

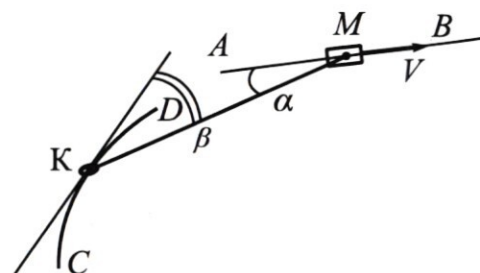
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

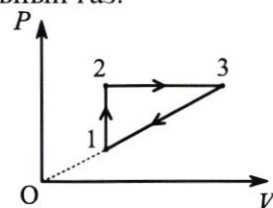
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

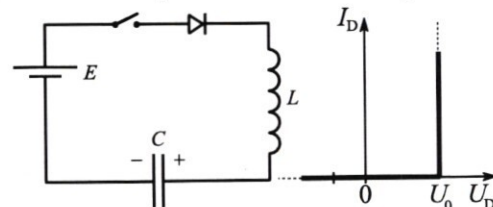
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

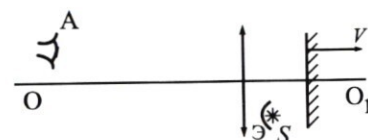
Ключ замыкают.

- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.



5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , 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 OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F 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

2. 1) процессе 13 - прямая пропорциональность. Это значит, что

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}. \text{ Обозначим } p_1 = p, p_3 = kp, \text{ где } k = \text{const} > 0. \\ V_1 = V, V_3 = kV, k > 1$$

Ур-ие Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT_1; kpV = \nu RT_2; k^2 pV = \nu RT_3$$

$$\Rightarrow T_3 > T_2 > T_1$$

Запишем первое начало терм-ки для процессов:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} > 0;$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + A_{23} > 0;$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + A_{31} < 0;$$

$\Delta T_{12} = T_2 - T_1 > 0$; $\Delta T_{23} = T_3 - T_2 > 0$; знаки A_{23} и A_{31} легко понять из графиков.

$$\Delta T_{31} = T_1 - T_3 < 0$$

Искомое отношение равно $\frac{C_{23}}{C_{12}}$. (или $\frac{C_{12}}{C_{23}}$)

$C_{23} = C_p$ - теплоёмкость при $p = \text{const}$; $C_{12} = C_v$ - теплоёмкость при $V = \text{const}$;

$$\left(\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3} \right) \text{ (для одноатомного газа } C_v = \frac{3}{2} R; C_p = \frac{5}{2} R) \\ \text{(или } \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5} = 0,6)$$

$$2) A_{23} = +S_{\text{кр}} = kp(k-1)V = k(k-1)pV;$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + k(k-1)pV = \frac{3}{2} (k^2 pV - kpV) + k(k-1)pV = \frac{5}{2} k(k-1)pV$$

$$\left(\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} k(k-1)pV}{k(k-1)pV} = \frac{5}{2} = 2,5 \right)$$

$$3) \eta = \frac{A_{1231}}{Q_H}; A_{1231} = S_{\text{кр}} = \frac{1}{2} (k-1)V \cdot (k-1)p = \frac{1}{2} (k-1)^2 pV;$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} (\nu RT_2 - \nu RT_1) + \frac{5}{2} k(k-1)pV = \frac{3}{2} (k-1)pV + \frac{5}{2} k(k-1)pV$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (k-1)^2 pV}{\frac{3}{2} (k-1)pV + \frac{5}{2} k(k-1)pV} = \frac{k-1}{3+5k};$$

$$\eta'_k = \frac{1(3+5k) - (k-1) \cdot 5}{(3+5k)^2} = \frac{8}{(3+5k)^2} > 0 \Rightarrow \eta \text{ растёт при увеличении } k.$$

(Q_H - сумма полученных теплот)

В предельном случае, т.е. при $k \rightarrow \infty$, получим макс. возможный η_m : $\eta = \frac{k-1}{3+5k} = \frac{1-\frac{1}{k}}{\frac{3}{k}+5}$; $\frac{1}{k} \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$.

$\eta_m = \frac{1}{5} = 0,2$ (η_m - максимальный КПД)

Ответ: 1) $\frac{5}{3}(\frac{3}{5})$; 2) 2,5; 3) 0,2 = 20%.

