



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

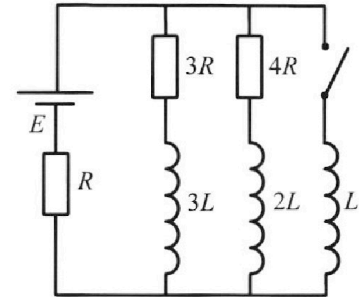


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

- 1) Найти ток I_0 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 даются 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

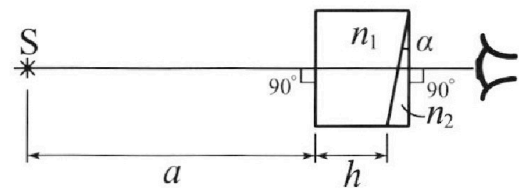


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



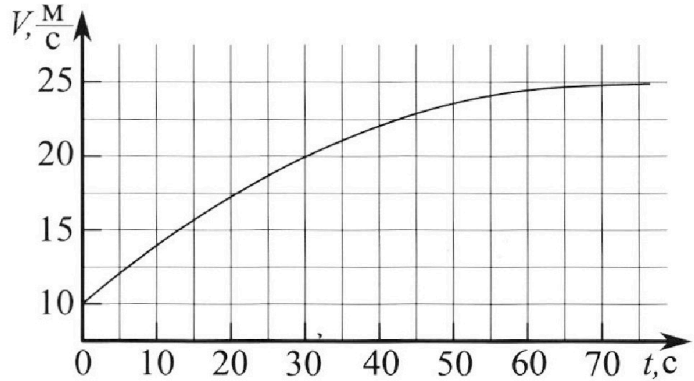
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

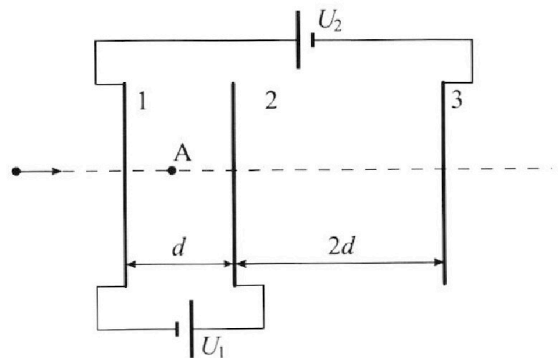
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/ $(\text{м}^3 \cdot \text{Па})$. 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.

1 2 3 4 5 6 7

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



1) $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \text{tg } \alpha = a$ + т.е. $\text{tg } \alpha = \frac{v}{r}$, где α - угол касательной
 $= a$ к радиусу
 $a = \frac{25-10}{35} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ Ответ: $\frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) II ЗН в центре:
 $F_k - K V_k = 0$ где V_k - скорость в центре = 25 м/с
 K - коэф ускорения.

$F_k = K V_k$
 $K = \frac{F_k}{V_k}$
 II ЗН в центре
 $F_0 - K V_0 = m a_0$
 $F_0 = K V_0 + m a_0$
 $F_0 = \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 + m a_0 = \frac{600}{25} \cdot 10 + \frac{3}{7} \cdot 1500 =$
 $= 240 + 642 \frac{6}{7} =$
 $= 882 \frac{6}{7} \text{ Н.}$
 Ответ

3) $P dt = dW$
 $dW = \frac{m(v_0 + a dt)^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} + K v_0 \cdot v_0 dt$
 $dW = \frac{m}{2} (v_0^2 + 2 a v_0 dt + a^2 dt^2) - \frac{m v_0^2}{2} + K v_0^2 dt$
 $dW = \frac{m}{2} \cdot 2 a v_0 dt + K v_0^2 dt = P dt$

$m a v_0 + K v_0^2 = P$
 $1500 \cdot \frac{3}{7} \cdot 10 + 100 \cdot \frac{600}{25} = P = 2400 + 2142 \frac{2}{7} \cdot 30 = 2400 + 6428 \frac{4}{7} =$
 $P = 8828 \frac{4}{7} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$

Ответ: $a = \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $F_0 = 882 \frac{6}{7} \text{ Н}$; $P = 8828 \frac{4}{7} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$

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!



$P_0 V_1 = \nu_{\text{мг}} RT_0$, где V_1 - объем газа в камере $\nu_{\text{мг}}$ - кол-во газа.

