Часть 1

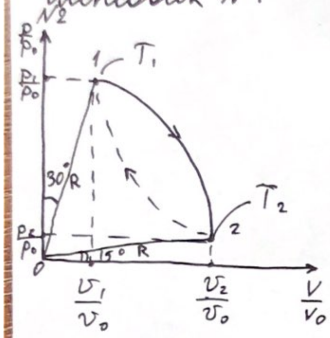
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201369**

ID профиля: **286749**

Вариант 7

Чистовик N1



1) Δ - ?

2) θ - ?

3) η - ?

$T_1 > T_2$, поскольку т. 1 лежит на более высокой изотерме

1) $p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow \boxed{T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}}$ $\qquad p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \boxed{T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}}$

$$\left.\begin{aligned} \sin 30° &= \frac{V_1}{V_0} / R = \frac{V_1}{V_0 R} \\ \cos 30° &= \frac{p_1}{p_0} / R = \frac{p_1}{p_0 R} \\ \sin 15° &= \frac{p_2}{p_0} / R = \frac{p_2}{p_0 R} \\ \cos 15° &= \frac{V_2}{V_0} / R = \frac{V_2}{V_0 R} \end{aligned}\right| \Rightarrow \left.\begin{aligned} p_1 &= \cos 30° p_0 R \\ V_1 &= \sin 30° V_0 R \\ p_2 &= \sin 15° p_0 R \\ V_2 &= \cos 15° V_0 R \end{aligned}\right| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\begin{aligned} p_1 V_1 &= \sin 30° \cos 30° p_0 V_0 R^2 \\ p_2 V_2 &= \sin 15° \cos 15° p_0 V_0 R^2 \end{aligned}}$$

$$\Delta = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{\frac{p_1 V_1}{\nu R}}{\frac{p_2 V_2}{\nu R}} - 1 = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} - 1$$

$$\Delta = \frac{\sin 30° \cos 30° \cancel{p_0 V_0 R^2}}{\sin 15° \cos 15° \cancel{p_0 V_0 R^2}} - 1 = \frac{\sin 30° \cos 30°}{\sin 15° \cos 15°} - 1$$

$$\boxed{\Delta = \frac{\sin 30° \cos 30°}{\sin 15° \cos 15°} - 1 \approx \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0{,}26 \cdot 0{,}96} - 1}$$ – ответ на 1-ый вопрос

2) Теплоёмкость равна нулю $\Rightarrow$ ~~в этой точке~~ адиабата касается в этой

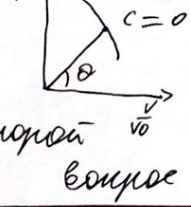
$$\begin{cases} pV^{\frac{5}{3}} = const \\ \frac{p^2}{p_0} + \frac{V^2}{V_0} = x^2 - \text{~~ур. окр.~~ уравнение окр.} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dp}{p} + \frac{5}{3}\frac{dV}{V} = 0 \\ \frac{2p\,dp}{p_0} + \frac{2V\,dV}{V_0^2} = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{dp}{p} = -\frac{5}{3}\frac{dV}{V} \\ dp = -\frac{V}{p} \cdot \frac{p_0^2}{V_0^2} \cdot dV \end{cases} \Rightarrow p^2 = \frac{3}{5}\frac{p_0^2}{V_0^2} V^2$$

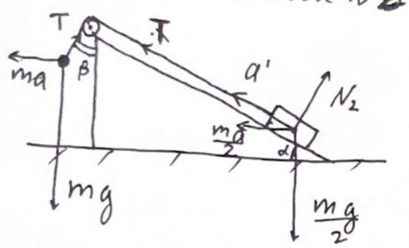
для прямой, выходящей из начала отсчёта ур-ие выглядит сл. образом: $\frac{p}{p_0} = tg\,\theta \frac{V}{V_0}$, тогда

$$\begin{cases} \frac{p}{p_0} = tg\,\theta \frac{V}{V_0} \\ \frac{p}{p_0} = \sqrt{\frac{3}{5}} \frac{V}{V_0} \end{cases} = \boxed{tg\,\theta = \sqrt{\frac{3}{5}}}$$

ответ на второй вопрос



N 1 Чистовик №2 (2)



1) Перейдем в СО, где клин покоится $\beta = const \Rightarrow$ шарик в данной СО имеет нулевую проекцию ускорения на ось нити.