3. 1) Пусть отрицательно заряженная обкладка имеет нулевой потенциал. Тогда положительная - $E d$, где E - поле и/у обкладками. (E - однородное поле).

Начальный потенциал заряда равен φ_0 :

$$\varphi_0 = \frac{3}{4} d \cdot E = \frac{3}{4} E d;$$

$$3CЭ: \varphi_0 \cdot q = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = \frac{2 \varphi_0 q}{m} = 2 \varphi_0 \sigma.$$

$$23H: m a = q E \Rightarrow a = \sigma E = \text{const}$$

$$v_1 = a T = \sigma T E; \quad v_1^2 = \sigma^2 \cdot T^2 \cdot E^2$$

$$v_1^2 = \sigma^2 \cdot T^2 \cdot E^2 = 2 \cdot \frac{3}{4} E d \cdot \sigma \rightarrow T^2 \cdot \sigma E = \frac{3}{2} d \Rightarrow E = \frac{3d}{2\sigma T^2}$$

$$\left[v_1 = \sigma T E = \sigma T \cdot \frac{3d}{2\sigma T^2} = \frac{3d}{2T} \right]$$

2) $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{3d}{2\sigma T^2} \Rightarrow Q = \frac{3\epsilon_0 S d}{2\sigma T^2}$ ($E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$ т.к. $d \ll \sqrt{S}$)

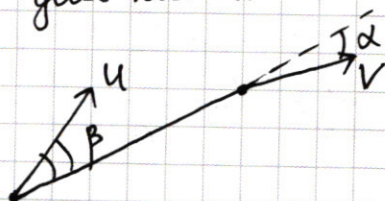
3) Вне конденсатора поле нет, т.к. на его обкладках одинаковые заряды. Значит вне κ на частицу не действуют никакие

силы, т.е. она движется по инерции с постоянной по модулю скоростью: $v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$; 2) $Q = \frac{3\epsilon_0 S d}{2\sigma T^2}$; 3) $v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$;

1. 1) Запишем кинематическую связь для кити:

$$v \cos \alpha = u \cos \beta \Rightarrow u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{75}{68} v = 75 \text{ см/с.}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) ЗСС: $\vec{V}_{\text{вс}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{пер}}$;
 $\vec{V}_{\text{вс}} = \vec{u}$; $\vec{V}_{\text{пер}} = \vec{V}$; $\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_{\text{вс}} - \vec{V}_{\text{пер}} = \vec{u} - \vec{V}$.

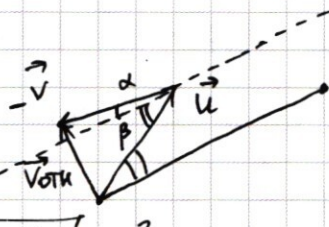
По Т. косинусов:

$$V_{\text{отн}}^2 = V^2 + u^2 - 2uV \cos(\alpha + \beta)$$

$$V_{\text{отн}} = \sqrt{V^2 + u^2 - \frac{2V^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2u^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{8}{17}; \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{5}$$

После подстановки получаем $V_{\text{отн}} = 77 \text{ см/с}$.

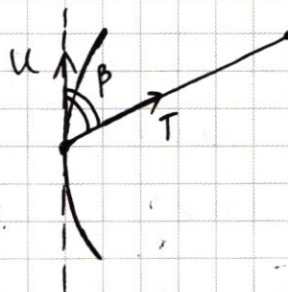


3) Кольцо движется по окружности.

$$23\text{н}: T \sin \beta = m \cdot \frac{u^2}{R}$$

$$T = \frac{mu^2}{R \sin \beta}; \quad u = 0,75 \text{ м/с} = \frac{3}{4} \text{ м/с};$$

$$\left(T = \frac{0,1 \cdot \frac{9}{16}}{\frac{19}{10} \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5 \cdot 3}{19 \cdot 16} = \frac{15}{304} \text{ Н.} \right) (\approx 0,05 \text{ Н})$$



Ответ: 1) 75 см/с; 2) 77 см/с; 3) $\frac{15}{304} \text{ Н.} (\approx 0,05 \text{ Н})$

4) 1). Сразу после замыкания ключа ток через катушку, а значит и во всей цепи, ещё не течёт. Если бы диод был закрыт,

то $U_L = 0 \Rightarrow U_0 = E - U_1 = 4\text{В} > U_0$ — противоречие

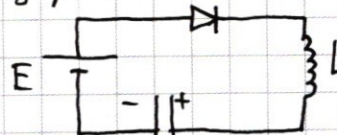
Напряжение на конденсаторе равно U ,

напряжение на диоде $U_0 = U_0$ (диод открыт)

Напряжение на диоде $U_0 = E - U_1 = 4\text{В}$, т.е.

