Malá částice, která má hmotnost 1 mg a náboj 0,5 nC, je na začátku v klidu. S jakým zrychlením se bude pohybovat v homogenním elektrickém poli s intenzitou 30 kV.m^{-1}. Jakou dráhu částice urazí za 0,1 s ve vakuu? Tíhovou sílu působící na částici neuvažujeme.

[15 m.s^{-2}, 7,5 cm]

$m = 1\,mg = 1\cdot 10^{-3}\,g = 1\cdot 10^{-3}\, 10^{-3}\,kg = 10^{-6}\,kg$

$Q = 0{,}5\,nC = 0{,}5\cdot 10^{-9}\,C$

$v_0 = 0\,m.s^{-1}$

$E = 30\,kV.m^{-1} = 30\cdot 10^{3}\,V.m^{-1}$

$t = 0{,}1\,s$

$\varepsilon_r = 1$

$a - ?$

$s - ?$

$E = \frac{F}{Q} \Rightarrow F = E\cdot Q$

$F = ma$ II N.z.

$ma = E\cdot Q$

$a = \frac{E\,Q}{m}$

$a = \frac{30\cdot 10^{3}\cdot 0{,}5\cdot 10^{-9}}{1\cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{15\,m.s^{-2}}}$

$\underline{a = konst}$

$v = \int a\cdot dt = a\cdot t + v_0$

$s = \int v\cdot dt = \int (a\cdot t + v_0)\,dt = \frac{a t^2}{2} + \underbrace{v_0}_{=0} t + \underbrace{s_0}_{=0}$

$s = \frac{1}{2}\cdot 15\cdot (0{,}1)^2 = 7{,}5\cdot 0{,}01\,m = 7{,}5\cdot 10^{-2}\,m = \underline{\underline{7{,}5\,cm}}$

Jak je potřeba změnit vzdálenost dvou kladných bodových nábojů Q_1 a Q_2 ve vakuu, pokud se náboj Q_1 zvětší 4 krát a Coulombova síla se nezmění.

[Zvětšit dvakrát]

$Q_1 > 0$

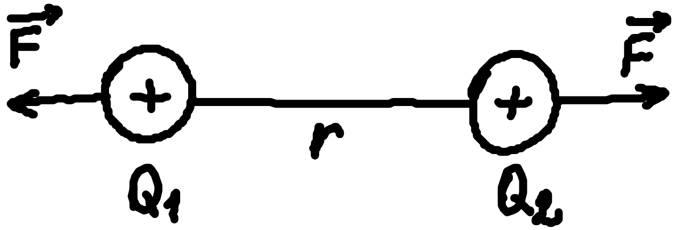
$Q_2 > 0$

$\varepsilon_r = 1$

$Q_1^* = 4Q_1$

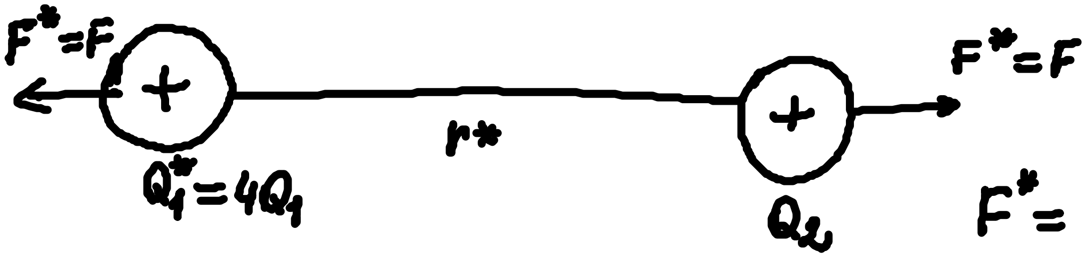
$r^* - ?$

$F = F^*$



$$F = \underbrace{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}}_{=k} \cdot \frac{|Q_1|\cdot|Q_2|}{r^2} \quad \text{C. z.}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\cdot 1}\cdot\frac{Q_1\cdot Q_2}{r^2}$$



$$F^* = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\cdot 1}\cdot\frac{Q_1^*\cdot Q_2}{r^{*2}}$$

$$\cancel{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0\cdot 1}}\cdot\frac{\cancel{Q_1}\cdot\cancel{Q_2}}{r^2} = \cancel{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0\cdot 1}}\cdot\frac{4\cancel{Q_1}\cdot\cancel{Q_2}}{r^{*2}}$$

$$\frac{1}{r^2} = \frac{4}{r^{*2}}$$

$$r^{*2} = 4r^2$$

$$\sqrt{r^{*2}} = \sqrt{4r^2}$$

$$\underline{\underline{r^* = 2\cdot r}}$$

Bodový elektrický náboj Q vytváří ve vakuu elektrické pole. Na náboj Q_0 působí elektrická síla. Náboje vložíme do dielektrika. Pokud chceme, aby na náboj Q_0 působila stejně velká síla jako ve vakuu, musíme náboj Q_0 přemístit do poloviční vzdálenosti. Určete relativní permitivitu dielektrika.

