Часть 1

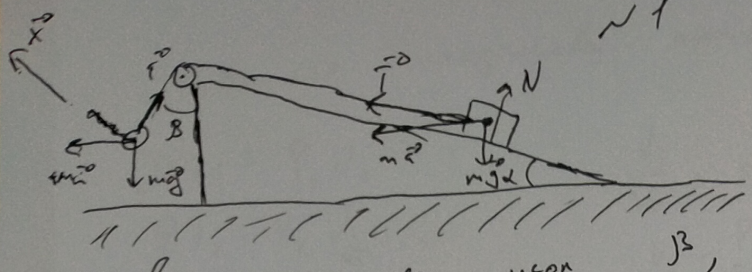
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202238**

ID профиля: **288170**

Вариант 5

Чистовик №1



~~Какие~~ ~~какие~~ В процессе ~~движ~~ движения шарик отклонён от вертикали на угол β, поэтому равнодействующая всех сил действует вдоль нити, также под углом β.

~~2ЗН~~ 2ЗН на ось перпендикулярную нити ($\vec{x}$):

$$mg\cdot\sin\beta - ma\cdot\cos\beta = 0$$

$$ma\cdot\cos\beta = mg\cdot\sin\beta \longrightarrow a = g\cdot tg\beta = g\cdot\frac{3}{4} = 7,5 \text{ м/с}^2$$

Найдем a' — ускорения шарика относительно земли:

Брусок и шарик связаны, поэтому модули ускорения для них одинаковый, и равен a', запишем 2ЗН для каждого тела с осью вдоль нити:

2ЗН для шарика: $ma' = ma\cdot\sin\beta + mg\cdot\cos\beta - T \Rightarrow T = ma\sin\beta + mg\cdot\cos\beta - ma'$

2ЗН для бруска: $13ma' = 13ma\cdot\cos\alpha - 13mg\cdot\sin\alpha + T$

$$a' = \frac{g\cdot\cos\beta - g\cdot 13\sin\alpha + a\cdot\sin\beta + 13a\cdot\cos\beta}{14} = 3,75 \text{ м/с}^2$$

$$\vec{a}_{отн} = \vec{a'} - \vec{a}$$

$$a^2_{отн} = (a'\cdot\sin\alpha)^2 + (a_1\cdot\cos\alpha + a)^2$$

$$a_{отн} = \sqrt{\left(\frac{3,75\cdot 5}{13}\right)^2 + \left(\frac{3,75\cdot 12}{13} + 7,5\right)^2} \approx 11 \text{ м/с}^2$$

Найдем длину гипотенузы, по которой будет двигаться шарик, она равна: $\frac{H}{\cos\beta}$

$$\frac{H}{\cos\beta} = \frac{a't^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{3,75\cdot\cos\beta}}$$

Ответ: $a = 7,5$ м/с²; $a_{отн} = 11$ м/с²; $t = \sqrt{\frac{2H}{a'\cos\beta}}$

Чистовик №2

Уравнения менделеева - клапейрона:

$\nu RT_1 = P_1 V_1$

$\nu RT_2 = P_2 V_2$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1^2}{P_2^2} \cdot \frac{\pi}{12\sqrt{3}}$

$\frac{V_1}{V_0} = tg\frac{\pi}{6} \frac{P_1}{P_0}$

$V_1 = \frac{P_1 V_0}{\sqrt{3} P_0}$

$\frac{V_2}{V_0} \cdot tg\frac{\pi}{12} = \frac{P_2}{P_0}$

$V_2 = \frac{P_2 V_0}{P_0} \frac{12}{\pi}$ → т.к. $tg\alpha$ малых α равен α

График - дуга окр. поэтому:

$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$

$\frac{P_2^2}{P_0^2} + \left(\frac{12}{\pi}\right)^2 \frac{P_2^2}{P_0^2} = \frac{P_1^2}{P_0^2} + \frac{P_1^2}{P_0^2 \cdot 3}$

