

1) Дано: ϵ_0, E_0 $\frac{\epsilon_0}{11112111}$ } d

$$a) \begin{cases} E_1 + E_2 = 2E_0 \\ E_1 = \epsilon E_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{2\epsilon E_0}{1+\epsilon} \\ E_2 = \frac{2E_0}{1+\epsilon} \end{cases}$$

b) Q неизменялся, то $E_1 = E_0$

$$\text{и } E_2 = \frac{E_1}{\epsilon} \Rightarrow E_2 = \frac{E_0}{\epsilon}$$

$$D_1 = \epsilon_0 E_0$$

$$D_2 = \epsilon \epsilon_0 E_2 = \epsilon_0 E_0$$

c) Отключен \Rightarrow заряд не изменяется \Rightarrow как b)

2. Дано: $C_1 = 1 \times 10^{-6} \text{ ф}$, $U = 300 \text{ В}$, $C_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ ф}$ | $\Delta W = ?$

$$W_1 = \frac{C_1 U^2}{2}, \quad q_0 = C_1 U$$

Когда в равновесии, потенциал одинаков

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$$

$$\Rightarrow C_2 q_1 = C_1 (q_0 - q_1)$$

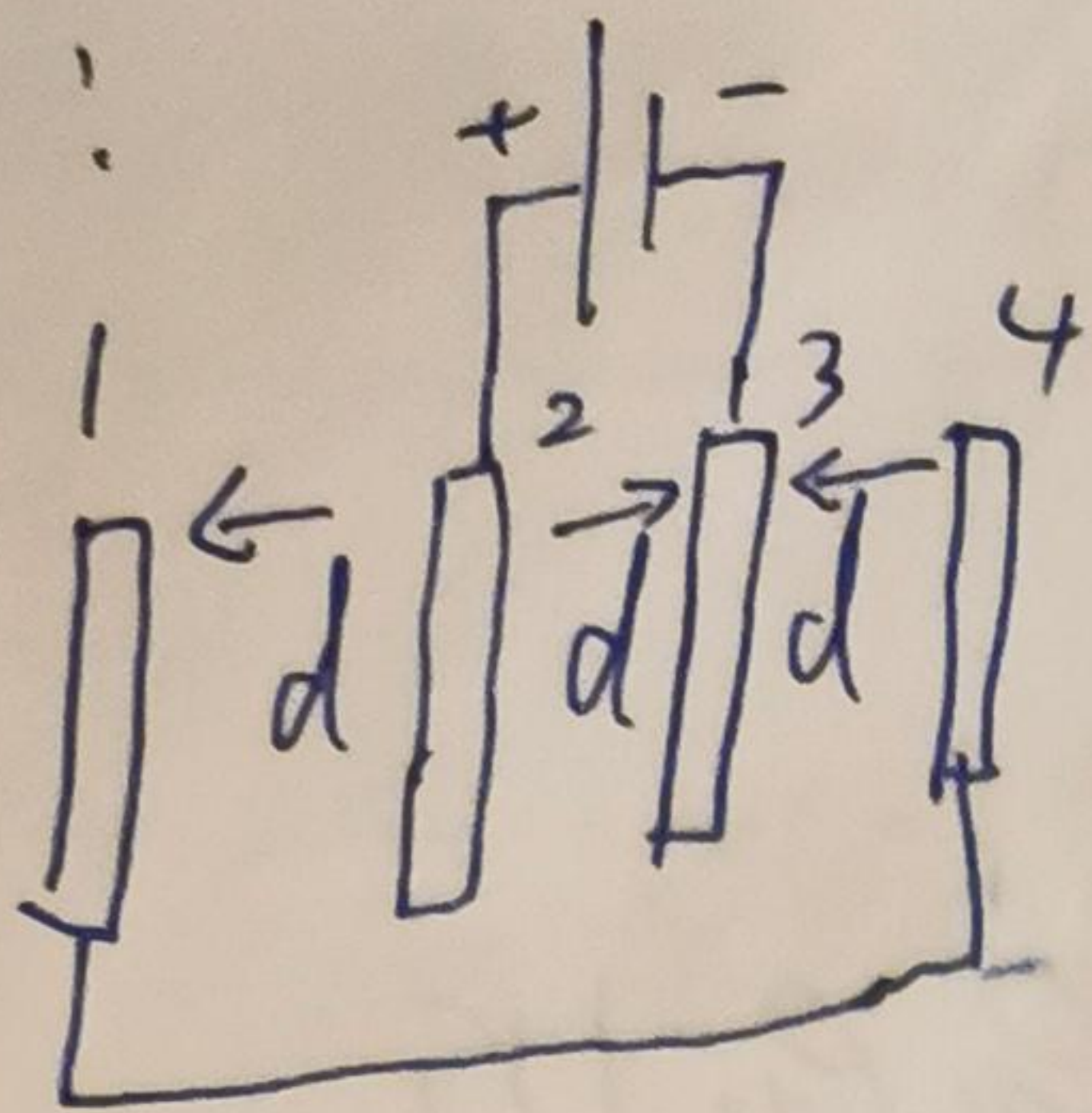
$$\Rightarrow q_1 = \frac{C_1 q_0}{C_1 + C_2} = \frac{C_1^2 U}{C_1 + C_2}$$

