



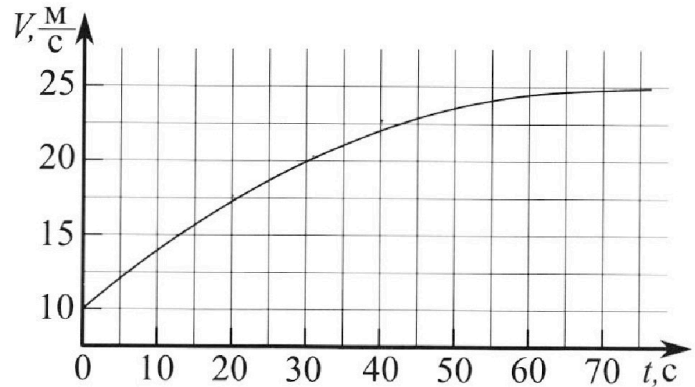
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



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

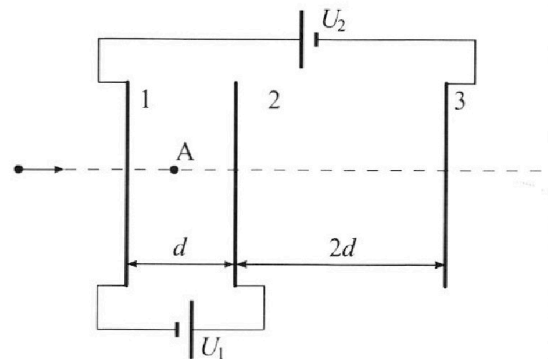
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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:  $\Delta v = kpw$ . 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 A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

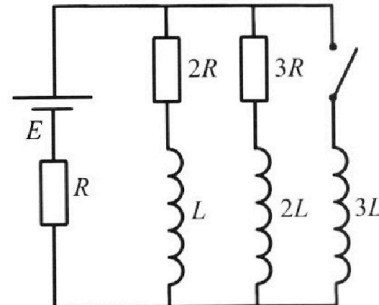
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Как ой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 194$  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.

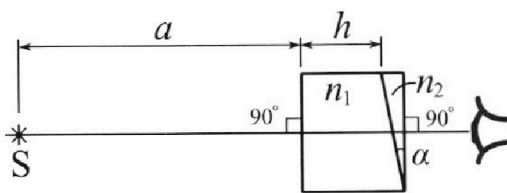


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_c \sim v$$

$$v_1 = 20 \text{ м/с}$$

1) Мгновенное ускорение автомобиля в некоторой точке равно тангенсу угла ~~наклона~~ касательной к графику  $v(t)$  в этой точке

~~наклона~~

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{5 \text{ м/с}}{20 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

$$2) \vec{F}_c = -k\vec{v}$$

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_c$$

$$ma = F - kv$$

$$* ma_k = F_k - kv_k$$

$$a_k = 0$$

$$kv_k = F_k$$

$$k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = \frac{5 \text{ Н}}{0,25 \text{ м/с}} = \frac{5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2}{0,25 \text{ м/с}} = 20 \text{ кг/с}$$

$$ma_1 = F_1 - kv_1$$

Из графика  $v_k = 25 \text{ м/с}$

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!

$$F_1 = ma_1 + K V_1 = 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 + 20 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ м/с} =$$
$$= 450 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2 + 400 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2 = \del{850} 850 \text{ Н}$$

$$3) P_1 = F_1 V_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

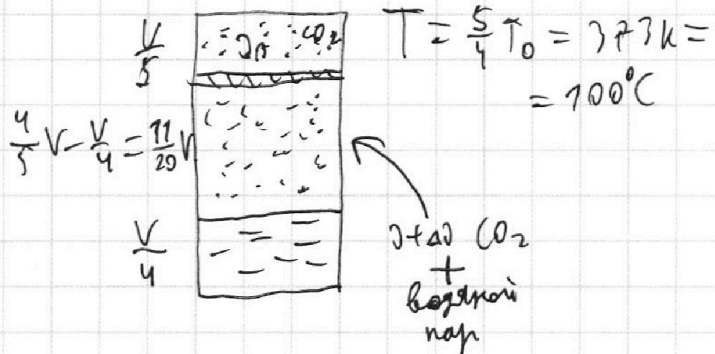
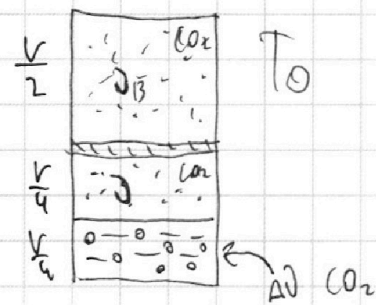
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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)

