

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-06

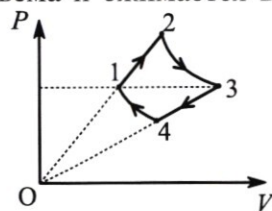
Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 2,5 раза, а модули ускорений равны.

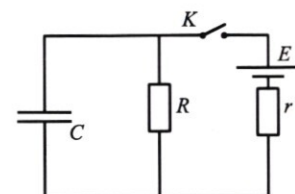
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. В процессе 3-4 объем газа уменьшается в $k = 1,9$ раза. Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.



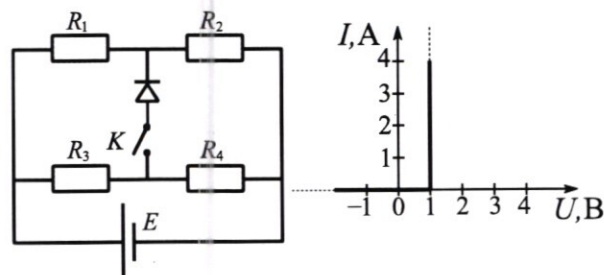
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 2R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



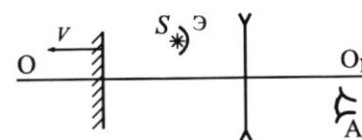
- 1) Найти напряжение на резисторе R сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 12$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_4 = 22$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.



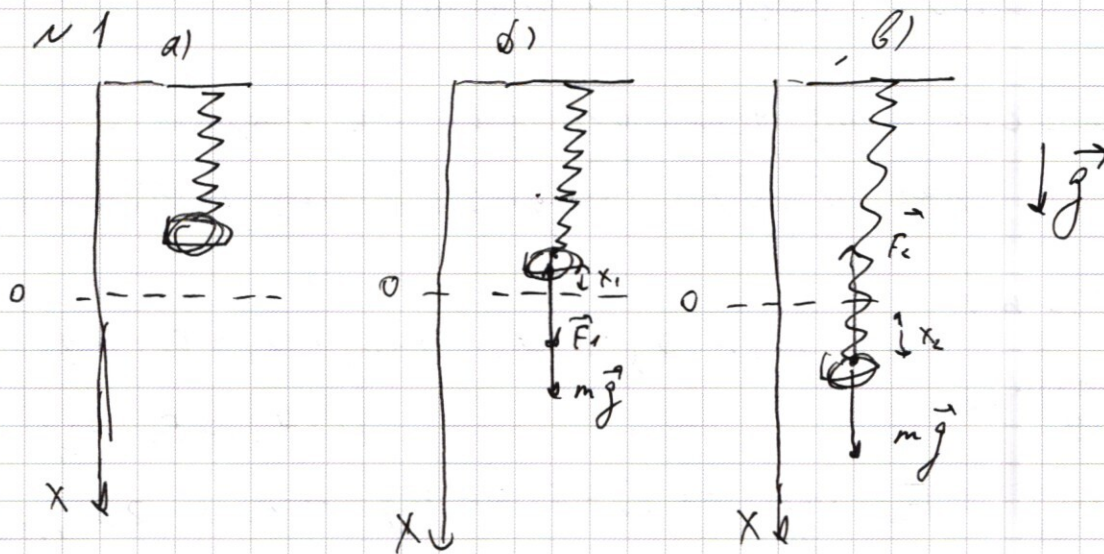
- 1) Найти ток через резистор R_1 при разомкнутом ключе K .
- 2) При каких значениях R_3 ток потечет через диод при замкнутом ключе K ?
- 3) При каком значении R_3 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 3$ Вт?

5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO_1 . Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $4F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $8F/5$ от линзы.



- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



m - масса шарика.

1) Пусть k - жесткость пружины. На рисунке введена ось x , где $x=0$ соответствует положению равновесия шарика. Поскольку после того как отпустили шарик, он начинает колебаться по гармоническому закону, то для этого движения справедливо уравнение колебаний

$\ddot{x} = -\omega^2 x$, где $\ddot{x}$ - вторая производная по координате, ω - циклическая частота колебаний, x - смещение от положения равновесия. Поскольку $|\ddot{x}| = |a_x|$, где

a_x - ускорение шарика, то стало очевидно, что данный а сил упругости различается, то становится очевидно, что данный

случай выполняется, когда шарик касается ка
сидели и тем же растяжением от положения рав-
новесия, ведь, если $|x_1| = |x_2|$, то $|a_1| = |a_2|$, но
 a_1 и a_2 имеют разные направления.

Обозначим силы, действующие на шарик в
случае 1 и 2 (рис. б и в). Тогда по II-закону 3. Косинуса

$$\begin{cases} m a_1 = F_1 + m g \\ m a_2 = m g - F_2 \end{cases} \Rightarrow \text{м.к. } a_2 = -a_1, \text{ то } \begin{cases} m a_1 = F_1 + m g \\ m a_1 = F_2 - m g \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_1 + m g = F_2 - m g \Rightarrow F_2 - F_1 = 2 m g, \text{ м.к. } F_2 = 2,5 F_1, \text{ то}$$

$$2,5 F_1 - F_1 = 2 m g$$

$$\frac{3}{2} F_1 = 2 m g \Rightarrow F_1 = \frac{4 m g}{3} \Rightarrow m a_1 = \frac{4 m g}{3} + m g$$

$$m a_1 = \frac{7 m g}{3} \Rightarrow a_1 = \frac{7 g}{3}$$

2) Поскольку колебание шарика является
гармоническим, то оно подчиняется закону
гармонических колебаний. Пусть x - координата
шарика в момент времени t , тогда