$$q_2 = q_0 - q_1 = \frac{C_2 q_0}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 C_2 U}{C_1 + C_2}$$

$$W_2 = \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2} = \frac{C_1^2 U^2}{2(C_1 + C_2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta W &= W_1 - W_2 \\ &= \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{C_1^2 U^2}{2(C_1 + C_2)} \\ &= \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} \\ &= 0.03 \text{ Дж} \end{aligned}$$

3) Дано:



$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_3$$

a) E_{12} , E_{23} , E_{34} - ?

1 и 4 связаны $\Rightarrow \varphi_1 = \varphi_4$

$$E_{23} = \frac{\Delta\varphi}{d}$$

$$\varphi_1 - \varphi_4 = (\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_3) + (\varphi_3 - \varphi_4) = 0$$

~~$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_4 + \varphi_3 - \varphi_2 = 0$$~~

и $q_2 = -q_3 \Rightarrow E_{12} = E_{34}$ Но направлена противоположно

~~$$-2Ed + \Delta\varphi = 0$$~~
$$-E_{12} - E_{34} + \Delta\varphi = 0$$

~~$$\Rightarrow E = \frac{\Delta\varphi}{2d}$$~~
$$E_{12} = E_{34} = \frac{\Delta\varphi}{2d}$$

б) q_1, q_2, q_3, q_4 - ? $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ - ?

Очевидно: $\sigma_2 = -\sigma_3$, где $\sigma_2 > 0$, $\sigma_4 = -\sigma_1$, где $\sigma_4 > 0$

~~$$\text{и } \sigma_2 = \epsilon_0 E$$~~ Для 4: $\sigma_4 = \epsilon_0 E_{34} = \frac{\Delta\varphi \epsilon_0}{2d}$

$$\sigma_1 = -\sigma_4 = -\frac{\Delta\varphi \epsilon_0}{2d}$$

Для 2: $\sigma_2 = \epsilon_0 (E_{34} + E_{23}) = \frac{3\Delta\varphi \epsilon_0}{2d}$

$$\sigma_3 = -\sigma_2 = -\frac{3\Delta\varphi \epsilon_0}{2d}$$

4. Дано: $r_1 = 5 \times 10^{-5} \text{ м}$, $r_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ м}$, $l = 1.5 \times 10^{-1} \text{ м}$, $\epsilon = 1$

