

КАПАЦИТЕТ

КОНДЕНЗАТОРИ

Лектор: Доц. д-р Т. Йовчева

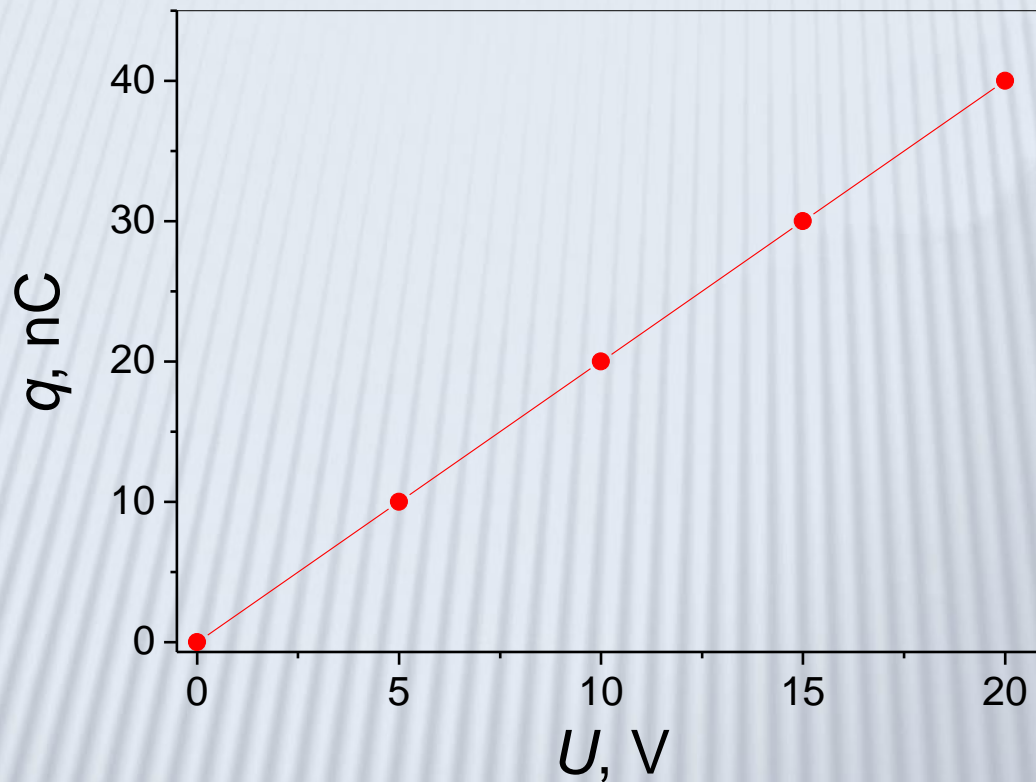
1 зад. Определете капацитета на кондензатор, ако разликата между потенциалите на електродите е $U = 1000 \text{ V}$, а зарядът му е $q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.

$$C = \frac{q}{U} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

2 зад. При напрежение $U = 12 \text{ V}$ зарядът на кондензатор е $q = 24 \text{ }\mu\text{C}$. Колко е капацитетът на кондензатора?

$$C = \frac{q}{U} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

3 зад. На фигурата е показана зависимостта на заряда q на кондензатор от напрежението U между двата му електрода. Определете капацитетите на всяка една от червените точки.



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

Отг. 1 – 0; 2 – 2 nF; 3 – 2 nF; 4 – 2 nF; 5 – 2 nF

4 зад. На фигурата е показана зависимостта на заряда на два кондензатора от напрежението между техните електроди.

Определете отношението $\frac{C_1}{C_2}$ на капацитетите на тези

кондензатори.

$$C_1 = \frac{4q}{2U}$$

$$C_2 = \frac{2q}{4U}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = 4$$

5 зад. Компютърен чип RAM съдържа кондензатори с капацитет $C = 6 \cdot 10^{-14}$ F. Ако такъв кондензатор се зареди до напрежение $U = 4,8$ V, колко некомпенсирани електрона ще се намират на отрицателния му електрод?

$$q = CU$$

$$q = Ne$$

$$N = \frac{CU}{e} = \frac{6 \cdot 10^{-14} \cdot 4,8}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 18 \cdot 10^5 \text{ електрона}$$

6 зад. Разстоянието между електродите на плосък кондензатор с капацитет $C = 5 \text{ nF}$ е $d = 0,5 \text{ cm}$. При какъв заряд q на кондензатора интензитетът на електричното поле между електродите му е $E = 2 \cdot 10^4 \text{ V/m}$?

