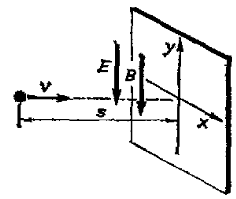
Legyen (1. ábra) e részecske tömege m és töltése Q, negatív. Az erőhatások függetlenségének elve alapján a vízszintes és függőleges irányú elmozdulás külön vizsgálható.



1. ábra

Az Y tengely irányában csak az elektromos térerősségnek van eltérítő hatása, a részecskékre ható erő

$$P_{\mathrm{y}} = E \cdot Q,$$

és a gyorsulás $a_{\mathrm{y}} = E \cdot Q/m.$

Ha t ideig tart az út az ernyőig, a függőleges elmozdulás

$$y = \frac{1}{2}\,\frac{E\cdot Q}{m}\cdot t^2 = \frac{1}{2}\,\frac{E\cdot Q}{m}\left(\frac{s}{v}\right)^2 = \frac{E\cdot Qs^2}{2mv^2}. \tag{1}$$

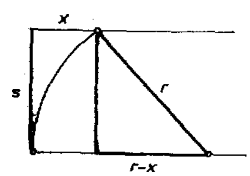
A mágneses indukció által a részecskére ható erő nagysága

$$P_{\mathrm{x}} = Q\cdot(v_t\cdot B)$$

(ahol v_t a B-re merőleges sebességkomponenst jelenti), P_{x}, merőleges mindkettőre (vektoriális szorzat).

P_{x} a részecskét körpályára kényszeríti $P\perp v$, a körpálya sugarára

$$m\frac{v^2}{r} = Q\cdot v\cdot B, \qquad \text{ebből} \qquad r = \frac{m\cdot v}{B\cdot Q}.$$



2. ábra

Innen a becsapódás helyére (2. ábra)

$$r^2 = (r-x)^2 + s^2,$$

$$x = r - \sqrt{r^2 - s^2} = r\left(1 - \sqrt{1 - \frac{s^2}{r^2}}\right).$$

Ha $x \ll s \ll r$ és alkalmazzuk az ajánlott közelítő formulát

$$x \approx r\left(1 - 1 + \frac{s^2}{2r^2}\right) = \frac{s^2}{2r^2} = \frac{s^2B\cdot Q}{2mv}. \tag{2}$$

1. Ha a részecske mozgási energiája $W = \dfrac{1}{2}mv^2$, akkor

$$y = \frac{E\cdot Qs^2}{4W}.$$

Ez az X tengellyel párhuzamos egyenes egyenlete. Az x irányú eltérés a szabadon változó m vagy v értéktől függ.

2. Ha a részecske mozgásmennyisége $I = mv$, akkor

$$x = \frac{B\cdot Qs^2}{2I}.$$

Ez az Y tengellyel párhuzamos egyenes egyenlete. Az Y irányú eltérés a szabadon változó m vagy v értéktől függ.

3. Az azonos sebességű részecskék becsapódási helyének egyenletét m kiküszöbölésével kapjuk az (1)–(2) egyenletekből:

$$y = \frac{E}{v \cdot B} x \qquad \text{(egyenes).}$$

4. Az azonos tömegű részecskék becsapódási helyének egyenletét v kiküszöbölésével kapjuk az (1)–(2) egyenletekből:

$$y = \frac{2Em}{B^2 s^2 Q} x^2 \qquad \text{(parabola).}$$

Az 1.–2. esetben a tengelyektől való távolság fordítottan arányos az energiával, illetve impulzussal. A 3. esetben az XY sík origóján áthaladó egyenes meredeksége fordítva arányos a sebességgel. A 4. esetben a parabola nagyobb tömegek esetén csúcsosabb.

Jung József (Szeged, Radnóti M. Gimn., IV. o. t.)

Megjegyzések. 1. Az $x \ll s \ll r$ feltételezés azt is jelenti, hogy P_{x} alig változtatja irányát, azaz a mozgás során P_{x} valóban az x tengely irányába néz. A körpályának ezt a darabját parabolával közelítjük. Így X irányban is olyan mozgás történik, mint Y irányban

$$x = \frac{a}{2} t^2 = \frac{P_{\mathrm{x}}}{2m} t^2 = \frac{Q \cdot v \cdot B}{2m} \left(\frac{s}{v}\right)^2 = \frac{QBs^2}{2mv}.$$

Horváth Péter

2. Ha Y irányban a gravitációs erőt is figyelembe vesszük, akkor
$y = \dfrac{(EQ + mg)s^2}{2mv^2}$ és az állandó energiájú részecskék becsapódásának egyenlete

$$y = \frac{B^2 Q^2 s^4 g}{32W} \frac{1}{x^2} - \frac{EQs^2}{4W}.$$

Bérczi Alajos (Szeged, Radnóti M. Gimn.. IV. o. t.)