Часть 1

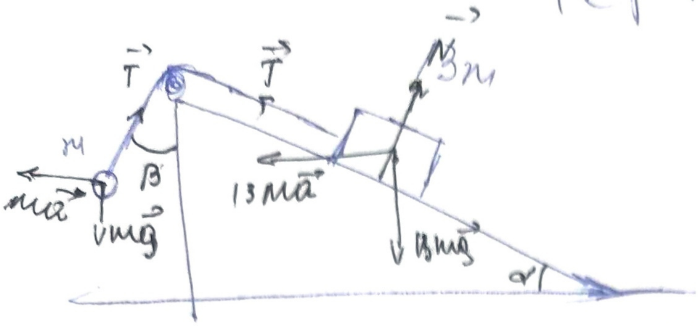
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21203711**

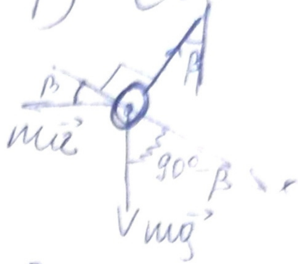
ID профиля: **328751**

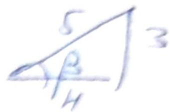
Вариант 5

Черновик



1) С.О клина:





$mg\sin\beta = ma\cos\beta$

$a = g\,tg\beta = \frac{3}{4}g$

2) ~~А.~~ А. $13m\vec{a} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T} = 13m\vec{A}$

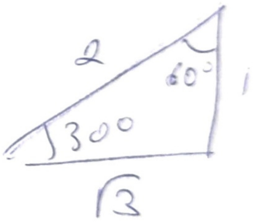
$m\vec{a}$

$\frac{1}{5} + \frac{9}{20}$ $\frac{25}{20} = \frac{5}{4}$

$\cancel{14}A = \frac{5}{4}\cancel{+\ldots} = \frac{21}{4}g$

№ 2

1) $\frac{p_1^2}{p_0^2} + \frac{V_1^2}{V_0^2} = \frac{p_2^2}{V_0^2} + \frac{V_2^2}{V_0^2}$



$\sin 30^\circ \cdot r = \frac{V_1}{V_0}$

$\sin 15^\circ \cdot r = \frac{V_2}{V_0}$

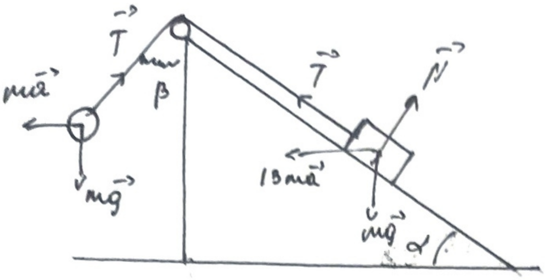
2) $C = 0 = \frac{Q}{\Delta T}$ $Q = 0$ – адиаб.

$dA = dU$

21203711 (U328751 M1269332)

Чистовик

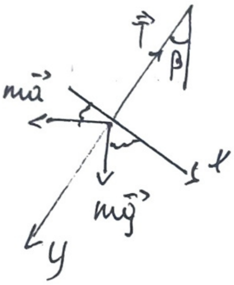
№ 1



1) • Перейдем в ~~не~~ И.С.О клина
на все тела там действует $\vec{F}_{инерц.} = -\vec{a} M_т$

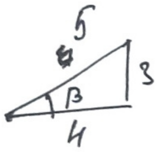
• β - const
Значит нить не откл.
а это возможно, только если на ось $\perp$ нити Пр. $F_{равнод.}$ равна 0