$P_1^2 = P_2^2 \cdot \frac{3}{4}\left(1 + \left(\frac{12}{\pi}\right)^2\right)$

$\frac{P_1^2}{P_2^2} \cdot \frac{\pi}{12\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}(\pi^2 + 12^2)}{12 \cdot 4 \cdot \pi} \approx \sqrt{3}$

$\frac{T_1}{T_2} \approx \sqrt{3}$

Ответ: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$

21202238 (U288170 M1265751)

Черновик

№2

$\nu R T_1 = P_1 V_1$

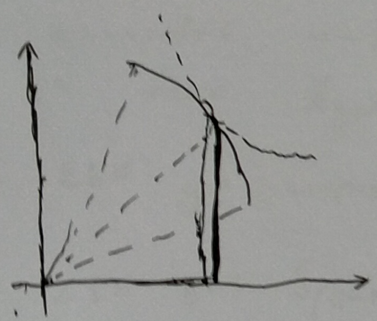
$\nu R T_1 = \frac{P_1^2}{\sqrt{3}} \frac{V_0}{P_0}$

$\nu R T_2 = P_2 V_2$

$\nu R T_2 = \frac{12 P_2^2 V_0}{\pi P_0}$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1^2}{P_2^2} \cdot \frac{\pi}{12\sqrt{3}}$

$\frac{T_1}{T_2} \approx \sqrt{3}$



$\nu R \Delta T = A$

$\frac{P_1+P_2}{2} \cdot \Delta V = \nu R \Delta T$

$\frac{P_1+P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \Delta P V$

$P_1 V_2 + \cancel{P_2 V_2} - P_2 V_1 \cancel{+ P_1 V_1} = 2 P_2 V_2 - 2 P_1 V_1$

$P_1 V_2 - P_2 V_1 = P_2 V_2 - P_1 V_1$

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

$\frac{V_1}{V_0} = \operatorname{tg}\frac{\pi}{6} \cdot \frac{P_1}{P_0}$

$V_1 = \frac{P_1 V_0}{\sqrt{3} P_0}$

$\frac{V_2}{V_0} \cdot \operatorname{tg}\frac{\pi}{12} = \frac{P_2}{P_0}$

$V_2 = \frac{P_2 V_0}{P_0} \cdot \frac{12}{\pi}$

$P_1^2 + V_1^2 = P_2^2 + V_2^2$

$P_1^2 + \frac{P_1^2}{3} \cdot \frac{V_0}{P_0} = \frac{12 P_2^2 V_0}{\pi P_0} + P$

$\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$

$\frac{P_2^2}{P_0^2} + \left(\frac{12}{\pi}\right)^2 \frac{P_2^2}{P_0^2} = \frac{P_1^2}{P_0^2} + \frac{P_1^2}{P_0^2 3}$

$P_1^2 = \frac{3}{4}\left(P_2^2 + \left(\frac{12}{\pi}\right)^2 P_2^2\right)$

$\frac{\sqrt{3}\,3(\pi^2 + 12^2)}{4\pi^2} \cdot \frac{\pi}{12 \cdot \sqrt{3}} \approx \sqrt{3}$