$P_0 V_2 = \nu_{\text{угн.газ}} RT_0$ где V_2 - объем угн. газа и $\nu_{\text{угн.газ}}$ - кол-во угн. газ.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_{\text{мг}}}{\nu_{\text{угн.газ}}}$$

$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$V_2 = V - V_1 - \frac{W}{P_0}, \text{ где } \nu_{\text{мг}} = \frac{W}{M} \text{ - кол-во газа}$$

$$\frac{V/4}{2 \cdot V} = \frac{\nu_{\text{мг}}}{\nu_{\text{угн.газ}}}$$

$$V_2 = V - \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

$$\frac{\nu_{\text{мг}}}{\nu_{\text{угн.газ}}} = 2$$

2) $P_2 V_3 = \nu_{\text{мг}} RT$ P_2 - P в камере $V_3 = \frac{V}{5}$ газ в камере

$$P_2 V_4 = \nu_{\text{угн.газ}} RT$$

V_4 - объем угн. газа в камере.
 $\nu_{\text{угн.газ}}$ - кол-во угн. газа в камере.

$$V_4 = V - V_3 - W = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$$

$$P_2 V_4 = (\nu_{\text{угн.газ}} + \Delta \nu + \nu_{\text{пара}}) RT$$
 $\nu_{\text{пара}}$ - кол-во воды в камере.

Давление насыщенного пара при $T = 373 \text{ K} = P_0$.

$$P_2 V_4 = (\nu_{\text{угн.газ}} + \Delta \nu) + P_0 V_4 = (\nu_{\text{угн.газ}} + \Delta \nu) + \frac{P_0 V_4}{20}$$

$$\nu_{\text{угн.газ}} = \frac{\nu_{\text{мг}}}{2}$$

$$\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{мг}} RT_0$$

$$\frac{P_2 V_4}{V_3} \cdot \nu_{\text{мг}} RT = P_2 V_4$$

$$P_2 \frac{V \cdot 11}{20} = \frac{11}{5} \cdot \nu_{\text{мг}} RT_0$$

$$P_2 V_4 = \nu_{\text{мг}} RT_0 \cdot \frac{11}{4}$$

$$\frac{11}{4} \nu_{\text{мг}} RT = \frac{\nu_{\text{мг}} RT}{2} + \Delta \nu \cdot RT + \frac{11}{5} \nu_{\text{мг}} RT_0$$

$$\frac{9}{4} \nu_{\text{мг}} RT = \Delta \nu RT + \frac{11}{5} \nu_{\text{мг}} RT_0$$

$$\Delta \nu = k \rho W = k \cdot \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{k P_0 V}{8}$$

$$\frac{9}{4} \nu_{\text{мг}} RT = k RT \cdot \frac{\nu_{\text{мг}} RT_0}{2} + \frac{11}{5} \nu_{\text{мг}} RT_0$$

$$\frac{k P_0 V}{8} = k \frac{\nu_{\text{мг}} RT_0}{2}$$

$$\frac{9}{4} \nu_{\text{мг}} RT = \frac{1}{2} \frac{\nu_{\text{мг}} RT_0}{2} + \frac{11}{5} \nu_{\text{мг}} RT_0$$

$$\frac{9}{4} T = \frac{1}{4} T_0 + \frac{11}{5} T_0 = \frac{49}{20} T_0$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{49}{20} \cdot \frac{4}{9} = \frac{49}{45}$$

Ответ: 1) 2
2) $\frac{49}{45}$

стр 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!



Шляпки

1) $F = E \cdot q = ma$ $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta d}$
 $a = \frac{E \cdot q}{m} = \frac{\Delta\varphi \cdot q}{m \cdot d} = \frac{U \cdot q}{m \cdot d}$

2) $W = \varphi \cdot q$

W_0 — эк. в начале

~~$W_0 = \frac{m v_0^2}{2}$~~

~~$W_k = \frac{m v^2}{2} + U_1 \cdot q - U_2 \cdot q$~~

~~$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} - 2Uq$~~

~~$\frac{v_0^2 + 4U \cdot q}{m} = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{4U \cdot q}{m}}$~~

~~$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = 2Uq \Rightarrow \Delta W = 2Uq$~~

~~v_1 — скорость в n -й момент~~

3) ~~$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{d}{4} = v_1$~~

2) $W_1 = \frac{m v_1^2}{2} + U_1 \cdot q - U_2 \cdot q$

$\Delta E_{кин} = W_1 - W_0 = 3Uq = 3U \cdot q$

$W_2 = \frac{m v_2^2}{2} - U_1 \cdot q - (U_1 + U_2)q$

3) по теор Гаусса

$E \cdot S = \frac{\delta \cdot S}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\delta}{\epsilon_0}$

δ — поверхностная плотность заряда.