① Из $OX \perp$ нити
$\vec{a} \perp$ вертик



$\vec{a} \,\hat{}\, Ox = \beta$

2-ой з-н: $\vec{T} + m\vec{a} + m\vec{g} = m\vec{A}_1$; $\cos(90° - \beta)$



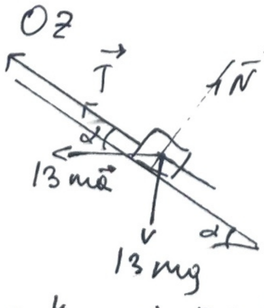
x: $ma\cos\beta = mg\cos(90° - \beta)$

Ответ. $a = tg\beta\, g = \frac{3}{4} g \approx 7{,}5\ \frac{м}{с^2}$

2) ~~Пуст~~ шар движ-ся с ускор. $\vec{A}_1$.
нить натянута, но нерастяжима
и $\vec{A}_1$ направлено вдоль нити.
Тогда, из кинемат. связи, следует что
$A = |A_1| = |A_2|$ - ускор бруска

2-ой з-н Н.: $\vec{N} + \vec{T} + 13m\vec{a} + m\vec{g} = 13m\vec{A}_2$
$\vec{T} + m\vec{a} + m\vec{g} = m\vec{A}_1$

из ①: Oy: $mg\cos\beta + ma\sin\beta - T = mA$



Oz: $T + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha = 13mA$

$T = mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} - mA$

$T = \frac{5}{4} mg - mA$

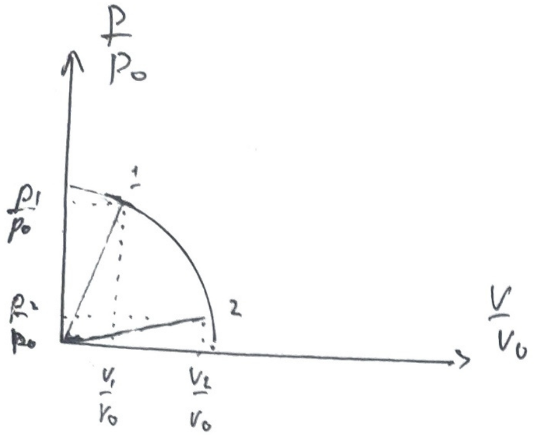
$\frac{5}{4} mg - mA + 9mg - 5mg = 13mA$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$ $\sin\beta = \frac{3}{5}$

$\cos\alpha = \frac{12}{13}$ $\sin\alpha = \frac{5}{13}$

Ответ. $A = \frac{3}{8} g \approx 3{,}75\ \frac{м}{с^2}$

N 2



1) ~~На~~ Величина безразмерна (т.к. представляют из себя отношение. Тогда пусть r - радиус окружности. $[r]=1$

$$\frac{V^2}{V_0^2}+\frac{p^2}{p_0^2}=r^2 ; \text{ (1)}$$

а также.

$r\sin 30^\circ=\frac{V_1}{V_0}$ $\qquad$ $r\cos 30^\circ=\frac{p_1}{p_0}$

$r\frac{\cancel{\sin 15^\circ}}{\cos 15^\circ}=\frac{V_2}{V_0}$ $\qquad$ $r\sin 15^\circ=\frac{p_2}{p_0}$

$$p_1V_1=\frac{1}{2}r^2\,\cancel{\cos}\sin 60^\circ\cdot p_0V_0$$

$$p_2V_2=\frac{1}{2}r^2\sin 30^\circ\cdot p_0V_0$$

Ур-е Менд.-Клап.

$$\frac{p_1V_1}{p_2V_2}=\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}=\sqrt{3} \quad ; \quad p_1V_1=\nu RT_1, \quad p_2V_2=\nu RT_2$$

Ответ. $\frac{T_1}{T_2}=\frac{p_1V_1}{p_2V_2}=\sqrt{3}$

---

2) $\frac{dQ}{\Delta T}=C=0$. $dQ=0$ - т.е адиабата

$V_x=r\,V_0\sin\alpha$ $\qquad$ $p_x=r\,p_0\cos\alpha$

~~Q~~ $dQ=0$ $\qquad$ $|dA|=|dU|$

$$dA=dS_{тр.}=p\,dV \qquad p\downarrow$$

$$dU=\cancel{\tfrac{3}{2}d(pV)}=\frac{3}{2}(pV-(p-dp)(V+dV))=\frac{3}{2}(Vdp-pdV+\underbrace{dpdV}_{0})=$$

$$=\frac{3}{2}(Vdp-pdV)$$

Учтем модуль

$$p\,dV=\frac{3}{2}Vdp-\frac{3}{2}pdV \qquad \left(\text{или } p\,dV=\frac{3}{2}p\,dV-\frac{3}{2}Vdp\right.$$

$$\cancel{p'=\frac{3}{5}V'} \quad \boxed{\frac{p}{V}=\frac{3}{5}p'} \qquad \left.\cancel{p'=3V'} \quad \frac{p}{V}=3p'\right)$$