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0), \text{ где } A - \text{амплитуда колебаний.}$$

$$x(0) = A \cos \varphi_0 = - \frac{m g}{k}$$

$$v = \frac{dx}{dt} = -A \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v(0) = -A \omega \sin \varphi_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0 \Rightarrow \cos \varphi_0 = 1 \Rightarrow A = - \frac{m g}{k}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Окончательно

$$X = -\frac{mg}{k} \cos \omega t$$

Поскольку, как мы уже доказали, что $|a_1| = |a_2|$, а так
($|X_1| = |X_2|$), то это для скорости $V = \frac{dx}{dt} = \frac{mg}{k} \omega \sin \omega t$.

$$X_1 = -\frac{mg}{k} \cos \omega t_1 \Rightarrow X_1 = -X_2 = \frac{mg}{k} \cos \omega t_1 = \frac{mg}{k} \cos \omega t_2$$

$$X_2 = -\frac{mg}{k} \cos \omega t_2$$

$$\Rightarrow |\cos \omega t_1| = |\cos \omega t_2| \Rightarrow |\sin \omega t_1| = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t_1}$$

$$|\sin \omega t_1| = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t_2} \Rightarrow |\sin \omega t_1| = |\sin \omega t_2|, \text{ а для}$$

скорости справедливо:

$$(V_1) = \frac{mg\omega}{k} |\sin \omega t_1| \Rightarrow \frac{|V_1|}{|V_2|} = 1, \text{ т.е. } |\sin \omega t_1| = |\sin \omega t_2|$$

$$|V_2| = \frac{mg\omega}{k} |\sin \omega t_2|$$

$\Rightarrow$ отношение кинетических энергий

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{mV_1^2}{2}}{\frac{mV_2^2}{2}} = \frac{V_1^2}{V_2^2} = 1, \text{ (} k_1 \text{ и } k_2 \text{ - кинетические энергии}$$

шарика в эти моменты)

3) выражение для скорости имеет вид

$$v = -\frac{mg}{k} \omega \sin \omega t \Rightarrow v_{\max} = \frac{mg}{k} \omega \quad (v_{\max} -$$

максимальная скорость шарика). Из II-ого закона Ньютона

$$ma = mg - kx \Rightarrow a = g - \frac{k}{m}x \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow$$

$$v_{\max} = g \frac{m}{k} \sqrt{\frac{k}{m}} = g \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{максимальная кинетическая энергия!}$$

$$K_{\max} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{m g^2 \frac{m}{k}}{2} = \frac{m^2 g^2}{2k} \quad (2)$$

Амплитуда колебаний $(A) = \frac{mg}{k} \Rightarrow$ максимальное

~~удлинение~~ удлинение пружины $\Delta l_{\max} = \frac{mg}{k}$.

максимальная энергия деформации k

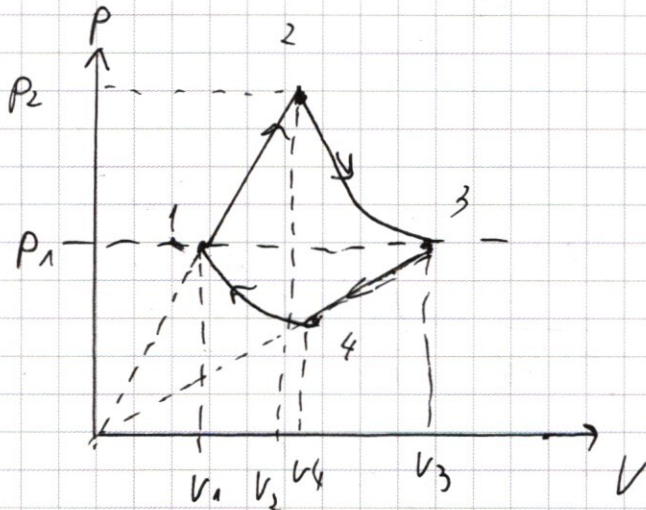
$$U_{\max} = \frac{k \cdot \Delta l_{\max}^2}{2} = \frac{k \cdot 4 \frac{m^2 g^2}{k^2}}{2} = \frac{2 m^2 g^2}{k} \quad (3)$$

$$\text{Из (2) и (3)} \quad \frac{U_{\max}}{K_{\max}} = \frac{\frac{2 m^2 g^2}{k}}{\frac{m^2 g^2}{2k}} = 4$$

Ответ: 1) $\frac{4g}{3}$ 2) 1 3) 4

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



$$\frac{V_3}{V_4} = k = 1,9$$

1) Рассмотрим процесс 3-4. Поскольку в этом процессе $p \sim V$, а из уравнения Менделеева-Клапейрона $pV \sim T$ (знак $\sim$ указывает на пропорциональность), то

$$V^2 \sim T \Rightarrow \frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^2, \Rightarrow T_3 = k^2 \cdot T_4, \text{ т.к.}$$

$$T_4 = T_1, \text{ то } T_3 = T_2 = T_{23} = k^2 T_1 = 3,61 T_1$$

2) Для изотермического процесса 2-3⁴⁻¹ справедлив 3-й закон Гейсса - Мариотта

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \quad (1)$$

$$p_4 V_4 = p_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{p_4 V_4}{p_1}$$

Платте для процессов 1-2, и 3-4:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow P_2 = P_1 \frac{V_2}{V_1}$$

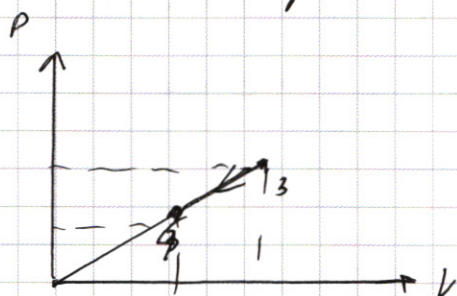
$$\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4} \Rightarrow P_3 = \frac{P_4}{V_4} V_3$$