диод открыт. Напряжение на диоде равно нулю

$$\text{На катушке: } U_L = E - U_1 = L \cdot \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = 30 \text{ А/с.}$$

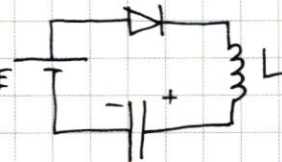


2) Две катушки в любой момент времени верны, что $U_L = L \cdot \dot{I}$; В момент $I = I_m \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow U_L = 0$.

Ток в цепи течёт, значит диод открыт. $\Rightarrow U_0 = U_0$.

$$U_c = E - U_0$$

3СЭ: $A_{ист.} = \Delta W + Q$; $Q=0$, т.к. сопротивления в цепи отсутствуют.



$$E \cdot \Delta q = W_k - W_{из} + 0;$$

$$\Delta q = C(E - U_0) - C U_1 = C(E - U_0 - U_1) \quad \text{— протёкший заряд.}$$

$$W_k = \frac{1}{2} C(E - U_0)^2 + \frac{1}{2} L I_m^2; \quad W_{из} = \frac{1}{2} C U_1^2$$

$$C(E - U_0 - U_1)E = \frac{1}{2} C(E - U_0)^2 + \frac{1}{2} L I_m^2 - \frac{1}{2} C U_1^2$$

$$I_m^2 = \frac{C}{L} (2E^2 - 2U_0E - 2U_1E + U_1^2 - E^2 + 2EU_0 - U_0^2)$$

$$I_m^2 = \frac{C}{L} (E^2 - 2U_1E + U_1^2 - U_0^2) = \frac{C}{L} ((E - U_1)^2 - U_0^2)$$

$$(I_m = \sqrt{\frac{C}{L} ((E - U_1)^2 - U_0^2)}) = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (16 - 1)} = \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \cdot 15} = 0,02\sqrt{15} \text{ A}$$

3) В установившемся режиме тока в цепи нет.

На диоде имеется остаточное напряжение U_0 .

Действительно, за микросекунды до остановки, ток в цепи ещё был, а значит на диоде было напряжение U_0 . В след. момент напряжение на диоде останется тем же, т.к. уменьшиться уже не может.

Процесс идёт след. образом: в цепи происходят гармонические колебания, в некоторый момент ток становится минимальным, после чего уменьшается, и в момент, когда он достигнет минимума, прекращается течь ~~напряжение~~, и все процессы останавливаются, т.к. диод не пускает ток в другом направлении. Фактически происходит полноволновое колебание. По остановке: $U_L = 0$, $U_c = E - U_0$; $\Rightarrow$ после остановки: $U_L = 0$, $U_c = E - U_0$.

(на конденсаторе напряжение не меняется скачком)

$$U_c = E - U_0 = 8 \text{ В} = U_2$$

← от нач. момента до конечного

3СЭ: $A_{ист.} = \Delta W + Q$; $Q=0$; Ток в цепи в уст. режиме нет.

Ответ: 1) ~~30 А/с~~; 2) ~~0,02√15 А (≈ 0,08 А)~~; 3) ~~8 В~~

$$A_{ист.} = E \Delta q = E(C U_2 - C U_1); \quad \Delta W = \frac{1}{2} C U_2^2 - \frac{1}{2} C U_1^2; \quad U_2 \text{ — конечное напряжение на конденсаторе.}$$

$$E C (U_2 - U_1) = \frac{1}{2} C (U_2^2 - U_1^2) \Rightarrow 2E = U_2 + U_1 \Rightarrow (U_2 = 2E - U_1 = 18 - 5 = 13 \text{ В})$$

Ответ: 1) 30 А/с; 2) 0,02√15 А (≈ 0,08 А); 3) $U_2 = 13 \text{ В}$;

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. 1) S' - отражение S в зеркале.