$\cdot$ ~~из (1)~~ $\cancel{p=p_0\sqrt{r^2-\frac{V^2}{V_0^2}}}$ $\qquad$ $\cancel{p'=p_0\frac{1}{2\sqrt{r^2-\frac{V^2}{V_0^2}}}\cdot 2V\cdot\frac{1}{V_0}\cdot V'}$

$\cancel{\cdot\, p_0\frac{1}{\sqrt{r^2-\frac{V^2}{V_0^2}}}\cdot\frac{V}{V_0}\cdot V'=3V'}$ $\qquad$ $\cancel{p'=p_0\frac{V}{\sqrt{r^2V_0^2-V^2}}}$

3) $A_{\text{расшир.}} = S_{12} \cdot \cancel{p_0 V_0}$ (в отн. вел-нах!)

$$S_{12} = \frac{1}{4}\pi r^2 - \frac{1}{12}\pi r^2 - \frac{1}{24}\pi r^2 = \frac{1}{8}\pi r^2$$

$$A_{p.} = S_{12} \cdot p_0 V_0 = \frac{1}{8}\pi\left(\frac{V_1^2}{V_0^2} + \frac{p_1^2}{p_0^2}\right) \cancel{p_0 V_0}$$

~~• Теплообмен с окр. средой мал, значит $T_2 \approx T_{ср}$~~

~~$T_{ср}$ - const 2 → 1 - изотерма~~

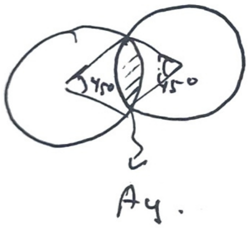
~~pV = const $|A_{зжс.}| = \int p\, dV = p_1 V_1 \int_{V_2}^{V_2} \frac{1}{V} dV = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} =$~~

~~$= p_1 V_1 \cdot \ln \frac{\cos 15^\circ}{\sin 30^\circ}$~~ ~~$A_{зжс} = \int \frac{p}{p_0} \frac{dV}{V_0} = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \int \frac{1}{V} dp =$~~

~~$A_{ц.} = A_p - A_{зж}$~~ =

2-1-2 - дуги окр-тей

$A_ц = 2 S_1$



$S_{сектора} - S_\Delta$

$S_{сектора} = \frac{1}{8}\pi r^2$

$S_\Delta = \frac{1}{2}\sin 45^\circ \cdot r^2 = \frac{\sqrt{2}}{4} r^2$

$A_ц = \frac{\pi - 2\sqrt{2}}{4} r^2$ (в отн. величинах)

Ответ. $\frac{A_p}{A_ц} = \frac{1}{2\pi - 4\sqrt{2}}$ ⤳ обр. величина $\boxed{2\pi - 4\sqrt{2}}$ → ОТВЕТ

21203711 (U328751 M1269332)

$p = p_0 \sqrt{r^2 - \frac{V_x^2}{V_0^2}}$ $\quad p' = p_0 \cdot \frac{1}{2\sqrt{r^2 - \frac{V_x^2}{V_0^2}}} \cdot -2V$

