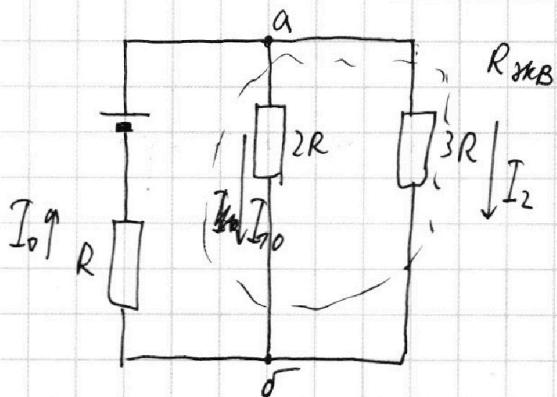


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

✓ 4

Дано:

- $E; R; L$
- $I_{10} - ?$
- $I_3' - ?$
- $\Delta q - ?$
- 1) Рассмотрим первоначальный установившийся  
режим с разомкнутой катушкой, т.к.  
режим установившись катушки можно  
представить в виде цепочки.



$$\frac{I}{R_{\text{паралл}}^2} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{3+2}{6R} = \frac{5}{6R} \Rightarrow R_{\text{паралл}} = \frac{6R}{5}$$

$$I_0 \cdot \left( R + \frac{6R}{5} \right) = E$$

$$I_0 \cdot \frac{11R}{5} = E$$

$$I_0 = \frac{5E}{11R}$$

Из равенства потенциалов между м. а и д:

$$I_{10} \cdot 2R = 3R \cdot I_2$$

$$I_2 = \frac{2 \cdot I_{10}}{3}$$

Две м. а 1-ая нр. Кирхгофа:

$$I_0 = I_{10} + I_2$$

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

МФТИ

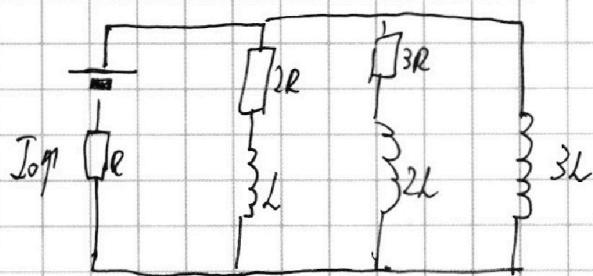
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{5\mathcal{E}}{7\pi R} = I_{10} + \frac{2I_{70}}{3}$$

$$\frac{5\mathcal{E}}{7\pi R} = \frac{5I_{70}}{3}$$

$$I_{70} = \frac{3\mathcal{E}}{7\pi R}$$

2)  $\Rightarrow$  При замыкании ключа ток в катушке  $3L$  сразу  
не меняется  $\Rightarrow$  сохр. картина токов.



При этом мы можем плавно записать 2-ое ур.  
Ключера для обхода во втором внешнем контуре.

$$\mathcal{E} = I_{10} \cdot R + U_k \quad (\text{где } U_k - \text{ напрям. на катушке})$$

$$U_k = 3L \cdot I_3'$$

$$\mathcal{E} = \frac{5\mathcal{E}}{7\pi R} R + 3L \cdot I_3'$$

$$\frac{6\mathcal{E}}{7\pi} = 3L \cdot I_3'$$

$$I_3' = \frac{2\mathcal{E}}{7\pi L}$$

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

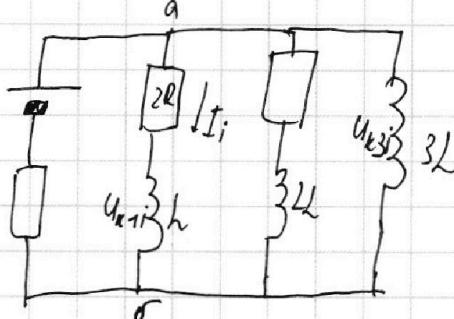
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

