



Du och din familj är på en semesterresa i Kenya. En kväll har ni sett en trolleri-föreställning där en magiker fick en stav att sväva fritt i luften. På natten ligger du och funderar på hur du skulle kunna göra om samma trick. Du får en idé. Om du skickar en ström genom en stav som finns i jordens magnetfält borde det bli en kraft som lyfter staven. Strömmen skulle du då kunna ta från några batterier gömda under bordet och koppla till staven med tunna "osynliga" trådar.

I järnaffären i kvarteret bredvid ditt hotell hittar du en aluminiumstav med diametern 5,0 millimeter som finns att köpa i valfri längd. Du tar reda på att semesterorten ligger på ekvatorn där jordens magnetfält har en horisontell riktning med flödestätheten $30 \mu\text{T}$ och att tyngdfaktorn $g = 9,78 \text{ N/kg}$. Hur sätter du upp ditt försök? Är försöket möjligt att genomföra?

Kontextrika problem i fysik

Lösning

För att få en lyftande magnetisk kraft måste strömmen gå i västlig riktning genom staven.

I = strömmen, B = magnetiska flödestätheten, l = stavens längd, r = stavens radie, m = stavens massa, ρ = Aluminiums densitet.

Den magnetiska kraften, $F_M = BIl$.

Tyngdkraften, $F_G = mg = \rho\pi r^2 lg$.

Dessa två krafter måste vara lika stora för att staven ska sväva. Det går då att lösa ut strömmen

$$I = \frac{\rho\pi r^2 g}{B} = \frac{2,7 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot (2,5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 9,78}{30 \cdot 10^{-6}} \text{ A} = 17283 \text{ A.}$$

Svar

För att staven ska sväva krävs en ström på 17 kA vilket är orimligt.

Om man beräknar stavens resistans utifrån aluminiums resistivitet så får man, för en 30 cm lång stav, fram att det krävs endast 7,1 V för åstadkomma 17 kA. Det är ju möjligt att hitta en spänningskälla som ger 7,1 V men det är svårt att få ut 17 kA. Den elektriska effekt som utvecklas i staven är 123 kW. Det innebär att staven värms upp till smältpunkten på 0,07 s och efter ytterligare 0,05 s har hela staven smält. Trots att staven värms upp till 933 K så blir nettostrålningen från staven aldrig mer än 200 W, så den kan bortses från.

Kommentarer

Eleverna måste först fundera ut i vilken riktning strömmen ska gå för att få en magnetisk kraft som går i motsatt riktning från tyngdkraften. Det kan vara förvirrande att det inte anges någon längd på staven i uppgiften. Om man undviker att sätta in siffror i uttrycken för magnetisk kraft och tyngdkraft ser man att båda krafterna är proportionella mot längden och därigenom kan förkortas bort.