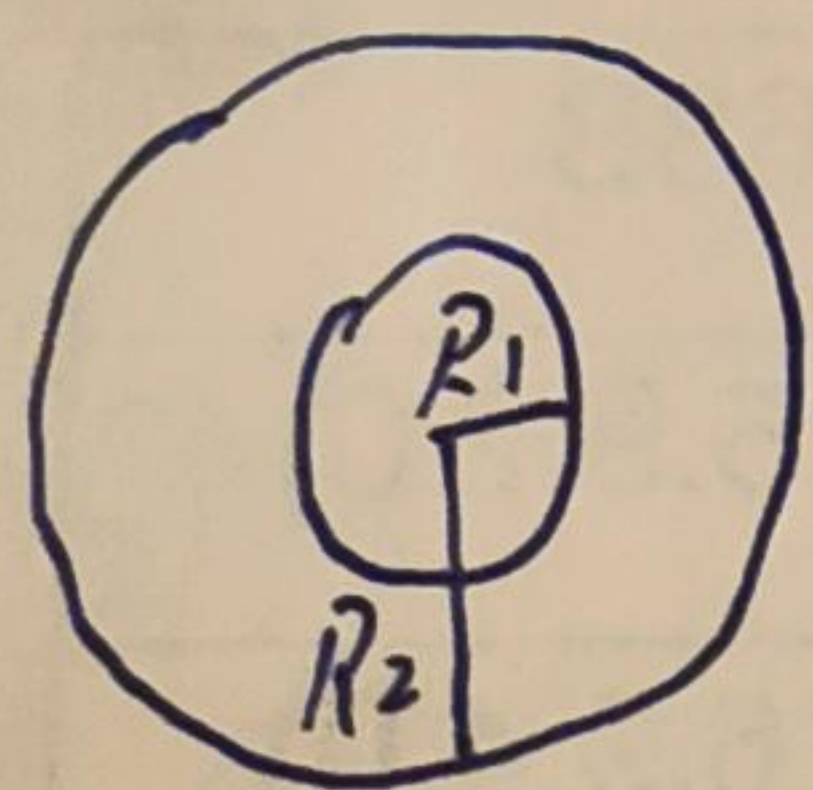
$C - ?$

$\varphi(r) = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \ln(r)$, где λ — плотность заряда на нити

$$\Delta\varphi = \frac{q}{2\pi l \epsilon\epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

$$C = \frac{q}{\Delta\varphi} = \frac{2\pi l \epsilon\epsilon_0}{\ln\left|\frac{r_2}{r_1}\right|} = 1.57 \times 10^{-12} \text{ ф}$$

5. Дано: $R_2 > R_1$, $\epsilon = \frac{a}{r}$, $C - ?$



$$E \cdot S = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$2\pi R$$

~~$$\varphi(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$$~~

~~$$\Delta\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$~~

~~$$C_{sc} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon\epsilon_0}$$~~

По теореме Гаусса:

$$D \cdot 4\pi r^2 = q$$

$$D = \frac{q}{4\pi r^2}$$

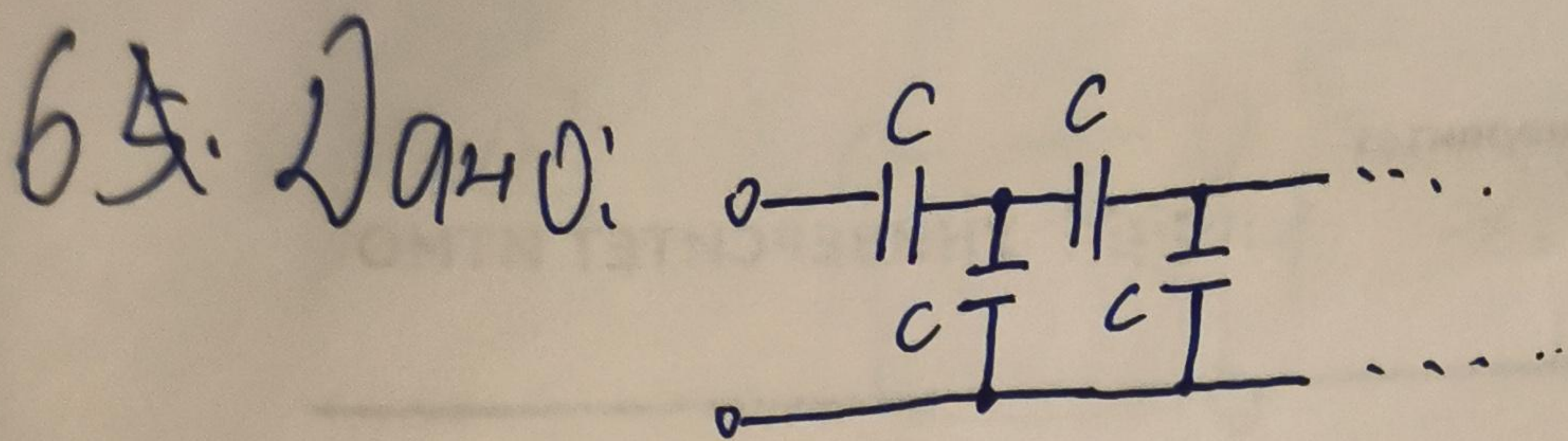
$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$$

