Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21200952**

ID профиля: **333737**

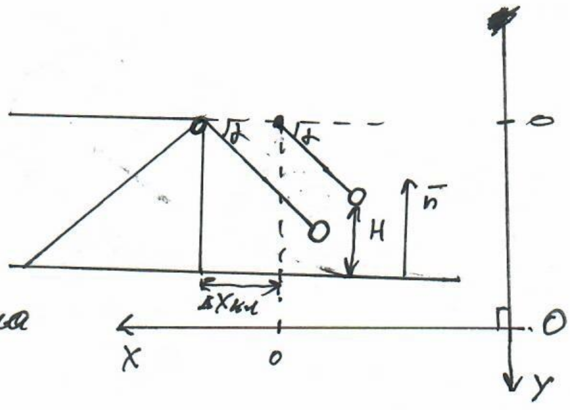
Вариант 4

Задача 1

Дано:
$\cos\alpha = \frac{8}{17}$
H

$\angle(\overline{a_ш}\ \overline{n})$ - ?
$a_{кл}$ - ?
$\frac{m}{M}$ - ?
T - ?

$a_{кл}, \Delta x_{кл}, \dots$ – характеристики клина
$a_ш, \Delta x_ш, \dots$ – характеристики шара
m – масса шара
M – масса клина
T – время достижения шаром стола
$\overline{n}$ – вертикаль



1. Пусть за некое малое время Δt после ~~...~~ отпускания шара клин сдвинулся на $\Delta x_{кл}$ тогда т.к нить не растяжимая её длина после точки касания с блоком увеличилась на $\Delta x_{кл}$.

$a_{кл}\Delta t^2 = \Delta x$
$\Delta t = \sqrt{\frac{\Delta x}{a_{кл}}}$

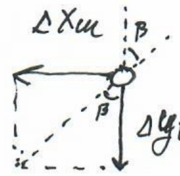
$l_0 = l_0$
$l_1 = l_0 + \Delta x_{кл}$

$\Rightarrow \Delta x_ш = x_{ш1} - x_{ш2}$
$x_{ш1} = -l_0 \cdot \cos\alpha$
$x_{ш2} = \Delta x_{кл} - l_1\cos\alpha = \Delta x_{кл} - \Delta x_{кл}\cos\alpha - l_0\cos\alpha$
$\Delta x_ш = \Delta x_{кл}(1-\cos\alpha)$

$\Delta y_ш = y_{ш1} - y_{ш0}$
$y_{ш1} = l_0 \sin\alpha$
$y_{ш2} = (l_0 + \Delta x_{кл})\sin\alpha$
$\Delta y_ш = \Delta x_{кл}\sin\alpha$

Тогда за Δt шар сместился по оси x на $\Delta x_ш = \Delta x_{кл}(1-\cos\alpha)$
по оси Ox на $\Delta y_ш = \Delta x_{кл}\sin\alpha$
$\Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{\Delta x_ш}{\Delta y_ш} = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$

Если β – угол наклона перемещения относительно вертикали
$\beta = \angle(\overline{S_ш}; \overline{n})$



но заметим т.к в системе нет начальных скоростей всех тел $\Rightarrow$ $\overline{S_ш} \uparrow\uparrow \overline{v}$; $\overline{v} \uparrow\uparrow \overline{a} \Rightarrow \overline{S_ш} \uparrow\uparrow \overline{a} \Rightarrow$. $\beta = \angle(\overline{a_ш}; \overline{n}) \Rightarrow$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1-\frac{8}{17}}{\sqrt{1^2-\left(\frac{8}{17}\right)^2}} = \frac{\frac{9}{17}}{\frac{15}{17}} = \frac{9}{15}$$

2. из п.1. ~~...~~. $\angle(\overline{S_ш}; \overline{n}) = \beta \Rightarrow$ а смещение шарика по Ox: $\Delta x_ш = \Delta x_{кл}(1-\cos\alpha)$

$\Rightarrow \Delta x_ш = H \cdot \operatorname{tg}\beta \Rightarrow \Delta x_{кл}(1-\cos\alpha) = H\operatorname{tg}\beta$
$\Delta x_{кл} = \frac{H\operatorname{tg}\beta}{1-\cos\alpha}$
или
$H = \Delta x_{кл}\sin\alpha$
$\Delta x_{кл} = \frac{H}{\sin\alpha}$