$dA = d(pV) = \cancel{dpV} + dVp$

$\frac{dp}{dV} = -2Vp_0 \quad -V_x dp$

$x^{2\,\prime} = 2x$

$\frac{3}{2}(p_x V_x - (p_x + dp)(V_x + dV))$

$x^{\frac{1}{2}} = \frac{1\, x'}{2\sqrt{x}}$

$\gamma = \frac{C_p}{C_V} =$

$dp = \frac{-\cancel{2}Vp_0}{\cancel{2}\sqrt{r^2 - \frac{V_x^2}{V_0^2}}} dV$

$= \frac{5}{3}$

$p_x dV = -\frac{3}{2} p_x dV + \frac{3}{2} V_x dp$

$-\frac{1}{2} p_x dV = \frac{3}{2} V_x dp$

$-\frac{1}{2} p_x' = \frac{3}{2} V_x'$

$p_x' = 3V_x'$ $\quad V'$

$p V^{\frac{5}{3}} = const$

$\frac{p}{V} = p'$ $\quad p \int \frac{1}{V} dV = \frac{3}{5} dp$

$p \ln V = \frac{3}{5} p$

21203711 (U328751 M1269332)

3) Из начально $v_ш = 0$ и находится в близи блока. отн. клина траектория - -часть прямой, наклон. к вертик. под β

путь шарика $\frac{H}{\cos\beta} = \frac{5}{4}H$

Движение равноускор.

(из п. 2)

$A = \frac{3}{8}g$. $\qquad S = \frac{at^2}{2}$

$$\frac{5}{4}H = \frac{3}{8}g\frac{t^2}{2}$$

<u>Ответ.</u> $t = 4\sqrt{\frac{5H}{3g}}$

Часть 2

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

Шифр: **21203711**

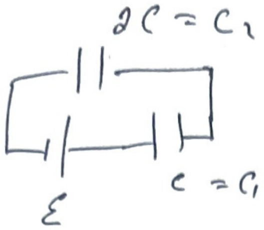
ID профиля: **328751**

Вариант 5

Чистовик

№3

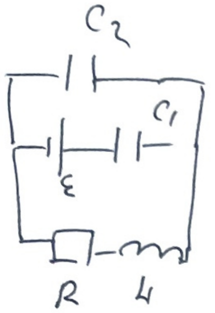
1)



Экв. $C_э = \frac{2C\cdot C}{C+2C} = \frac{2}{3}C$

заряд каждого с

$\frac{2}{3}C\mathcal{E} = q$



$U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$. $U_2 = \frac{1}{3}\mathcal{E}$

В первый момент замык. тока по L нет значит и по R нет

$\mathcal{E} = \frac{2}{3}\mathcal{E} + LI'$ $I' = \frac{\mathcal{E}}{3L}$ – Ответ

2) рассмотрим 2 контура $C_2 - L - R$, $\mathcal{E} - C_1 - L - R$ – 2 колеб. контура (один со смещ. т. равновес.)

~~$I_R = 0$ $I_L = 0$~~

В уст. режиме: $I = I_R = 0$, $I' = 0$ → $U_2 = 0$, $U_1 = \mathcal{E}$, $I_L = I = 0$

заряд на C_1: $q_I = C_1\mathcal{E}$

ЗСЭ: $\mathcal{E}(q_I - q_1) = Q + \frac{C_1\mathcal{E}^2}{2} - \frac{4C_1\mathcal{E}^2}{18} - \frac{C_2\mathcal{E}^2}{18}$

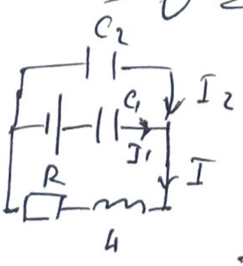
$\mathcal{E}C(\mathcal{E} - \frac{1}{3}\mathcal{E}) = Q + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{4C\mathcal{E}^2}{18} - \frac{2C\mathcal{E}^2}{18}$

Ответ. $Q = \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{6}\right)C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

3) контур $\mathcal{E} - C_1 - C_2$;

$\mathcal{E} = U_1 + U_2 = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$

продифф. → $0 = \frac{I_1}{C_1} + \frac{I_2}{C_2}$, $I_2 = -2I_1$,



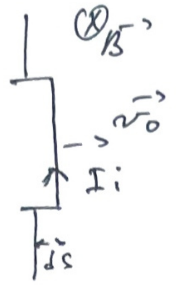
минус означает, что ток течет (навстречу ток I_1)

$I = I_1 + I_2 = 3I_1 = 3I_0$

Ответ $3I_0$

N 4

1)



~~ε~~ $\Delta\Phi > 0$

Значит возникнет ток I_i уменьш. B.