~~$mg\cos_\beta =$~~

$$ma\cos_\beta = mg\sin_\beta \Rightarrow \boxed{a = g\,tg_\beta} = g\frac{\sqrt{1-\cos^2_\beta}}{\cos_\beta} = \frac{10\cdot\sqrt{1-\frac{9}{25}}}{3/5}$$

2) Брусок относительно нити движется с ускорением направленным по нити

$$\begin{cases} ma' = mg\cos_\beta + ma\sin_\beta - \frac{T}{m} \\ \frac{ma'}{2} = \frac{m}{2}g\cos_\alpha - \frac{m}{2}g\sin_\alpha + \frac{T}{m} \end{cases}$$

$$T = m\left(\frac{a'}{2} + \frac{g\sin_\alpha}{2} - \frac{a\cos_\alpha}{2}\right)$$

$\Downarrow$

$$ma' = mg\cos_\beta + ma\sin_\beta - \frac{ma'}{2} - \frac{mg\sin_\alpha}{2} + \frac{ma\cos_\alpha}{2}$$

$$a' = 2g\cos_\alpha + 2a\sin_\beta - g\sin_\alpha + a\cos_\alpha$$

$$a' = g(2\cos_\alpha - \sin_\alpha) + a(2\sin_\beta + \cos_\alpha) = g(2\cos_\beta - \sin_\alpha + 2\sin_\beta tg_\beta + tg_\beta\cos_\alpha)$$

$$\boxed{a' = g(2\cos_\beta - \sin_\alpha + 2\sin_\beta tg_\beta + tg_\beta\cos_\alpha)} = 10\cdot\left(2\cdot\frac{3}{5} - \sqrt{1-\frac{25}{169}} + 2\sqrt{1-\frac{9}{25}}\cdot\frac{\sqrt{1-\frac{9}{25}}}{\frac{3}{5}} + \frac{\sqrt{1-\frac{9}{25}}}{3/5}\cdot\frac{5}{13}\right)$$

3) Шарик движется с ускорением a', направленным по нити вниз (в этой СО), в проекции на вертик ось $a'\cos_\beta$!

$$H = a'\cos_\beta t^2$$

$$\boxed{t = \sqrt{\frac{2H}{a'\cos_\beta}}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g(2\cos_\beta - \sin_\alpha + 2\sin_\beta tg_\beta + tg_\beta\cos_\alpha)\cos_\alpha}}$$

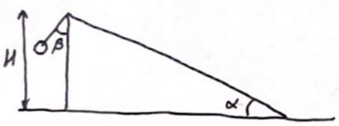
Ответ: 1) $a = g\,tg_\beta = \frac{10\sqrt{1-\frac{9}{25}}}{\frac{3}{5}}$

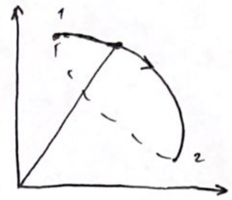
2

2) $a' = g(2\cos_\beta - \sin_\alpha + 2\sin_\beta tg_\beta + tg_\beta\cos_\alpha) = 10\cdot\left(2\frac{3}{5} - \sqrt{1-\frac{25}{169}} + 2\sqrt{1-\frac{9}{25}}\cdot\frac{\sqrt{1-\frac{9}{25}}}{3/5} + \frac{\sqrt{1-\frac{9}{25}}}{3/5}\cdot\frac{5}{13}\right)$