3) Рассмотрим цепь в циркульном контуре!



$$U_a - U_{k4} = I_1 \cdot 2R + U_{k1} = U_{k3} \quad (\text{где } U_{k1} - \text{ напряжение}\text{ между катушкой с инд. 1 и катушкой с инд. 2})$$

$U_{k3}$  напряж. на катушке с инд. 3).

$$\frac{\Delta q_i}{\Delta t} \cdot 2R + L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 3L \cdot \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$\Delta q_i \cdot 2R + L \cdot \Delta I_2 = 3L \cdot \Delta I_3$$

Суммируем

$$\Delta q \cdot 2R + L \cdot \Delta I_2 = 3L \cdot \Delta I_3 \quad (\text{где } \Delta I_2 \text{ изменение тока через катушку с инд. 2})$$

$$\Delta q \cdot 2R = L(3\Delta I_3 - \Delta I_2)$$

$$\Delta q = \frac{L}{2R}(3\Delta I_3 - \Delta I_2)$$

$\Delta I_3$  - изменение тока  
через катушку с инд. 3  
 $\Delta q$  - накопленный заряд  
который надо вычесть.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

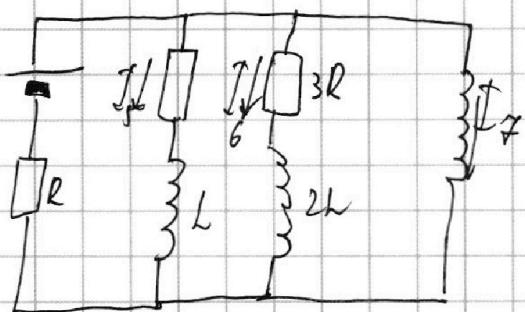
решение которой представлено на странице:

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

4) Рассчитайте участок резистора с наибольшим сопротивлением.



Компактка в участок резистора можно скомпактовать

перемычками  $\rightarrow$  напряжение тока  $I_3$  через

резистор  $2R$  + ток  $I_3$  через резистор  $3R = 0$ .

$$I_3 = \frac{E}{R}$$

5) Используя данные п. 4 найдите  $\Delta I_3$ ,  $\Delta I_7$

$$\Delta I_3 = \frac{E}{R} - 0 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_7 = 0 - I_{70} = 0 - \frac{3E}{77R} = -\frac{3E}{77R}$$

6) Подставляем в п. 3 данные из п. 5.

$$\Delta q = \frac{L}{2R} \left( \frac{3E}{R} + \frac{3E}{77R} \right) = \frac{L}{2R} \left( \frac{36E}{77R} \right) = \frac{Lk \cdot 18E}{77R^2}$$

Ответ:  $I_{70} = \frac{3E}{77R}$

$$I_3' = \frac{2E}{77L}$$

$$\Delta q = \frac{L \cdot 78E}{77R^2}$$



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

Dано:

$$n_B = 1$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$\angle = 0,7$$

$$\beta - ?$$

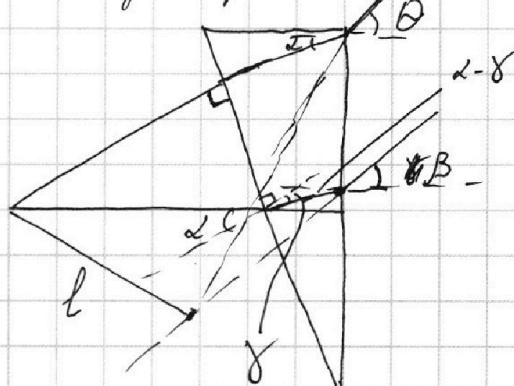
$$\ell - ?$$

$$L - ?$$

1) Для 1-го и 2-го лучиков чисто  
 $\sqrt{5}$

( $n_1$  меньше 1, т.е. она не будет  
давать никакого излучения).