$$P_B = P_H$$

$$\frac{2RT_0}{\frac{V}{2}} = \frac{RT_0}{\frac{V}{4}}$$

~~$$2J_B = 4J$$~~

$$J_B = 2J$$

$$T_0 = \frac{4}{5} T = T - \frac{T}{5} = 100^\circ\text{C} -$$

$$- \frac{373\text{K}}{5} = 100^\circ\text{C} - 74,6\text{K} =$$

$$= 25,4^\circ\text{C}$$

$$\Delta J = \kappa p W = \kappa \frac{pV}{4} = \kappa \cdot p \frac{V}{4} = \kappa \cdot RT_0 = \kappa RT \cdot \frac{4}{5} T =$$

$$= \frac{4}{5} \cdot \kappa \cdot RT \cdot J = \frac{4}{5} \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot J = \frac{4}{5} J$$

$$\frac{J_B}{J + \Delta J} = \frac{2J}{J + \frac{4}{5}J} = \frac{2J}{\frac{9}{5}J} = \frac{10}{9}$$

2)  $T = T_{\text{кип}} \Rightarrow P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{атм}}$

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

$$\frac{J_0 RT}{\frac{V}{5}} = P_{\text{атм}} + \frac{(J + \Delta J) RT}{\frac{11}{20} V}$$

$$\frac{10 J RT}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{9 \cdot 20 J RT}{5 \cdot 11 V}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

~~10~~

$$\left(10 - \frac{180}{55}\right) \frac{0.2T}{V} = P_{\text{атм}}$$
$$P_0 = \frac{0.2T_0}{\frac{V}{4}} = \frac{4 \cdot 0.2T_0}{V} = \frac{4 \cdot 0.2 \cdot \frac{4}{3}T}{V} = \frac{16}{5} \frac{0.2T}{V}$$
$$\frac{0.2T}{V} = \frac{5}{16} P_0$$
$$\left(10 - \frac{180}{55}\right) \cdot \frac{5}{16} P_0 = P_{\text{атм}}$$
$$\frac{P_{\text{атм}}}{P_0} = \frac{50}{16} - \frac{180}{11 \cdot 16} = \frac{1}{16} \cdot \left(50 - \frac{180}{11}\right) = \frac{1}{16} \cdot \frac{550 - 180}{11} =$$
$$= \frac{370}{16 \cdot 11} = \frac{185}{88}$$
$$P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм}}$$

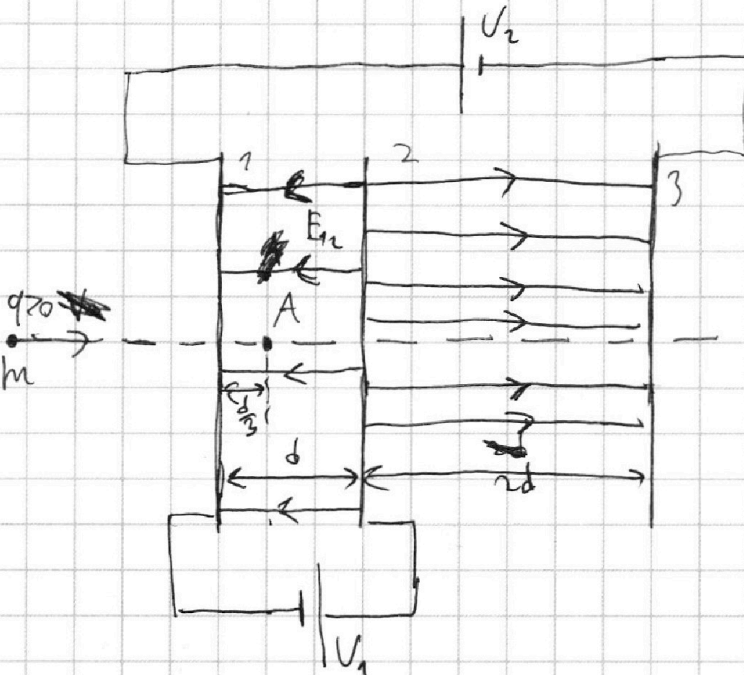
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Поскольку размеры сеток значительно больше  $d$ , поле между ними можно считать однородным

$$1) a_{12} = \frac{F_{12}}{m} = \frac{E_{12}q}{m} = \frac{V_1}{d} \frac{q}{m} = \frac{qV}{md}$$

$$2) K_1 - K_2 = -A_3 = qV$$

3) Поле сетки ~~вблизи~~ вблизи перпендикулярно ей оси, проходящей через центр  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