3) $t = \sqrt{\frac{2H}{a'\cos_\beta}}$ = не успел посчитать

№1 Черновик №1





$$Q = c\vartheta\Delta T$$

$$c = \frac{Q}{\vartheta \Delta T} = 0$$

$$Q = 0$$

$$Q = \Delta U_A + A$$

$$\boxed{a' = g(2\cos\beta - \sin\alpha + 2\sin\beta \, tg\beta + tg\beta\cos\alpha)}$$

3) Шарик движется с ускорением a', направленным по нити вниз (в этой СО), в проекции на вертик ось $a'\cos\beta$:

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

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

$\cos\beta$

$\cancel{1 - \cos^2_\alpha}$

$$\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = tg\beta$$

$$\frac{\sqrt{1-\cos^2\beta}}{\cos\beta} = tg\beta$$

С

~~ma~~ Черновик №2

$$a' = g\cos\beta + a\sin\alpha - \frac{T}{m}$$

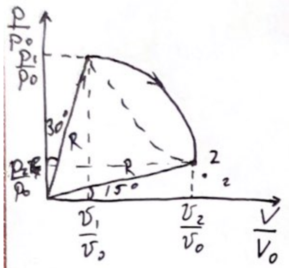
$$T = \frac{ma'}{2} + \frac{mg\sin\alpha}{2} - \frac{ma\cos\alpha}{2}$$

$$\cancel{\frac{ma'}{2} = 2T}$$

$$\cancel{m}a' = \cancel{m}g\cos\beta + \cancel{m}a\sin\beta + \cancel{ma\sin\beta} - \frac{\cancel{m}a'}{2} + \frac{g\sin\alpha}{2} - \frac{a\cos\alpha}{2}$$

$$\cancel{m}a' = \cancel{m}g\cos\beta + \cancel{m}g\,tg\beta\sin\beta - \frac{a'}{2} + \frac{g\sin\alpha}{2} - \frac{a\cos\alpha}{2}$$

$$\frac{3}{2}a' =$$



$$p_1 v_1 = \nu R T_1 \qquad p_2 v_2 = \nu R T_2 \qquad 0{,}86602540$$

~~sin30°~~ ~~$T_1 \Delta T_2$~~

$$tg_\alpha = \frac{\frac{v_1}{v_0}}{\frac{p_1}{p_0}} = \frac{v_1 p_0}{v_0 p_1}$$

$$\cancel{p_2 v_2 - p_1 v_1 = \nu R (T_1}$$

$$p_1 v_1 - p_2 v_2 = \nu R (T_1 - T_2)$$

$$p_1 v_0 tg_\alpha = p_0 v_1$$

$$\Delta T = \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{\nu R}$$

$$p_1 = \frac{p_0 v_1}{v_0 tg_\alpha} = \frac{\nu R T_1}{v_1}$$

$$\cancel{\frac{\Delta T}{T_2} = \frac{\frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{\nu R}}{p_2 v_2}}$$

$$\cancel{\frac{p_0 v_1^2}{\nu R T_1 v_0 tg_\alpha}}$$

$$\sin 30° = \frac{v_1}{v_0 R}$$

$$\cos 30° = \frac{p_1}{p_0 R}$$

$$\frac{\frac{p_1 v_1}{\nu R}}{\frac{p_2 v_2}{\nu R}} = \frac{p_1 v_1}{p_2 v_2}$$

$$\Delta = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{p_1 v_1}{p_2 v_2} - 1$$

$$\left.\begin{aligned} p_1 &= \cos 30° \, p_0 R \\ v_1 &= \sin 30° \, v_0 R \end{aligned}\right| \Rightarrow \quad p_1 v_1 = \sin 30° \cos 30° \, p_0 v_0 R^2$$

$$\left.\begin{aligned} p_2 &= \sin 15° \, p_0 R \\ v_2 &= \cos 15° \, v_0 R \end{aligned}\right| \Rightarrow \quad p_2 v_2 = \sin 15° \cos 15° \, p_0 v_0 R^2$$

