

1. Mennyivel nő egy elektron energiája, ha 5 V feszültségű pontok között gyorsul fel?

Megoldás:

$$U=5V$$

$$Q=e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$W=?$$

MEGOLDÁS:

$$W= U \cdot e = 5 \text{ V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2. Mekkora töltés tölti fel a 20 μ F kapacitású kondenzátort 13V feszültségre?

Megoldás:

$$C=20\mu\text{F}$$

$$U=13V$$

$$Q=?$$

MEGOLDÁS:

$$Q=C \cdot U = 20\mu\text{F} \cdot 13V = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

3. 2 V-os zseblámpatelep egymástól 6 cm-re lévő pólusai között közelítően homogén elektromos mező alakult ki. Mekkora sebességgel csapódna egy negatív pólustól induló elektron a pozitív pólusba, ha közben nem ütközne a levegő molekuláival?

MEGOLDÁS:

$$U=2 \text{ V}$$

$$d=6 \text{ cm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$Q=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$V = ?$$

A térerősség:

$$E=U/d=2V/ 6 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 33,33 \text{ V/m}$$

Az elektronra ható erő:

$$F= E \cdot Q = 33,33 \text{ V/m} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 5,33 \cdot 10^{-18} \text{ N}$$

A gyorsulás:

$$a = F/m = 5,33 \cdot 10^{-18} \text{ N} / 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,86 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$$

Az útra vonatkozó összefüggésből az idő:

$$t = \sqrt{2d/a} = \sqrt{2 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ m} / 5,86 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2} = 1,43 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

Az elért sebesség:

$$v = a \cdot t = 5,86 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2 \cdot 1,43 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 837980 \text{ m/s}$$

4. Egy kis golyónak 10^{-7} C pozitív töltést adunk. A golyó felett 45 cm magasságban egy $2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ töltésű és $9 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$ tömegű porszem található.

Milyen nagyságú és irányú gyorsulással indul el a porszem?

MEGOLDÁS:

$$Q = 10^{-7} \text{ C}$$

$$r = 45 \text{ cm} = 4,5 \cdot 10^{-1} \text{ m}$$

$$q = 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

$$m = 9 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$$

$$a = ?$$

A golyó töltése által a porszem helyén létrehozott elektromos térerősség:

$$E = k \cdot (Q/r^2) = (9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2) \cdot 10^{-7} \text{ C} / (4,5 \cdot 10^{-1} \text{ m})^2 = 4444,44 \text{ N/C}$$

A porszemre felfelé irányuló elektromos erő:

$$F_{el} = E \cdot q = 4444,44 \text{ N/C} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ C} = 8,89 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

A porszemre lefelé ható gravitációs erő:

$$F_g = m \cdot g = 9 \cdot 10^{-8} \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 9 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

A gravitációs erő négy nagyságrenddel kisebb az elektromos erőnél, ezért elhanyagolható.

A dinamika alaptörvénye szerint a gyorsulás felfelé mutat, nagysága:

$$a = F/m = 8,89 \cdot 10^{-4} \text{ N} / 9 \cdot 10^{-8} \text{ kg} = 9877,78 \text{ m/s}^2$$

5. Szigetelőnyelekre erősített egyforma kis fémgolyók egyike -2 mC , a másik $30 \mu\text{C}$ elektromos töltést tartalmaz.

a) Képes lenne-e a világ legerősebb embere ezt a két golyót egymástól 50 cm távolságban tartani?

b) Összeérintés és szétválasztás után milyen távolságban fejtene ki a két golyó egymásra az előbbivel megegyező nagyságú erőt?

MEGOLDÁS:

$$Q_1 = -2 \cdot 10^{-3} \text{ C};$$

$$Q_2 = 30 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$F, r_2 = ?$$

a) A golyók közötti vonzóerőt kell ellensúlyoznunk, amit a Coulomb-törvénnyel számolhatunk ki.

$$\text{Az erő nagysága: } F = k \cdot (Q_1 \cdot Q_2) / r_1^2 = (9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \cdot (2 \cdot 10^{-3} \text{ C} \cdot 30 \cdot 10^{-6} \text{ C}) / (0,5 \text{ m})^2 = 2160 \text{ N}$$

Nem tudná tartani őket.

b) Összeérintéskor, a töltésmegmaradás szerint, a két golyó együttes töltése $-1950 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ lesz. A vezetőgömbökön a szimmetria miatt $Q_1 = Q_2 = -975 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ töltés helyezkedik el, és taszítani fogják egymást. Keressük, hogy most milyen távolságban (r_2) lép fel közöttük az eredetivel egyenlő nagyságú erő. A Coulomb-törvényből r_2 kifejezhető:

$$r_2 = \sqrt{k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / F} = \sqrt{(9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \cdot (975 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 975 \cdot 10^{-6} \text{ C}) / 2160 \text{ N}} = 1,99 \text{ m}$$

6. Két azonos kapacitású kondenzátor egyikét 10 V-ra, a másikat 4 V-ra töltjük fel. Mekkora lesz a kondenzátorok közös feszültsége, ha párhuzamosan kapcsoljuk őket

a) az azonos;

b) az ellentétes pólusaik összekötésével?

MEGOLDÁS:

A kondenzátorok töltése $Q_1 = C U_1$ és $Q_2 = C U_2$

a) Azonos pólusok összekötése esetén a kapcsolás összes töltése $Q = Q_1 + Q_2$ eredő kapacitása $C = C_1 + C_2 = 2C$. A kondenzátorok közös feszültsége:

$$U = Q / C = C U_1 + C U_2 / 2C = U_1 + U_2 / 2 = 7 \text{ V}$$

b) Ellentétes pólusok összekötése esetén a kapcsolás összes töltése $Q = |Q_1 - Q_2|$, eredő

kapacitása $C = C_1 + C_2 = 2C$. A kondenzátorok közös feszültsége:

$$U = Q / C = |C U_1 - C U_2| / 2C = |U_1 - U_2| / 2 = 3 \text{ V}$$