Ответ: 1) $\frac{U \cdot q}{m \cdot d}$ 2) $3U \cdot q$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

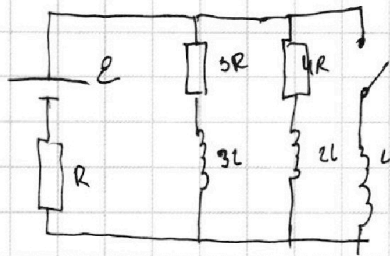
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

шестовик



$$1) \quad \varepsilon = I_0 R + I_0 \cdot 3R \quad I_0 - \text{ток в цепи через } R$$

$$R_{\Sigma} = R + \frac{3 \cdot 4}{7} R = \frac{19}{7} R - \text{экв сопротивление в уст. режиме}$$

$$I_0 \cdot R_{\Sigma} = \varepsilon$$

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R_{\Sigma}} = \frac{\varepsilon \cdot 7}{19R}$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon \cdot 7}{19R} R + I_0 \cdot 3R$$

$$\frac{12}{19} \varepsilon = I_0 \cdot 3R$$

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

2) ~~Эквивалентная цепь~~

$$3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI}{dt} = 2L \frac{dI_2}{dt} \quad dI = dI$$

$$I_{\text{во}} = I_0 - I_{10} = \frac{3}{19} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\frac{3}{19} \frac{\varepsilon}{R} \cdot 4R - \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R} \cdot 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$3dI_1 = 2dI_2$$

$$dI = dI_1 + dI_2$$

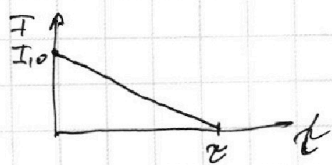
$$dI_1 = dI - dI_2$$

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R} \cdot 3R - 3L \frac{dI_1}{dt}$$

Ток через катушки уменьшается все много быстрее, поэтому I_0 сохранится в начале

$$\varepsilon = I_0 R + L \frac{dI}{dt} \quad \frac{12}{19} \varepsilon = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$$

$$3) \quad \frac{dI}{dt} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L} \Rightarrow I_{10} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L} \tau \quad \tau = \frac{19}{12} \frac{L}{\varepsilon} \cdot I_0$$



$$Aq = \frac{1}{2} I_0 \tau = \frac{19}{12} \frac{L}{\varepsilon} \cdot I_0^2 = \frac{16}{12 \cdot 19} \frac{L \cdot \varepsilon}{R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$ 2) $\frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$ 3) $\frac{4}{57} \frac{L \varepsilon}{R^2}$

стр 5



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

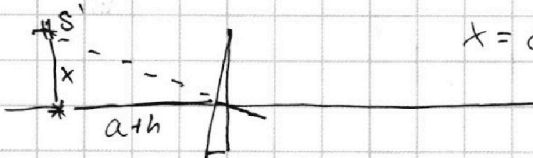
1 2 3 4 5 6 7



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

Условие

1) $\delta = d(n-1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07$

2)  $x = \delta \cdot (a+h) = 104 \cdot 0,07 = 7,28 \text{ см}$

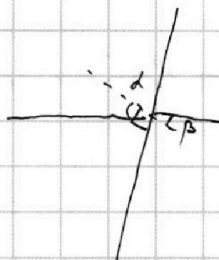
3) Т.к. угол падения на границу 1 ~~= 90°~~ \Rightarrow он не преломится

δ_2 - на сколько он отклонится от 1-ой границы

~~$\delta_2 = d(n_2-1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$~~

~~δ_3 - искомый угол отклонения = $\delta_1 - \delta_2 = 0,03 \text{ рад}$~~

~~$x_2 = \text{tg } \delta_3 \cdot (a+h)$~~



$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

$\beta = n_1 \cdot \alpha$; β - угол отклонения если бы тонкой щелью не было.