$$\sin 30° = \frac{v_1}{v_0 R}$$

$$\cos 30° = \frac{p_1}{p_0 R}$$

$$tg\, 30° = \frac{p_0 v_1}{p_1 v_0}$$

$$\sin 15° = \frac{\frac{p_2}{p_0}}{R} = \frac{p_2}{p_0 R}$$

$$\cos 15° = \frac{v_2}{v_0 R}$$

$$\Delta = \frac{p_1 v_1}{p_2 v_2} - 1 = \frac{\sin 30° \cos 30° \cancel{p_0 v_0 R^2}}{\sin 15° \cos 15° \cancel{p_0 v_0 R^2}} - 1$$

$$\Delta = \frac{\sin 30° \cos 30°}{\sin 15° \cos 15°} - 1 = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\cancel{0{,}258}\ 0{,}26 \cdot 0{,}96}$$

~~p~~

$$Q = C_1$$

Часть 2

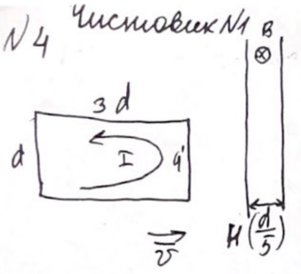
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201369**

ID профиля: **286749**

Вариант 7

№4 Чистовик №1



В контуре будет возникать ток вследствие изменение потока магнитного поля через рамку

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{dt} = -Bvd = IR$$

$$I = \frac{Bvd}{R}$$ Этот ток будет течь, пока рамка своим правым краем не выйдет из области поля

1) Сила действующая на рамку вследствие появления тока равна:

$$F = IBd = ma \Rightarrow a = \frac{-IBd}{m} = \frac{-B^2 v_0 d^2}{mR}$$

2) $$\frac{dv}{dt} = \boxed{a = -\frac{vB^2d^2}{mR}}$$

$$dv = \frac{-B^2d^2}{mR} v dt = \frac{-B^2d^2}{mR} dx \Rightarrow (v_0 - v_1) = \frac{B^2d^3}{5mR} \Rightarrow \boxed{v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}}$$

3) Когда левый конец рамки начнёт залетать в поле, начнёт уменьшаться магнитный поток, т.е. ток будет течь в другом направлении и рамка снова начнёт замедляться

$$IR = \mathcal{E} \neq \frac{d\Phi}{dt} = vBd \Rightarrow I = \frac{vBd}{R} = F = ma = \frac{-vB^2d^2}{R}$$

$$\frac{dv}{dt} = a = \frac{-vB^2d^2}{mR}$$

$$dv = \frac{-B^2d^2}{mR} \Delta x \Rightarrow (v_2 - v_1) = \frac{-B^2d^3}{5mR} \Rightarrow \boxed{v_2 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{-vB^2d^2}{mR}$

2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$

3) $v_2 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$

N5 Чистовик №2

Глаз - линза, пусть его оптическая сила D_0, оптические силы первых и вторых очков D_1 и D_2, тогда пусть для того, чтобы человеку ~~сфокусировать~~ видеть объект, человеку надо сфокусировать его на расстоянии x_0 от глаза, тогда D_1 (очки для отдалённых предметов

$$\begin{cases} D_1 + D_2 = \frac{1}{x_0} \\ D_2 + D_0 = \frac{1}{x_0} - \frac{1}{d} \quad (d = 25 см) \end{cases}$$

$\Downarrow$

$$D_2 = D_1 + \frac{1}{d}$$

т.к. D_1 и D_2 отрицательные, то $D_1 = 3D_2$ (по условию)

тогда $D_2 = -\frac{1}{2d}$ $\quad \boxed{D_1 = \frac{-3}{2d}} = \frac{-3}{50} \frac{1}{см}$

1) без очков

$$D_0 = \frac{1}{x} + \frac{1}{x_0}$$

$D_0 - \frac{1}{x_0} = -D_1 \Rightarrow \frac{1}{x} = -D_1 \Rightarrow \boxed{x = \frac{2d}{3}} = \frac{50}{3} \frac{1}{см}$

