

I_1 árammal átjárt hosszú egyenes vezetőtől 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 hatásvonala 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 m/s^2 gyorsulással, míg szöggyorsulása a hosszú egyenes vezetővel párhuzamos és $60 (1/\text{s}^2)$ nagyságú.