$\Rightarrow a_{кл} = \frac{\Delta x_{кл}}{T^2}$ в этом случае

~~...~~ из п.1. $\Rightarrow$ если ускорение клина $a_{кл}$ то $a_{шy} = a_{кл}\sin\alpha$
$a_{шx} = a_{кл}(1-\cos\alpha)$

Тогда запишем 2ой Закон Ньютона для шарика:

$\overline{T} + \overline{mg} = \overline{a_ш m}$ на Ox: $T\cos\alpha = a_{кл}(1-\cos\alpha)m$
на Oy: $-T\sin\alpha + mg = a_{кл}\sin\alpha\, m$

$$T=\frac{a_{кл}(1-\cos\alpha)m}{\cos\alpha} \Rightarrow \frac{-a_{кл}(1-\cos\alpha)m}{\cos\alpha}\cdot\sin\alpha+mg=a_{кл}\sin\alpha\, m$$

$$-a_{кл}\sin\alpha+a_{кл}\cos\alpha\sin\alpha+g\cos\alpha=a_{кл}\sin\alpha\cos\alpha$$

$$g\cos\alpha=a_{кл}\sin\alpha$$

$$a_{кл}=\frac{g\cos\alpha}{\sin\alpha}=\frac{g}{tg\alpha}=\frac{10м/с^2\cdot\frac{8}{17}}{\frac{15}{17}}\approx 5,3м/с^2$$

3. из П1. $a_{кл}=\frac{\Delta X_{кл}}{T^2}$, $\Delta X_{кл}=\frac{H}{\sin\alpha}$ $\Rightarrow T^2=\frac{\Delta X_{кл}}{a_{кл}}$

$$T=\sqrt{\frac{H}{\sin\alpha\, a_{кл}}}=$$

4. По закону сохранения механической энергии

$$\frac{V_ш^2 m+V_{кл}^2 M}{2}=mgH$$

$V_ш \sim a_ш$, $V_{кл}\sim a_{кл}$ $\Rightarrow$?

$$\frac{V_ш}{V_{кл}}=\frac{a_ш}{a_{кл}}.$$

В этом пункте рассматривается переход от начального состояния системы к моменту касания шара доски

$$a_ш=\sqrt{(a_{кл}(1-\cos\alpha))^2+a_{кл}^2\sin^2\alpha}=a_{кл}\sqrt{1-2\cos\alpha+\sin^2\alpha+\cos^2\alpha}=$$

$$=a_{кл}\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$

$$\frac{V_ш}{V_{кл}}=\frac{a_{кл}\sqrt{2(1-\cos\alpha)}}{a_{кл}}.$$

$$V_ш=V_{кл}\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$

$$V_ш^2=V_{кл}^2\, 2(1-\cos\alpha)$$

$$-V_ш^2 m+2mgH=V_{кл}^2 M$$

$$m(gH-V_ш^2)=V_{кл}^2 M.$$

$$\frac{m}{M}=\frac{gH-V_{кл}^2(2-2\cos\alpha)}{V_{кл}^2}=\frac{gH}{V_{кл}^2}-2+2\cos\alpha$$

$$V_{кл}=a_{кл}T= \;=?$$

$$\frac{m}{M}=\frac{gH}{\left(a_{кл}\sqrt{\frac{H}{\sin\alpha\, a_{кл}}}\right)^2}-2+2\cos\alpha=$$

$$=\frac{gH\cdot\sin\alpha}{a_{кл}H}+2\cos\alpha-2=\frac{gH\sin\alpha}{\frac{g\cos\alpha}{\sin\alpha}\cdot H}+2\cos\alpha-2=$$

$$=\frac{\sin^2\alpha+2\cos^2\alpha-2\cos\alpha}{\cos\alpha}=\frac{1+\cos^2\alpha-2\cos\alpha}{\cos\alpha}\approx 0,06$$

Дано:

$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

M – молярная масса газа.