Закон сохранения заряда:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \quad | : S$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \quad | : 2\epsilon_0$$

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

Поле на траектории частицы слева от сетки 1 и справа от сетки 3 равно нулю

$$\text{Значит, } K_1 = K_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

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!

$$A_{ЭПА} = K_A - K_1$$

$$-q \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = K_A - K_1$$

$$K_1 - K_A = \frac{qU}{3}$$

$$K_A = K_1 - \frac{qU}{3}$$

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

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

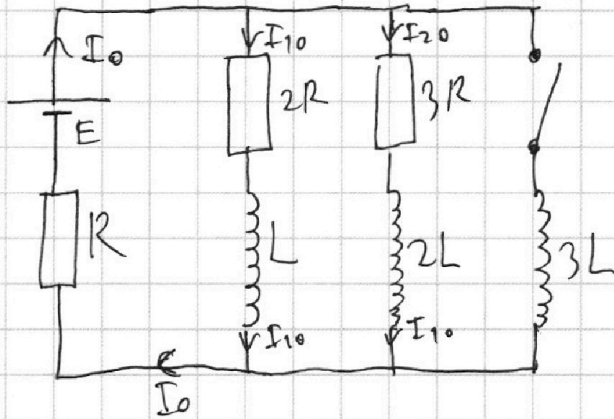
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Решим установившимся  $\Rightarrow I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$

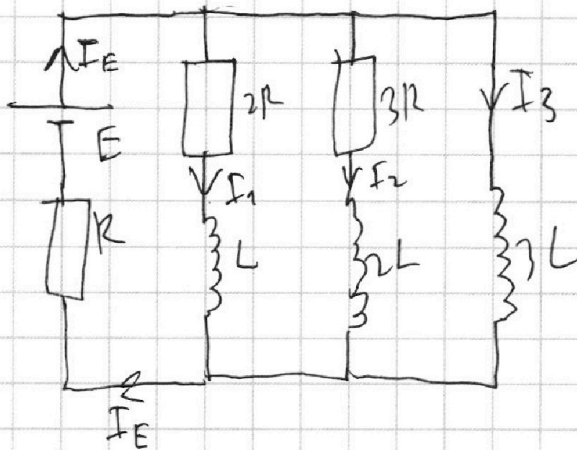


$$I_0 = \frac{E}{R + \frac{6R^2}{5R}} = \frac{E}{\frac{11}{5}R} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

1)  $E = I_{0R} + I_{10} \cdot 2R$

$$I_{10} = \frac{E - I_{0R}}{2R} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{2R} = \frac{\frac{6}{11}E}{2R} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

2)



$I_1, I_2, I_3$  текут через катушки, а резистор не может резко измениться в момент замыкания

2.

$$E = I_E R + 3L I_3'$$

$$I_3' = \frac{E - I_E R}{3L} = \frac{E - I_{0R}}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{3L} = \frac{\frac{6}{11}E}{3L} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

1.  $I_{13k} = I_{10}$   
 $I_{23k} = I_{20}$   
 $I_{33k} = 0$   
 $I_E = I_{13k} + I_{23k} + I_{33k} = I_{10} + I_{20} = I_0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<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!

Скорость возмратания тока в катушке инд.

3L составляет  $\frac{2}{11} \frac{E}{L}$

3)