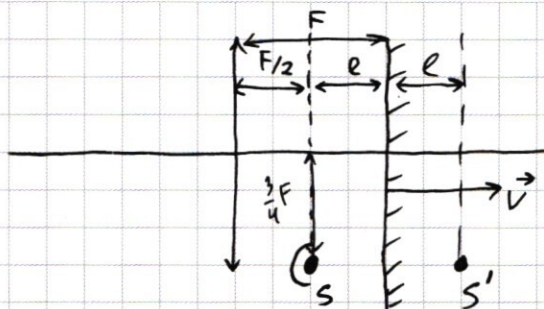
$$l = F - \frac{1}{2}F = \frac{1}{2}F - \text{расстояние от } S \text{ до зеркала.}$$

Запишем ф-у тонкой линзы

для предмета S' :

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F}; \quad d = \frac{1}{2}F + 2l = \frac{3}{2}F;$$

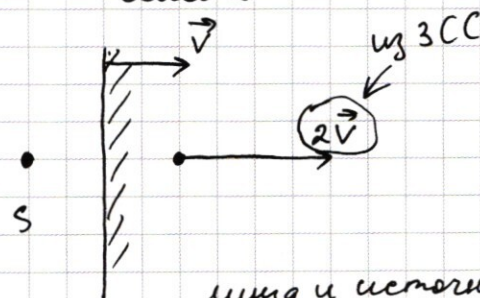
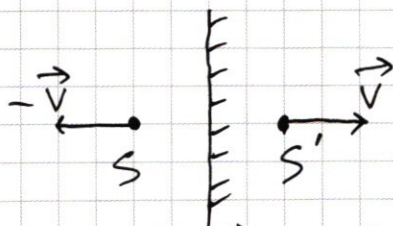
$$\left(f = \frac{\frac{3}{2}F \cdot F}{\frac{1}{2}F} = 3F \right)$$



2) По условию $\vec{v} \parallel OO_1$. Найдём скорость v' изображения S' :

В С.О. Зеркала:

В С.О. Земли



ЗСС: $\vec{v}_{\text{из}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}}, \quad \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}; \quad \vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}$

$$\vec{v}_{\text{из}} = 2\vec{v}$$

$$(2\vec{v} \parallel OO_1;)$$

линза и источник S
неподвижны по условию.

Т.О. у S' имеется только продольная скорость.

