

**Megoldás.** Vizsgáljuk meg, hogy mekkora erők hatnak a fémkorong olyan elektronjára, amely  $r$  távolságra van az  $\omega$  szögsebességgel forgó korong tengelyétől! A  $q$  töltésű,  $v = r\omega$  sebességű elektronra  $B$  indukciójú mágneses mező

$$F_{\text{magn.}} = Bqr\omega$$

Lorentz-erőt fejt ki, amely a forgás irányától függően vagy a tengely irányába, vagy azzal ellentétesen mutat.

Ha a fémbe a kérdéses helyen valamilyen ok miatt  $E(r)$  nagyságú, sugár irányú elektromos mező alakul ki, ez a mező

$$F_{\text{elektr.}} = qE(r)$$

nagyságú, sugár irányú erőt fejt ki az elektronra.

Az elektronok a korongot alkotó fém kristályrácsához képest szabadon elmozdulhatnak, a kristályrács tehát a hozzá képest mozdulatlan elektronokra *nem* fejthet ki erőt! Az elektronok az elektromos és mágneses erők hatására  $r$  sugarú körpályán egyenletes körmozgást végeznek, tehát a sugár irányú gyorsulásuk  $r\omega^2$ . Az  $m$  tömegű elektronok Newton-féle mozgásegyenlete:

$$Bqr\omega + qE(r) = mr\omega^2,$$

ahonnan kifejezhetjük a korong belsejében kialakuló sugár irányú elektromos térerősséget:

$$E(r) = \left( \frac{m}{q}\omega^2 - B\omega \right) r.$$

A korong tengelye és az attól  $R$  távolságra levő széle között (csúszó érintkezőkkel ellátott voltmérővel) mérhető feszültség

$$U = E_{\text{átlag}} R = \frac{1}{2} E(R) \cdot R = \left( \frac{m}{q}\omega^2 - B\omega \right) \frac{R^2}{2}.$$

Láthatjuk, hogy csak akkor nem indukálódik feszültség a korong tengelye és a széle között, ha a zárójelben álló kifejezés nulla, vagyis ha

$$\omega = B \frac{q}{m} \approx 1760 \frac{1}{\text{s}}.$$

*Megjegyzés.* Szokásos körülmények között (nem túl nagy fordulatszám és nem nagyon gyenge mágneses mező esetén)

$$\frac{m}{q}\omega^2 \ll B\omega,$$

emiatt a mozgásegyenletben szereplő „tehetetlenségi” tagot a Lorentz-erő mellett elhanyagolhatjuk. Ilyenkor az indukált feszültség nagysága

$$|U| = |B| \frac{R^2 \omega}{2} = |B| \cdot v_{\text{átlag}} \cdot R.$$

A feladatban szereplő „feszültségmentes eset” csak akkor valósulhat meg, ha a forgás szögsebessége nagyon nagy (ezt a fémkorong mechanikai szakítószilárdsága általában nem teszi lehetővé), vagy akkor, ha a külső mágneses mező szokatlanul gyenge. A feladatban szereplő mező is ilyen, a földi mágneses mezőnél 4 nagyságrenddel (!) gyengébb. Ha tehát ténylegesen meg akarnánk valósítani a feladatban szereplő állapotot, a földmágnesség hihetetlenül precíz leárnyékolását is „ügyesen” meg kellene oldanunk.