

Megoldás. Írjuk fel a töltött részecske mozgásegyenletét mágneses tér és a sebességgel arányos fékezőerő jelenlétében a részecske \vec{v} sebességvektora és az \vec{r} helyvektora segítségével:

$$m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = q \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \times \vec{B} - k \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}.$$

Ezt az egyenlet (melyben q a részecske töltése, m a tömege, \vec{B} a mágneses térerősség, k pedig egy állandó) a mozgás kicsiny, Δt hosszúságú időintervallumaira írjuk fel, de úgy is érvényes, ha Δt -vel megszorozzuk, majd összegezzük a mozgásegyenleteket:

$$(1) \quad m \sum \Delta \vec{v} = q \left(\sum \Delta \vec{r} \right) \times \vec{B} - k \sum \Delta \vec{r}.$$

Az fenti egyenlet bal oldalán a sebességváltozások összege éppen a részecske kezdősebességének (-1) -szerese, a jobb oldalon szereplő összeg pedig a részecske (a sűrűlódásos tartományba lépéstől a megállásáig megtett) teljes elmozdulásvektora:

$$\sum \Delta \vec{v} = -\vec{v}_0, \quad \sum \Delta \vec{r} = \vec{s},$$

ezekkel a jelölésekkel a mozgásegyenletek összege így írható:

$$(2) \quad m \vec{v}_0 = -q \vec{s} \times \vec{B} + k \vec{s}.$$

Amikor nincs mágneses tér, a részecske $|\vec{s}_1| = s_1 = 10$ cm út megtétele után áll meg, tehát (2) alapján

$$(3) \quad m v_0 = k s_1.$$

Ha a részecske (ugyanakkora kezdősebességgel indulva) $|\vec{B}| = B$ erősségű mágneses mezőben mozog, és a megállásáig $|\vec{s}_2| = s_2 = 6$ cm utat tesz meg, (2) szerint fennáll

$$(4) \quad (m v_0)^2 = (q s_2 B)^2 + (k s_2)^2.$$

(Kihasználtuk, hogy \vec{s} és $\vec{s} \times \vec{B}$ egymásra merőlegesek, a (2) egyenletben szereplő tagok tehát egy derékszögű háromszög oldalait alkotó vektorok.)

Végül a kétszeres (tehát $2B$ erősségű mágneses mezőben a részecske megállásáig megtett \vec{s}_3) nagyságára fennáll:

$$(5) \quad (m v_0)^2 = (2 q s_3 B)^2 + (k s_3)^2.$$

A (3), (4) és (5) összefüggéseket egybevetve a keresett távolságra

$$s_3 = \frac{s_1 s_2}{\sqrt{4s_1^2 - 3s_2^2}} = \frac{30}{\sqrt{73}} \text{ cm} = 3,51 \text{ cm}$$

adódik.