$A_н = Q - \nu R \Delta T$

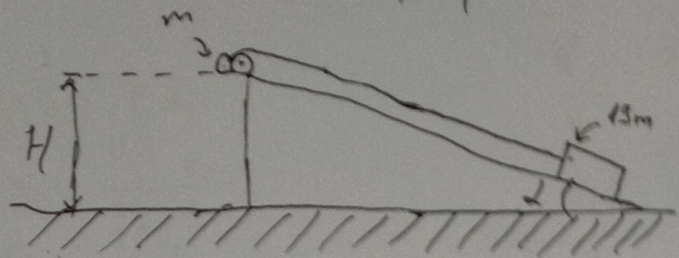
$A_c = \nu R \Delta T$

$Q = A_н$ $\quad A_н$

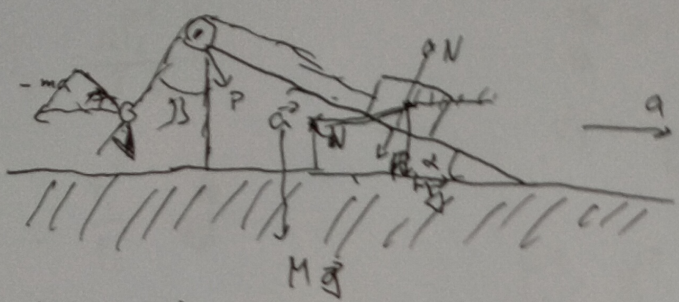
$\frac{Q}{\nu R \Delta T}$

Черновик

№1



351,5625



$a = const$

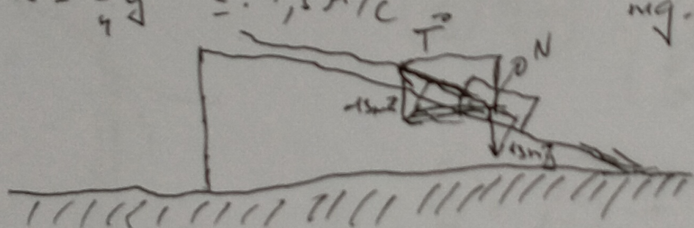
225

$\frac{MV^2}{2} =$

$mg \cdot \sin\beta = ma \cdot \cos\beta$ $\qquad \sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \frac{3}{5}$

$a = \frac{3}{4} g = 7{,}5$ м/с

$mg \cdot \cos\beta + mg \cdot \sin\beta - T = ma'$



$T = (mg \cdot \cos\beta + ma \cdot \sin\beta - ma')$

$\sqrt{\frac{12}{13}} \qquad \frac{5}{13}$

$T + 13ma \cdot \cos\alpha - 13mg \cdot \sin\alpha = ma'$

$mg \cdot \cos\beta + ma \cdot \sin\beta - ma' + 13ma \cos\alpha + 13mg \cdot \sin\alpha = ma'$ $\qquad \frac{H}{\cos\beta} = S$

$a' = \frac{g \cdot \cos\beta + g \cdot 13 \sin\alpha + a \cdot \sin\beta + 13a \cdot \cos\alpha}{14}$

$10 \cdot \frac{4}{5} + 10 \cdot 5 + 7{,}5 \cdot \frac{3}{5} + 7{,}5 \cdot 12$ $\qquad 47306{,}25$

$170156{,}25$

$a' = 26{,}25 \cdot \frac{5}{13} = a'_y$ $\qquad \sqrt{\left(26{,}25 \cdot \frac{5}{13}\right)^2 + \left(26{,}25 \cdot \frac{12}{13} + 7{,}5\right)^2}$

$26{,}25 \cdot \frac{12}{13} = a'_x$

$26 \qquad \left(\frac{315}{13}\right)^2 + \left(\frac{131{,}25}{13}\right)^2$

$\frac{H}{\cos\beta} = \frac{a' t^2}{2}$

$t = \sqrt{\frac{2H}{a' \cos\beta}}$

Часть 2

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

Шифр: **21202238**

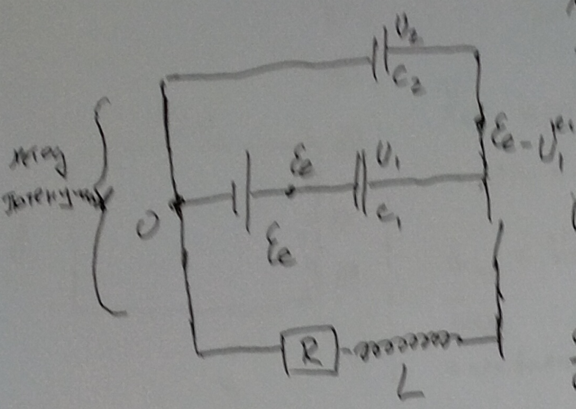
ID профиля: **288170**

Вариант 5

Чистовик

№3

Применим метод потенциалов для установившегося состояния:



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

$$\Updownarrow$$

$$\frac{q}{C} + \frac{q}{2C} = \mathcal{E}$$ (q одинаковый так как ток не идёт)

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

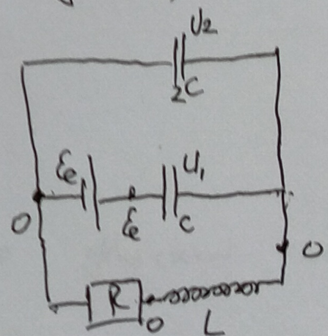
$U_1 = \frac{2}{3}\mathcal{E}$; $U_2 = \frac{1}{3}\mathcal{E}$

После замыкания ключа ток не успеет возникнуть, поэтому:

$$L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U_1 = \frac{1}{3}\mathcal{E}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$$

Вся теплота выделится к моменту, когда установится стационарный режим, т.е. $U_1 = \mathcal{E}$ (из метода потенциалов)



Соответственно $U_2 = 0$

Тогда и $q_2 = 0$

$q_1 = C\mathcal{E}$

Тогда $Q = \Delta E_{кон} - \mathcal{E}(q_{нач} - q_{кон})$

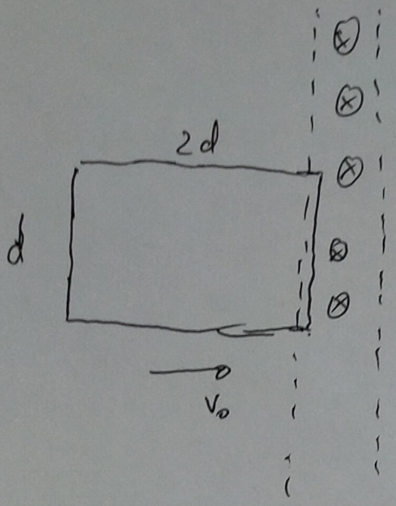
$$Q = \left(-\frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{2C\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right)^2}{2} + \frac{C\left(\frac{2\mathcal{E}}{3}\right)^2}{2}\right) - \mathcal{E}\left(\frac{2}{3}C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\right) = -\frac{1}{6}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{3}C\mathcal{E}^2$$

$$Q = \frac{1}{6}\mathcal{E}^2 C$$

Ответ: $\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$; $Q = \frac{1}{6}C\mathcal{E}^2$

Чистовик

№4



По правилу левой руки $\mathcal{E}_{ин}$ направленно против часовой стрелки и равно

$$\mathcal{E}_{ин} = V_0 B d$$

Тогда сила ампера по правилу ~~л~~левой руки направлена влево и равна

$$F_A = I_{ин} B d = \frac{V_0 B^2 d^2}{R}$$

$$a = \frac{V_0 B^2 d^2}{Rm}$$

Пусть правая сторона рамки выйдет из поля через τ секунд, в горизонтальных участках же возникает $\mathcal{E}$ ин, а F_A компенсируется, тогда $a = const$

$$V_1 = V_0 - a\tau$$

$$\tau = \frac{V_0 - V_1}{a}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{V_0(V_0 - V_1)}{a} - \frac{(V_0 - V_1)^2}{2a}$$

$$V_0^2 - V_1^2 = \frac{2ad}{3}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2ad}{3}} = \sqrt{V_0^2 - \frac{2V_0 B^2 d^3}{3Rm}}$$

Аналогично первому пункту 1) задачи,

$$a' = \frac{V_1 B^2 d^2}{mR} = \frac{B^2 d^2}{mR}\sqrt{-\|-}$$ и направлено по движению рамки,