Проверка рассмотрим чисто с  $n_2$ .



Для первого лучиками:

$$1. \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \delta$$

$$\sin \alpha \approx \alpha$$

$$\sin \delta \approx \delta$$

$$\alpha = n_2 \cdot \delta$$

$$\delta = \frac{\alpha}{n_2}$$

Для второго лучика:

$$n_2 \cdot \sin (\alpha - \gamma) = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\sin (\alpha - \gamma) \approx \alpha - \gamma$$

$$\sin \beta \approx \beta$$

$$n_2 (\alpha - \gamma) = 1 \cdot \beta$$

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

$$\alpha (n_2 - 1) = \beta$$

$$\beta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ rad.}$$

2) Для второго лучка:  $\sin \alpha = n_2 \cdot \sin \delta$

$$\sin \alpha \approx \alpha$$

$$\sin \delta \approx \delta$$



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!

$$l \cdot n_2 = \theta$$

$$\theta = 12 \cdot 0,1 = 0,12.$$

Используя  $\theta$  и  $l$  можно найти  $n$ , показанное на  
рисунке

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

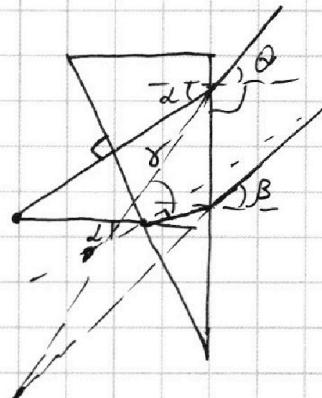
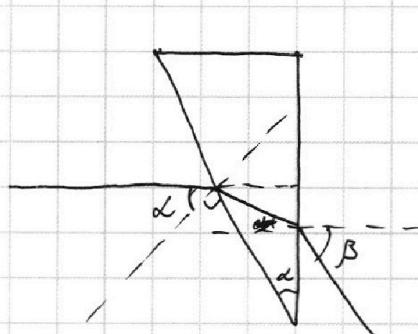


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

№ 5.