Подставляя в (1):

$$\frac{P_1 V_2^2}{V_1} = \frac{P_3^2 V_4}{P_4} \Rightarrow \frac{P_1^2 V_2^2}{P_4 V_4} = \frac{P_3^2}{P_4} V_4 \Rightarrow$$

$$\text{так } P_3 = P_1, \text{ то } V_2^2 = V_4^2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_4} = 1$$

3) Рассмотрим процесс 3-4



По I-ому началу термодинамики $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$

где ΔU_{34} — изменение внутренней энергии, A_{34} — работа газа на участке 3-4, которая определяется как площадь под графиком

$$A_{34} =$$

$$A_{34} = \frac{(P_3 + P_4)(V_3 - V_4)}{2} = \frac{(P_3 V_3 - P_3 V_4 + P_4 V_3 - P_4 V_4)}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

м.к. $\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_4}{V_4} \Rightarrow P_3 V_4 = P_4 V_3 \Rightarrow$

$A_{34} = \frac{P_3 V_3 - P_4 V_4}{2}$, м.к. из уравнения
Менделеева-Клапейрона $P_3 V_3 = \nu R T_3$, где ν - кол-во
моль, то $P_4 V_4 = \nu R T_4$

$A_{34} = - \frac{\nu R (T_3 - T_4)}{2} = \frac{\nu R (T_4 - T_3)}{2}$, тогда

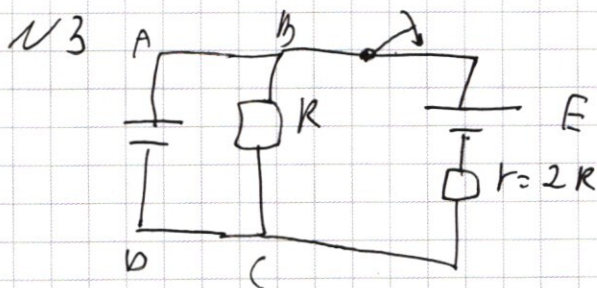
$Q_{34} = \nu C (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) + \frac{\nu R (T_4 - T_3)}{2} \Rightarrow$

$C = 2R$

Ответ: 1) $T_{23} = k^2 T_1 = 3,61 T_1$

2) $\frac{V_2}{V_4} = 1$

3) $C = 2R$

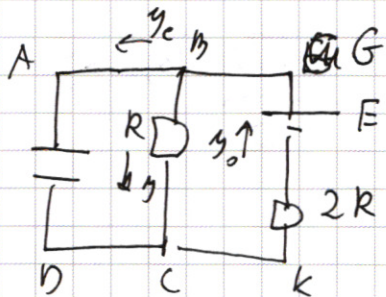


1) Сразу после замыкания ключа заряд на конденсаторе не успевает измениться, поэтому U_C начальное напряжение на конденсаторе $U_0 = \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow U_{R0}$ начальное напряжение

на резисторе, по II-ому правилу Кирхгофа для контура A B C B A

$U_0 + U_{R0} = 0 \Rightarrow U_{R0} = 0$, где U_{R0} - начальное напряжение на резисторе в момент замыкания ключа.

2) Расставим токи & узлы при замкнутом ключе:



Рассмотрим момент, когда скорость изменения энергии конденсатора максимальна (см. рис.)

Скорость изменения энергии конденсатора $\frac{dW}{dt}$, есть мощность, потребляемая конденсатором.

II-ое правило Кирхгофа для контура A G K B A:

$E = U_C + y_0 \cdot 2R \Rightarrow U_C = E - 2y_0 R$, где U_C - напряжение на конденсаторе в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

II-ое правило Кирхгофа для контура BCKB:

$$E = 2y_0 R + yR \Rightarrow yR = E - 2y_0 R \Rightarrow$$

$$y = \frac{E}{R} - 2y_0$$

I-ое правило Кирхгофа для узла B:

$$y_0 = y_c + y, \text{ где } y_c - \text{ток через конденсатор} \Rightarrow$$

$$y_c = y_0 - y$$

$$y_c = y_0 - \frac{E}{R} + 2y_0 = 3y_0 - \frac{E}{R}$$

мощность на конденсаторе

$$P = U_c \cdot y_c = (E - 2y_0 R) \left(3y_0 - \frac{E}{R} \right)$$

$$P = 3y_0 E - \frac{2E^2}{R} - 6y_0^2 R + 4y_0 E$$

$$P = 3y_0 E - \frac{E^2}{R} - 6y_0^2 R + 2y_0 E$$

$$P = 5y_0 E - 6y_0^2 R - \frac{E^2}{R} = P(y_0)$$

Функция имеет максимум, когда $\frac{dP}{dy} = 0$ ($P(y)$ - парабола ветвя вниз)

$$\frac{dP}{dy} = 5E - 12y_0 R \Rightarrow y_0 = \frac{5}{12} \frac{E}{R}$$

Напряжение на конденсаторе

$$U_c = E - 2 \cdot \frac{5}{6} E = E - 2 \cdot \frac{5}{12} \frac{E}{R} = E - \frac{5}{6} E = \frac{E}{6}$$

заряд на конденсаторе: $q = C U_c = \frac{CE}{6}$.