Θ - искомый угол отклонения = $|\beta - \delta| = n_1 \alpha - (n_2 - 1)d$

$\Theta = d(n_1 - n_2 + 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$

$\text{tg } \Theta \cdot (a+h) = \Theta (a+h) = 0,07 \cdot 104 = 7,28 \text{ см.}$

Ответ: 1) 0,07 2) 7,28 3) 7,28

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

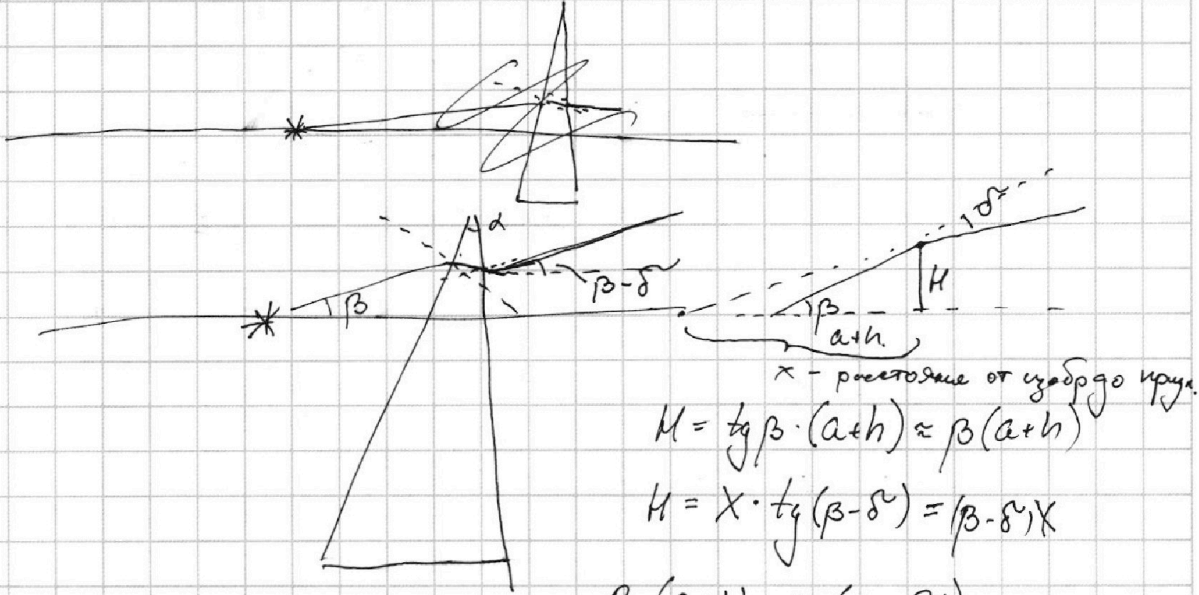
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик:

1) $\delta = \alpha(n-1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$

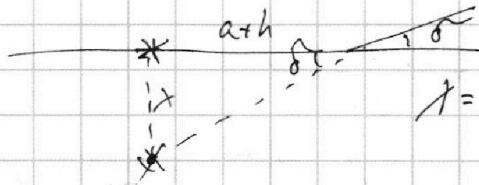
2)



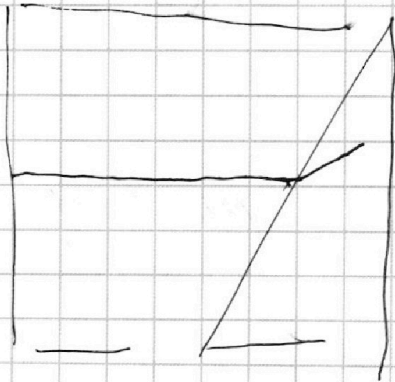
$$H = \text{tg} \beta \cdot (a+h) \approx \beta(a+h)$$

$$H = x \cdot \text{tg}(\beta - \delta) = (\beta - \delta)x$$

$$\beta(a+h) = x(\beta - \delta)$$



$$x = \delta \cdot (a+h) = 0,07 \cdot 104 =$$



$$\delta_2 = \alpha(n_2 - 1)$$

$$\delta_3 = \delta_2 - \delta_1 =$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ 7^x \\ \hline 728 \end{array}$$

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!



