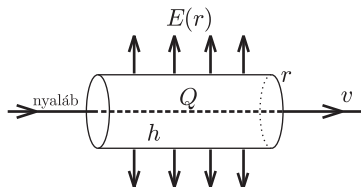


Megoldás. Megmutatjuk, hogy az elektronnyalábnak minden vonatkoztatási rendszerben van elektromos tere, a mágneses tere viszont alkalmasan választott koordináta-rendszerben nulla is lehet.

Tekintsünk egy olyan koordináta-rendszert, amelyben az elektronnyaláb v sebességgel mozog, és a vonalmenti töltéssűrűsége (egységnyi hosszra eső töltése) λ . Vegyük körül a nyalábot képzeletben egy r sugarú, h hosszúságú hengerrel, és alkalmazzuk rá az elektrosztatika Gauss-féle törvényét!



Az elektromos térerősség (E) a szimmetria miatt nyilván sugár irányú, így a henger palástján áthaladó elektromos fluxus (az elektromos erővonalak száma): $2\pi r h E$. Ez a fluxus a hengerben levő $Q = \lambda h$ töltéssel arányos:

$$2\pi r h E = \frac{1}{\varepsilon_0} \lambda h, \quad \text{ahonnan} \quad E(r) = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}.$$

Ebben a kifejezésben *nem* szerepel az elektronnyaláb sebessége, csupán a λ mennyiség, ami a (sebességtől független) töltéssel arányos. Emiatt E nem válhat mindenhol nullává, bármekkora sebességgel mozog is a koordináta-rendszerünk a nyalábhöz (avagy a nyaláb a koordináta-rendszerhez) képest.

Megjegyzés. A λ töltéssűrűség (töltés/hossz) nagyon nagy sebességű elektronnyaláb esetén függ az elektronok sebességétől, vagyis a koordináta-rendszer választásától. Igaz ugyan, hogy a töltés sebességfüggetlen, de a hosszúság *nem* az, hanem – az ún. Lorentz-kontrakció jelensége miatt – az elektronok nyugalmi rendszerében mért értékhez képest egy $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ -es tényezővel módosul. Ez azonban nem változtatja meg a fenti érvelést; ha valamelyik vonatkoztatási rendszerben λ nem nulla, egy másikban sem válhat azzá, és így E sem tűnhet el!

Más a helyzet a mágneses mezővel. Ez a nyaláb áramerősségével, vagyis a nyaláb elektronjainak v sebességével arányos, konkrétan (az Ampère-törvény szerint)

$$B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{v\lambda}{r}.$$

A sebesség a koordináta-rendszertől függ, s választhatunk olyan vonatkoztatási rendszert (a nyaláb „nyugalmi rendszerét”), amelyben $v = 0$. Ebben a koordináta-rendszerben a mágneses tér eltűnik.