$$\sin \gamma = \frac{\beta}{n_2}$$

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

$$\sin (\alpha - \gamma) \cdot n_2 = \beta$$

~~sin (alpha - beta) = beta~~

$$\sin (\alpha - \gamma) \cdot n_2 = \beta$$

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

$$\alpha \cdot n_2 - \beta = \beta$$

$$77 \cdot \alpha = \beta$$

$$\alpha (n_2 - 1) = \beta$$

$$0,7 \cdot 0,7 = \beta$$

$$0,49 = \beta$$



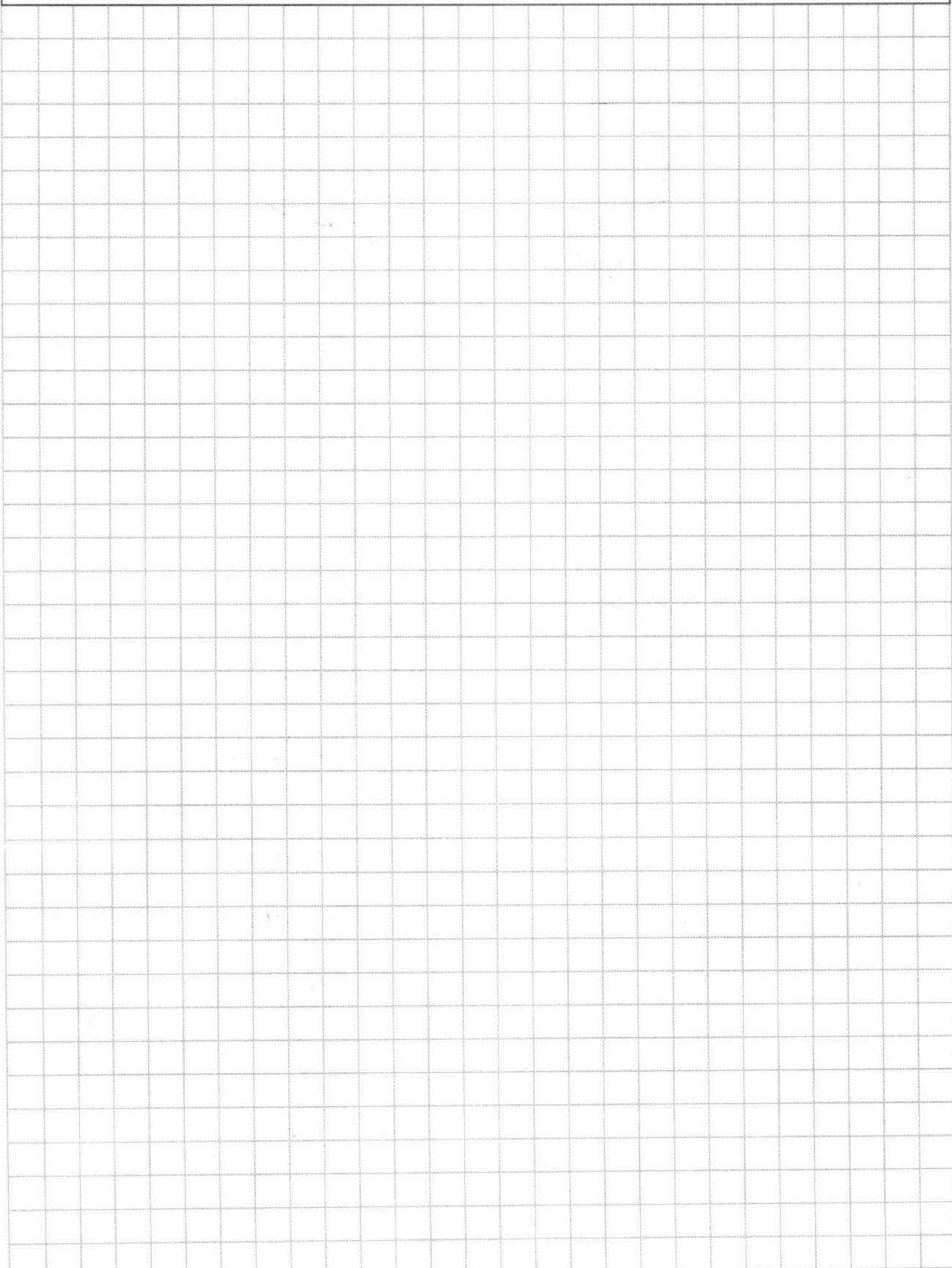
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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                        |
| <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!

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_2 \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{P}{P_0} \cdot \frac{V \cdot T_0}{2 \cdot V} = \frac{T_0 \cdot \eta}{T_0}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_1 \cdot R \cdot T_0$$

$$\boxed{\frac{P}{P_0} = \frac{\eta}{2}}$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{P_0 \cdot V}{2 \cdot R \cdot T_0} + \frac{P_0 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0} = \frac{3 P_0 \cdot V}{4 R T_0}$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = \nu_2 \cdot R \cdot T_0 \frac{T_0}{4}$$

$$P \cdot \frac{7V}{20} = (\nu_1 + \nu_2) R \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$\Delta \nu = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\cancel{\nu_2 \cdot R} \cdot (\cancel{P_0} (\nu_2 + \nu_1) \cdot R \cdot T_0 \cdot 3) = \frac{5T_0}{4} \cdot R \cdot (\nu_2 + \nu_1 + \nu_0)$$