$$E = \frac{q}{r} \quad E \cdot R = q$$

$$F = Eq \quad \sum F = ma$$

Черновик

$$E \cdot S = \frac{\delta B}{2\epsilon_0} \quad F_i = \frac{\delta_i}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\delta_1}{2\epsilon_0} - \frac{\delta_2}{2\epsilon_0} - \frac{\delta_3}{2\epsilon_0} - \frac{\delta_4}{2\epsilon_0} = E_0$$

$$q \cdot E_i = ma$$

$$q = CU \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$a = \frac{E_i \cdot q}{m}$$

$$q = C \cdot \frac{U}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{d}$$

$$a = u \cdot \frac{d \cdot q}{m}$$

$$C = \frac{d}{\epsilon_0}$$

$$W = \frac{kq^2}{r}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} U_1 q \quad W_2 = \frac{1}{2} U_2 q \Rightarrow \Delta W = U \cdot q =$$

$$W_0 = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$W_0 + W_1 = \frac{m}{2} (V_0^2 + V_1^2) = \frac{m}{2} V_2^2$$

$$W_1 = 3U = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$V_0^2 + \frac{6u}{2} = V_2^2$$

$$15000 \cdot \frac{3}{7}$$

$$\begin{array}{r} 15000 \cdot 3 \\ 14 \quad | \quad 7 \\ \hline 10 \quad | \quad 2142 \frac{6}{7} \\ 30 \\ \hline 20 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 214 \cdot 45000 \cdot 7 \\ 42 \quad | \quad 7 \\ \hline 30 \quad | \quad 16428 (4) \\ 20 \\ \hline 60 \quad + \quad 6428 \\ \hline 2400 \\ \hline 8828 \end{array}$$

$$\mathcal{E} = IR + L \frac{dI_1}{dt} + I_{11} \cdot 3R$$

$$\mathcal{E} = I_1 R + L \frac{dI_2}{dt} + I_{21} \cdot 4R \quad I_{11} + I_{21} = I_1$$

$$\mathcal{E} = L \frac{d(I_1 + I_2)}{dt}$$

$$I_1 R + \mathcal{E} + I_{11} \cdot 3R + I_1 R + I_{21} \cdot 4R = \mathcal{E}$$

$$2I_1 R + I_{11} \cdot 3R + I_{21} \cdot 4R = \mathcal{E}$$

$$5I_1 R + 6I_{21} R = \mathcal{E}$$

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!

Черновик.

$$\frac{P_0 \cdot V}{2} = I_{me} RT_0 \quad \frac{P_0 \cdot V}{4} = I_{coz} RT_0 \quad \frac{I_{me}}{I_{coz}} =$$

$$\frac{P_0 V}{5} = I_{me} RT_0 \quad P_0 \left(V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} \right) = I_{coz} RT = (I_{coz} + 2I + I_{imp}) RT$$

$$\frac{P_0 V}{4 RT_0} = I_{me} \quad I_{coz} = \frac{P_0 V}{8 RT_0} \quad \frac{P_{coz}}{4 RT_0} \cdot \frac{8 RT_0}{P_0 V} = \left(2 = \frac{I_{me}}{I_{coz}} \right)$$

$$\frac{P_0 V}{5} = I_{me} RT \quad P_0 \left(\frac{11}{20} V \right) = I_{coz} RT \quad \frac{3}{4} - \frac{1}{5} = \frac{15}{20} - \frac{4}{20} = \frac{11}{20}$$

$$P_0 \frac{11}{20} V = \frac{P_0 V}{10} + 2I RT + I_{imp} RT$$

$$P_0 V \frac{9}{20} = 2I RT + I_{imp} RT \quad \text{Дана н.н } T = 100^\circ C = Pa.$$

$$\frac{P_0 V \frac{11}{20}}{P_0 V \frac{1}{5}} \cdot I_{me} RT = \frac{11 \cdot 5}{20} = \frac{11}{4} I_{me} RT \quad P_0 \frac{11}{20} V = I_{imp} RT$$

$$\frac{11}{4} I_{me} RT = \frac{I_{me}}{2} RT + 2I RT + P_0 \frac{11}{20} V \quad P_0 V = 4 I_{me} RT_0$$

$$\frac{9}{4} I_{me} RT = 2I RT + 4 I_{me} RT_0 \cdot \frac{11}{20} \quad \Delta D = \frac{V}{4} \cdot k \cdot \frac{P_0}{2} =$$