$$\varphi_1 = -\int E dr = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \ln|r|$$

$$\Delta\varphi = \varphi(R_2) - \varphi(R_1) = \varphi(R_2)$$

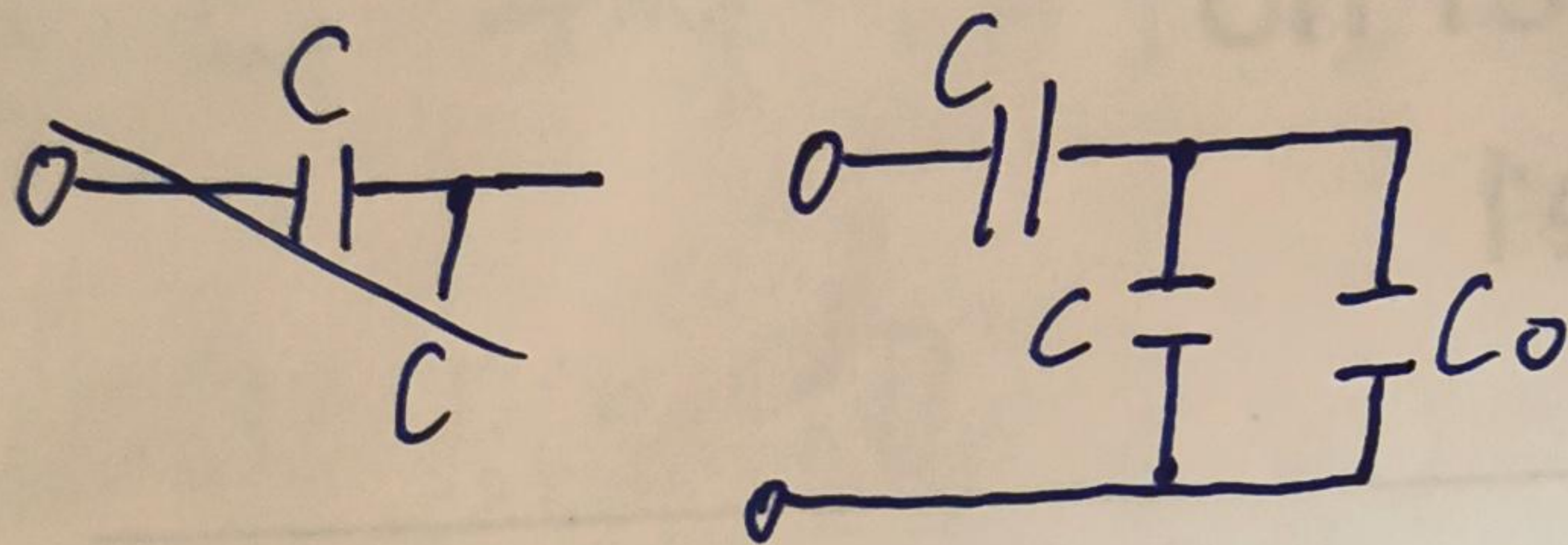
$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$C = \frac{q}{\Delta\varphi} = \frac{4\pi\epsilon_0 a}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$



емкость схемы - ?

Заменим схему:

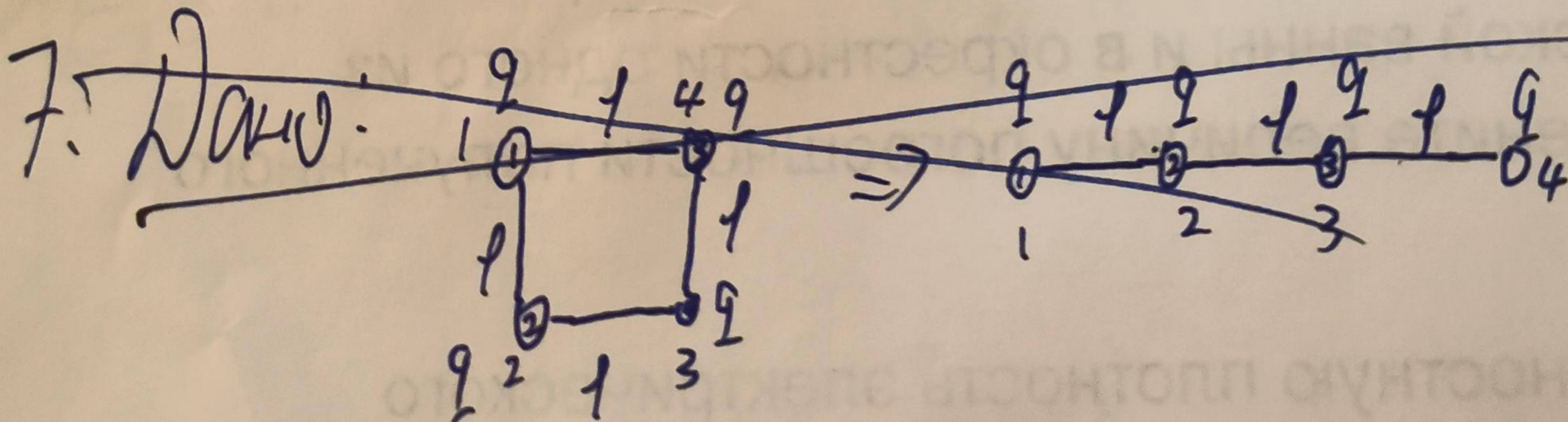


$$\frac{1}{C+C_0} + \frac{1}{C} = \frac{1}{C_0}$$

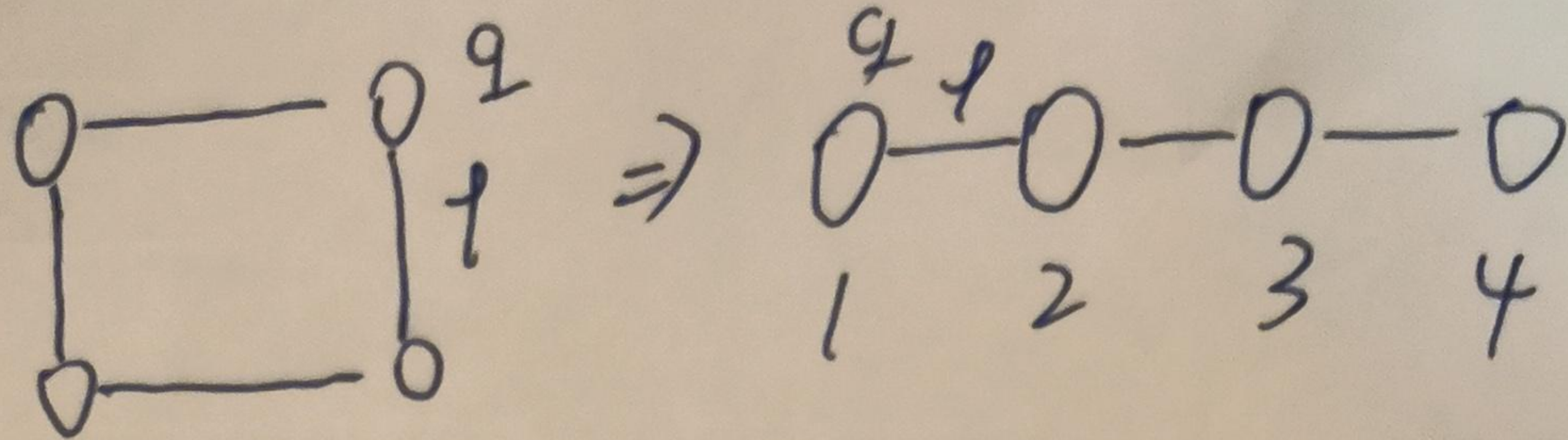
$$C_0^2 - C^2 + C C_0 = 0$$

$$\Rightarrow C_0 = \frac{(\sqrt{5}-1)}{2} C$$

Ответ: $\frac{\sqrt{5}-1}{2} C$



7. Dano:



W-?

$$\bar{E}_1 = 4 \times q \varphi_1 = 4 \times q \times \left(\frac{kq}{\sqrt{2}l} + \frac{2kq}{l} \right) = \frac{(2\sqrt{2}+8)kq^2}{l}$$