Поскольку сразу после замыкания ключа заряд не успевает измениться, то сразу после замыкания заряд будет такой же

$$q = \frac{CE}{6}$$

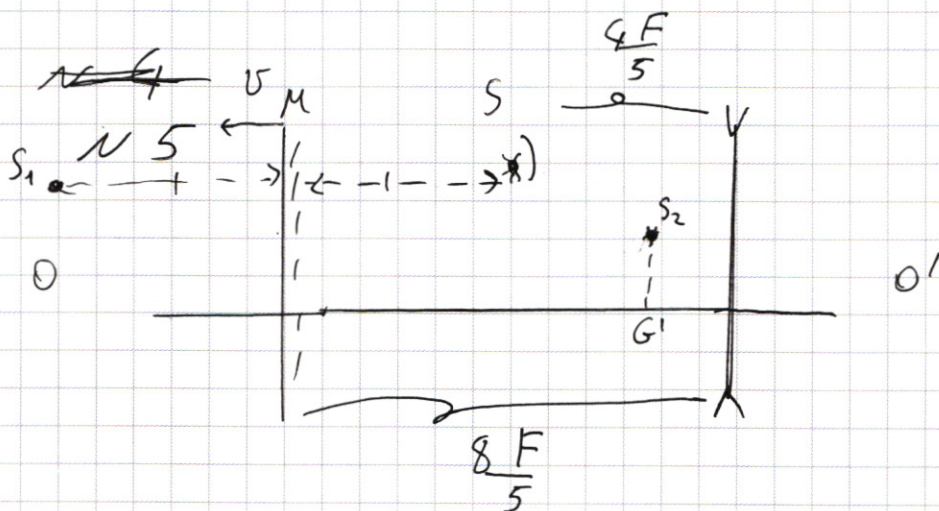
3) максимальная скорость роста энергии:

$$P_{\max} = \left(E - \frac{5E}{6} \right) \left(\frac{35}{12} \frac{E}{R} - \frac{E}{R} \right) = \frac{E}{6} \cdot \frac{1}{4} \frac{E}{R} = \frac{E^2}{24R}$$

Ответ: 1) $U_{c0} = 0$

2) $q = \frac{CE}{6}$

3) $\frac{E^2}{24R}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Пусть S_1 - изображение источника в зеркале
 S_2 - изображение вместе линза-зеркало, т.е.,
 что сначала S дает изображение S_1 , а затем
 S_1 дает изображение S_2 . Найдем же расстоя-
 ние ~~S~~ от S_1 до плоскости зеркала. Расстояние
 от S до зеркала $S_1M = \frac{8F}{5} - \frac{4F}{5} = \frac{4F}{5}$; $S_1M = SM$
 $= \frac{4F}{5}$. Расстояние от S_1 до плоскости линзы
 $L = S_1M + \frac{8F}{5} = \frac{4F}{5} + \frac{8F}{5} = \frac{12F}{5}$. По формуле
 тонкой линзы:

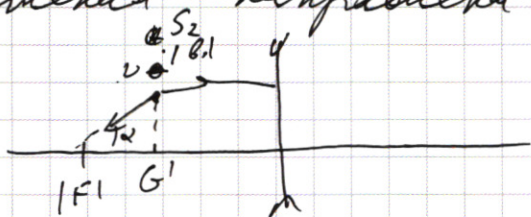
$$-\frac{1}{F} = \frac{5}{12F} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{b} = \left(\frac{5}{12F} + \frac{1}{F} \right)^{12} = -\frac{14}{12F} \Rightarrow b = -\frac{12F}{14},$$

где b - расстояние от S_2 до плоскости линзы.

знак минус говорит о том, что изображение
 мнимое.

2) ~~то~~ ~~и~~ чтобы понять, почему ~~то~~ ~~и~~ изображение
 будет нечетная ~~то~~ вертикальная составляющая
 скорости расширения предельный случай, когда
 зеркало находится на бесконечно большом рас-

тогда от линзы, тогда, очевидно все лучи будут собираться в фокусе. Отсюда следует, что скорость изображения направлена к фокусу линзы



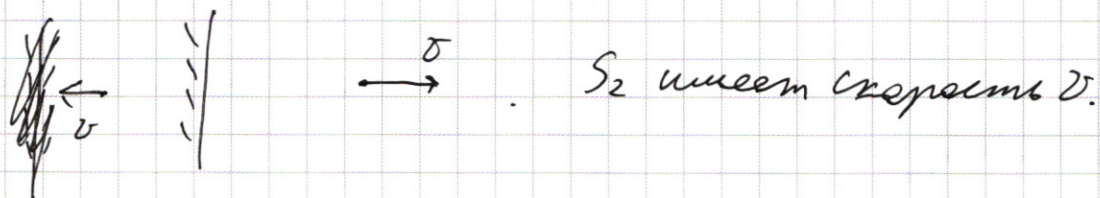
скорость увеличения линзы $\Gamma = \frac{12F}{14}$ $\Gamma = \frac{16}{L} =$

$$= \frac{12F}{\frac{14}{5}} = \frac{5}{14} \Rightarrow GG' = S_2 G' = \frac{8F}{15} \cdot \Gamma = \frac{8F}{15} \cdot \frac{5}{14} =$$

$$= \frac{40}{255} = \frac{8}{51} F \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\frac{8F}{51}}{F - \frac{12F}{14}} = \frac{\frac{8}{51}}{\frac{5}{14}} =$$

$$= \frac{8}{5} \cdot \frac{14}{51} = \frac{8}{15} \Rightarrow \alpha = \arctg \frac{8}{15}$$

3) Найдем скорость изображения S_1 . Перейдем в СО-зеркало



Перейдем обратно в СО-земля: $u = v + v = 2v$

Скорость $S_2 = 2v$. Тогда скорость изображения вдоль главной оптической оси OO'