T_0

$T_1 = \frac{3}{4} T_0$

$Q_1 - ?$

$T_p - ?$

$A_{min} - ?$

$Q = \nu \cdot C(T) dT$

$$\Delta Q = \nu \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} dT = \frac{9}{5} \nu R \frac{1}{T_0} \cdot \left(\frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2 T_0^2}{2} - \frac{T^2}{2} \right) =$$

$$= -\frac{63}{160} \nu R T_0$$

$$\boxed{Q = -\Delta Q = \frac{63}{160} \nu R T_0}$$

Ответ: $\frac{63}{160} \nu R T_0$

Первое начало термодинамики:

$\Delta U = Q - A_2$. $A_2 > 0$

$$Q = +\Delta Q = \int_{T_0}^{T_1} +\frac{9}{5} \nu R \frac{T}{T_0} = +\frac{9}{5} \nu R \frac{1}{T_0} \left(\frac{T_1^2 - T_0^2}{2} \right)$$

Гелий одноатомный газ $\Rightarrow i = 3$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0)$$

$A_2 = Q - \Delta U \Rightarrow Q > \Delta U$

$$\frac{9}{5} \nu R \frac{1}{T_0} \frac{(T_1 - T_0)(T_1 + T_0)}{2} > \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0)$$

$T_1 < T_0 \Rightarrow T_1 - T_0 < 0$

$$\frac{9(T_1 + T_0)}{5 T_0} < 3$$

$$9T_1 + 9T_0 < 15 T_0$$

$$9T_1 < 6 T_0$$

$$T_1 < \frac{6 T_0}{9}$$

$$T_1 < \frac{2 T_0}{3}$$

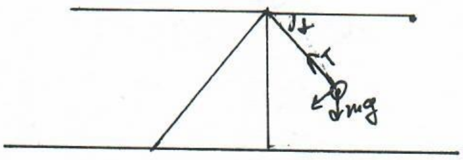
При $T_1 = \frac{2 T_0}{3} + \Delta T$, $\Delta T \to 0$

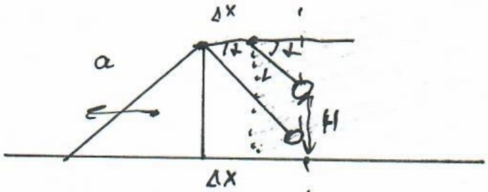
$$\frac{9}{5} \nu R \frac{1}{T_0} \frac{(T_1 - T_0)(T_1 + T_0)}{2} \gg \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0) \Rightarrow$$

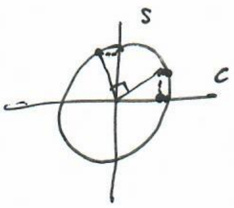
$Q > \Delta U \Rightarrow A = Q - \Delta U > 0$

Ответ: при $T_1 < \frac{2T_0}{3}$, $A_2 > 0$

Черновик.

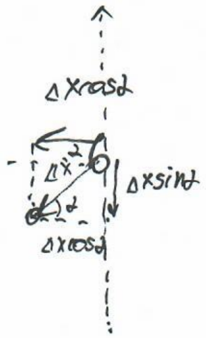






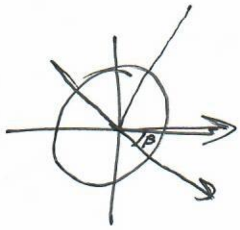
$\Delta x = at^2$

$t = \sqrt{\frac{\Delta x}{a}}$



$\Delta x_u = L + \Delta x \cos\alpha - L = \Delta x \cos\alpha$

$\Delta y_u = \Delta x \sin\alpha$



$\frac{T}{4}^2$

0,221453

289

15

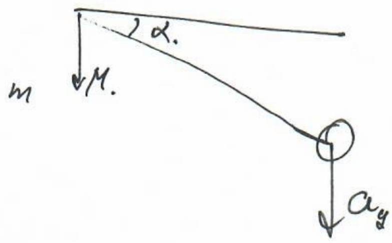
$\left(\frac{8}{17}\right)^2 + 1 - 2 \cdot \frac{8}{17}$ $\quad 90+\alpha$

$$\int_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}\, dT = \frac{9}{5} R \frac{1}{T_0} \cdot \left(\frac{T^2}{2}\right)\Big|^{T_0}$$