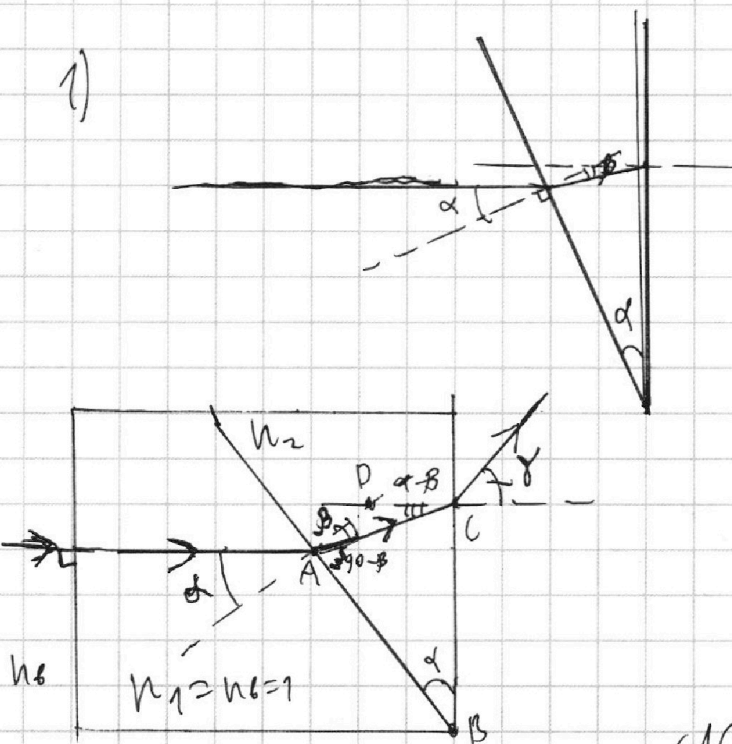
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$n_2 \sin \beta = \sin \alpha$$

$\alpha$  - малый угол

$$\beta \approx \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\angle ACB = 180^\circ - \alpha - 90^\circ + \beta = 90^\circ - \alpha + \beta$$

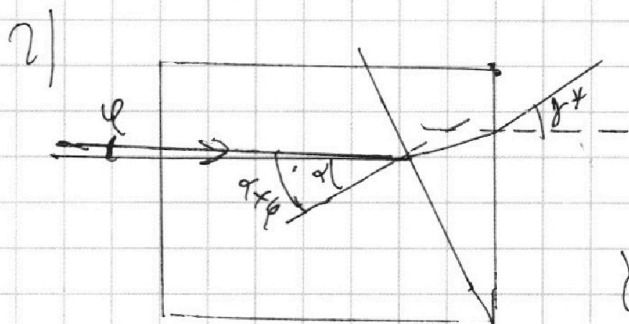
$$\angle ACD = 90^\circ - \angle ACB = 90^\circ - (90^\circ - \alpha + \beta) = \alpha - \beta$$

$$n_2 \sin(\angle ACD) = \sin \gamma$$

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

$$\gamma \approx \sin \gamma = \alpha(n_2 - 1) = 0,7 \text{ рад} \cdot (1,7 - 1) = 0,7 \text{ рад} \cdot 0,7 =$$

$$= \underline{\underline{0,07 \text{ рад}}}$$



$$\beta^* = \frac{\alpha + \varphi}{n_2}$$

$$\angle ACD = \alpha - \beta^*$$

$$\gamma^* = n_2(\alpha - \beta^*) = n_2\alpha - \alpha - \varphi$$



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

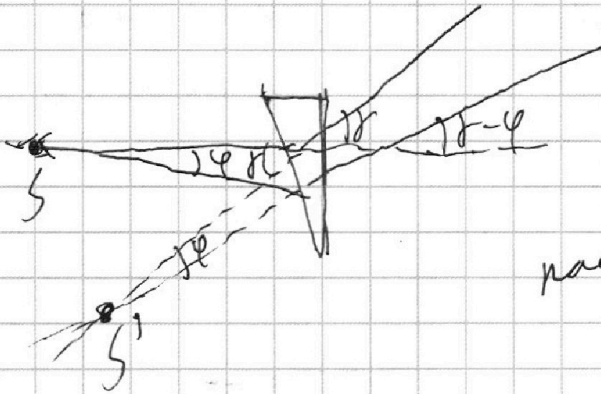
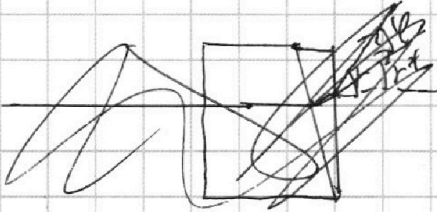
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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"/>

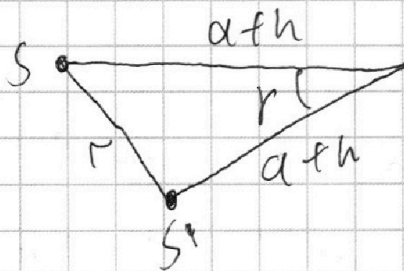
**МФТИ**

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

$$\gamma^* = \gamma - \varphi$$



$S$  и  $S'$  на одной прямой  
расстоянии от  $S$  до  $S'$



$$r = \sqrt{(a\theta h)^2 - 2(a\theta h)^2 \cos \gamma}$$

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!