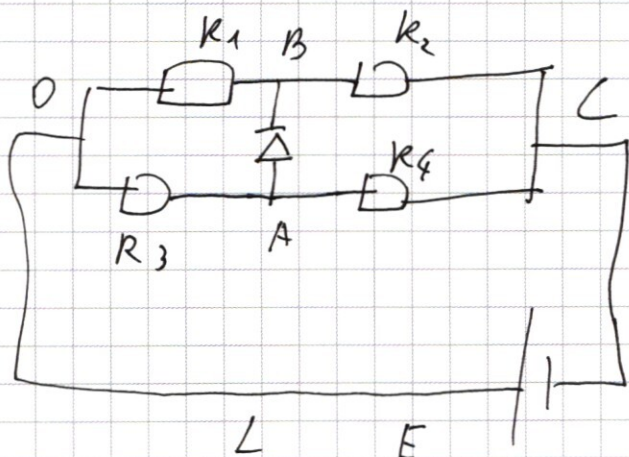
$$u' = \Gamma^2 \cdot 2v$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Запишем второе правило Кирхгофа для контура $A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow L \rightarrow O$. Будем y_1 - ток через резистор R_1 при разомкнутом ключе. Очевидно, что при разомкнутом ключе R_1 и R_2 соединены последовательно, значит токи через них совпадают.

$$E = y_1 (R_1 + R_2) \Rightarrow y_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{1 + 5} = 2 \text{ A.}$$

2). Рассмотрим предельный случай, когда Δ напряжение на диоде равно $U_0 = 1 \text{ В}$, но ток через него равен нулю.



По II-ому правилу Кирхгофа для контура $O \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow L \rightarrow O$

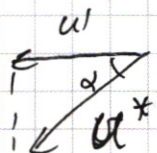
$$E = y_3 (R_3 + R_4), \text{ где } y_3 - \text{ток через } R_3. \Rightarrow$$

$$y_3 = \frac{E}{R_3 + R_4} \quad \text{для контура } O \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow L \rightarrow O:$$

$$E = y_1 (R_1 + R_2) \Rightarrow y_1 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$u'' = \frac{25}{289}$$

$$u' = \frac{25}{289} \cdot 2V = \frac{50V}{289}$$



скорость изменения $u^* = \frac{u'}{\cos \alpha}$

Найдём $\cos \alpha$; $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \Rightarrow \frac{1}{\cos \alpha} = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{\cos \alpha} = \sqrt{1 + \frac{64}{225}} = \sqrt{\frac{289}{225}} = \frac{17}{15} \Rightarrow$$

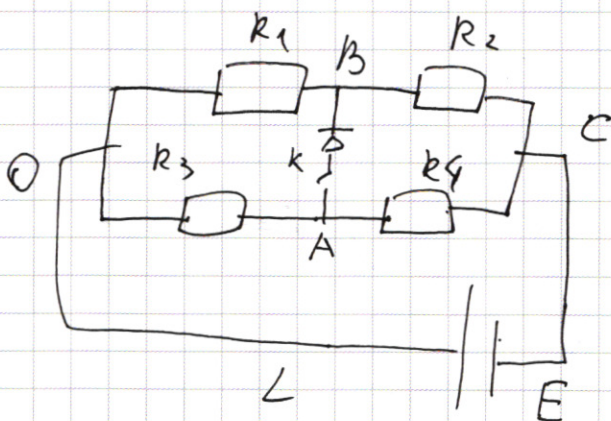
$$u^* = \frac{50V}{289} \cdot \frac{17}{15} = \frac{10V}{51}$$

Ответ: 1) $\frac{12F}{17}$

2) $\alpha = \arctg\left(\frac{8}{15}\right)$

3) $u^* = \frac{10V}{51}$

N 4



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда

$$\varphi_0 - \varphi_A = U_3 R_3 = \frac{E R_3}{R_3 + R_4} \quad (1)$$

$$\varphi_0 - \varphi_B = U_1 R_1 = \frac{E R_1}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

вычитая из (2) (1):

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4}. \quad \text{Поток через этот поперек}$$

$$\text{при } \varphi_A - \varphi_B \geq U_0$$

$$\frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4} \geq U_0 \Rightarrow \frac{E R_3}{R_3 + R_4} \leq \frac{E R_1}{R_1 + R_2} - U_0.$$

Обозначим $\frac{E R_1}{R_1 + R_2} - U_0 = U_m$. Тогда:

$$\frac{E R_3}{R_3 + R_4} \leq U_m \Rightarrow E R_3 \leq U_m R_3 + U_m R_4$$

$$(E - U_m) R_3 \geq U_m R_4$$

$$R_3 \leq \frac{U_m R_4}{E - U_m}. \quad \text{Используя } U_m = \frac{E R_1}{R_1 + R_2} - U_0$$

$$R_3 \leq \frac{E R_1 R_4}{R_1 + R_2}$$

$$E - \frac{E R_1}{R_1 + R_2} + U_0$$

Подставим числа

$$R_3 \leq \frac{12 \cdot 5 \cdot 22}{6}$$

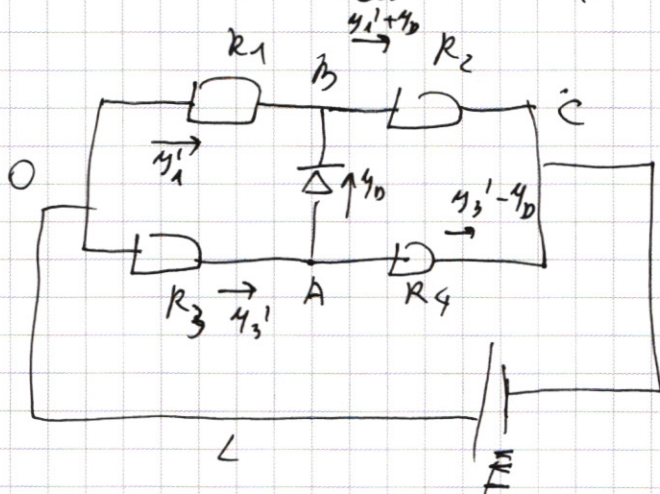
$$12 + 1 - \frac{12 \cdot 5}{6}$$

$$R_3 \leq \frac{220}{3}$$

3) мощность тепловых потерь на диоде

$$P_D = U_D I_D \Rightarrow I_D = \frac{P_D}{U_D}, \text{ где } I_D - \text{ток через диод.}$$