поперечная составляющая скорости равна нулю $\Rightarrow$ попер. ск-ть

изобр. в линзе также равна нулю $\Rightarrow$ изобр. в линзе имеет

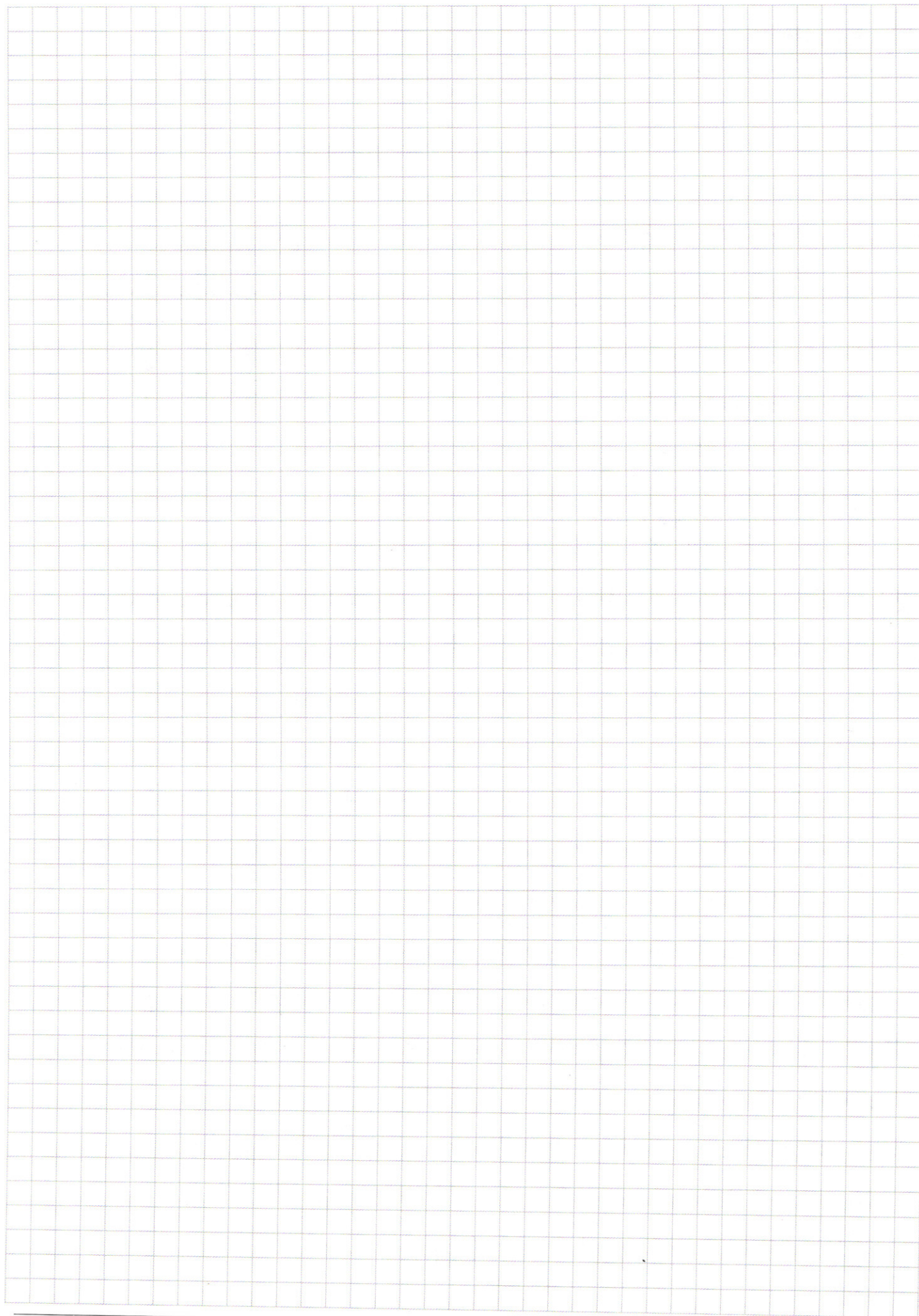
только продольную скорость $\Rightarrow (\alpha = 0^\circ)$

3) Запишем связь продольных скоростей: $\frac{u}{2v} = \Gamma^2$,

где u - ск-ть изобретения, Γ - увеличение ($\Gamma = \frac{f}{d}$);

$$(u = 2v \cdot \Gamma^2 = 2v \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 = 2v \cdot \left(\frac{3F}{\frac{3}{2}F}\right)^2 = 8v)$$

Ответ: 1) $3F$; 2) $\alpha = 0^\circ$; 3) $8v$;

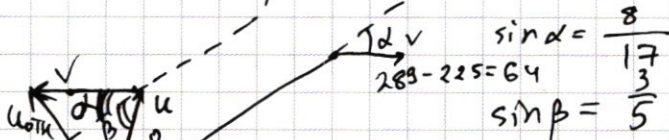
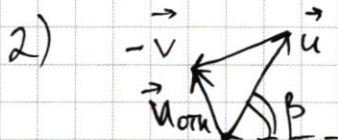


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. 1) $V \cos \alpha = u \cos \beta \Rightarrow u = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = \frac{75}{68} V = 75 \text{ см/с};$



$$u_{отн}^2 = V^2 + u^2 - 2 \cdot V \cdot u \cdot \cos(\alpha + \beta) = V^2 + V^2 \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2V^2 \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)$$

$$u_{отн}^2 = V^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \cdot (\cos^2 \alpha - \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \tan \beta) \right)$$

60 - 24 = 36

$$u_{отн} = V \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)} =$$

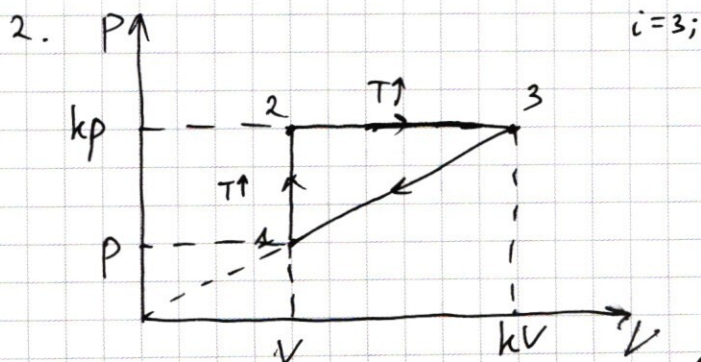
$$= V \cdot \sqrt{1 + \frac{75^2}{68^2} - 2 \cdot \frac{75}{68} \left(\frac{60}{89} - \frac{24}{85} \right)} = \sqrt{1 + \frac{75^2}{16 \cdot 17^2} - \frac{270}{17^2}} =$$

$$\frac{15}{85} \cdot \frac{75}{68} = \frac{135}{289} = \frac{75^2}{289} = 4900 + 700 + 25 = 5625$$