$$\left( \frac{50}{11} - \frac{180}{16 \cdot 11} \right) p_0 = p_{\text{атм}}$$

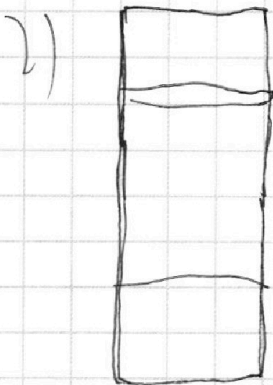
$$\frac{1}{11} \cdot \left( 50 - \frac{180}{11} \right) = \frac{50 - 180}{11} = 2$$

$$\Delta U = \frac{1}{3} \cdot 20^{-3} \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} =$$

$$= k \cdot \frac{p_0 V}{2} \cdot \frac{1}{2} = k$$

$$= k \cdot \frac{20}{1} R T_0 = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{5} R T_0 = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{4}{5} \cdot 20$$

$$1) \frac{2 \Delta U}{\Delta U + \Delta U} = \frac{2 \Delta U}{\frac{4}{5} \Delta U} = \frac{10}{9}$$



$$\frac{2 \Delta U R T}{\frac{V}{5}} = p_{\text{атм}} + \frac{\Delta U R T}{\frac{4}{5} V - \frac{V}{4}}$$

$$\frac{9}{5} \Delta U \parallel \frac{10}{16} \rightarrow T_0$$

$$(20 + \Delta U) R T \quad p_0 = \frac{2 \Delta U R T_0}{\frac{V}{2}} = 4 \frac{\Delta U R T_0}{V}$$

$$\frac{16 - 5}{20} V$$

$$\frac{14}{20} V$$

$$4 \frac{\Delta U R \cdot \frac{4}{5} T}{V} =$$

$$= \frac{16 \Delta U R T}{5 V}$$

$$\frac{10 \Delta U R T}{V} = p_{\text{атм}} + \frac{20 \Delta U R T}{11 V}$$

$$\left( 10 - \frac{20}{11} \right) \Delta U R T = p_{\text{атм}}$$

$$\left( 10 \Delta U R T \right) = p_{\text{атм}} + \frac{180}{55} \frac{\Delta U R T}{V} = \frac{5}{16} p_0$$

$$\left( 10 - \frac{20}{11} \right) \cdot \frac{5}{16} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\left( 10 - \frac{180}{55} \right) \cdot \frac{5}{16} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$= p_{\text{атм}}$$

$$T_0 = T - \frac{T}{5} = 100^\circ \text{C} - \frac{373}{5} \text{K} = 25,4^\circ \text{C}$$

$$\frac{323}{5} = 64,6$$

$$\frac{323}{5} = 64,6$$

$$\frac{323}{5} = 64,6$$

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 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!

$$q_1 + q_2 + q_3 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \underline{\quad}$$

$$U = \underline{\quad} - I \cdot R$$

$$\underline{\quad} = \underline{\quad}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

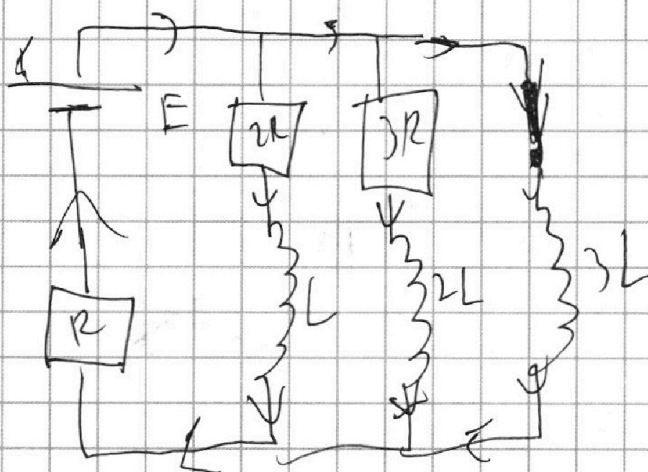


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~Угол резистив~~  $\rightarrow I_1' = 0 \rightarrow U_L = 0$

$$1) I_{10} = \frac{E}{R+2R} = \frac{1}{3} \frac{E}{R}$$



$$E + \varepsilon_1 = I_0 R$$

$$E = I_0 R - 3L \cdot I_3'$$

$$I_3' = \frac{E - I_0 R}{3L}$$

$$I_0 = I_{10} + I_{20} =$$

$$= \frac{1}{3} \frac{E}{R} + \frac{1}{4} \frac{E}{R} =$$

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

$$2) I_3' = \frac{E - \frac{7}{12} E}{3L} = \frac{\frac{5}{12} E}{3L} = \frac{5}{36} \frac{E}{L}$$