$$\nu_2 + \nu_1 = \frac{5}{4} \nu_2 + \frac{5}{4} \nu_1 + \frac{5}{4} \nu_0$$

$$E_1(d-x) = (E_1 \cdot x) - E_2 \cdot 2d$$

$$\frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6}$$

$$\cancel{X}(d-x) = \cancel{X} \cdot x - \frac{5\cancel{X}}{24} \cdot 2d$$

$$d-x = x - 5d$$

$$6d = 2x$$

$$x = 3d$$

$$\frac{d}{3} - \frac{d}{4} = \frac{2d - 3d}{12} = \frac{-d}{12}$$

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

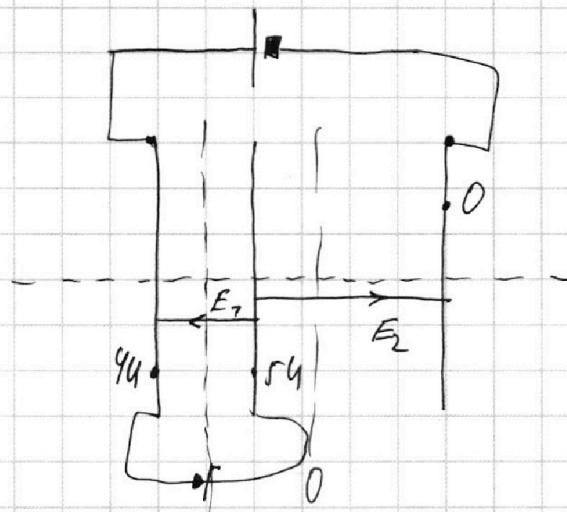
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



$$E_2 \cdot d - E_1 d = E_2 \cdot (d - x)$$

$$\frac{14}{2d} \cdot x - \frac{14}{d} \cdot d = \frac{14}{2d} (d - x)$$

$$7x - 2d = 7d - 7x$$

$$E_1 \cdot d = 4$$

$$E_2 = \frac{14}{2d}$$

$$7x = 11d$$

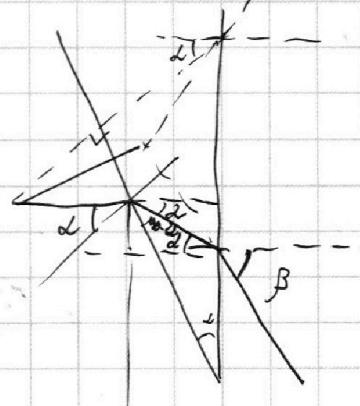
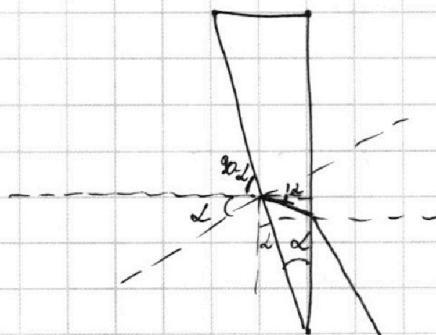
$$E_1 = \frac{4}{d}$$

$$x = \frac{11}{7}d$$

$$a_1 + m \cdot g_1 = E_1 \cdot g$$

$$m \cdot g_1 =$$

$\sim 5$ .



$$h_2 \cdot \sin \alpha = 7 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = 7 \cdot 0.7 = 0.7 \Rightarrow \beta = 0.7 \text{ rad.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

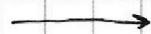


- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline V & T_0 \\ \hline \frac{V}{2} & P_0 & \sqrt{2} \\ \hline \frac{V}{4} & ; \sqrt{2} & T_0, P_0 \\ \hline \frac{V}{8} = \sqrt{2} & & \\ \hline \end{array}$$