$$\frac{1}{4} + \frac{11}{5} = \frac{5+44}{20} \quad \frac{9 I_{me} RT}{4} = \frac{I_{me} RT_0}{2} \cdot k + \frac{11}{5} RT_0 I_{me} \quad = \frac{k V P_0}{8} \cdot \frac{I_{me} RT_0}{2} \cdot k$$

$$\frac{49}{20} \quad T \frac{9}{4} = \frac{T_0 k}{2} + \frac{11}{5} T_0 = T_0 \left(\frac{k}{2} + \frac{11}{5} \right) = \left(\frac{11}{5} + \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \right) T_0$$

$$\frac{I}{T_0} = \left(\frac{11}{5} + \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \right) \cdot \frac{4}{9} = \left[\frac{44}{45} + \frac{1}{9} \cdot 10^{-3} \right]$$

Рн.

$$\begin{array}{|c|} \hline \varphi_1 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline \varphi_2 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline \varphi_3 \\ \hline \end{array}$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = \varphi_2$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_1$$

$$\varphi_3 = 0$$

$$\varphi_1 = 3\varphi$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi$$

$$\varphi_2 = 4\varphi$$

$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

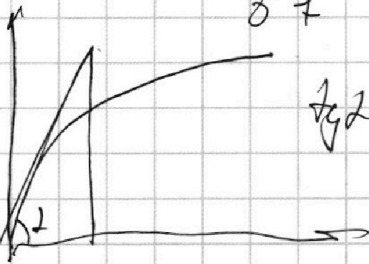
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



60 ч
8 ч

Черновик

$$\frac{3}{7} \cdot 2 \cdot \frac{6}{7} \approx 1$$



$$a = \frac{v}{t} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2} \text{ м/с}^2$$

$$F_k - K v_k = 0$$

$$K v_k = F_k$$

$$K = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600}{25} = 24$$

$P = ?$

$$P dt = dW$$

$$P dt = \frac{m(a dt)^2}{2} + v_0 dt \cdot K v_0$$

$$P = \frac{m a^2 t}{2} + v_0 K v_0$$

$$P = v_0^2 K = 10^2 \cdot 24 = 2400$$

$$F_T - K \cdot v_0 = m a_0$$

$$F_T = m a_0 + \frac{F_k \cdot v_0}{v_k} = \frac{1}{2} \cdot 1500 + 24 \cdot 10 =$$

$$= 750 + 240 =$$

$$990 \text{ Н}$$

$$= 882 \frac{6}{7} \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 214 \frac{2}{7} \\ - 1500 \frac{0}{7} \\ \hline 642 \frac{6}{7} \\ - 14 \frac{0}{7} \\ \hline 628 \frac{6}{7} \\ - 10 \frac{0}{7} \\ - 30 \frac{0}{7} \\ \hline 598 \frac{6}{7} \end{array}$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_0$$

$$P_1 V_2 = \nu_2 R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$V_1 = \frac{3}{4} V - V_2$$

$$\frac{3}{4} V - V_2 = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$V_1 + V_2 + \frac{V}{4} = V$$

$$V_1 + V_2 = \frac{3}{4} V$$

$$\frac{V/4}{V/2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{2}$$

$$P_{me} \frac{V}{2} = \nu_{me} R T_0$$

$$\nu_{me} = \frac{P_{me} V}{2 R T_0} = \frac{P_{at} V}{4 R T_0}$$

$$\nu_{osn1} = 2 \nu_{me} = \frac{P_{at} V}{2 R T_0}$$

$$P_0 = K p w = \frac{K p_{at} V}{2} \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{1}{8}$$

$$P_{at} \nu_{me} R T = P_{at} \frac{V}{5}$$

$$\nu_{me} R T_0 = \frac{P_{at} V}{4}$$

$$\frac{P_{at} V}{5 T} = \frac{P_{at} V}{4 T_0} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4}{5}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

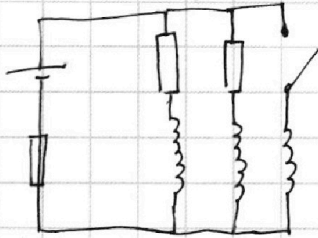
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Черновик



1) $\mathcal{E} = I_0 R + I_{10} 3R$
 $\mathcal{E} = I_0 R + I_{10} 4R$ I_{10} - через $4R$