3)  ~~$E = I_E R + 3L I_3'$~~   
 ~~$E = 2I_1 R + L I_1'$~~   
 ~~$E =$~~

$$E = I_E R + 2I_1 R + L I_1' \quad | \quad E = 3I_1 R + I_2 R + I_3 R + L I_1'$$

$$E = I_E R + 3I_2 R + 2L I_2' \quad | \quad E = I_1 R + 4I_2 R + I_3 R + 2L I_2'$$

$$E = I_E R + 3L I_3' \quad | \quad E = I_1 R + 2I_2 R + I_3 R + 3L I_3'$$

$$I_E = I_1 + I_2 + I_3 \quad | \quad \frac{E}{R} = 3I_1 + 4I_2 + I_3 + \frac{L}{R} I_1'$$

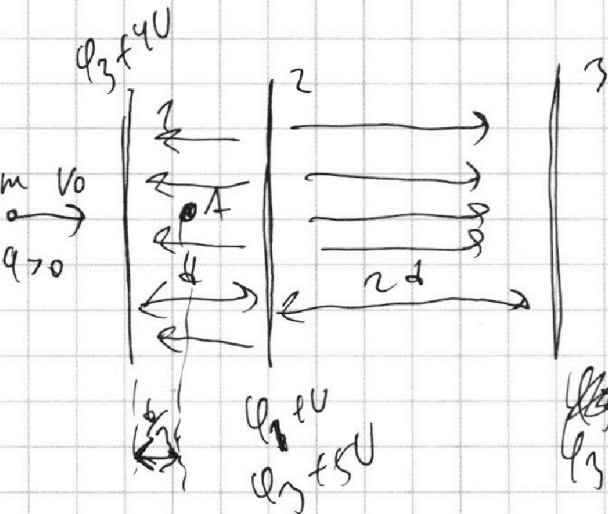
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$1) a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{q \cdot \frac{U}{d}}{m} = \frac{qU}{md}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$$

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

$$k_1 = k_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$k_A = k_1 - A_1 =$$

$$E = I E R + I_1 R + U_{I_1}$$

$$I E d = R d q E + r R d q_1 + L d I_1$$

$$I E d = R d q E + r R d q_1 + L d I_1$$

$$k_1 - k_2 = qU$$

$$3) V_A = ?$$

E - constant

$$\Delta V_{1A} = E \cdot \frac{d}{3} = \frac{qU}{3} \cdot \frac{d}{3} = \frac{qU}{3}$$

$$k_1 - k_A = \frac{qU}{3}$$

$$k_1 = k_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$k_A = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = \frac{qU}{3}$$

$$mv_0^2 - mV_A^2 = \frac{2}{3} qU$$

$$mV_A^2 = mv_0^2 - \frac{2}{3} qU$$

$$V_A^2 = v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}$$

$$\Delta I_1 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_2 = \frac{E}{R}$$

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

$$\Delta I_4 = \frac{E}{R}$$

$$V_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$$



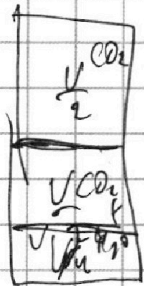
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$V \ T_0$

~~$T_0 = \frac{V}{5} \dots = T_0 = \frac{V}{5} =$~~

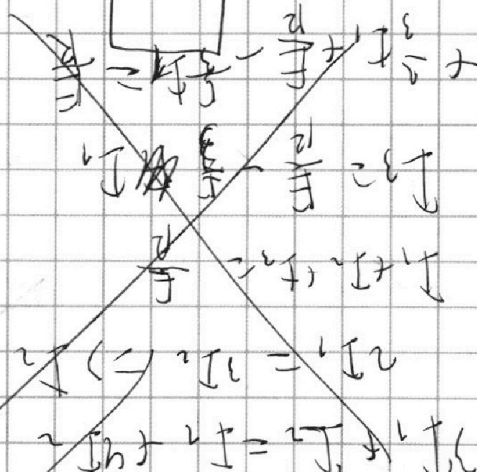
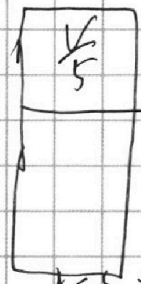
$T = 5 T_0 = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{ C}$

