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

$$F_{\text{mágn.}} = Bqr\omega$$

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

Ha a fémben 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.