2) Для рассматривания на расстоянии 50 см

$$D_x = D_0 = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{2d}$$

$$\boxed{D_x = D_1 + \frac{1}{2d}} = -\frac{3}{2d} + \frac{1}{2d} = -\frac{2}{2d} = -\frac{1}{d} = -\frac{1}{25} см^{-1}$$

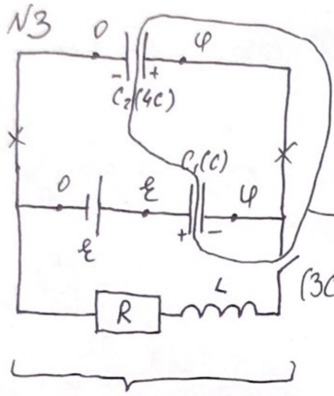
Ответ:

1) $x = \frac{3d}{3} = \frac{50}{3}$ см$^{-1}$

2) $D_1 = -\frac{3}{50}$ см$^{-1}$

3) $D_x = -\frac{1}{25}$ см$^{-1}$

№3 Чистовик №3



изолированная область

метод узловых потенциалов

1) рассмотрим цепь до замыкания ключа, она в уст. режиме. Ток через конденсатор не идёт => тока в цепи нет

(ЗСЗ) Закон сохранение заряда:

$$C_2(\varphi - 0) - C_1(\varepsilon - \varphi) = 0$$

$$4C\varphi - C(\varepsilon - \varphi) = 0$$

$$4\varphi - \varepsilon + \varphi = 0$$

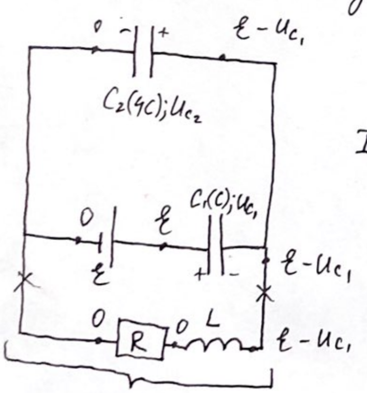
$$5\varphi = \varepsilon$$

$$\varphi = \frac{\varepsilon}{5}$$ => полярности конденсаторов указаны верно

• $U_{C_1} = \varepsilon - \varphi = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{5} = \frac{4\varepsilon}{5}$

• $U_{C_2} = \varphi - 0 = \varphi = \frac{\varepsilon}{5}$

2) рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа $(t(0))$, напряжение на конденсаторах скачком не изменятся, ток ~~в~~ на катушке скачком не изменится $(I_L = 0)$



метод узловых потенциалов

$U_L = L\,I_L'$ — скорость возрастание тока в кат.

$$I_L' = \frac{U_L}{L}$$

ответ на 1й вопрос

$$U_L = \varepsilon - U_{C_1} = \varepsilon - \frac{4}{5}\varepsilon = \frac{\varepsilon}{5} \Rightarrow \boxed{I_L' = \frac{\frac{\varepsilon}{5}}{L} = \frac{\varepsilon}{5L}}$$

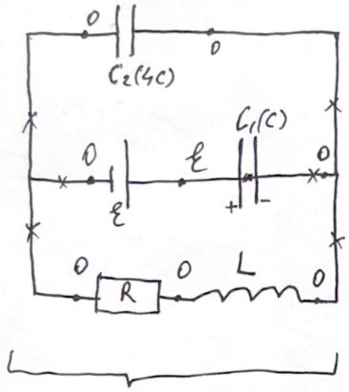
$$W_{C_1}(0) = \frac{CU_{C_1}^2}{2} = \frac{16C\varepsilon^2}{50}$$

$$W_{C_2}(0) = \frac{4CU_{C_2}^2}{2} = \frac{2CU_{C_2}^2}{1} = 2C\cdot\frac{\varepsilon^2}{5} = \frac{2C\varepsilon^2}{25}$$

$$W_L(0) = \frac{LI_L^2}{2} = 0$$

черновик №4

3) рассмотрим цепь в уст режиме $t = t_{уст}$ после замык. ключа.



