

## 1.5 PÔSOBENIE MAGNETICKÉHO POĽA NA ČASTICU S NÁBOJOM

1. Odvodíte vzorec pre polomer kružnicovej trajektórie častice s nábojom v homogénnom magnetickom poli.

Riešenie:

$$F_m = B \times I \times l \times \sin 90^\circ$$

$$F_m = B \times \frac{Q}{t} \times l \times 1$$

$$F_m = B \times Q \times \frac{l}{t}$$

$$F_m = B \times Q \times v$$

$$F_m = B \times Q \times v$$

$$F_{OD} = \frac{m \times v^2}{r}$$

$$F_m = F_{OD}$$

$$B \times Q \times v = \frac{m \times v^2}{r} \quad /: v$$

$$B \times Q = \frac{m \times v}{r}$$

$$r = \frac{m \times v}{Q \times B}$$

2. Akou rýchlosťou sa pohyboval protón ( $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$  kg,  $Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C) v magnetickom poli ( $B = 1$  T), ak jeho trajektória bola kružnica s polomerom  $r = 60$  cm. S akou frekvenciou obiehala protón po kružnici?

Zápis:

$$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$B = 1 \text{ T}$$

$$r = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$v = ?$$

$$f = ?$$

Riešenie:

$$r = \frac{m \times v}{Q \times B}$$

$$v = \frac{B \times Q \times r}{m}$$

$$v = \frac{1 \times 1,602 \times 10^{-19} \times 0,6}{1,673 \times 10^{-27}}$$

$$v = 5,75 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$$

$$v = 2 \times \pi \times r \times f$$

$$f = \frac{v}{2 \times \pi \times r}$$

$$f = \frac{5,75 \times 10^7}{2 \times \pi \times 0,6}$$

$$f = 1,526 \times 10^7 \text{ s}^{-1} = 15,26 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$f = 15,26 \text{ MHz}$$

3. Akú kinetickú energiu má protón ( $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$  kg,  $Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C), ktorý sa pohybuje po kružnici s priemerom 20 cm v homogénnom magnetickom poli s  $B = 0,1$  T, kolmo na indukčné čiary.

Zápis:

$$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$B = 0,1 \text{ T}$$

$$E_k = ?$$

Riešenie:

$$r = \frac{m \times v}{Q \times B}$$

$$v = \frac{B \times Q \times r}{m}$$

$$v = \frac{0,1 \times 1,602 \times 10^{-19} \times 0,1}{1,673 \times 10^{-27}}$$

$$v = 9,58 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 1,673 \times 10^{-27} \times (9,58 \times 10^5)^2$$

$$E_k = 76,77 \times 10^{-17} \text{ J}$$

4. Akú veľkosť musí mať magnetická indukcia homogénneho magnetického poľa, aby sa v ňom elektrón s hmotnosťou  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg a nábojom  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C pohyboval po kružnici s polomerom  $r = 40$  cm rýchlosťou  $v = 3,8 \cdot 10^7$  m.s<sup>-1</sup>. Aká bude kinetická energia elektrónu?

Zápis:

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

$$Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$r = 40 \text{ cm}$$

$$v = 3,8 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

$$B = ?$$

$$E_k = ?$$

Riešenie:

$$r = \frac{m \times v}{Q \times B}$$

$$B = \frac{m \times v}{Q \times r}$$

$$B = \frac{9,1 \times 10^{-31} \times 3,8 \times 10^7}{1,602 \times 10^{-19} \times 0,4}$$

$$B = 5,4 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 9,1 \times 10^{-31} \times (3,8 \times 10^7)^2$$

$$E_k = 6,57 \times 10^{-16} \text{ J}$$

5. Elektrón ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg,  $Q_e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C) po urýchlení v elektrickom poli s  $U = 100$  V vletí do homogénneho magnetického poľa s  $B = 10$  mT kolmo na indukčné čiary. Po akej trajektórii sa bude elektrón pohybovať?

Zápis:

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

$$Q_e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$U = 100 \text{ V}$$

$$B = 10 \text{ mT} = 10^{-2} \text{ T}$$

Riešenie:

$$\frac{1}{2} \times m \times v^2 = Q \times U$$

$$v^2 = \frac{2 \times Q \times U}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1,602 \times 10^{-19} \times 100}{9,1 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 5,93 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

$$r = \frac{m \times v}{Q \times B}$$

$$r = \frac{m \times 5,93 \times 10^6}{1,602 \times 10^{-19} \times 10^{-2}}$$

$$r = 3,37 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$r = 3,37 \text{ mm}$$