$\rho = \kappa \rho_w$

$\kappa = (1/3) \cdot 10^{-3} \text{ моль/(с}^2 \cdot \text{Па)}$

$R T \approx 7 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$

$\Delta V_w$



$Q = \int U \rho \rho_w dt = \int T^2 \rho dt = R \int T^2 dt$

~~$E = R(I_1 + I_2 + I_3)$   
 $E = R(I_1 + I_2 + I_3)$   
 $E = R(I_1 + I_2 + I_3)$~~

~~$\Delta V_w = I_1$~~

~~$\int T^2 dt = \dots$~~

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!



$$F_c \sim v$$

$$F_c = -k v$$

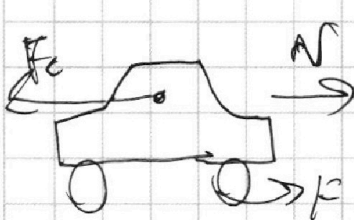
$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$m a_1 v_1 = P_1$$

$$A_1 = F_1 S_1$$

$$P_1 = F_1 v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

$$m \vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_c = \vec{F} - k \vec{v}$$



$$m a = F - k v$$

$$m \frac{dv}{dt} = F - k v$$

~~$$m v dt = F dt - k v dt$$~~

$$m \frac{dv}{v} = \frac{F}{v} dt - k dt$$

~~$$1) \frac{v_1}{v_k} = \frac{20}{25} = \frac{4}{5}$$~~
~~$$\frac{F_{c1}}{F_{ck}} = \frac{v_1}{v_k} = \frac{4}{5}$$~~

~~$$m(v_1 + a_1 dt) = m(v_2 + a_2 dt)$$~~
~~$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m}{2} (v_1^2 + 2 v_1 a_1 dt + a_1^2 dt^2) = m a_1 v_1 dt$$~~

$$1) a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{5 \text{ м/с}}{20 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

~~$$2) F_k = k v_k$$~~

$$\Delta E = \sum A_i$$

$$m a_1 \Delta t = F_1 v_1 \Delta t$$

$$H = k v \cdot \frac{v}{v} = k \frac{v^2}{v}$$

$$k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = \frac{5 \text{ Н}}{0,25 \text{ м/с}} = 20 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}}$$

~~$$m a_1 \Delta t = A_1 - A_c$$~~

$$20 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}} = 400 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}}$$

$$m a_1 = F_1 - k v_1$$

$$A_1 - k v_1 = 20 \text{ м/с}^2$$

~~$$m a_1 = F_1 - k v_1$$~~

$$F_1 = m a_1 + k v_1 = 1800 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 + 20 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}} \cdot 20 \text{ м/с} = 850$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

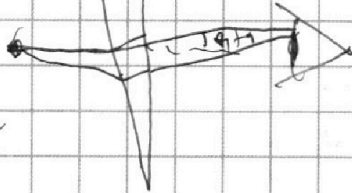
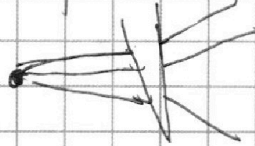
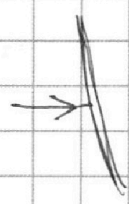
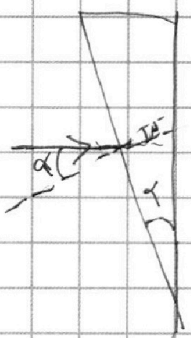
1     2     3     4     5     6     7