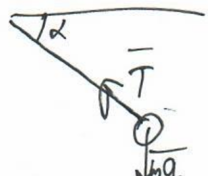
H

$\frac{14}{\cdot}$ $\quad \frac{\dot{}}{H}$

$\frac{\frac{7}{16}}{2}$ $\quad \frac{\frac{9}{16} - \frac{1}{}}{2}$



$pV = \nu RT$



$T = \frac{a_k(1-\cos\alpha)m}{\cos\alpha}$

$a_{ku} \cdot \sin\alpha = a_y$

$\frac{T \cdot \cos\alpha}{m} = a_k(1-\cos\alpha)$

$aT^2 = a_{ku} T^2 \sin\alpha$

$\frac{m}{M}$

$\frac{mg - T\sin\alpha}{m} = a_k \sin\alpha$

$\frac{mg - \frac{a_k(1-\cos\alpha)m\sin\alpha}{m\cos\alpha}}{} = a\sin\alpha$

$mV_1^2 + MV_2^2 = 2mgH$

$v^2(m + kM) = 2mgH$

$g - a\sin\alpha + a\cos\alpha\sin\alpha = a\sin\alpha\cos\alpha$

$v^2 = \sqrt{\frac{2mgh}{m+kM}}$

$a = \frac{g}{\sin\alpha}$

$\frac{9}{5}R$

Часть 2

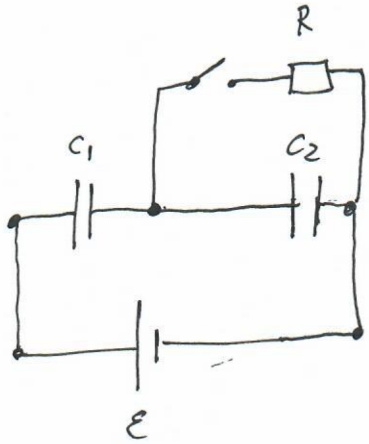
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21200952**

ID профиля: **333737**

Вариант 4

Задача 3



Дано:
ε, R
$C_2 = C$
$C_1 = 5C$

1. До замыкания ключа заряжаются конденсаторы C_1 и C_2 подключённые последовательно $\Rightarrow \Sigma C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{5C^2}{6C} = \frac{5}{6}C$ тогда заряд будет: $q = UC = \frac{5}{6}\varepsilon C$

и заряд конденсаторов равны. ~~по правилу м-у конденсат~~ $\Rightarrow$

$q = q_1 = q_2 = \frac{5}{6}\varepsilon C$ тогда сразу после замыкания ключа на концах резистора R возникнет разность потенциалов равная $U_R = \frac{q}{C_2} = \frac{5}{6}\varepsilon C \cdot \frac{1}{C} = \frac{5}{6}\varepsilon \Rightarrow$

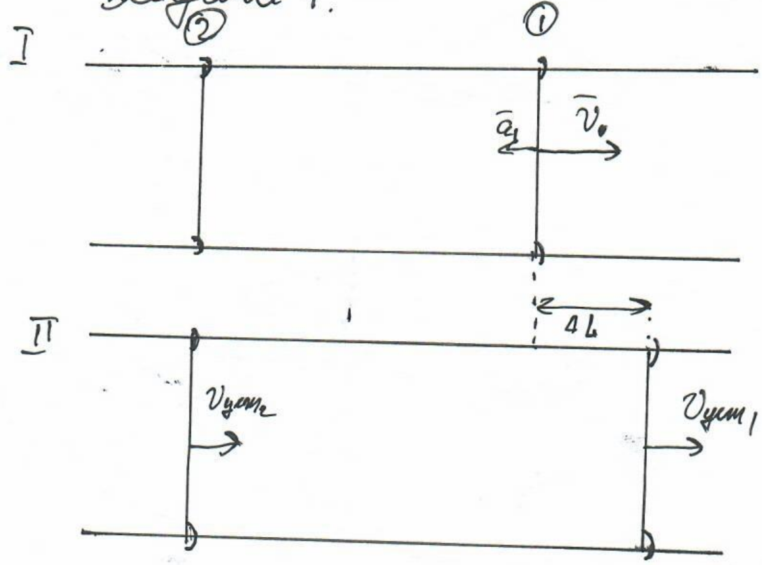
$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{5\varepsilon}{6R}$