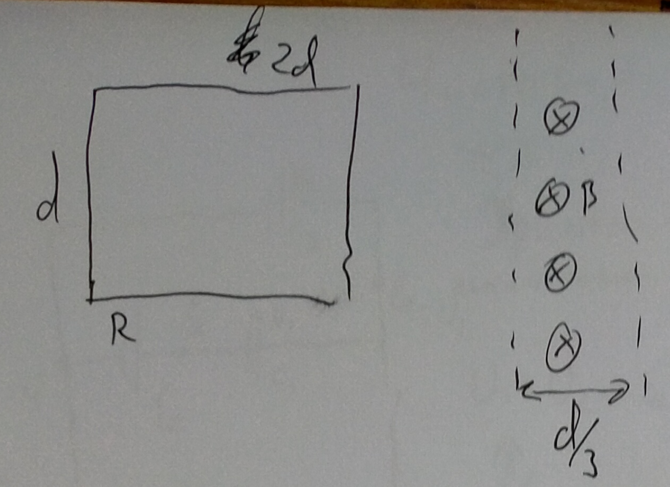
Поэтому, аналогично пункту 2):

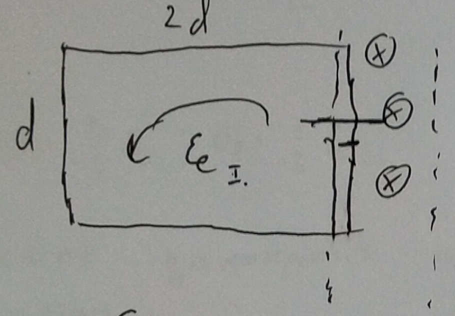
$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + \frac{2a'd}{3}} = \sqrt{-\|- + \frac{2B^2d^3}{3Rm}\sqrt{-\|-}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{V_0 B^2 d^2}{Rm}$; 2) $V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2V_0 B^2 d^3}{3Rm}}$

3) $V_2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2V_0 B^2 d^3}{3Rm} + \frac{2B^2 d^3}{3Rm}\sqrt{V_0^2 - \frac{2V_0 B^2 d^3}{3Rm}}}$

2





$\mathcal{E}_{ин} = V \cdot B \cdot d$

$I_{ин} = \frac{VBd}{R}$

$F_A = IBd = \frac{V_0 B^2 d^2}{R}$

$a = \frac{VB^2d^2}{Rm}$

$a' = \frac{V_1 B^2 d^2}{mR} = \frac{B^2 d^2}{mR}\sqrt{\text{—}\|\text{—}}$

$V_2 = \sqrt{\frac{2a'd}{3} + \text{—}\|\text{—}}$

$V_2 = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}\sqrt{\text{—}\|\text{—}} + \text{—}\|\text{—}}$

$V_2 = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}\sqrt{\frac{2V_0B^2d^3}{3} + V_0^2} + \frac{2}{3}\frac{V_0 B^2 d^3}{} + V_0^2}$

$V_1 = V_0 - at$

$\frac{V_0 - V_1}{a}$

$\frac{d}{3} = \frac{V_0(V_0 - V_1)}{a} - \frac{(V_0 - V_1)^2}{2a}$

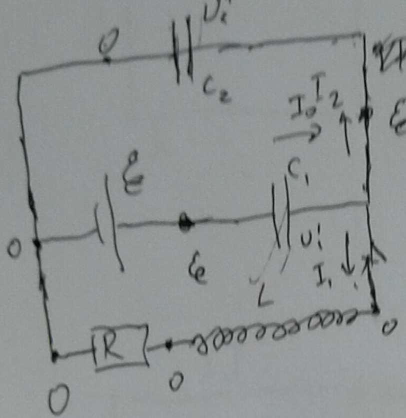
$\frac{(2V_0 - V_0 + V_1)(V_1 - V_0)}{2a} = \frac{d}{3}$