$$q = CU \qquad E = \frac{U}{d}$$

$$q = CE d = 5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

7 зад. Разстоянието между електродите на кондензатор е $d = 0,1$ m, а напрежението $U = 100$ V. Определете силата, която действа на заряд $q = 10^{-8}$ C, поставен между електродите на кондензатора.

$$F = qE \qquad E = \frac{U}{d}$$

$$F = \frac{qU}{d} = \frac{10^{-8} \cdot 100}{0,1} = 1000 \cdot 10^{-8} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

8 зад. Потенциалите на електродите на плосък кондензатор са съответно 121 V и 107 V, а разстоянието между тях е $d = 3,5$ cm. Намерете:

- а) напрежението на кондензатора, посоката и големината на полето в него;
- б) големината на електричната сила, която действа на електрон, намиращ се между електродите;
- в) работата на електричната сила при пренасяне на електрон от първия електрод до втория.

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = 121 - 107 = 14V \qquad E = \frac{U}{d} = 400V / m$$

$$F = eE = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 400 = 640 \cdot 10^{-19} N$$

$$A = eU = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 14 = 22,4 \cdot 10^{-19} J$$

9 зад. Разстоянието между електродите на плосък въздушен кондензатор е $d = 0,885 \text{ mm}$. Колко трябва да е тяхната площ, за да се получи кондензатор с капацитет $C = 1 \text{ F}$?

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad \varepsilon = 1$$

$$S = \frac{Cd}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{1 \cdot 0,885 \cdot 10^{-3}}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1} = 0,1 \cdot 10^9 = 1 \cdot 10^8 \text{ m}^2$$

10 зад. Пресметнете капацитета на плосък кондензатор, съставен от две метални пластинки с размери $a=2,5$ cm и $b=4$ cm, разделени от лист хартия с дебелина $d=0,37$ mm. Диелектричната проницаемост на хартията е $\varepsilon=3,7$.

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

$$S = ab = 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3,7 \cdot 10 \cdot 10^{-4}}{0,37 \cdot 10^{-3}} = 885 \cdot 10^{-13} = 88,5 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

11 зад. Зареден до напрежение $U = 800 \text{ V}$ кондензатор е изключен от източника. Определете напрежението между електродите при двойно намаляване на разстоянието между тях.

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d_1} \qquad C_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d_1 / 2}$$

$$q = C_1 U = C_2 U_2$$

$$U_2 = \frac{C_1 U}{C_2} = \frac{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d_1} \cdot U}{2 \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d_1}} = \frac{U}{2} = \frac{800}{2} = 400 \text{ V}$$

12 зад. Колко е интензитетът на полето в плосък кондензатор със заряд q , ако площта на всеки от електродите му е S , а диелектрият между тях има диелектрична проницаемост ε .

$$E = \frac{U}{d} \qquad U = \frac{q}{C} \qquad C = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d}$$

$$E = \frac{q}{Cd} = \frac{q}{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} d} = \frac{q}{\varepsilon_0 \varepsilon S}$$

13 зад. До какъв максимален заряд q може да се зареди плосък въздушен кондензатор с капацитет $C = 5 \text{ nF}$, ако разстоянието между електродите е $d = 0,1 \text{ mm}$? Между електродите прескача искра, когато интензитетът на електричното поле в кондензатора достигне $E_{np} = 3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$.

$$E = \frac{U}{d} \quad U = Ed$$

$$q = CU$$

$$q = CE d$$

$$q = CE_{np} d = 5 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

14 зад. Разстоянието между електродите на плосък въздушен кондензатор е $d = 0,1$ mm. При какво напрежение на кондензатора прескача искра, ако пробив във въздуха настъпва при интензитет на полето $E_{np} = 2,5$ MV/m.

$$E_{np} = \frac{U_{np}}{d}$$

$$U_{np} = E_{np} d = 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} = 0,25 \cdot 10^3 = 250V$$

15 зад. Разстоянието между електродите на плосък кондензатор е $d = 0,15$ mm, площта им е $S = 300$ cm², а диелектрият между тях има диелектрична проницаемост $\varepsilon = 3,3$. Намерете: а) капацитета на кондензатора; б) напрежението му при заряд $q = 3,6$ nC; в) интензитета на полето; г) максималния заряд, който можем да предадем на кондензатора, ако пробив в диелектрика настъпва при интензитет на полето $E_{np} = 2,1$ MV/m.

