

# Anturifysiikka Tehtävät 2

Aman Mughal

25/01/2023

### Tehtävä 1

Elektroni liikkuu nopeudella  $1,9 \cdot 10^7$  m/s tasaiseen magneettikenttään, jonka magneettivuon tiheys on 48  $\mu\text{T}$  ja suunta kohtisuorassa elektronin nopeutta vastaan. Kuinka suuri on elektronin radan säde magneettikentässä? [ 2,3 m ]

**Vastaus:**

$$r = m \cdot v / (q \cdot B)$$

$$r = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 1,9 \cdot 10^7 \text{ m/s}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 48 \cdot 10^{-6} \text{ T}}$$

$$r = 2,3 \text{ m}$$

### Tehtävä 2

Kuinka suurella jännite-erolla edellisen tehtävän elektronit on kiihdytetty annetun nopeuden saavuttamiseksi? Voit olettaa, että elektronit ovat lähteneet liikkeelle levosta. [ 1,0 kV ]

**Vastaus:**

$$a = \frac{(1,9 \cdot 10^7)^2}{2,3} = 3,04 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{2\pi r}{v}$$

$$t = \frac{2\pi \cdot 2,3 \text{ m}}{1,9 \cdot 10^7 \text{ m/s}}$$

$$t = 0,74 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 0,74 \mu\text{s}$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot (3,04 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2) \cdot (0,74 \cdot 10^{-6} \text{ s})^2$$

$$\Delta V = W/q = (q/m) \cdot a \cdot d$$

$$\Delta V = (4,307 \cdot 10^{-28} \text{ C/kg}) \cdot (3,04 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2) \cdot (8,32 \text{ m})$$

$$\Delta V = 1,0 \cdot 10^6 \text{ V} = 1,0 \text{ kV}$$

### Tehtävä 3

Kuinka pitkä aika tehtävän 1 elektroneilla kuluu yhteen ratakierrökseen? Millaista taajuutta kyseinen jaksollinen liike vastaa? [ 0,74  $\mu$ s; 1,3 MHz ]

**Vastaus:**

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 2,3 \text{ m}}{1,9 \cdot 10^7 \text{ m/s}}$$

$$T = 0,74 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 0,74 \mu\text{s}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,74 \cdot 10^{-6} \text{ s}}$$

$$f = 1,3 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 1,3 \text{ MHz}$$

#### Tehtävä 4

220 km/s:n vauhtiin kiihdytetyt protonit ohjataan poikittaissuuntaiseen homogeeniseen magneettikenttään, jonka vaikutuksesta niiden nopeuden suunta kääntyy päinvastaiseksi. Oheisen kuvan esittämä tulo- ja lähtösuuntien välinen poikittaissiirtymä  $d$  on 40 cm. a) Määritä tämän perusteella (kuvassa harmaan alueen) magneettivuon tiheyden suuruus, ja b) päätele sen suunta. c) Kuinka kauan protoni viettää aikaa magneettikentässä? [a) 11 mT c) 2,9  $\mu$ s]

a) *Vastaus:*

$$r = \frac{40 \text{ cm}}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$B = \frac{mv}{q \cdot r}$$

$$B = \frac{1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 220 \cdot 10^3 \text{ m/s}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 20 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$B = 11 \cdot 10^{-3} \text{ T} = 11 \text{ mT}$$

c) *Vastaus:*

$$\frac{T}{2} = \pi \cdot \frac{m}{q} \cdot B$$

$$\frac{T}{2} = \pi \cdot \frac{1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \cdot 11 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

$$\frac{T}{2} = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 2,9 \mu\text{s}$$