$\frac{12}{7} R \cdot I_0 + I_0 R = \mathcal{E}$

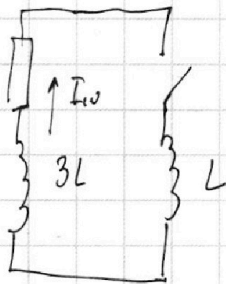
$I_0 = \frac{19}{7} R = \mathcal{E}$ $\frac{7}{19} \mathcal{E} = I_0$

$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E} \cdot 7}{19} + I_{10} \cdot 3R \Rightarrow I_{10} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$

2) $\mathcal{E} = I_0 R + L \left(\frac{dI_0}{dt} \right) \rightarrow$ скорость

$\mathcal{E} - \frac{7}{19} \mathcal{E} \cdot R = L \frac{dI_0}{dt} \Rightarrow \left(\frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{dI_0}{dt} \right)$

3)

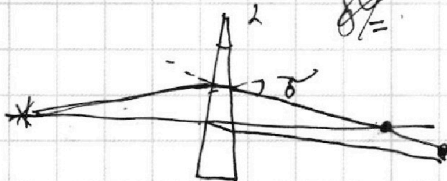
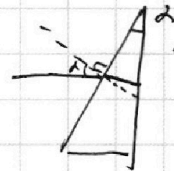


$I_{10} \cdot 3R = 3L \frac{dI_0}{dt} = L \frac{dI_0}{dt}$

$\mathcal{E} = I_0 R + \mathcal{E}_{ind}$

$\mathcal{E} = (I_1 + I_2 + I_3) R + L \frac{dI}{dt}$

$\delta = d(n-1)$



$\frac{1040 - 31,2}{3} = \frac{1008,8}{3} = dL$

$\tan(\alpha+h) = \tan \theta(x)$

$d(\alpha+h) = \theta(x)$

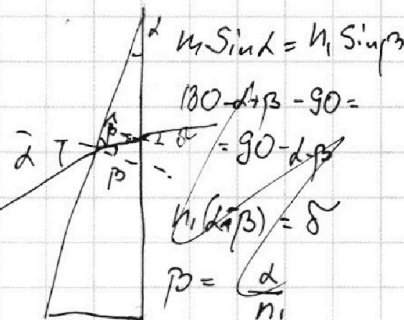
$d(\alpha+h) = d(2-n)x$

$x - L = \frac{104}{0,3} - 104 = \frac{1040 - 10,9}{3}$

$\frac{\alpha+h}{2-n} = x \Rightarrow x = 104$

$\theta = \alpha - \delta = \alpha - d(n-1) = (1-n+1)d = (2-n)d$

$x = \frac{\alpha+h}{2-n} = \frac{104}{0,3} \Rightarrow d(\alpha+h) = 0,1 \cdot 104$