$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline V & T; P \\ \hline P & \frac{12V}{20} / \sqrt{2+20} \\ \hline \frac{V}{4} & & \\ \hline \end{array}$$

$$V - \frac{V}{f} - \frac{V}{4} = \frac{20V - 4V - 5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0 \frac{V}{f} T$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0 \frac{V}{f} T$$

$$\frac{V \cdot 20}{20} = \frac{\sqrt{2} \cdot R \cdot T_0}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}$$

$$\frac{\sqrt{2} \cdot 9}{2 \cdot V} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$2\sqrt{2} = \sqrt{2}$$

$$\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2+20}} = \frac{\sqrt{2}}{7}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0$$

$$7\sqrt{2} = 2\sqrt{2} \times \sqrt{2}$$

$$\sqrt{2} = \frac{P_0 \cdot V}{2 \cdot R \cdot T_0}$$

$$9\sqrt{2} = \sqrt{2}$$

$$P_0 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{V}{4} = 9\sqrt{2} = \frac{9}{2}\sqrt{2}$$

$$P_0 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{9 \cdot P_0 \cdot V_0}{4 \cdot R \cdot T_0}$$

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!

$$\frac{\sqrt{204}}{F \cdot m} = \frac{2\sqrt{7}}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{20}}$$

$$4\sqrt{7} + 4\sqrt{20} = 22\sqrt{7}$$

$$2\sqrt{7} + \sqrt{20} = 22\sqrt{7}$$

$$\sqrt{20} = 9\sqrt{7}$$

$$k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = 9 \cdot \sqrt{7}$$

$$V \left( \frac{77p_0}{32} - \frac{8p_0}{32} \right) = R T_0 / \sqrt{7}$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{f} = \sqrt{2} \cdot R \cdot \frac{5}{9} T_0$$

$$\frac{V \cdot 3p_0}{R \cdot T_0 \cdot 2} = R T_0 \cdot \frac{46\sqrt{2}}{4} + \frac{5}{9} T_0$$

$$\frac{p}{p_0} \cdot \frac{k \cdot 2}{f \cdot k} = \frac{\sqrt{2}}{48} T_0$$

$$\frac{V \cdot 3p_0}{R \cdot T_0 \cdot 8} = \sqrt{7} + \sqrt{20}$$

$$\frac{2p}{p_0} = \frac{5}{4}$$

$$\delta p = 2\sqrt{p_0}$$

$$p = \frac{2\sqrt{p_0}}{d}$$

$$p \cdot \frac{77V}{20} = (\sqrt{7} + \sqrt{20}) \cdot R \cdot \frac{T_0}{4}$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{7} \cdot R \cdot T_0$$

$$V \left( \frac{p \cdot 17}{20} - \frac{p_0}{4} \right) = R T_0 \left( \frac{5}{4} \sqrt{7} + \frac{5}{4} \sqrt{20} - \sqrt{7} \right)$$

$$V \left( \frac{25p_0 \cdot 17}{80} - \frac{p_0}{4} \right) = R T_0 \left( \frac{17}{4} \sqrt{7} + \frac{5}{4} \sqrt{20} \right)$$



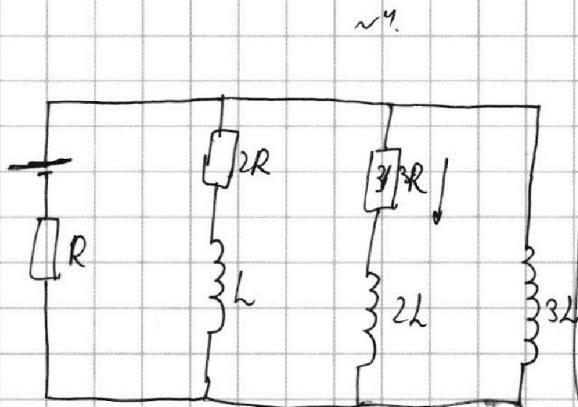
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

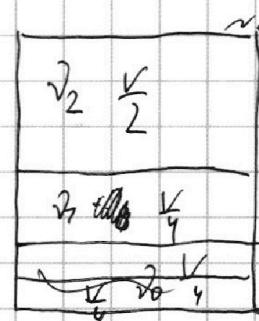
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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

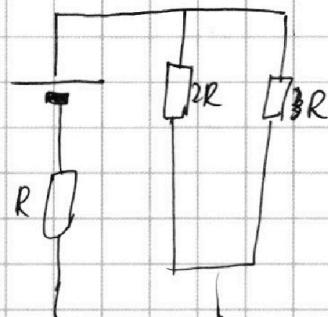


~1.