Расставим токи



Запишем II-ое правило
Кирхгофа для контура
 $OACB$:

$$E = I_1' R_1 + (I_1' + I_0) R_2$$

$$E = I_1' (R_1 + R_2) + I_0 R_2 \Rightarrow I_1' = \frac{E - I_0 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Теперь запишем II-ое правило Кирхгофа
для контура ~~OACAO~~:
OACAO:

$$0 = y_1 R_1 + y_1' + y_0$$

$$E = y_3' R_3 + (y_3' - y_0) R_4$$

$$E = y_3' (R_3 + R_4) - y_0 R_4 \Rightarrow y_3' = \frac{E + y_0 R_4}{R_3 + R_4} \quad (2)$$

II-ое правило Кирхгофа для контура OABO
 $0 = y_3' R_3 + U_0 - y_1' R_1 \Rightarrow y_3' R_3 = y_1' R_1 - U_0$.

Используя (1) и (2)

$$\left(\frac{E + y_0 R_4}{R_3 + R_4} \right) \cdot R_3 = \left(\frac{E - y_0 R_2}{R_1 + R_2} \right) R_1 - U_0$$

Вычислим y_1'

$$y_1' = \frac{E - y_0 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 - \frac{P_0}{U_0} R_2}{R_1 + R_2} =$$

$$= \frac{12 - 3 \cdot 1}{6} = \frac{3}{2} \text{ A.}$$

Тогда

$$y_1' R_1 - u_0 = \frac{3}{2} \cdot 5 - 1 = \frac{15}{2} - 1 = \frac{13}{2} \text{ В}$$

Представим числа (если везде сделать в СЧ, то и R_3 получится в СЧ)

$$\left(\frac{12 + 3 \cdot 22}{R_3 + 22} \right) R_3 = \frac{13}{2}$$

$$\frac{48 R_3}{R_3 + 22} = \frac{13}{2}$$

$$156 R_3 = 13 R_3 + 286$$

$$143 R_3 = 286$$

$$R_3 = \frac{286}{143} \text{ Ом.}$$

Ответ: 1) 2 А

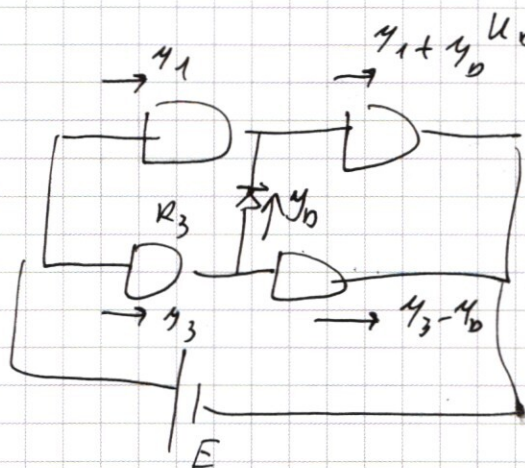
$$2) R_3 \leq \frac{220}{3} \text{ Ом}$$

$$3) R_3 = \frac{286}{143} \text{ Ом.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

43.3)

$$P_0 = U_0 \cdot I_0; I_0 = \frac{P_0}{U_0} = 3 \text{ A}$$



$$I_3 \cdot R_3 + 1 = 5I_1$$

$$I_3 R_3 = \frac{5I_1 - 1}{R_3}$$

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_0) R_2 = I_3 R_3 + (I_3 - I_0) R_4$$