$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

$180 - \alpha - \beta - 90 =$

$90 - \alpha - \beta = \delta$

$n_1 \sin(\alpha) = \delta$

$p = \frac{d}{n_1}$

$(\beta - \alpha) n_1 = \delta$

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

$90 + \beta - \alpha = \delta$

$\delta = \beta - \alpha$

$\delta = d(n-1)$



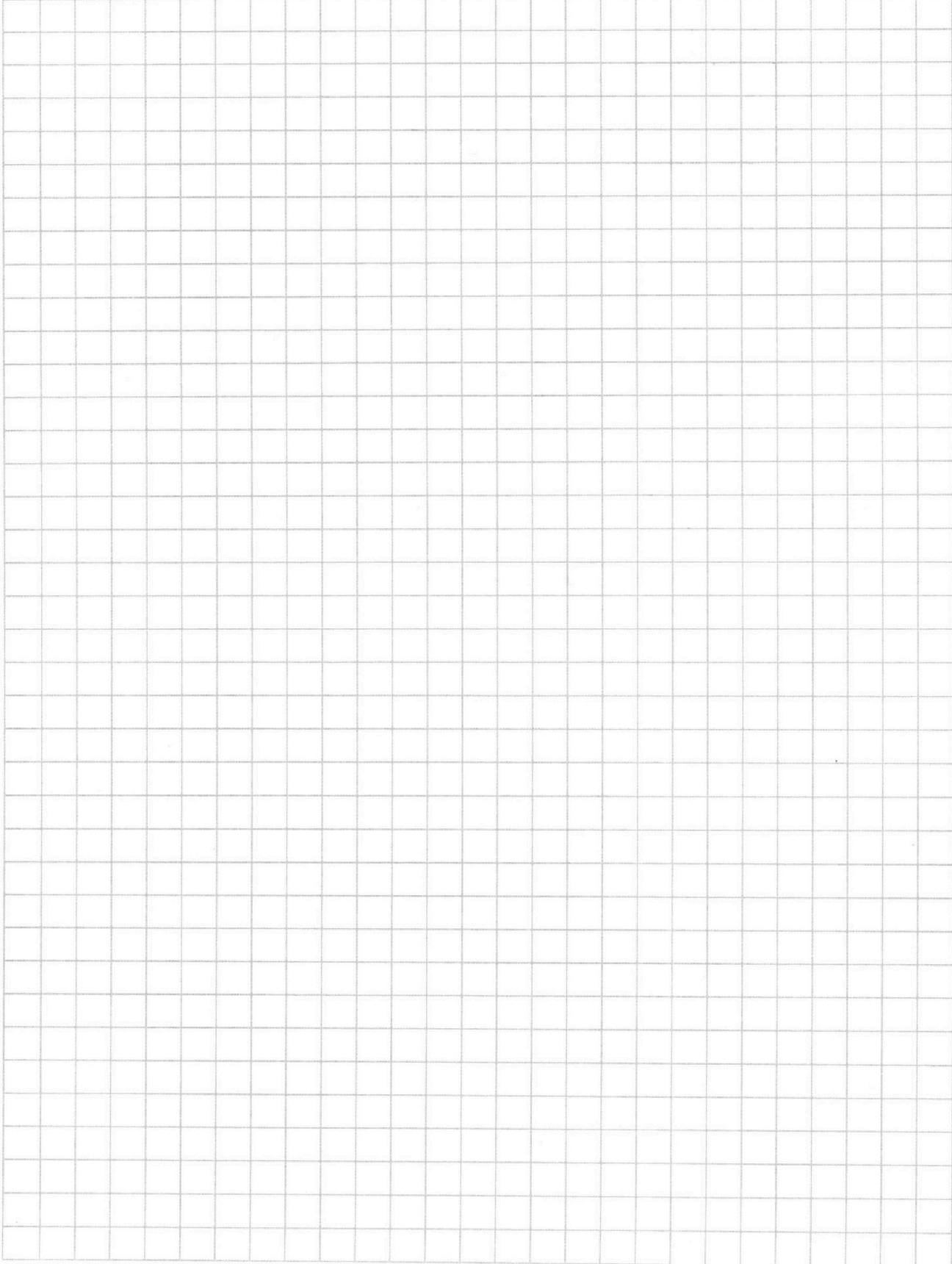
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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"/>	<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!

Черновик.

$$5I_{11}R + 6I_{21}R = \mathcal{E}$$

$$I_{11} = \frac{\mathcal{E}}{5R} - \frac{6}{5}I_{21}R$$

$$\mathcal{E} - I_{11} \cdot 3R - I_{21} \cdot 4R + L \frac{dI_{21}}{dt} - L \frac{dI_{11}}{dt} = 0$$

$$\frac{3}{5}\mathcal{E} - \frac{18}{5}I_{21}R - \frac{60}{5}I_{21}R = L \frac{dI_{11}}{dt} - L \frac{dI_{21}}{dt}$$

$$\frac{3}{5}\mathcal{E} - \frac{38}{5}I_{21}R = L \frac{dI_{11}}{dt} - L \frac{dI_{21}}{dt}$$

$$\mathcal{E} = I_{01}R + 3L \frac{dI_{11}}{dt} + I_{01} \cdot 3R \quad I_{21}R = \frac{5}{38} \left(L \frac{dI_{11}}{dt} - L \frac{dI_{21}}{dt} - \frac{3}{5}\mathcal{E} \right)$$

7

$$\mathcal{E} = I_{01}R$$

$$\mathcal{E} = I_{11}R + 3L \frac{dI_{11}}{dt} + I_{11} \cdot 3R$$

$$\mathcal{E} = I_{11}R + 6L \frac{dI_{11}}{dt} +$$

$$3 \cdot \frac{28}{4} \frac{\mathcal{E}^2}{57}$$

$$\frac{\mathcal{E}^2}{R^2} \cdot \frac{L}{\mathcal{E}} =$$