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3,3 \cdot 300 \cdot 10^{-4}}{0,15 \cdot 10^{-3}} = 58410 \cdot 10^{-13} \approx 5,8 \text{ nF}$$

$$U = \frac{q}{C} = \frac{3,6 \cdot 10^{-9}}{5,8 \cdot 10^{-9}} = 0,62 \text{ V} \quad E = \frac{U}{d} = \frac{0,62}{0,15 \cdot 10^{-3}} \approx 4,1 \cdot 10^3 \text{ V/m}$$

$$E_{np} = \frac{U_{np}}{d}; U_{np} = \frac{q}{C} \Rightarrow q = CE_{np}d = 5,8 \cdot 10^{-9} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,15 \cdot 10^{-3} \approx 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

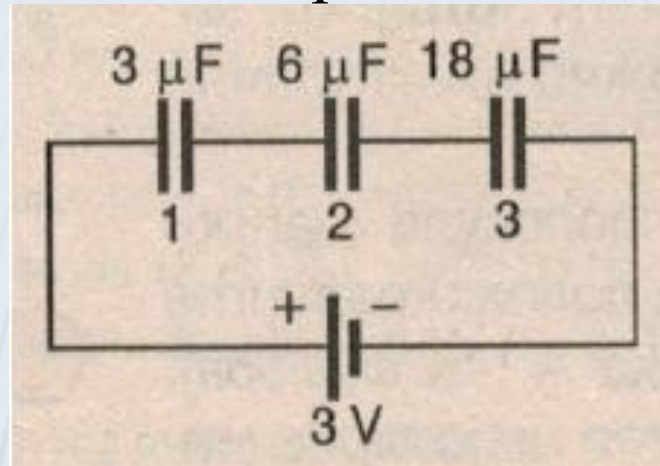
16 зад. Двата електрода на кондензатор с капацитет $C = 10$ mF, който е зареден до напрежение $U = 120$ V, се свързват с резистор. Пресметнете количеството топлина Q , което ще се отдели в резистора.

Енергията на зареден кондензатор е:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot (120)^2}{2} = 72J$$

$$Q = W = 72J$$

17 зад. За схемата от фигурата определете енергията на еквивалентния на кондензатор.



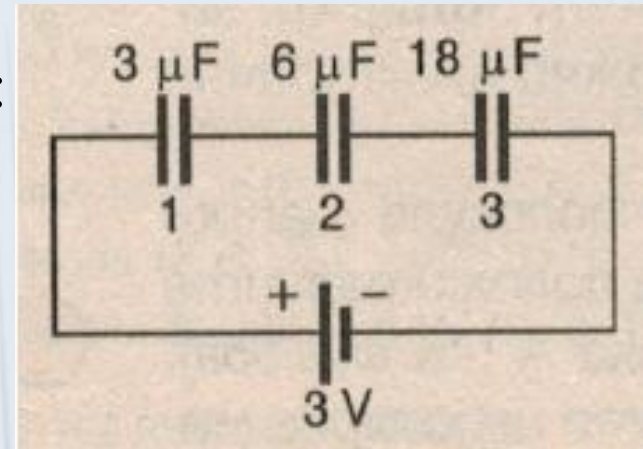
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18} = \frac{10}{18}$$

$$C = \frac{18}{10} = 1,8 \mu F$$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{1,8 \cdot 3^2}{2} = \frac{16,2}{2} = 8,1 \mu J$$

18 зад. За схемата от фигурата определете:

- еквивалентния капацитет;
- заряда на всеки един от кондензаторите;
- напрежението на всеки кондензатор.

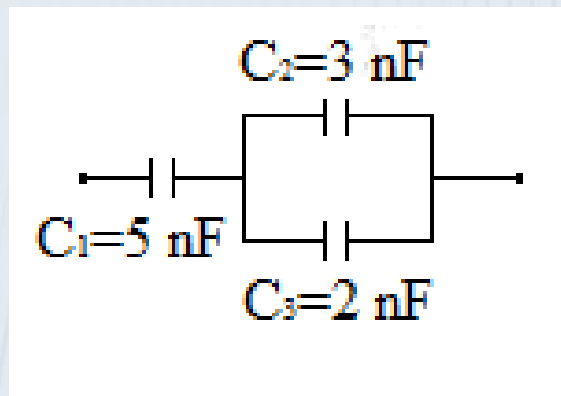


$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18} = \frac{10}{18} \quad C = \frac{18}{10} = 1,8 \mu F$$

$$q = q_1 = q_2 = q_3 = CU = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 5,4 \cdot 10^{-6} C$$

$$U_1 = \frac{q}{C_1} = 1,8V \quad U_2 = \frac{q}{C_2} = 0,9V \quad U_3 = \frac{q}{C_3} = 0,3V$$

19 зад. Определете капацитета на батерията, представена на фигурата.