$$5I_1 + I_1 + 3 = I_3 \cdot R_3 + 2I_3 - 66$$

$$6I_1 + 3 = 23I_3 - 66$$

$$6I_1 + 69 = I_3 (R_3 + 22)$$

$$I_3 = \frac{6I_1 + 69}{R_3 + 22} = \frac{5I_1 - 1}{R_3}$$

$$(5I_1 - 1)(R_3 + 22) = 5I_1 R_3 + 110I_1 - R_3 - 22$$

Е =

$$6I_1 R_3 + 69 R_3 = 5I_1 R_3 + 110I_1 - R_3 - 22$$

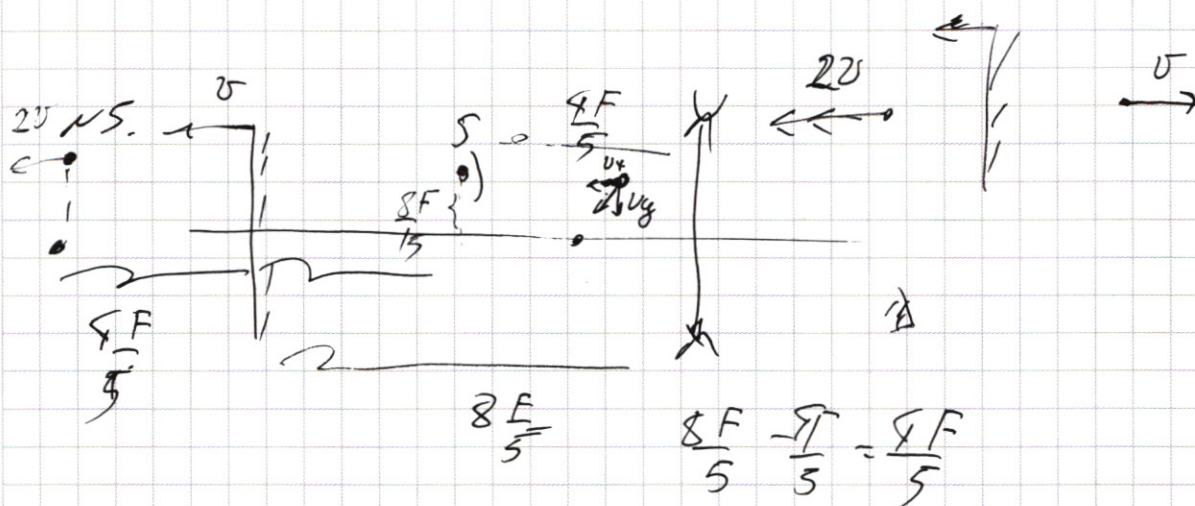
$$I_1 R_3 + 110I_1 - I_1 R_3 = 40R_3 + 22$$

$$I_1 = \frac{40R_3 + 22}{110 - R_3}$$

$$E = \frac{40 R_3 + 22}{110 - R_3} \cdot 5 + \left(\frac{40 R_3 + 22}{110 - R_3} - 3 \right) \cdot 22 = 12$$

$$\begin{array}{r} 330 \\ - 22 \\ \hline 308 \end{array}$$

$$\frac{(43 R_3 - 308) \cdot 22}{110 - R_3} = \frac{40 R_3 + 22 - 330 + 3 R_3}{110 - R_3}$$



$$\frac{4F}{5} + \frac{8F}{5} = \frac{12F}{5}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{5}{1}$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{5}{12F} - \frac{1}{6}$$

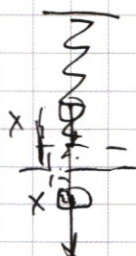
$$\frac{1}{6} = \frac{5}{12F} + \frac{1}{F} = \frac{17}{12F}$$

$$6 = \frac{12}{17} F$$

$$I = 8 \cdot \frac{12}{17} = \frac{96}{17} = \frac{15}{34}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



$$m, k, (a_1 = a_2), (\Delta x_1) = (\Delta x_2)$$

$$m a_1 = m g - F_1$$

$$m a_1 = 2,5 F_1 + m g$$

$$m g - F_1 = 2,5 F_1 + m g$$

$$1,5 F_1 = 2 m g$$

$$\frac{m v_{\max}^2}{2} = \frac{m g^2 \cdot \frac{m}{k}}{2}$$

$$= \frac{m^2 g^2}{2 k}$$

$$\frac{3}{2} F_1 = 2 m g$$

$$F_1 = \frac{4}{3} m g$$

$$a = \frac{g}{3}$$

$$a = \omega^2 x$$

$$m g$$

$$\dot{x}_{\max} = \frac{m g}{k}$$

$$\frac{E_{\max}}{E_{\max}} = 4$$

$$= \sqrt{\frac{m}{k}}$$

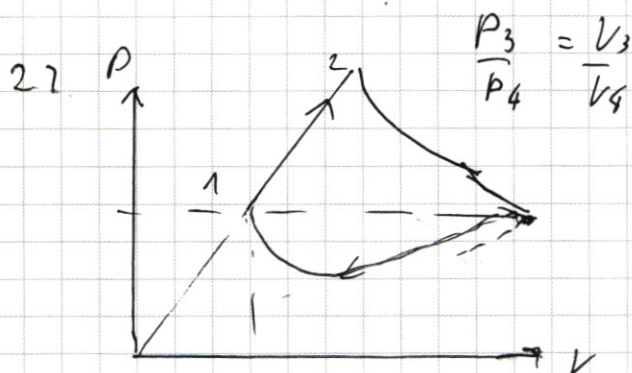
$$x = \frac{m g}{k} \cos \omega t$$

$$\dot{x} = \frac{m g}{k} \cdot \omega \sin \omega t = \frac{m g}{k \omega^2} \cdot \omega = \frac{m g}{k \omega} \sin \omega t$$

$$\left(\frac{\dot{x}_1}{\dot{x}_2} \right) = \varphi$$

$$3) E_{\max} = \frac{k A^2}{2} = \frac{k \frac{4 m^2 g^2}{k^2}}{2} = \frac{2 m^2 g^2}{k}$$

$$E_{k \max} = m g \cdot \frac{m g}{k}$$



$$P_2 V_2 = P_3 V_3$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{V_1} V_2$$

$$\frac{P_1 V_2^2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1} = k^2$$

$$P_2 = P_1 k^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

$$P_1 V_1 = P_4 V_4$$

$$P_2 = \frac{P_1 T_2^2}{T_1^2}$$

$$V_3 =$$

$$P \quad V \sim T^2$$

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{T_3^2}{T_4^2} \Rightarrow V_3 = \sqrt{k} T_3 = \sqrt{k} T_4 = \sqrt{k} T_1$$

$$2) \quad \frac{P_3}{P_4} = k = \frac{P_1}{P_4}$$

$$P_1 = P_2 \quad \frac{P_1 V_2^2}{V_1} = P_3$$

$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{1}{k^2} = \frac{V_4}{V_3}$$

$$P_2 V_2 = P_1 V_3$$

$$P_2 \cdot V_2 = P_1 V_4 \cdot k^2$$

$$P_4 =$$

$$V_3 = V_4 \cdot k^2$$

$$P_1 k^2 V_2 = P_1 k^2 V_4 \Rightarrow V_2 = V_4$$

$$3) \quad 2k$$

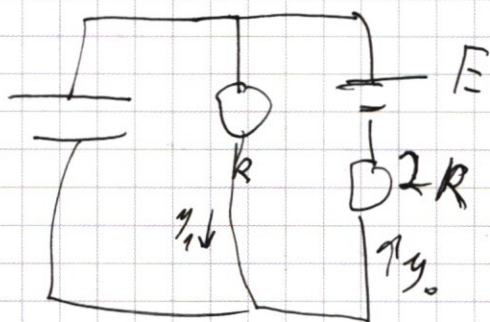
$$\begin{array}{r} 8 \\ 19 \\ 19 \\ 19 \\ \hline 141 \\ \hline 12 \\ \hline 1 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1) 0

