

Wallenbergs fysikpris experimentfinal

21 mars 2019

Uppgift 3: Magnetbroms



För att snabbt och jämnt bromsa ett bergochdalbanetåg som kommer inrusande mot stationen brukar man använda en s.k. magnetbroms av virvelströmstyp. Fördelen med en sådan magnetbroms är att bromskraften automatiskt anpassas efter hur snabbt tåget åker och därmed riskerar inte tåget att stanna innan det har kommit in till stationen. Denna typ av magnetbroms bygger på att när en ledare (som inte behöver vara magnetisk) rör sig i ett magnetfält induceras virvelströmmar som i sin tur inducerar ett bromsande magnetfält, vilket beskrivs av Lenz lag. Du ska i den här uppgiften bestämma hur bromskraften från en magnetbroms av virvelströmstyp beror på avståndet mellan magnet och ledare.

Teori: När ett hjul av ett ledande material roterar i ett magnetfält uppstår ett vridmoment orsakat av magnetfältet enligt

$$M_B = \frac{a}{r^\alpha} \omega,$$

där ω är hjulets vinkelhastighet, r är avståndet mellan hjulet och magneten och a är en konstant. När hjulet har uppnått konstant rotationshastighet kan den totala momentekvationen för hjulet skrivas som

$$M_B + M_{\text{friktion}} = \frac{\eta IU}{\omega},$$

där M_{friktion} är ett vridmoment orsakat av friktion och $\frac{\eta IU}{\omega}$ är vridmomentet motorn ger (η är motorns verkningsgrad och antas vara konstant). Vinkelhastigheten för motorn är relaterad till spänningen över motorn enligt

$$\omega = b(U - U_0),$$

där U_0 är spänningen när motorn hålls stilla och b är en konstant. Utan magnet närvarande blir $M_B = 0$, och momentekvationen vid konstant rotationshastighet blir då

$$M_{\text{friktion}} = \frac{\eta IU_1}{\omega} = \frac{\eta IU_1}{b(U_1 - U_0)},$$

där U_1 är spänningen då motorn snurrar fritt (utan någon magnet).

Sätts uttrycken för ω och M_{friktion} in i den totala momentekvationen fås efter omskrivning

$$\frac{c}{r^\alpha} = \frac{U_1 - U}{(U - U_0)^2},$$

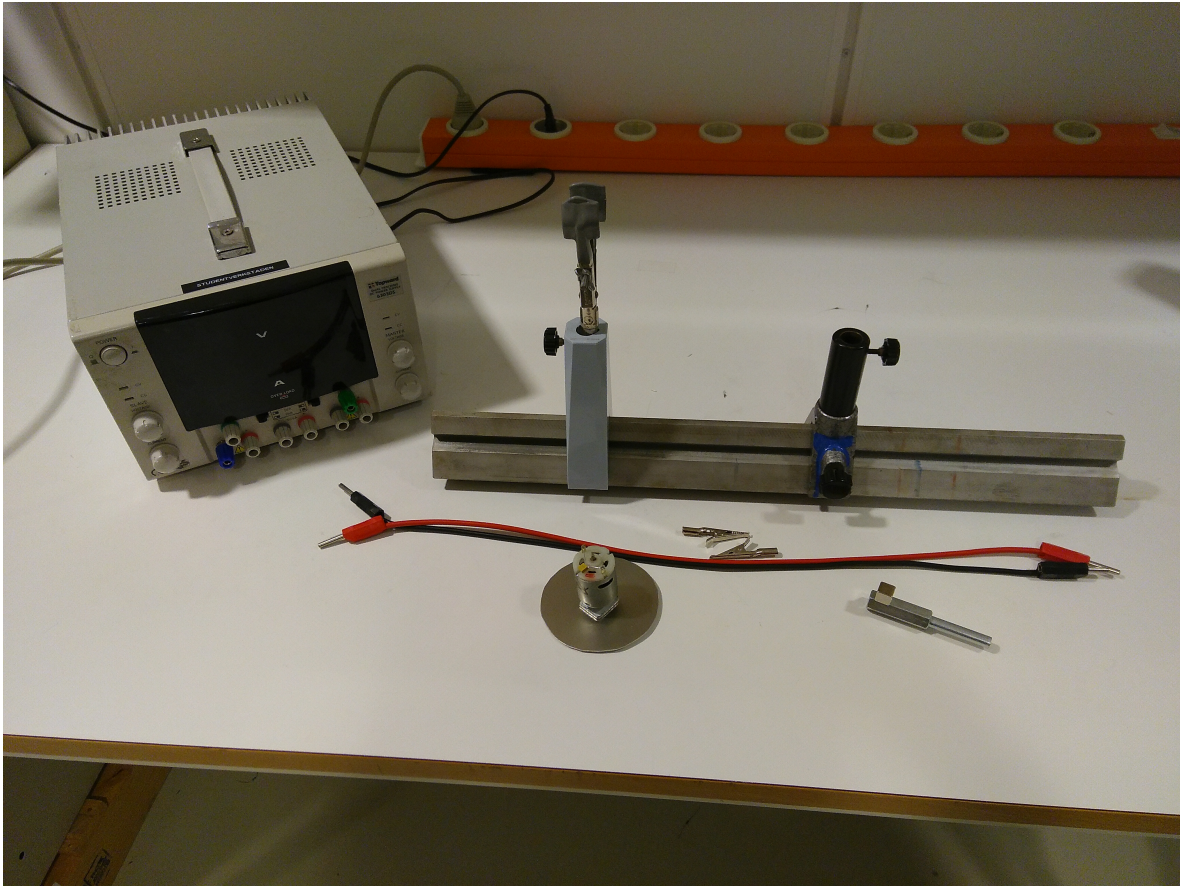
där övriga konstanter har bakats ihop i c .

Uppgift: Bestäm ett värde på α .

Tips: Placera magneten så att dess undersida är i höjd med hjulets underkant, med en av polerna riktad mot hjulet. På grund av icke-ideala effekter bör mätintervallen begränsas till r mellan ca 5 mm och ca 20 mm.

Materiel

- Motor med aluminiumskiva
- Magnet
- Spänningsaggregat (inställt på konstant ström)
- Skena med mm-gradering och ryttare
- Hållare till motor
- Sladdar



Figur 1: Bild på experimentuppställningen.