$\odot \vec{B_i}$ $\uparrow \vec{I_i}$ по пр. прав. руки

$\varepsilon_{is} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = v_0 d B$ $(\cos\alpha = 1)$

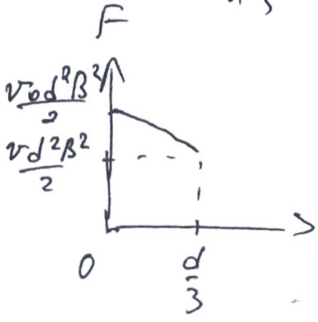
$I_i = \frac{\varepsilon_{is}}{R} = \frac{v_0 d B}{R}$. На проводник с током действ. сила пр. лев. руки $F_A = BIl$ $(\sin\beta = 1)$

$\otimes \vec{B}$ $F_A = B \cdot d \cdot \frac{v_0 d B}{R} = \frac{v_0 d^2 B^2}{R} = ma$

$a = \frac{v_0 d^2 B^2}{Rm}$; (1)

2) После вых. пр. стороны S-пост. $\Delta\Phi = 0$ тока нет. $|A_{торм}| = |\vec{F} \cdot \vec{s} \cdot \cos\alpha| = S_{ф.}$ (Гр. F(x))

Из (1) след., что F(x) линейна.



ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{d}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot (v_1 + v_0) \cdot \frac{d^2 B^2}{R}$

(далее мой вывод этого же →)

$m(v_0 - v_1) = \frac{d^3 B^2}{3R}$

$v_1 = v_0 - \frac{d^3 B^2}{3Rm}$

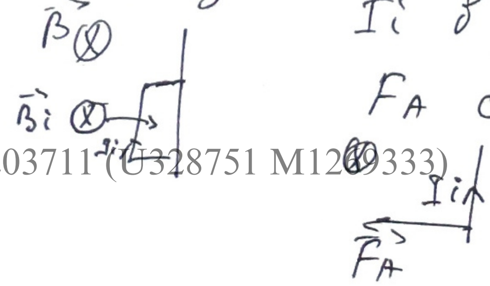
3) Ситуация почти одинако.

~~Тогда~~ $\Delta\Phi < 0$ ~~$\Delta\Phi < 0$~~

I_i в др. сторону $\Leftarrow$ ~~I_i в др. сторону~~

~~F_A тормозит~~

F_A снова тормозит.



Дополнение к п. 2 №4:

① для произв. v:

$$a = \frac{v\,d^2 B^2}{R m} \Big| \cdot dt; \quad dv = \frac{dx\, d^2 B^2}{R m}$$

$$\Delta v = \frac{\Delta x\, d^2 B^2}{R m} \qquad \Delta v = \frac{d^3 B^2}{3 R m}$$

$$v_1 = v_0 - \frac{d^3 B^2}{3 R m}$$

(тот же результат)

Вернемся к ~~номеру~~ п. 3 №4:

F_A снова тормозит. значит снова верно ① для произв. v:

$$\Delta v = \frac{\Delta x\, d^2 B^2}{R m} \quad . \quad \Delta v = \frac{d^3 B^2}{3 R m}$$

$$\underline{v_2 = v_0 - \frac{2 d^3 B^2}{3 R m}}$$

($\nexists$ F_A действ. 2-ой раз, когда лев. сторона рамки пересекает прав. гр. поля)

21203711 (U328751 M1269333)

N 5.

1) Пусть зрачок - ~~линза~~ собир. линза с фокусом F_0 и расст. до экрана - c (сетчатки)

$$x = \frac{c F_0}{|c - F_0|} \text{ ; (2) (по ф-ле тонк. линзы)}$$

Если линзы стоят вплотную, то их опт. силы суммируются.

