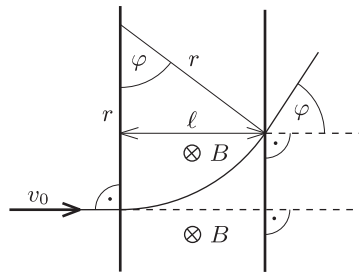


**Megoldás.** a) A proton homogén mágneses mezőben a Lorentz-erő hatására körív mentén mozog. A pályasugár az 1. ábra geometriájából számítható:

$$r = \frac{\ell}{\sin \varphi} = \frac{0,05 \text{ m}}{\sin 30^\circ} = 0,1 \text{ m}.$$



1. ábra

A  $Q$  töltésű,  $m$  tömegű részecske mozgásegyenlete:

$$BQv_0 = m \frac{v_0^2}{r},$$

ahonnan (a megadott és táblázati adatok felhasználásával)

$$v_0 = \frac{BQr}{m} = \frac{0,167 \text{ T} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,1 \text{ m}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Mivel a proton a körpálya  $\frac{1}{12}$  részét futja be, az ehhez szükséges idő:

$$t = \frac{1}{12} \cdot \frac{2r\pi}{v_0} = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 3,14}{12 \cdot 1,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ s}.$$

b) A mágneses mezőből a proton  $v_0$  sebességgel lép ki, így a mozgási energiája  $\frac{1}{2}mv_0^2$ . A munkatétel szerint

$$QU = \frac{1}{2}mv_0^2,$$

ahonnan a lefékezéshez szükséges ellenfeszültség

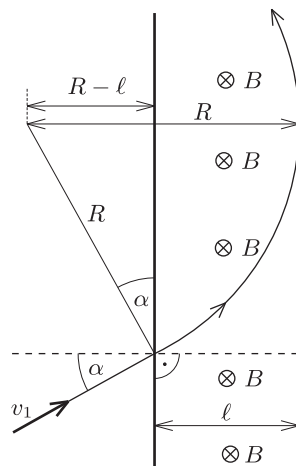
$$U = \frac{mv_0^2}{2Q} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (1,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 13,3 \text{ kV}.$$

A fékezés során a proton egyenletesen lassul, átlagsebessége a kezdeti sebesség fele. A fékezés  $t_1$  ideje tehát az

$$s = \frac{v_0}{2} t_1$$

képletből számítható:

$$t_1 = \frac{2s}{v_0} = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ m}}{1,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,25 \cdot 10^{-7} \text{ s}.$$



2. ábra

c) A részecske akkor verődik vissza a „mágneses falon”, ha a körív alakú pályája nem éri el a mágneses mező jobb oldali szélét. Határesetben a pályagörbe érinti a mező jobb oldali határát (2. ábra). A pályasugár a

$$BQv_1 = m \frac{v_1^2}{R}$$

mozgásegyenletből számolható:

$$R = \frac{mv_1}{BQ} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^6}{0,167 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ m} = 0,125 \text{ m},$$

a határesetnek megfelelő belépési szög pedig a

$$\sin \alpha = \frac{R - \ell}{R} = 0,6$$

összefüggésből  $\alpha = 36,9^\circ$ -nak adódik. Ha a proton ennél *nagyobb* szögben éri el a mágneses mező bal oldali határát, akkor nem tud áthatolni a mágneses falon, visszaverődik arról.