

Megoldás. Homogén mágneses mezőben a fékeződésmentesen mozgó töltött részecske a mágneses térre merőleges síkban egyenletes körmozgást végez, amihez még a mágneses térrel párhuzamos irányú egyenletes mozgás is hozzáadódhat. Az ábrán látható felvétel (ha egyáltalán létezik ilyen) a mágneses mezőre merőleges irányból készült (hiszen a pályák körívek). (A mágneses tér irányú mozgás – ami nem látszik a felvételen – a továbbiakban figyelmen kívül hagyható. Feltételezhetjük, hogy a mágneses tér a közölt *ábra* síkjára merőlegesen *felfelé* mutat. Ha nem így lenne, akkor tekintsük a felvételt a túlsó oldaláról; onnan nézve a mágneses tér ellentétes irányú, a körpályák pedig változatlanok maradnak.)

Számozzuk meg a részecskepályákat belülről kifelé haladva, és jelöljük a pályasugarakat R_1 -gyel, R_2 -vel és R_3 -mal. A közölt ábrán átható, hogy

$$(1) \quad R_1 < R_2 < R_3.$$

Ugyanilyen sorrendben jelöljük a részecskék impulzusának nagyságát p_1 -gyel, p_2 -vel és p_3 -mal, az elektromos töltésük nagyságát pedig q_1 -gyel, q_2 -vel és q_3 -mal! (R_i , p_i és q_i ($i = 1, 2, 3$) mindegyike pozitív, hiszen a megfelelő fizikai mennyiség nagyságát jelöli. Ha valamelyik részecske impulzusa vagy töltése ellentétes lenne a másikéval, ezt a tényt a képletekben kiírt negatív előjellel vesszük figyelembe.)

B nagyságú mágneses indukciójú mezőben v sebességgel, R sugarú körpályán mozgó m tömegű, q töltésű részecske (nemrelativisztikus) mozgásegyenlete:

$$\frac{mv^2}{R} = qvB, \quad \text{azaz} \quad mv = qBR,$$

ami a részecske $p = mv$ impulzusával kifejezve:

$$(2) \quad p = qBR.$$

Megjegyzés. Érdekes módon a (2) egyenlet akkor is érvényben marad, ha a részecske mozgását a relativisztikus dinamika törvényeivel írjuk le. Ilyen esetben a mozgásegyenlet

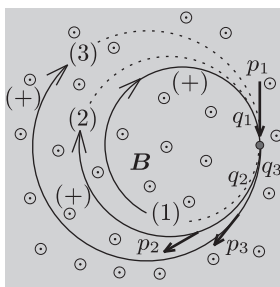
$$\frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B},$$

amiből (mindkét oldal abszolút értékét véve)

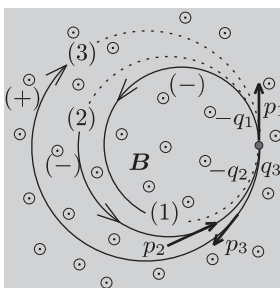
$$p\omega = p \frac{v}{R} = qvB, \quad \text{tehát} \quad p = qBR.$$

(Kihasználtuk, hogy az ω szögsebességgel forgó, állandó abszolút értékű $\mathbf{p}$ vektor időbeli változásának sebessége $p\omega$ nagyságú.)

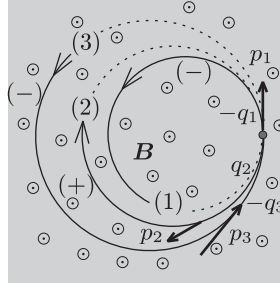
A bomlási folyamat során a részecskék (előjelhelyesen felírt) elektromos össztöltése, valamint az impulzusok előjeles összege változatlan marad (ún. *megmaradó mennyiség*). Az ábráról nem tudjuk megállapítani, hogy melyik részecske bomlik, így külön-külön meg kell vizsgálnunk mindhárom lehetséges esetet.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

(i) Ha az 1-es részecske bomlik (1. ábra), akkor mindhárom részecske „jobbra kanyarodik”, tehát pozitív töltésű. Az impulzus- és töltésmegmaradás szerint

$$p_1 = p_2 + p_3 \quad \text{és} \quad q_1 = q_2 + q_3,$$

ahonnan (2) alkalmazásával

$$(3) \quad R_1 = \frac{q_2 R_2 + q_3 R_3}{q_2 + q_3}.$$

Ez azonban *lehetetlen*, mert R_2 és R_3 , vagyis a két nagyobb pályasugár pozitív együtthatókkal súlyozott középértéke nem lehet a legkisebb sugárral egyenlő.

(ii) Ha a 2-es részecske bomlik (2. ábra), akkor csak a 3-as részecske pozitív töltésű, a másik kettő (balra kanyarodó) részecske negatív elektromos töltésű kell legyen. Az impulzus- és töltésmegmaradás egyenletei: $p_2 = p_1 + p_3$ és $-q_2 = -q_1 + q_3$, ahonnan (2) alkalmazásával ismét az ellentmondásos (3) összefüggést kapjuk.

(iii) Végül, ha a 3-as részecske bomlik (3. ábra), akkor csak a 2-es részecske pozitív töltésű, a másik kettő negatív, és a megmaradási törvények szerint $p_3 = p_1 - p_2$ és $-q_3 = -q_1 + q_2$, ami ugyancsak az ellentmondásos (3) összefüggésre vezet.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az ábrán bemutatott „nyomok” *nem fordulhatnak elő* a valóságban végbemenő bomlásfolyamat megfigyelhető ködkamrás felvételén.