После перыва:

$$\varphi_1' = \frac{kq}{l} + \frac{kq}{2l} + \frac{kq}{3l} = \frac{11kq}{6l}$$

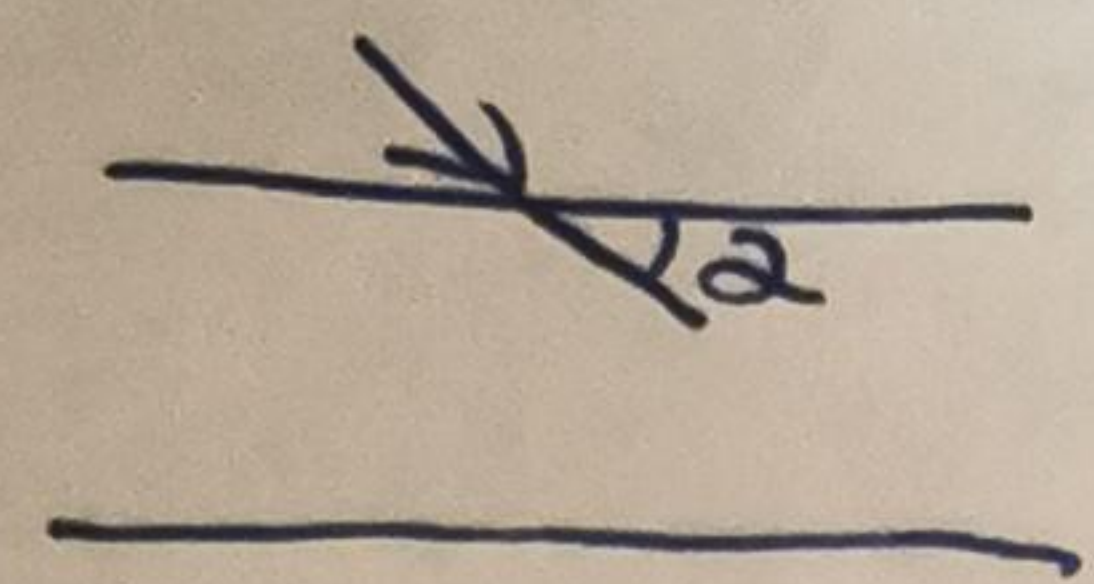
$$\varphi_2' = \frac{2kq}{l} + \frac{kq}{2l} = \frac{5kq}{2l}$$

$$\varphi_3' = \varphi_2', \varphi_4' = \varphi_1'$$

$$\bar{E}_2 = q(\varphi_1' + \varphi_2' + \varphi_3' + \varphi_4')$$

$$= q \frac{26kq^2}{3l}$$

$$W = E_2 - E_1 = \left(\frac{2-6\sqrt{2}}{3} \right) \frac{kq^2}{l} \quad ?$$

8. Дано:  $q, \Delta\varphi$

E_{min} чтобы ионы могли через сетку —?

Представим начальную скорость v_0 .

$$\frac{1}{2} m v_0^2 \sin^2 \alpha \geq qU$$

$$E \geq \frac{qU}{\sin^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow E_{min} = \frac{qU}{\sin^2 \alpha}$$

9. Дано: $\epsilon_0, E = 3 \text{ МВ/м} = 3 \times 10^6 \text{ В/м}$ / w —?

$$w = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^6 \times 8.85 \times 10^{-12} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ Дж/м}^3$$

10. Дано: ~~$\vec{p} = q\vec{r}$~~ \vec{p}, r, λ / F на диполь

$$\vec{p} \nabla \vec{E} = F$$

$$E \cdot 2\pi r dr = \frac{\lambda dr}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0}$$

$$2) \begin{matrix} \vec{E} \\ \vec{p} \end{matrix} \rightarrow$$

$$F = p \cdot \frac{dE}{dr}$$

$$= -\frac{\lambda p}{2\pi r^2 \epsilon_0}$$

$$\vec{F} = -\frac{\lambda e}{2\pi r^2 \epsilon_0} \vec{r} - \frac{\lambda \vec{p}}{2\pi r^2 \epsilon_0}$$

3) Сила на положительный заряд и на отрицательный одинаковы по величине. Значит $\vec{F} = 0$