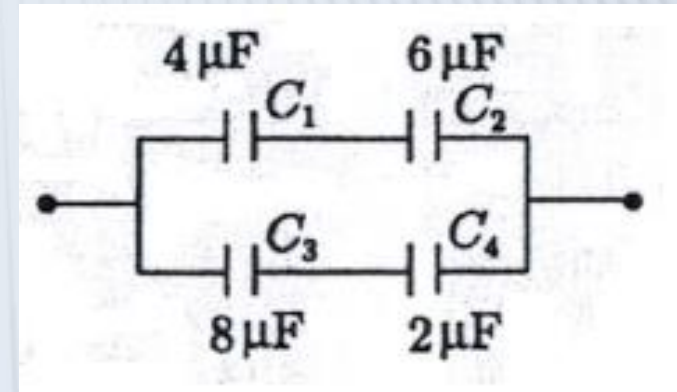


$$C^* = C_2 + C_3 = 3 + 2 = 5 \text{ nF}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C^*} + \frac{1}{C_1} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$$

$$C = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ nF}$$

20 зад. Пресметнете еквивалентния капацитет на кондензаторната батерия от фигурата по долу.



$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{10}{24}$$

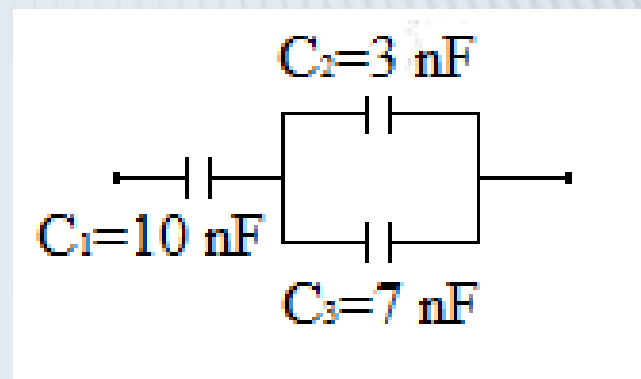
$$C' = \frac{24}{10} = 2,4\ \mu\text{F}$$

$$\frac{1}{C''} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{8} + \frac{1}{2} = \frac{10}{16}$$

$$C'' = \frac{16}{10} = 1,6\ \mu\text{F}$$

$$C = C' + C'' = 2,4 + 1,6 = 4\ \mu\text{F}$$

21 зад. Определете заряда на батерията, представена на фигурата, като напрежението е $U=500V$.



$$C^* = C_2 + C_3 = 3 + 7 = 10 \text{ nF}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C^*} + \frac{1}{C_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10}$$

$$C = \frac{10}{2} = 5 \text{ nF}$$

$$q = CU = 5 \cdot 10^{-9} \cdot 500 = 2500 \cdot 10^{-9} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

22 зад. Два еднакви въздушни плоски кондензатора с площ на плочите S и разстояние между тях d са свързани последователно. Определете капацитета на батерията от кондензатори. На колко ще бъде равен капацитетът на плосък въздушен кондензатор с площ на плочите S и разстояние между тях $2d$. Сравнете двата резултата.

$$C_1 = C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{\frac{\varepsilon_0 S}{d}} + \frac{1}{\frac{\varepsilon_0 S}{d}} = \frac{2}{\frac{\varepsilon_0 S}{d}}$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{2d}$$

$$C^* = \frac{\varepsilon_0 S}{2d}$$

23 зад. Два еднакви въздушни плоски кондензатора с площ на плочите S и разстояние между тях d са свързани успоредно. Определете капацитета на батерията от кондензатори. На колко ще бъде равен капацитетът на плосък въздушен кондензатор с площ на плочите $2S$ и разстояние между тях d . Сравнете двата резултата.

$$C_1 = C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \qquad C = C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d} + \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{2\varepsilon_0 S}{d}$$

$$C^* = \frac{2\varepsilon_0 S}{d}$$