3) $m \frac{u^2}{R} = T \sin \beta \Rightarrow T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} = \frac{0,1 \cdot 75^2 \cdot 10^{-4}}{1,9 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5 \cdot 75^2 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 19} =$

$$= \frac{5 \cdot 75 \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{19} \approx \frac{75 \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{4} = \frac{75 \cdot 25^2 \cdot 10^{-4}}{100} = 0,75 \cdot 625 \cdot 10^{-4} = 0,75 \cdot 0,0625 =$$

0,047 Н;



$$pV = \nu RT_1; kpV = \nu RT_2; k^2 pV = \nu RT_3$$

$$(T_3 > T_2 > T_1) \quad \nu R(T_3 - T_2) =$$

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} \cdot \nu = (k^2 - k) pV = k(k-1) pV$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = C_{12} \Delta T_{12} \nu \Rightarrow C_{12} = C_V; C_{23} = C_p$$

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_V}{C_p} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6$

2) $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + kp \cdot (k-1)V = \frac{5}{2} k(k-1) pV;$

$$\frac{\frac{5}{2} k(k-1) pV}{\frac{5}{2}} = \frac{\frac{5}{2} k(k-1) pV}{k(k-1) pV} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$\nu R \Delta T_{12} = (k-1) pV$

$$3) \quad \eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H};$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{12} + \frac{5}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} =$$

$$= \frac{3}{2} (k-1) pV + \frac{5}{2} k(k-1) pV;$$

$$-Q_X = Q_{31} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{31} + A_{31} =$$

$$= -\frac{3}{2} (k^2 - 1) pV - \frac{1}{2} (k+1) p \cdot (k-1) V = -2(k^2 - 1) pV;$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{2(k^2 - 1) pV}{(k-1) \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} k \right) pV} = 1 - \frac{2(k+1)}{\frac{3}{2} + \frac{5}{2} k} = 1 - \frac{4(k+1)}{3+5k}$$

$$\eta'_{kk} = \frac{-4(3+5k) + 4(k+1) \cdot 5}{(3+5k)^2} = \frac{12 + 20k - 20k - 20}{(3+5k)^2} = -\frac{8}{(3+5k)^2} < 0;$$

$$\Rightarrow \eta_{\max} \text{ при } k=0;$$

$$\eta = \frac{4}{3} = 1.33$$

$$1 - \frac{4(k+1)}{3+5k} > 0$$

$$4(k+1) < 3+5k$$

$$k > 1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{12} =$$

$$= \frac{3}{2} (k-1) pV$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} k(k-1) pV + (k-1) pV$$

$$= \frac{5}{2} k(k-1) pV$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}; \quad \eta = \frac{A}{Q_H};$$

$$A = \frac{1}{2} (k-1)^2 pV;$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (k-1)^2 pV}{\frac{3}{2} pV(k-1) + \frac{5}{2} pV k(k-1)} = \frac{(k-1)^2 pV}{3pV + 5pV k}$$

$$\eta = \frac{k-1}{3+5k};$$

$$\eta' = \frac{(3+5k) - 5(k-1)}{(3+5k)^2} = \frac{8}{(3+5k)^2} > 0;$$

$$k \rightarrow \infty; \quad \eta \rightarrow \frac{1}{5} = 0.2.$$

$$3. \quad s; d; (d \ll \sqrt{s}); \quad T; \quad \frac{q}{m} = \sigma;$$

$$E = 2 \cdot \frac{Q}{2\epsilon_0 s} = \frac{Q}{\epsilon_0 s};$$

$$F_3 = qE = \frac{qQ}{\epsilon_0 s};$$

$$ma = \frac{qQ}{\epsilon_0 s} \Rightarrow a = \frac{qQ}{\epsilon_0 sm} = \text{const.}$$

