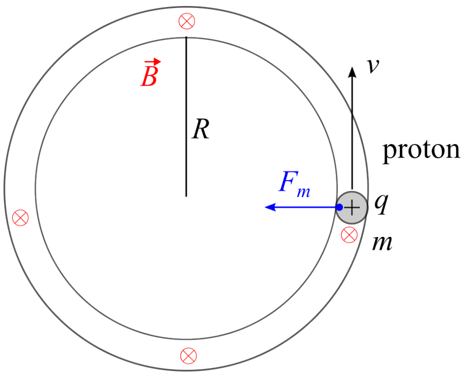
Løsning øving 11

Oppgave 1



Det er magnetkraften $F_m = qvB$ på protonet som holder partiklene i sirkelbanen. Newtons 2. lov for sirkelbevegelse gir sammen med formelen for magnetkraft på ladning:

$$\begin{aligned}
\sum F &= ma = m\frac{v^2}{R} \\
qvB &= m\frac{v^2}{R} \Rightarrow B = \frac{mv}{qR} \\
B &= \frac{1,67 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} \cdot 3,0 \cdot 10^{7}\,\mathrm{m/s}}{1,60 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C} \cdot 4,3 \cdot 10^{3}\,\mathrm{m}} \\
&= 7,28 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{T} \\
&\approx \underline{\underline{7,3 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{T}}}
\end{aligned}$$

Oppgave 2

a) En strømsløyfe med areal A og strøm I i et ytre magnetfelt B utsettes for et dreiemoment

$$\tau = IAB \sin\phi,$$

der ϕ er vinkelen mellom sløyfas arealvektor og magnetfeltet. Det betyr at τ har sin største verdi når

$$\underline{\underline{\phi = 90^\circ \vee \phi = 270^\circ}}.$$

b) Ut i fra uttrykket for τ,

$$\tau = IAB \sin\phi,$$

vil det være et **varierende** dreiemoment på sløyfa (ettersom faktoren $\sin\phi$ er tidsvariabel), og en tilsvarende **varierende** vinkelakselerasjon:

$$\sum \tau = I\alpha.$$

Riktig påstand: Sløyfa vil rotere med variabel vinkelakselerasjon.

c) Det **maksimale** dreiemomentet på sløyfa er gitt ved

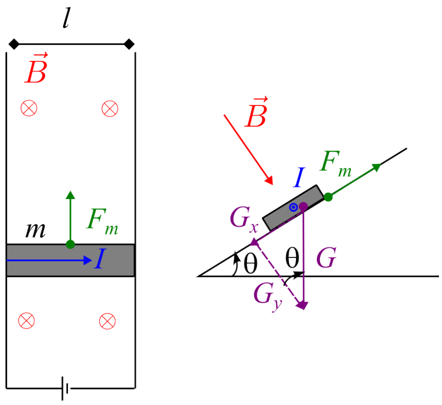
$$\tau_{\max} = IAB.$$

Dette er altså proporsjonalt med B, og dersom B reduseres med $5,0\,\%$,vil også $\tau_{\max}$ reduseres tilsvarende.

Riktig påstand: Maksimalt dreiemoment reduseres med $5,0\,\%$.

Oppgave 3

Figuren under viser kreftene som virker på metallplata som sklir med konstant fart oppover skråplanet (uten friksjon): parallelt med skråplanet virker den elektromotoriske kraften $F = IlB$ (I er strømmen gjennom plata; l er lengden av plata og B er feltstyrken til magnetfeltet) og parallellkomponenten G_x av tyngden, og normalt på skråplanet virker normalkraften N og normalkomponenten G_y av tyngden.



Vi skal bestemme hvor stor strøm som må gå mellom skinnene og gjennom metallplata for at den skal kunne gli oppover skråplanet med konstant fart. Dette innebærer at summen av kreftene langs skråplanet (og normalt på skråplanet) må være null, og med støtte i figuren fra forrige oppgave, har vi følgende:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F = G_x$$
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = G_y$$

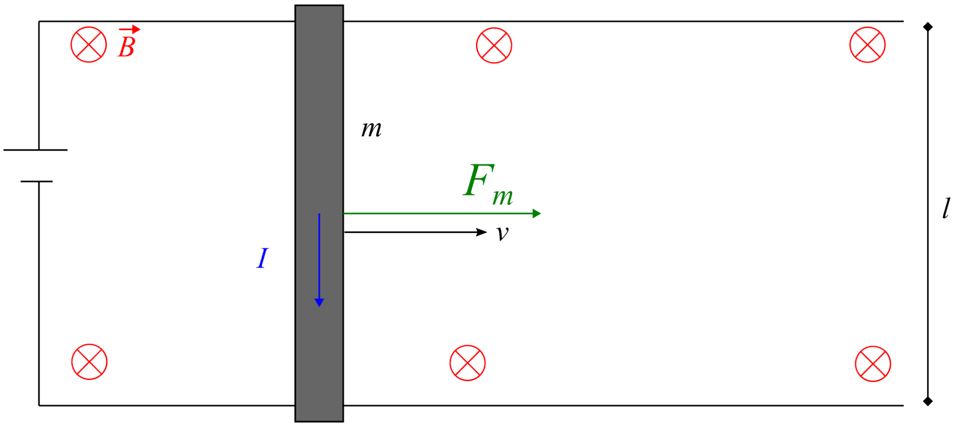
Vi skal bestemme strømmen I, og Newtons 1. lov langs skråplanet gir (her er m den totale massen til plata + lasten):

$$F = IlB = G_x = mg\sin\alpha \Rightarrow I = \frac{mg\sin\alpha}{lB}$$
$$I = \frac{100\,\mathrm{kg}\cdot 9,81\,\mathrm{m/s^2}\cdot \sin 30\,^\circ}{2,0\,\mathrm{m}\cdot 0,10\,\mathrm{T}}$$
$$= 2,45\cdot 10^3\,\mathrm{A}$$
$$\approx \underline{\underline{2,5\cdot 10^3\,\mathrm{A}}}$$

Strømmen gjennom metallplata må være $2,5\cdot 10^3\,\mathrm{A}$.

Oppgave 4

a) Figuren under viser magnetkrafta F_m som den eneste horisontale krafta som virker på stanga med lengde l som hviler på skinnene:



Newtons 2. lov gir:

$$\begin{aligned}\sum F &= ma\\ F_m &= ma\\ IlB\sin 90^\circ &= ma && \text{(Formel for magnetkraft)}\\ a &= \underline{\underline{\frac{IlB}{m}}}\end{aligned}$$

b) Skal bestemme strekningen s som stanga (med last) må akselereres for å oppnå en viss slutthastighet v. Kan bruke bevegelseslikningen

$$v^2 - v_0^2 = 2as \Rightarrow s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Her er $v_0 = 0$ og sammen med uttrykket for a gir dette

$$\begin{aligned}s &= \frac{v^2}{2a}\\ &= \frac{v^2}{2\cdot\frac{IlB}{m}}\\ &= \frac{mv^2}{2IlB}\\ &= \frac{50\,\mathrm{kg}\cdot\left(11,2\cdot 10^3\,\mathrm{m/s}\right)^2}{2\cdot 1000\,\mathrm{A}\cdot 1,0\,\mathrm{m}\cdot 1,0\,\mathrm{T}}\\ &= \underline{\underline{3,1\cdot 10^6\,\mathrm{m}}}\end{aligned}$$

Dette tilsvarer omtrent halve jordradien (!), dvs. en helt urealistisk lang strekning for praktiske formål.