6. Vypočítajte polomer kružnice – trajektórie elektrónu, ktorý vletel do homogénneho magnetického poľa s magnetickou indukciou  $0,00012$  T, kolmo na indukčné čiary, rýchlosťou  $3 \cdot 10^6$  ms<sup>-1</sup>. [ $r = 0,14$  m]
7. Elektrón s nábojom  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C a hmotnosťou  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg vletí do homogénneho magnetického poľa kolmo na smer indukcie magnetického poľa. Rýchlosť elektrónu je  $2 \cdot 10^6$  ms<sup>-1</sup> a veľkosť magnetickej indukcie je  $5 \cdot 10^{-3}$  T. Urč, akou silou pôsobí magnetické pole na elektrón. Aký je polomer kruhového pohybu elektrónu? [ $F = 1,6 \times 10^{-15}$  N;  $r = 2,28 \cdot 10^{-3}$  m]
8. Akou rýchlosťou by sa musel pohybovať protón ( $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$  kg,  $Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C) v magnetickom poli Zeme ( $B = 5 \cdot 10^{-5}$  T – tabuľky) kolmo na indukčné čiary, aby sa veľkosť magnetickej sily rovnala veľkosti sily, ktorou naň pôsobí ťažová sila? [ $v = 2,1 \cdot 10^3$  ms<sup>-1</sup>]

9. Do homogénneho magnetického poľa s  $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  vo vákuu vletel protón ( $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) v smere kolmom na indukčné čiary. Aká bude frekvencia jeho pohybu po kružnici? [ $f = 300 \text{ Hz}$ ]
10. Dva elektróny pohybujúce sa rovnakými rýchlosťami vleteli do dvoch homogénnych magnetických polí ( $B_1 = 0,1 \text{ T}$ ,  $B_2 = 0,2 \text{ T}$ ) a začali sa pohybovať po kružnicových trajektóriách. Určite pomer ich obežných dôb (periód)  $T_1 : T_2$ . [ $2:1$ ,  $T_1 = 2 \cdot T_2$ ]
11. Elektrón sa začal pohybovať z pokoja a po prechode rozdielom potenciálov  $220 \text{ V}$  vletel kolmo na indukčné čiary do homogénneho magnetického poľa magnetickej indukcie  $5 \text{ mT}$ . V magnetickom poli sa elektrón pohyboval po kruhovej trajektórii s polomerom  $1 \text{ cm}$ . Určite hmotnosť elektrónu. [ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ]
12. Protón sa pohybuje v homogénnom magnetickom poli. Veľkosť magnetickej indukcie poľa je  $15 \text{ mT}$ , hmotnosť protónu  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , jeho náboj  $Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Určite polomer jeho kružnicovej dráhy  $r$ , ak rýchlosť protónu je  $2 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$ . [ $r = 1,4 \text{ m}$ ]
13. Častica ktorej náboj je  $Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  vletela do homogénneho magnetického poľa s magnetickou indukciou  $10^{-2} \text{ T}$ . V tomto magnetickom poli sa pohybuje po kružnici s polomerom  $r = 0,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ . Určite veľkosť hybnosti častice. [ $p = 7,2 \cdot 10^{-24} \text{ kg.m.s}^{-1}$ ]
14. Protón sa pohybuje rýchlosťou  $1 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$  v homogénnom magnetickom poli s magnetickou indukciou  $1 \text{ T}$ . Aká sila pôsobí na protón ( $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $Q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )? Po akej trajektórii sa bude pohybovať protón? [ $F = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ ,  $r = 1,044 \text{ cm}$ ]
15. Aké musí byť napätie medzi anódou a katódou v sklenenej trubici, aby svietiaci kružnicová stopa vyznačujúca trajektóriu elektrónov v trubici mala polomer  $r = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ . Indukcia magnetického poľa v trubici je  $B = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . [ $U = 148 \text{ V}$ ]
16. Častica  $\alpha$  sa pohybuje po kruhovej dráhe s polomerom  $r = 4,5 \text{ cm}$  v homogénnom magnetickom poli s magnetickou indukciou  $B = 1,2 \text{ T}$ . Vypočítajte jej rýchlosť a jej periódu pohybu. [ $v = 2,6 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $T = 10,86 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ ]
17. Zväzok protónov sa pohybuje vo vákuovej trubici tak, že ich rýchlosť je  $v = 0,1 c$ . Elektrostatická sila  $F_e = 3 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ . Akú hodnotu má pomer  $E/B$  ak výsledná sila pôsobiaca na protón je nulová? Akú veľkosť má magnetická indukcia  $B$ ? [ $v$ ;  $B = 0,062 \text{ T}$ ]
18. Medzi anódou a katódou elektrónového dela vo vákuovanej katódovej trubici letia elektróny rýchlosťou  $v = 9,19 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$ . Vzájomná vzdialenosť dosťičiek je  $d = 1 \text{ cm}$  s napätím  $U = 10 \text{ V}$ . Vypočítajte veľkosť magnetickej indukcie  $B$  homogénneho magnetického poľa, pri ktorej sa elektróny nebudú odchyľovať od osi trubice. [ $B = 0,11 \text{ mT}$ ]
19. Protón a častica  $\alpha$  ( $m_{He} = 4 \cdot m_p$ ,  $Q_{He} = 2 \cdot Q_p$ ) vleteli do homogénneho magnetického poľa kolmo na indukčné čiary. Porovnajme polomery kruhových trajektórií častíc, ak častice majú rovnakú rýchlosť. [ $r_{He} = 2 \cdot r_p$ ]
20. Do homogénneho magnetického poľa s  $B = 10 \text{ mT}$  vletel kolmo na indukčné čiary elektrón s kinetickou energiou  $E_k = 30 \text{ keV}$ . Určite polomer kruhovej trajektórie elektrónu  $r$ . [ $r = 5,83 \text{ cm}$ ]