2. Через длительное время после замыкания ключа $I_R = 0 \Rightarrow$ на R падение напряжения равно $0 \Rightarrow \varepsilon = U_{C_1}$ и $U_{C_2} = 0 \Rightarrow$ конденсатор C_2 разрядился $\Rightarrow$ „ушёл" заряд равный $\frac{5}{6}\varepsilon C$ $\Rightarrow$ такой же заряд протёк и по R в силу || соединения. С протеканием этого заряда и заряда C_1 U_R постепенно уменьшалось с $U_{R0} = \frac{5}{6}\varepsilon$ до $U_{R\kappa} = 0 \Rightarrow U_{R\,ср} = \frac{\frac{5\varepsilon}{6} + 0}{2} = \frac{5\varepsilon}{12}$.

$\Rightarrow Q = qU = \frac{5}{6}\varepsilon C \cdot \frac{5\varepsilon}{12} = \frac{25}{72}\varepsilon^2 C$

Ответ: $\frac{5\varepsilon}{6R}$; $\frac{25}{72}\varepsilon^2 C$

Задача 4.



Дано:
L.
$m_1 = 2m$
$m_2 = m/2$
$R_1 = R$
$R_2 = 5R$
v_0

---

a_1 - ?
$v_{уст 1}, v_{уст 2}$ - ?
ΔL - ?

I.,
$$S(t) = S_0 + v_0 t$$
$$\varepsilon_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(S(t)\cdot B)}{dt} = \frac{dS}{dt}\cdot B = v_0 B$$
$$\Sigma R = R_1 + R_2 = R + 5R = 6R.$$
$$I = \frac{\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{v_0 B}{6R}$$ по закону ома.

$F_A = ILB$ т.к $I \perp \bar{B}$

$\bar{F}_A \uparrow\downarrow \bar{v}$

По ~~Втор~~ второму закону Ньютона
$$\bar{F}_A = \bar{a}_1 m_1$$
$$a_1 = \frac{F_A}{m_1} = \frac{ILB}{2m} = \frac{v_0 B^2 L}{12Rm}$$

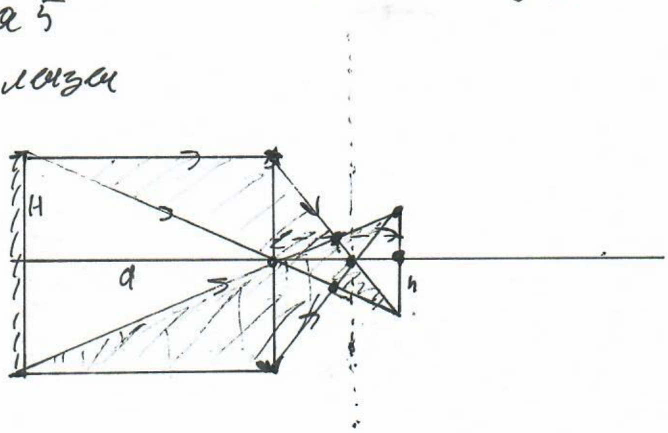
II, 1) ~~[illegible]~~
$$S(t) = S_0 + (v_{уст 1} - v_{уст 2})t$$
$$\varepsilon_i = \frac{dS}{dt}\cdot B = (v_{уст 1} - v_{уст 2})B$$
$$\Sigma R = 6R$$
$$I = \frac{(v_{уст 1} - v_{уст 2})B}{6R}$$
$$F_A = ILB$$
$F_A = am$, но $a = 0$ т.к скорости установились и не изменяются =>
$$ILB = 0 \Rightarrow I_0 = > v_{уст 1} = v_{уст 2}$$

