

$I_1$  árammal átjárt hosszú egyenes vezetőől  $r$  távolságban a vezető által létrehozott mágneses tér nagysága  $H = \frac{I_1}{2\pi r}$ , iránya a jobbkézsabály segítségével határozható meg. Vákuumot feltételezve a létrejövő indukció nagysága  $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$ .

$\mathbf{B}$  indukciós térben levő  $I_2$  árammal átjárt vezető  $d\mathbf{l}$  hosszúságú kicsiny darabjára  $\mathbf{F} = I_2 \cdot d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$  erő hat. (A  $d\mathbf{l}$  vektor iránya az áraméval azonos.)

Ezek alapján könnyen beláthatjuk, hogy a hosszú egyenes vezetőre merőleges két oldalra a mágneses tér miatt ható erők eredője és a rájuk ható együttes forgatónyomaték zérus. Válasszunk ki ezen a két szemben fekvő oldalon két szemben fekvő, egyező hosszúságú  $d\mathbf{l}_1$ , és  $d\mathbf{l}_2$  darabot (1. ábra). Ezekre a darabokra ható  $\mathbf{F}_1$ , illetve  $\mathbf{F}_2$  erőkre  $\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$ . Az erők hatásvonalja közös, így a forgatónyomaték is zérus.

1984-11-417-1.eps

1. ábra

A vezetővel párhuzamos,  $a$  hosszúságú oldalak minden darabjára azonos erő hat, így a teljes vezető szakaszra

$$F_3 = F_4 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a \sqrt{2}/2} \cdot a = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{\sqrt{2}\pi}$$

nagyságú erő hat. Az erők iránya a 2. ábrán látható. (A keretet és a hosszú vezetőt a hosszú vezető irányából nézve ábrázoltuk. A hosszú vezetőben az áram „lefelé” folyik.)

1984-11-417-2.eps

2. ábra

A keret mozgását így az  $\mathbf{F}_3$  és az  $\mathbf{F}_4$  erők és a keret középpontjában ható  $mg$  súlyerő határozzák meg. Az  $\mathbf{F}_3$  és az  $\mathbf{F}_4$  erők eredője vízszintes irányú, nagysága  $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{\pi} = 0,04 \text{ N}$ . Ez az  $m = 0,02 \text{ kg}$  tömegű keretet  $g_1 = 2 \text{ m/s}^2$  gyorsulással mozgatja oldalra. Az eredő gyorsulás  $g_e = \sqrt{g^2 + g_1^2} = 10,2 \text{ m/s}^2$ , iránya  $\alpha = \arctg(g_1/g) = 11,5^\circ$ -os szöget zár be a merőlegessel.

A szöggyorsulás meghatározásához ismernünk kell a keret súlypontján áthaladó, a hosszú vezetővel párhuzamos tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékot. A Steiner-tétel alkalmazásával ez a tehetetlenségi nyomaték  $\Theta = (1/6)ma^2$ . Az  $\mathbf{F}_3$  és az  $\mathbf{F}_4$  erők által kifejtett forgatónyomaték:

$$M = 2 \cdot F_3 a \frac{\sqrt{2}}{4}.$$

A létrehozott szöggyorsulás

$$\beta = \frac{M}{\Theta} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{(1/3)\pi m a^2} = 60 \text{ s}^{-2}.$$

A keret az elengedés pillanatában tehát a függőlegessel  $11,5^\circ$ -os szöget bezáró irányban indul el  $10 \text{ m/s}^2$  gyorsulással, míg szöggyorsulása a hosszú egyenes vezetővel párhuzamos és  $60 (1/\text{s}^2)$  nagyságú.