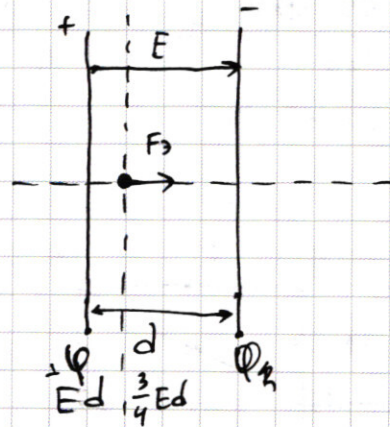
$$V_1 = aT = \frac{qQT}{\epsilon_0 sm};$$

$$F_3 = qE = ma \Rightarrow a = \sigma E = \text{const}; \quad V_1 = \sigma TE;$$

$$3(\exists): \quad \frac{3}{4} Edq = \frac{1}{2} mV_1^2 + 0 \Rightarrow V_1^2 = \frac{3Edq}{2m} = \sigma^2 T^2 E^2$$

$$\frac{3Ed}{2} = \sigma^2 T^2 E \Rightarrow E = \frac{3d}{2\sigma T^2};$$

$$V_1 = \sigma TE = \sigma \cdot \frac{3d}{2\sigma T^2} = \frac{3d}{2T};$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $Q = \epsilon_0 S E = \epsilon_0 S \cdot \frac{\Delta d}{2\sigma T^2}$; 3)

1) $(U + \frac{3}{4} E d) q = \frac{1}{2} m v_1^2 + \varphi q \Rightarrow E = \frac{\Delta d}{2\sigma T^2} \dots$

3) $\frac{1}{2} m v_1^2 + \varphi q = \frac{1}{2} m v_2^2 \Rightarrow v_2^2 = v_1^2 + \frac{2 m \varphi q}{m} = v_1^2 + 2 \sigma \varphi$

Вне конденсатора на нас нет. Значит на нее не действует. $v_2 = v_1 = \frac{\Delta d}{2T}$

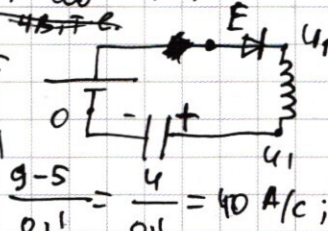
$\varphi = (4 - 0,1)^2 = 16 + 0,01 - 8 \cdot 0,1 = 16 - 0,8 + 0,01 = 15,21$
 $\frac{2 m \varphi q}{m} = v_1^2 + 2 \sigma \varphi$
 $3,9 \quad 3,85$
 $(4 - 0,15)^2 = 16 + 0,0225 - 8 \cdot 0,15 = 16 - 1,2 + 0,0225 = 14,8225$

4. $E = 9B$; $C = 40 \mu F$; $U_1 = 5B$; $L = 0,1 H$; $U_0 = 7B$

1) $U_C(0) = U_1$

$U_2 = E - U_1 = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E - U_1}{L}$

включая $U_0 = E - U_1 = 4B$
~~дуга открыта.~~



$I = U_1'$

2) Рассм. момент, когда ток в цепи максимален без дуги.

Без дуги ток будет рос бы до тех пор, пока на конденсаторе напряжение не станет максимальным, т.е. равным $U_C(t) = E$. при этом ток всё время растёт т.к. напряжение в нашей цепи растёт $\Rightarrow$

$E - U_0 - U = \frac{1}{2} C U^2 + \frac{1}{2} L I_m^2 - \frac{1}{2} C U_1^2$

$C(U - U_1)E = \frac{1}{2} C U^2 + \frac{1}{2} L I_m^2 - \frac{1}{2} C U_1^2$

$2C(U - U_1)E = C(U^2 - U_1^2) + L I_m^2$

$L I_m^2 = C(U - U_1)(2E - U - U_1)$

$L I_m^2 = C(E - U_0 - U_1)(2E - E + U_0 - U_1) = C(E - U_0 - U_1)(E + (U_0 - U_1)) =$

$L I_m^2 = C \cdot (E - U_1 - U_0)(E - U_1 + U_0) = C((E - U_1)^2 - U_0^2)$

$I_m = \sqrt{\frac{C}{L} ((E - U_1)^2 - U_0^2)} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot (36 - 1)} = \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \cdot 15}$