[4]

Q

Q_0

$\varepsilon_r = 1$

r

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r} \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 1} \cdot \frac{|Q| \cdot |Q_0|}{r^2}$$

Q

Q_0

$\varepsilon_r^* - ?$

$F = F^*$

$r^* = \frac{r}{2}$

$$F^* = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r^*} \cdot \frac{|Q| \cdot |Q_0|}{r^{*2}}$$

$$F^* = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r^*} \cdot \frac{|Q|\ |Q_0|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}$$

$$F = F^*$$

$$\frac{1}{\cancel{4\pi\varepsilon_0}} \cdot \frac{\cancel{|Q|} \cdot \cancel{|Q_0|}}{r^2} = \frac{1}{\cancel{4\pi\varepsilon_0}\varepsilon_r^*} \cdot \frac{\cancel{|Q|} \cdot \cancel{|Q_0|}}{\frac{r^2}{2^2}}$$

$$\frac{1}{\cancel{r^2}} = \frac{1}{\varepsilon_r^*} \cdot \frac{4}{\cancel{r^2}}$$

$$1 = \frac{1 \cdot 4}{\varepsilon_r^*}$$

$$\underline{\underline{\varepsilon_r^* = 4}}$$

Na zdroj stejnosměrného napětí 30 V jsou do série zapojeny dva kondenzátory s kapacitami 12 μF a 24 μF. Určete:

a) výslednou kapacitu,

b) náboje na deskách kondenzátorů,

c) poměr napětí na jednotlivých kondenzátorech,

d) energie v poli kondenzátorů.

[a) 8 μF, b) 240 μC, c) 2:1, d) 3,6 mJ]

$U = 30\,V$

$C_1 = 12\,\mu F = 12\cdot 10^{-6}\,F$

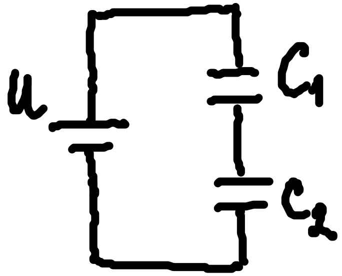
$C_2 = 24\,\mu F = 24\cdot 10^{-6}\,F$

a) $C_s - ?$

b) $Q - ?$

c) $U_1 : U_2 - ?$

d) $E_{el} - ?$



a) $$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_2 + C_1}{C_1\cdot C_2}$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{C_1 + C_2}{C_1\cdot C_2}$$

$$C_s = \frac{C_1\cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12\cdot 10^{-6}\cdot 24\cdot 10^{-6}}{12\cdot 10^{-6} + 24\cdot 10^{-6}} = 8\cdot 10^{-6}\,F$$

$$C_s = 8\,\mu F$$

b) $$Q = C_s\cdot U = 8\cdot 10^{-6}\cdot 30 = 240\cdot 10^{-6}\,C = 240\,\mu C$$

c) $$U_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{240\cdot \cancel{10^{-6}}}{12\cdot \cancel{10^{-6}}} = 20\,V$$

$$U_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{240\cdot \cancel{10^{-6}}}{24\cdot \cancel{10^{-6}}} = 10\,V$$

$$U_1 : U_2 = 20\,V : 10\,V = 2:1$$

d) $$E_{el} = \frac{1}{2} C_s U^2 = \frac{1}{2}\cdot 8\cdot 10^{-6}\cdot 30^2 = 3{,}6\cdot 10^{-3}\,J = 3{,}6\,mJ$$

Kondenzátory s kapacitou $C_1 = 2\ \mu F$ a $C_2 = 3\ \mu F$ jsou připojeny paralelně. Na kondenzátoru s kapacitou C_1 je náboj $Q_1 = 6\ \mu C$. Určete napětí a náboj na druhém kondenzátoru.

[3 V, 9 μC]

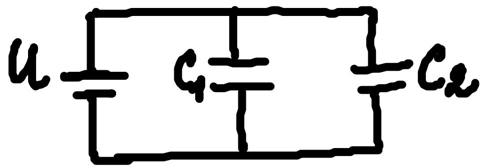
$C_1 = 2\,\mu F = 2 \cdot 10^{-6}\,F$

$C_2 = 3\,\mu F = 3 \cdot 10^{-6}\,F$

$Q_1 = 6\,\mu C = 6 \cdot 10^{-6}\,C$

$U_2 - ?$

$Q_2 - ?$



$C_p = C_1 + C_2 = 2 \cdot 10^{-6} + 3 \cdot 10^{-6}$

$C_p = 5 \cdot 10^{-6}\,F = 5\,\mu F$

$Q_1 = C_1 \cdot U_1 \Rightarrow U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{6 \cdot \cancel{10^{-6}}}{2 \cdot \cancel{10^{-6}}} = 3V$

$U_1 = U_2 = \underline{\underline{3V}}$

$Q_2 = C_2 \cdot U_2 = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 9 \cdot 10^{-6}\,C = \underline{\underline{9\,\mu C}}$

Kondenzátory s kapacitami 6.10^{-6} F a 4.10^{-6} F jsou spojeny sériově a paralelně k nim je připojen kondenzátor s kapacitou 2.10^{-6} F. Určete jejich výslednou kapacitu.