Задача 5

Дано:
$F = 24 см$
$H = 9 см$
$d = 96 см$
$L_a = 24 см$
$x_2 - ?$

1) По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

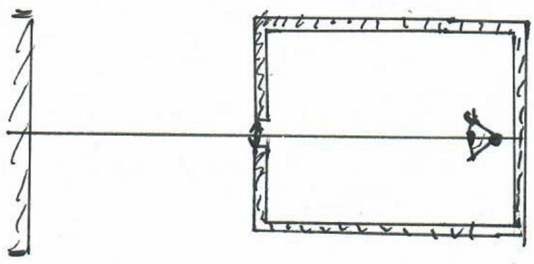


$$f = \frac{1}{\frac{d}{Fd} - \frac{F}{Fd}} = \frac{Fd}{d-F}$$

$x_2 = f + L_a$. т.к. изображение машины на расстоянии f от линзы, а глаз настраивается на изображение машины также на расстоянии объектов удалённых от него L_a

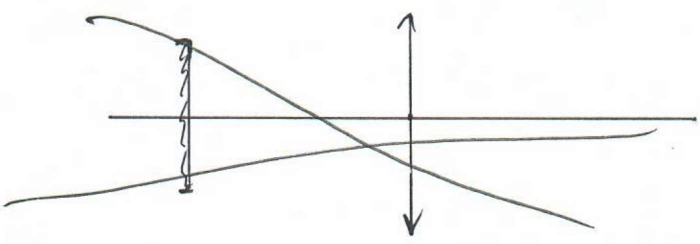
$$x_2 = L_a + \frac{Fd}{d-F} = 24 см + \frac{24 см \cdot 96 см}{(96-24) см} = 56 см$$

2) Это может быть достаточно маленьким ~~во условии~~ ~~затвором~~ (~~для~~ при условии расположения задачи в геом. оптике). Если сделать маленькой линзу то изображение будет трудно заметить, но возможно, к примеру предотвратив попадание света от других источников в глаз.



Получится просто камера обскура, но с линзой.

3)



2) $S(t) = S_0 + (v_1 - v_2)\,t$ $\quad v_1 = v_0 - a_1 t$ $\quad v_2 = [redacted] + a_2 t$

~~Черновик~~ Черновик

1

$\cancel{\varepsilon_1 = (v_1 - v_2)B}$

$S(t) = S_0 + (v_0 - a_1 t - a_2 t)\,t = S_0 + v_0 t - a_1 t^2 - a_2 t^2$

$\frac{dS}{dt} = v_0 - 2a_1 t - 2a_2 t$

$\varepsilon_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dS}{dt}\cdot B = (v_0 - 2a_1 t - 2a_2 t)\,B$

$\Sigma R = 6R$

$I = \frac{(v_0 - 2a_1 t - 2a_2 t)\,B}{6R}$

$F_A = ILB = \frac{(v_0 - 2a_1 t - 2a_2 t)\,B^2 L}{6R}$

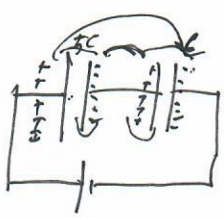
$a_1 = \frac{F_A}{m_1}$; $a_2 = \frac{F_A}{m_2}$ $\Rightarrow$ $2a_1 m \cdot 6R = (v_0 - 2a_1 t - 2a_2 t)\,B^2 L$

$\frac{1}{2} a_2 m \cdot 6R = (v_0 - 2a_1 t - 2a_2 t)\,B^2 L$

т.к. из II п.2 $\Rightarrow$ $v_0 - 2a_1 t - 2a_1 t \ne 0 \Rightarrow$ ~~для~~ этой мы откин.

ε $\quad$ $q\ \frac{5}{6}\varepsilon C$

$\frac{U^2 C}{2} = \frac{q^2 \varepsilon}{2C}$



$\frac{U^2}{q^2} C = \frac{1}{C}$ $\quad$ $\frac{5}{12}\varepsilon C$

q

$\frac{U^2}{q^2} = \frac{1}{C^2}$ $\quad$ $\cancel{U}It$ $\quad$ $\frac{25}{12}\varepsilon$

$U \cdot q$

$\frac{q}{U} = C$ $\quad$ $\frac{q}{U} = C$ $\quad$ $\frac{5}{12}\varepsilon C$

$q = UC$ $\quad$ $\frac{1}{12}\varepsilon C$ $\quad$ $\frac{5}{12}\varepsilon C$

$U =$

$U = \frac{q}{C}$ $\quad$ 72

$f = 32$

черновик

$A_{A} = \varphi \vee B$

q