$I_m = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{15} \approx 8 \cdot 10^{-2} = 0,08 A$

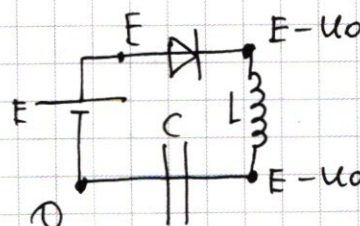
3) Вых. решение: $U_C = E - U_0 = 8B$

$I = 0$; $U_1 = \frac{15}{200} = \frac{1}{20} = 0,05 H$

$\Delta W_{\text{ист}} = \Delta W$

$\frac{1}{2} C U^2 = C(U - C U_1)E = \frac{1}{2} C U^2 - \frac{1}{2} C U_1^2$

$2(U - U_1)E = U^2 - U_1^2 \Rightarrow 2E = U + U_1 \Rightarrow U = 2E - U_1$



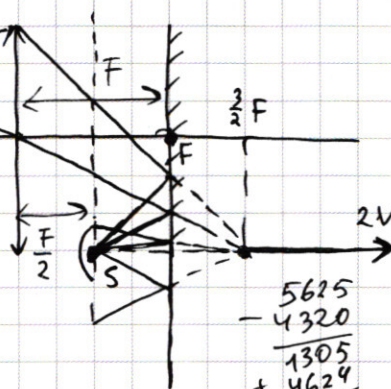
$U = 2E - U_1 = 16 - 5 = 11B$

5. 1)

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{2}{3}F \cdot F}{\frac{1}{3}F} = 3F$$

2)

$$\begin{array}{r} 2 \\ 75 \\ 175 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$



$$68 = 70 - 2$$

$$4900 - 280 + 4$$

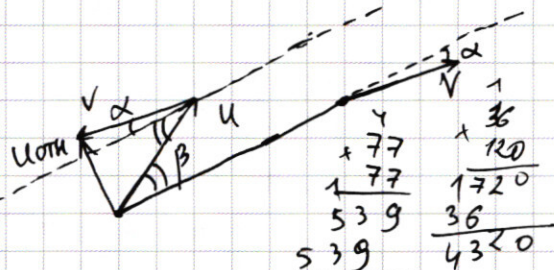
$$36 \cdot 120 = 10 \cdot 3 \cdot 12 = 30 \cdot 144 = 3000 + 1200 + 120 =$$

① 1) $V \cos \alpha = u \cos \beta \Rightarrow u = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{15/17}{4/5} = \frac{75}{68} V = 75 \text{ cm/s};$

2) По Т. косинусов:

$$u_{\text{отн}}^2 = V^2 + u^2 - 2Vu \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$$



$$u_{\text{отн}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85} = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 36 = 68^2 + 75^2 - 576 = 5929$$

$$u_{\text{отн}}^2 = 4900 - 280 + 4 + 4900 + 700 + 25 - 3000 - 1200 - 120 = 9800 + 420 + 29 - 4320 = 5929$$

$$u_{\text{отн}} = \sqrt{5929} = 77 \text{ cm/s}$$

3) $m \frac{u^2}{R} = T \sin \beta$

$$\frac{19}{10} \cdot \frac{3}{5} = 0.75 = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{10} \cdot \frac{9}{16} = \frac{5 \cdot 3}{8 \cdot 16} = \frac{15}{128} = \frac{1}{8.53}$$

$$\frac{3}{2} F - F = \frac{1}{2} F = 3F \cdot \frac{408}{4624}$$

5. 1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} =$

2) $\alpha = 0^\circ$; 3)

Изменение гравитации со скоростью 2V от Земли по углам 0° к 60° .

3) $u = \Gamma^2 V = \left(\frac{F}{d}\right)^2 V = \left(\frac{F}{d-F}\right)^2 V = \left(\frac{3F}{2F}\right)^2 V = 4V;$

$$68 = 17 \cdot 4$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85};$$

$$u_{\text{отн}}^2 = V^2 + u^2 - 2Vu \cos(\alpha + \beta) = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85} = 68^2 + 75^2 - 576 = 5929$$

$$= 4624 + 5625 - 4320 = 5929 = 77^2 \Rightarrow u_{\text{отн}} = 77$$

$$\begin{array}{r} u^2 \\ 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 5929 \end{array}$$