~2.

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot R \cdot T_0$$



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{3+2}{6R} = \frac{5}{6R} \quad P_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{5}{6} \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{6R}{5} + R = \frac{11R}{5}$$

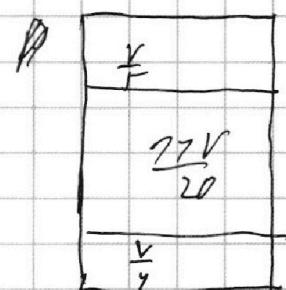
$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{V \cdot 4}{2 \cdot V} = 2$$

$$I_{T_0} = \frac{E \cdot 5}{11R} = \frac{5E}{11R}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2$$

$$E - I_{T_0} \cdot R = E - \frac{5E}{11} = \frac{6E}{11} = L \cdot I' \quad V_0 = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$I' = \frac{6E}{11L}$$



$$3L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 2R \cdot \frac{\Delta q}{\Delta t} + L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$$

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

$$P \cdot \frac{V}{f} = 2P_0 \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot \frac{11V}{20} = (P_0 + P_0) \cdot R \cdot T$$

$$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16-5}{20}V = \frac{11V}{20}$$

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.

Дано:

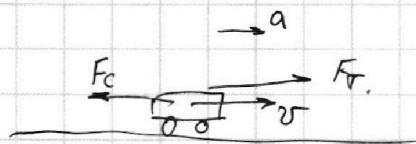
$$m = 1800 \text{ кг.}$$

$$F_c = 500 \text{ Н}$$

$$F_T - ?$$

$$P_7 - ?$$

$$\omega_7 = 20 \frac{\pi}{\text{с}}$$



$$F_T - F_c = m \cdot a$$

$$F_T - \omega \cdot v^2 = m \cdot a$$

Для кин. момента:

$$500 - \omega \cdot 625 = 1800 \cdot 0$$

$$625 \cdot \omega = 500$$

$$\omega = \frac{500}{625} = \frac{800}{125} = \frac{16}{5} \text{ рад/с}$$

$$\begin{array}{r} 1800 \\ \times 1/4 \\ \hline 750 \\ - 750 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 500 \\ \times 1/25 \\ \hline 20 \\ - 20 \\ \hline 0 \end{array}$$

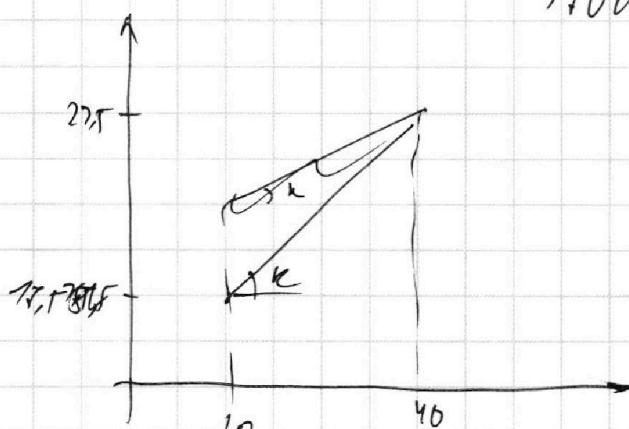
$$1800 \cdot \frac{1}{4} = \frac{1800}{4}$$

$$F_T = \frac{1}{5} \cdot 1800 = m \cdot a$$

$$F_T = \frac{1}{5} \cdot 1800 + m \cdot a$$

$$P_7 = F_T \cdot \omega_7$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ \times 20 \\ \hline 16000 \end{array}$$



$$\frac{5}{20} =$$