F_1 - фокус 1-ой F_2 - фокус 2-ой

$D_{01} = D_0 + D_1$

$$F_{01} = \frac{F_0 F_1}{F_0 + F_1}$$

$$F_{02} = \frac{F_0 F_2}{F_0 + F_2}$$

Так же по ф-ле тонк. линзы

$$d = \frac{c F_0 F_1}{|c(F_1 + F_0) - F_0 F_1|} \text{ ; (1)}$$

$d = 25$ см

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{c} = \frac{1}{F_{02}}$$

удал. объекта $\frac{1}{d_2} \approx 0$; $c \approx F_{02}$

$$F_2 = \frac{F_1}{2} \text{ (по усл-ю)}$$

$$c = \frac{F_2 F_0}{F_2 + F_0} = \frac{F_1 F_0}{F_1 + 2F_0}.$$

~~Предположим, что в (1) расст. от сетчатки до линзы > F_{02}~~

$$c = \frac{F_1 F_0}{F_1 + 2F_0} < \frac{F_0 F_1}{F_0 + F_1} < F_0$$

(2), (1) раскр. модуль с -

$$x = \frac{c F_0}{F_0 - c}$$

$$d - d\frac{F_1 + F_0}{F_1 + 2F_0} = \frac{F_0 F_1}{F_0 + F_1}$$

$$F_1^2 F_0 + 2F_0^2 F_1 - dF_1^2 - dF_0^2 - 2dF_0F_1 = 2dF_0^2 + F_1^2 d + 3dF_0F_1$$

$$(2d - F_0)F_1^2 + (5dF_0 + 2F_0^2)F_1 + 3dF_0^2 = 0$$

Т-МА Виета!

$$\begin{cases} 5dF_0 + 2F_0^2 = (F_I + F_{II})(2d - F_0) \\ 3dF_0^2 = (F_I \cdot F_{II})(2d - F_0) \end{cases}$$

2) $$\frac{1}{c} + \frac{1}{d_3} = \frac{1}{F_{03}}$$ $$F_{03} = \frac{F_0 F_3}{F_0 + F_3}.$$ Определив F_{03} вычислим F_3 и найдем $D_3 = \frac{1}{F_3}$

$d_3 = 50$ см.

$dis\cancel{c} = 25d^2Fo^2 + 4Fo^4 + 10Fo^3d - 24d^2Fo^2 + 12dFo^3$

1) $\frac{1}{c} = D_2 + D_0$

$\frac{1}{x} + \frac{1}{c} = D_0$

Вдр. обознач. d

$\frac{1}{d} + \frac{1}{c} = D_0 + D_1$

$\frac{D_1}{D_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2}$

$D_2 = 2D_1$

$\frac{1}{c} = 2D_1 + D_0$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{c} = \frac{1}{2c} - \frac{D_0}{2} + D_0$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{2c} = \frac{D_0}{2}$

$\frac{1}{x} + \frac{1}{c} = \frac{2}{d} + \frac{1}{c}$

$l = \frac{d}{2} = 12,5$ см

Ответ. 12,5 см

21203711 (U328751 M1269333)

Черновик

N3

~~1) $\mathcal{E} = RI + LI'$ $I' = \frac{\mathcal{E}}{L}$~~

1) $\mathcal{E}$ $\frac{C_1C_2}{C_1+C_2} \cdot \mathcal{E} = q_1 = q_2$

$$\frac{C_1}{C_1+C_2} \cdot \mathcal{E} = \mathcal{E}\left(1 + \frac{C_1}{C_1+C_2}\right)$$

$\boxed{\frac{2}{3}C\mathcal{E}}$ $\frac{1}{3}\mathcal{E}$ $\frac{2}{3}\mathcal{E}$

$\frac{1}{34}\mathcal{E}$

2) $LI' + RI = U_2$

$\mathcal{E} = U_1 + LI' + RI$

$\mathcal{E} = U_1 + U_2$

I_0 I $3\mathrm{II}$

$\mathcal{E}q = \ldots + \ldots = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q$

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + LI' + IR$$

$$0 = \frac{I_0}{C} + LI'' + I'R$$

I_0

$$\frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{2C}$$

$\mathcal{E} = U_1$ $\mathcal{E} = U_1 + U_2$

$$0 = \frac{I_1}{C} + \frac{I_2}{2C}$$

$I_2 = 2I_1$

21203711 (U328751 M1269333)