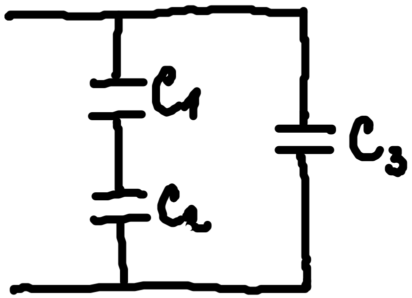
[4,4 μF]

$C_1 = 6 \cdot 10^{-6}\,F$

$C_2 = 4 \cdot 10^{-6}\,F$

$C_3 = 2 \cdot 10^{-6}\,F$

$C - ?$



$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$$

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-6} + 4 \cdot 10^{-6}}$$

$$C_s = 2{,}4 \cdot 10^{-6}\,F$$

$$C_p = C_s + C_3 = 2{,}4 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6}$$

$$C_p = 4{,}4 \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{4{,}4\,\mu F}}$$

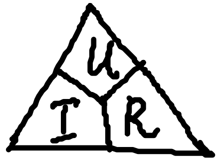
Ke spotřebitelské síti 230 V je připojeno pět sériově spojených stejných žárovek. Určete:

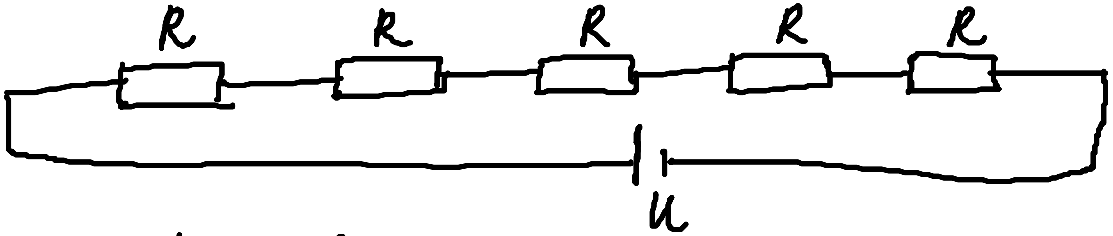
a) jaké napětí naměříme na každé z nich,

b) jaký je celkový odpor žárovek, je-li odpor jedné žárovky 24 Ω,

c) jak velký proud prochází tímto elektrickým obvodem.

[a) 46 V, b) 120 Ω, c) 1,92 A]





$U = 230\,V$

$5x\ R$

$R = 24\,\Omega$

a) $U^* - ?$

b) $R_s - ?$

c) $I - ?$

a) $U^* = \frac{U}{n} = \frac{230}{5} = \underline{\underline{46\,V}}$

b) $R_s = 5 \cdot R = 5 \cdot 24 = \underline{\underline{120\,\Omega}}$

c) $I = \frac{U}{R} = \frac{230}{120} = \underline{\underline{1{,}92\,A}}$

Dva spotřebiče jsou spojeny paralelně. První z nich má odpor 20 Ω a prochází jím proud 5 A. Druhý má odpor 100 Ω. Určete:

a) jaký proud prochází druhým spotřebičem,

b) jaký je celkový proud,

c) jaké je napětí mezi uzly,

d) jaký je celkový odpor spotřebičů.

[a) 1 A, b) 6A, c) 100 V, d) 16,67 Ω]

$R_1 = 20\,\Omega$

$I_1 = 5\,A$

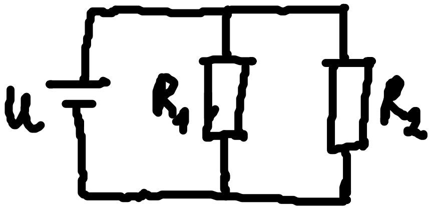
$R_2 = 100\,\Omega$

a) $I_2 - ?$

b) $I - ?$

c) $U - ?$

d) $R_p - ?$



a) $U_1 = R_1 \cdot I_1 = 20 \cdot 5 = 100\,V$

$U_1 = U_2 = \underline{\underline{100\,V}}$

$U_2 = R_2 \cdot I_2$

$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{100}{100} = \underline{\underline{1\,A}}$

b) $I = I_1 + I_2 = 5 + 1 = \underline{\underline{6\,A}}$

d) $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$

$\frac{1}{R_p} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$

$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 100}{20 + 100} = \underline{\underline{16{,}67\,\Omega}}$