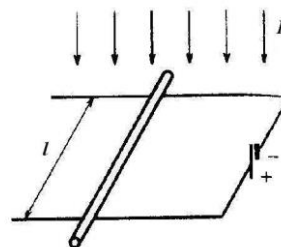


31. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2016. február 25 – 26.

J a v í t ó k u l c s
11. osztály

4. feladat

1. megoldás



Adatok:

$$l = 0,6 \text{ m} \quad R_b = 4 \Omega \quad a_0 = ?$$

$$U_0 = 12 \text{ V} \quad B = 0,8 \frac{\text{V}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} \quad v_{\text{max}} = ?$$

a) A pálca ráhelyezésének pillanatában még nincs sebessége a pálcának, így ekkor még nem lép fel indukált feszültség. 1 pont

A pálcában (és a sínekben, valamint a telepben) folyó áram erőssége ekkor

$$I = \frac{U_0}{R_b} = \frac{12 \text{ V}}{4 \text{ A}} = 3 \text{ A} \quad \text{2 pont}$$

A pálcára a Lorentz-erő hat, amelynek nagysága $F_L = I \cdot l \cdot B$, mert l és B merőlegesek egymásra. Ez az erő okozza a pálca gyorsulását. (Azaz a telep polaritásának sorrendjétől függően vagy jobbra, vagy balra indul el a pálca. Az aktuális mozgásirány a Lorentz-erőre vonatkozó jobbkéz-szabály segítségével meghatározható.) 2 pont

A mozgásegyenletet felírva: $m \cdot a = I \cdot l \cdot B$ 2 pont

$$\text{Ebből } a = \frac{I \cdot l \cdot B}{m} = \frac{3 \text{ A} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ T}}{0,288 \text{ kg}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{2 pont}$$

Tehát a pálca $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással indul el. 2 pont

b) Az indulás után a pálca metszi az indukciójonalakat, ezért indukált feszültség lép fel benne a sínekkel érintkező két pontja között. Ennek értéke: $U_i = B \cdot l \cdot v$ 2 pont

Így az áramkörben kétféle feszültségforrás van:

U_0 és a vele ellentétes polaritású U_i . 2 pont

Az áramkörben folyó áram pillanatnyi áramerőssége: $I_1 = \frac{U_0 - U_i}{R} = \frac{U_0 - B \cdot l \cdot v}{R}$ 2 pont

Látható, hogy ez az áramerősség sebességfüggő. 1 pont

A maximális „driftsebességet” akkor éri el a pálca, ha $I_1 = 0$ lesz; 2 pont

$$\text{azaz } U_0 - B \cdot l \cdot v_{\text{max}} = 0 \Rightarrow U_0 = B \cdot l \cdot v_{\text{max}} \Rightarrow v_{\text{max}} = \frac{U_0}{Bl} = \frac{12}{0,6 \cdot 0,8} = 25 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \quad \text{2 pont}$$

Tehát a pálca legnagyobb sebessége: $25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. 2 pont

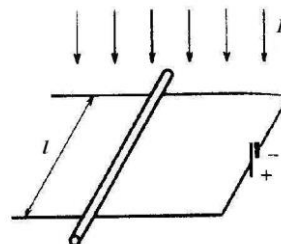
Összesen: 20 pont

2. megoldás

Érdemes teljesen általánosságban megoldani a feladatot, s az eredményből mind a két kérdésre válaszolni lehet majd.

Ha a pálca merőleges a sínpárra, és éppen I erősségű áram folyik benne, akkor

$$F_L = B \cdot I \cdot l \quad (I)$$



nagyságú Lorentz-erő hat rá.

Az áramkörben folyó áram erősségét a telep U_0 elektromotoros ereje és az U_i pillanatnyi indukált feszültség szabja meg:

$$I = \frac{U_0 - U_i}{R_b} \quad (2) \quad 2 \text{ pont}$$

Ugyanakkor az indukált feszültséget ebben az esetben az $U_i = B \cdot l \cdot v$ (3) összefüggés szolgáltatja. 1 pont

Ha az (1) összefüggésbe behelyettesítjük a (2) jelűt:

$$F_L = B \cdot l \cdot \frac{U_0 - U_i}{R_b} \quad 2 \text{ pont}$$

Majd ezután helyettesítsük be ebbe az egyenletbe a (3) jelzésűt!

Végül használjuk fel Newton II. törvényét is: $F_L = m \cdot a$

$$m \cdot a = B \cdot l \cdot \frac{U_0 - B \cdot l \cdot v}{R_b} \quad 1 \text{ pont}$$

Ebből a pálca gyorsulása kifejezhető: $a = B \cdot l \cdot \frac{U_0 - B \cdot l \cdot v}{m \cdot R_b}$ 2 pont

a) 2 pont

Erre a kérdésre úgy kaphatunk választ, ha a fenti képletbe $v = 0$ értéket helyettesítünk.

Így $a_0 = B \cdot l \cdot \frac{U_0}{m \cdot R_b}$ adódik, 1 pont

amely a számadatok behelyettesítése után (a mértékegységek elhagyásával)

$$a_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot \frac{12}{0,288 \cdot 4} = 5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \quad 1 \text{ pont}$$

b) 2 pont

A pálca driftsebessége úgy adódik az általános gyorsulásképletből, ha a helyére zérust helyettesítünk.

$$0 = B \cdot l \cdot \frac{U_0 - B \cdot l \cdot v_{\max}}{m \cdot R_b} \Rightarrow B \cdot l \cdot (U_0 - B \cdot l \cdot v_{\max}) = 0 \Rightarrow \quad 1 \text{ pont}$$

$$\Rightarrow U_0 - B \cdot l \cdot v_{\max} = 0 \Rightarrow U_0 = B \cdot l \cdot v_{\max} \quad 1 \text{ pont}$$

$$\text{Így (a mértékegységek elhagyásával)} \quad v_{\max} = \frac{U_0}{B \cdot l} = \frac{12}{0,8 \cdot 0,6} = 25 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Összesen: 20 pont