**МФТИ**

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



5



$\sin \alpha \approx \alpha$

$\sin \beta = \frac{h}{n}$

$\sin \beta < \sin \alpha$   
 $\beta < \alpha$

$\sin \beta \approx \beta$

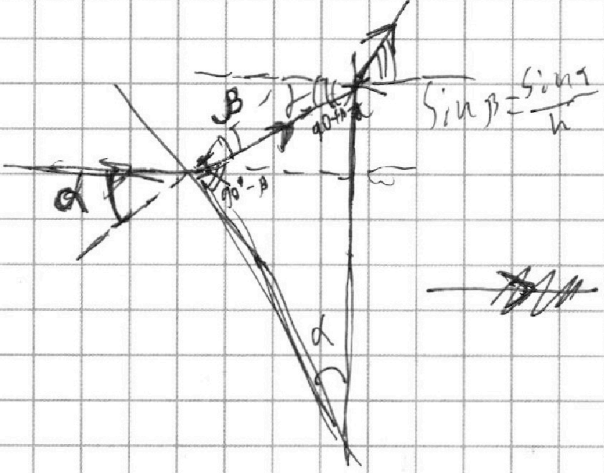
$\beta = \frac{\alpha}{n}$

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

$\sin \gamma \approx \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right)$

$n \sin \gamma = \alpha (n - 1)$

$\theta = \alpha (n - 1) = 0,77 \alpha = 0,07 \text{ рад}$



$180 - (90 + \alpha - \beta) =$   
 $= 90 + \beta - \alpha$

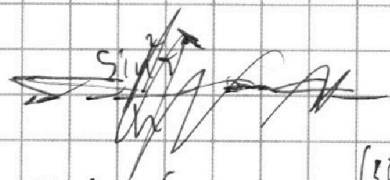
$\gamma = 90 - (90 + \beta - \alpha) =$   
 $= \alpha - \beta$

~~$\theta = \alpha \cos \beta$~~

~~$n \sin \gamma = \sin \theta$~~

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

$= \sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha =$



$= \sin \left( \alpha - \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n} \right) \right)$

$\theta = \arcsin \left( n \sin \alpha - \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n} \right) \right)$

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**

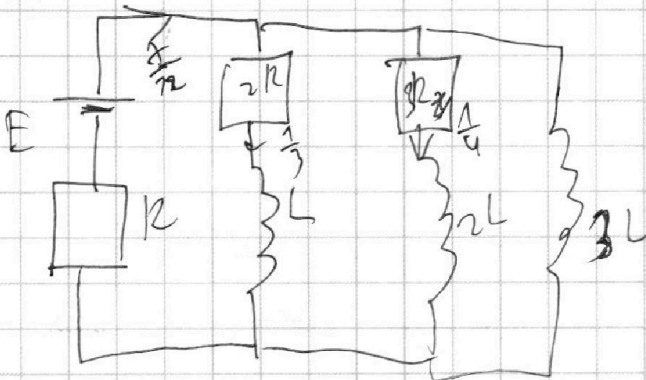
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$E t = R q_E + 2R q_1 + L \Delta I_1 = 3R q_1 + R q_2 + R q_3 + L \Delta I_1$$

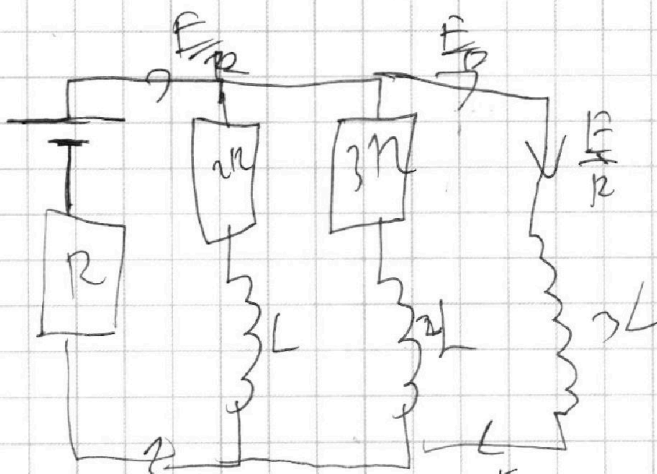
$$E t = R q_E + 3R q_2 + 2L \Delta I_2 = R q_1 + 4R q_2 + R q_3 + 2L \Delta I_2$$

$$E t = R q_E + 3L \Delta I_3 = R q_1 + R q_2 + R q_3 + 3L \Delta I_3$$



~~Q = \int I^2 R dt = R \int I^2 dt = R \int \frac{dq}{dt} dt =~~

$$Q = R \int \frac{dq}{dt} dt =$$



$$Q_x = \left(\frac{K\lambda}{c}\right)^2 \cdot Q_m = \frac{K\lambda^2}{c^2} \cdot Q_m$$

$$\frac{37.5}{35} = \frac{5}{24.6}$$