$V_0^2 - V_1^2 = \frac{2ad}{3}$

$V_1 = \sqrt{-\frac{2ad}{3} + V_0^2} = \sqrt{\frac{2V_0 B^2 d^3}{3Rm} + V_0^2}$

21202238 (U288170 M1265752)

Черновик



$$\mathcal{E}_e - U_1'' = \frac{\mathcal{E}_e C_1}{C_1 + C_2}$$

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

$$\mathcal{E}_e = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2}$$

$$q = \frac{\mathcal{E} C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2}{3}\mathcal{E}\cdot C$$

$$U_1 = \frac{\mathcal{E}_e C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2}{3}\mathcal{E}_e$$

$$U_2 = \frac{\mathcal{E}_e C_1}{C_1 + C_2} = \frac{1}{3}\mathcal{E}_e$$

$$L\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_e C_1}{C_1 + C_2}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_e C_1}{L(C_1 + C_2)} = \frac{1}{3}\frac{2}{L}$$

$$3CL$$

$$\frac{1 C \mathcal{E}}{3 C L}$$

$$\frac{q^2}{2C} = \frac{4}{9}\frac{\mathcal{E}^2 C^2}{2C} = \frac{2}{9}\mathcal{E}^2 C$$

$$\frac{q^2}{4C} = \frac{1}{9}\mathcal{E}^2 C$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{4}{9}\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{2}{9}C\mathcal{E}_e^2$$

$$\frac{2CU^2}{2} = \frac{1}{9}C\mathcal{E}^2$$

$$E_k = \frac{1}{3}\mathcal{E}_e^2 C$$

$$\frac{C^2\mathcal{E}_e^2}{2C} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$q = C_1 \cdot \mathcal{E}_e = C\mathcal{E}_e$$

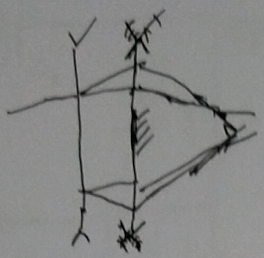
$$\Delta q_{\text{общ}} = \frac{2}{3}C\mathcal{E}_e - \frac{1}{3}C\mathcal{E} = -\frac{1}{3}C\mathcal{E}_e$$

$$\mathcal{E}_e \cdot \Delta q_{\text{общ}}$$

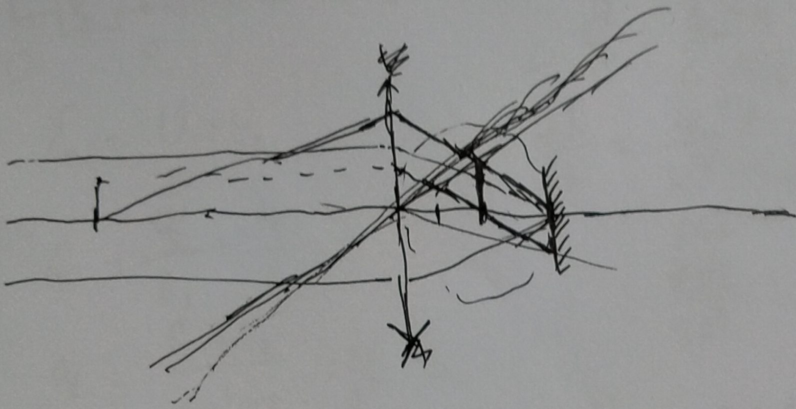
$$I_1 + I_2 = I_0$$

$$L\frac{dI}{dt} = \cancel{\mathcal{E}_e} \; U_2'' - I_1 R$$

$$\mathcal{E}_e - U_1'' - I_1 R$$



$\frac{1}{F}$



$Q = \bar{\Delta} F_{\kappa} - \varepsilon_e \cdot \Delta Q$