метод узловых потенциалов

• тока в цепи нет, поскольку тока нет в конденсаторах в уст режиме

• напряжение на катушке нулевое в уст режиме

$$W_{C_1}(t_{уст}) = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$W_{C_2}(t_{уст}) = 0 = \frac{4C\,U_{C_2}^2(t_{уст})}{2} = 2CU_{C_2}^2 = 0$$

$$W_L(t_{уст}) = \frac{LI_L^2(t_{уст})}{2} = 0$$

4) рассмотрим переходной процесс от $t = 0$ до $t = t_{уст}$

$$A_{ист} = \Delta W_{C_1} + \Delta W_{C_2} + \Delta W_L + Q_R$$

$$\mathcal{E}\Delta q = (W_{C_1}(t_{уст}) - W_{C_1}(0)) + (W_{C_2}(t_{уст}) - W_{C_2}(0)) + (W_L(t_{уст}) - W_L(0)) + Q_R$$

Δq — было $\frac{C4\mathcal{E}}{5}$, стал $C\mathcal{E}$ $\Rightarrow$ заряд притекал $\Delta q = \frac{C\mathcal{E}}{5} = |C\mathcal{E} - \frac{4}{5}C\mathcal{E}|$

$$\cancel{\mathcal{E}\cdot\frac{C\mathcal{E}}{5} = \left(\frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{50}\right) + \left(0 - \frac{16C\mathcal{E}^2}{50}\right) + (0-0) + Q_R}$$

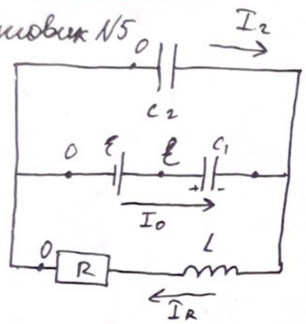
$$\cancel{\frac{C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{24}{50}C\mathcal{E}^2 - \frac{16C\mathcal{E}^2}{50} + Q_R}$$

$$\cancel{\frac{C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{8}{50}C\mathcal{E}^2 + Q_R}$$

$$\cancel{\frac{C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{4}{25}C\mathcal{E}^2 + Q_R}$$

$$\cancel{\boxed{\frac{C\mathcal{E}^2}{25} = Q_R}}$$ ~~— ответ на 2й вопрос~~

Чистовик №5



5) рассмотрим момент времени τ, такой, что ток через C_1 равен I_0

конденсатор C_1 заряжается $\Rightarrow$ C_2 будет разряжаться, причём

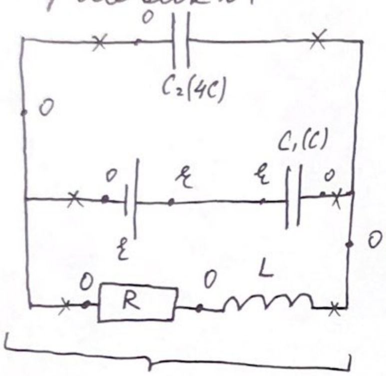
$\frac{dq_2}{4C} = -\frac{dq_0}{C}$, то есть ток через конденсатор будет в 4 раза больше $\Rightarrow$ ток через резистор $\boxed{I_0 + 4I_0 = 5I_0 = I_R}$

Ответ: 1) $I_L' = \frac{\mathcal{E}}{5L}$

2) $Q_R = \frac{C\mathcal{E}^2}{10}$

3) $I_R = 5I_0$

Черновик №1



метод узловых потенциалов

1) рассмотрим цепь в уст. режиме до размыкания ключа

- тока на конденсаторах нет => ток в цепи отсутствует
- напряжение на катушке нет

$I_c = CU'$

$\mathcal{E} - U_{C_1} = U_{C_2}$

$\mathcal{E} - \frac{4\mathcal{E}}{5} = \frac{\mathcal{E}}{5}$

$25 - 16 = 9$