2)



$$E = U_C + 2y_0 R$$

$$E = 2y_0 R + y_1 R$$

$$U_C = E - 2y_0 R$$

$$y_1 = \frac{E}{R} - 2y_0$$

$$P = U_C y_C =$$

$$= \left(3y_0 - \frac{E}{R}\right) (E - 2y_0 R) = 3E y_0 - 6y_0^2 R - \frac{E^2}{R} + 2E y_0$$

$$= 5E y_0 - 6y_0^2 R - \frac{E^2}{R}$$

$$\frac{dP}{dy_0} = 5E - 12y_0 R = 0 \Rightarrow y_0 = \frac{5E}{12R}$$

$$U_C = E - \frac{5}{6} E = \frac{1}{6} E \quad Q = \frac{1}{6} C E$$

$$P = 5E_0 \cdot \frac{5}{12} \frac{E}{R} - 6 \cdot \frac{25}{144} \frac{E^2}{R^2} R - \frac{E^2}{R} = \left(\frac{25}{12} - \frac{15}{144} - 1 \right) \frac{E^2}{R}$$

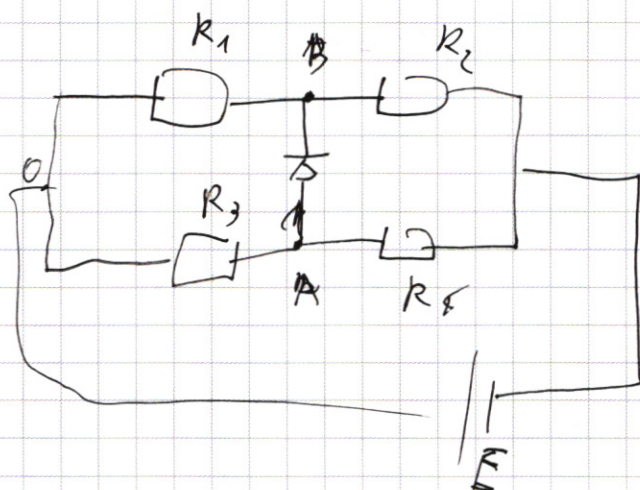
$$\frac{25}{12} - \frac{150}{144} - 1 =$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 12 \\ \hline 50 \\ 25 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 150 \\ + 144 \\ \hline 294 \end{array}$$

$$\left(\frac{300 - 294}{144} \right) \frac{E^2}{R} = \frac{6}{144} = \frac{1}{24} = \frac{1}{25} \frac{E^2}{R}$$

24.



$$y_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{5}{6}$$

$$(R_1 + R_2) \cdot R$$

$$y_i = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{1}{6} \text{ A.}$$

2)

$$y_3 = \frac{E}{R_4 + R_3}$$

$$\begin{cases} \varphi_0 - \varphi_A = y_3 R_3 \\ \varphi_0 - \varphi_B = y_1 R_1 \end{cases}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = y_1 R_1 - y_3 R_3 \geq U_0$$

$$y_1 R_1 - \frac{E}{R_4 + R_3} R_3 \geq U_0$$

$$\frac{5}{6} \cdot 12 - \frac{12 \cdot R_3}{22 + R_3} \geq 1$$

$$10 - \frac{12 R_3}{22 + R_3} \geq 1$$

$$3 \leq \frac{12 R_3}{22 + R_3}$$

$$66 + 3 R_3 \leq 4 R_3$$

$$R_3 \geq 66$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 15 \\ 15 \\ \hline 85 \\ 14 \\ \hline 255 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 3 \\ \hline 51 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 148 \\ \times 2 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 13 \\ \hline 66 \\ 22 \\ \hline 286 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 148 \\ \times 2 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$v_x = \Gamma^2 \cdot 2v$$

$$v_y = v_x \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$F - 12F = \frac{5}{14} F$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{12}{5}$$

$$\begin{array}{r} 35 - E \\ 12 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\frac{5}{8} E$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ + 12 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 156 \\ - 123 \\ \hline 143 \end{array}$$

$$x = \frac{mg}{k} \cdot \sin \omega t$$

$$x = -A \cos \omega t_1 = -A \cos \omega t_2$$

$$\dot{x} = A \omega \sin \omega t$$

$$\dot{x} = A \omega \sin \omega t_1$$

$$\dot{x} = A \omega \sin \omega t_2$$

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{P_3}{P_4}$$

$$V_3 =$$

$$\frac{P_1}{P_2} V_2 = P_3 V_3$$

$$\frac{P_1 V_2^2}{V_1} = P_3 V_3$$

$$\frac{P_1^2 V_2^2}{P_4 V_4} = \frac{P_3^2 V_4}{P_4}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$P_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot P_1$$

$$P_4 V_4 = P_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{P_4}{P_1} V_4$$

$V \sim A \sin$

$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} =$

~~0~~