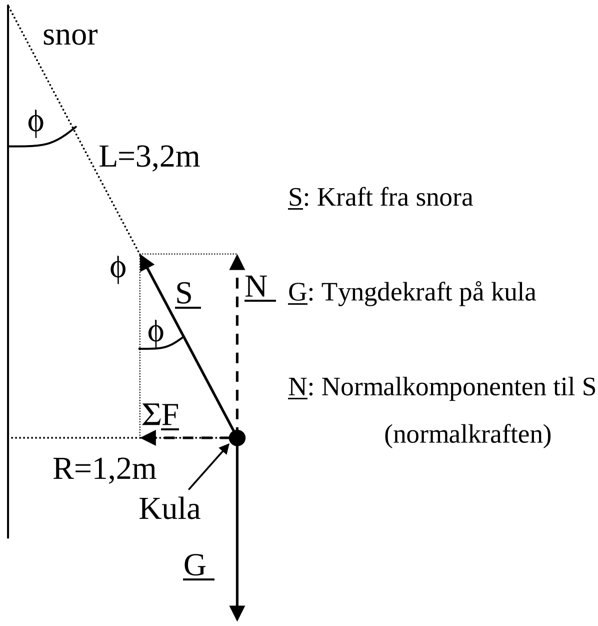
Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO340A)*

vår 2007 eksamen 1. juni, 5 timer

Oppgave 1



Figuren viser pendelen idet kula er på vei rett inn i papirplanet. Gitt m =1,3 kg og snorlengden L = 3,2 m Kula går med konstant fart i en horisontal sirkelbane med radius R =1,0 m. Vi ser bort fra luftmotstanden.

Vektorer vises ved strek under symbolet, f.eks. S

a) Strammingen i snora: Summen ΣF av kreftene som virker, må være rettet inn mot sentrum i sirkelbanen, se figuren, og vi har:

N = Scosϕ der vi ser at

sinϕ = R/L ⇒

ϕ = ArcsinR/L = Arcsin(1/3,2) = 18,2°

Det ikke er bevegelse i vertikalretningen slik at N = G (=mg). Da får vi:

$S = mg/\cos\phi = 1{,}3\ \text{kg}\cdot 9{,}81\text{m/s}^2/\cos 18{,}2° =$ $\underline{\underline{13{,}4\text{N}}}$

Newton’s 2. lov: ΣF = ma der ΣF = Ssinϕ (figuren) ⇒

$a = S\sin\phi/m = (mg/\cos\phi)\sin\phi/m = g\cdot\tan\phi = 9{,}81\text{m/s}^2\cdot\tan 18{,}2° =$ $\underline{\underline{3{,}2\text{m/s}^2}}$

b) Vi har fra a) at a = gtanϕ = som her er en sentripetalakselerasjon = v^2/R ⇒

$g\cdot\tan\phi = v^2/R$ der $R = L\sin\phi$ og $v = 2\pi R/T$ ⇒

$(L\sin\phi)\cdot g\cdot(\sin\phi/\cos\phi) = (2\pi L\sin\phi)^2/T^2 \Rightarrow$ $\underline{\underline{T = 2\pi\,(L\cos\phi/g)^{1/2}}}$

.

c) Vi bruker hintet gitt i oppgaven og får: $a = K/x^2 = v\cdot dv/dx$ ⇒

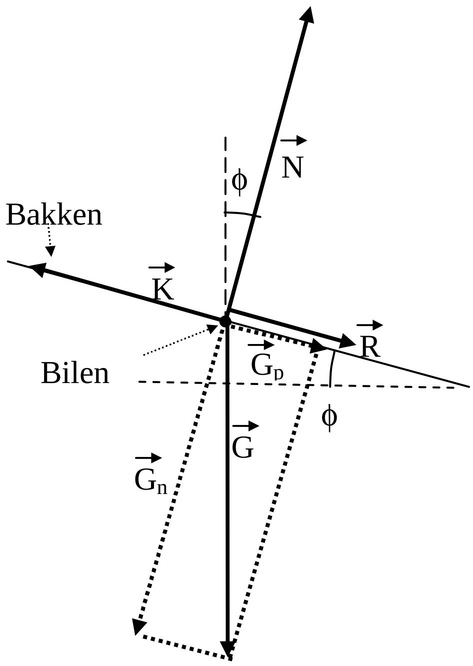
$(K/x^2)dx = v\cdot dv$

Dette uttrykket integrerer vi mellom grensene gitt ved startverdiene 0,2m for x og 0 for v, opp til at prosjektilet kommer ut av kanonen der er x = 3,1 m og farten er v:

$$\int_{0,2m}^{3,2m} K\frac{dx}{x^2} = \int_0^v v\cdot dv \Rightarrow K\int_{0,2m}^{3,2m}\frac{dx}{x^2} = v^2/2 \Rightarrow$$

$$K = v^2 \Big/ 2\int_{0,2m}^{3,2m}\frac{dx}{x^2} = (400m/s)^2 \Big/ 2[-1/x]_{0,2m}^{3,2m} = \underline{\underline{1{,}7\cdot 10^4\, m^3/s^2}}$$

Oppgave 2



Oppgaven er tolket i figuren. Massen m = 1750 kg, sinϕ = 0,06 , R = 1,2 kN. K er krafta fra veien på drivhjulene.

a) Her er akselerasjonen lik 0, og da må

$K = R + G_p = R + mg\sin\phi = R + 0{,}06mg =$

$= 1{,}2kN + 0{,}06 \cdot 1750kg \cdot 9{,}81m/s^2 =$ $\underline{2{,}23kN}$

Effekten P fra drivhjulene er :

$P = K \cdot v$ der v = 30m/s, og vi får:

$P = K \cdot v = 2{,}23kN \cdot 30m/s =$ $\underline{\underline{67kW}}$

b) Motoreffekten er 67kW/0,80 = $\underline{83{,}6kW}$

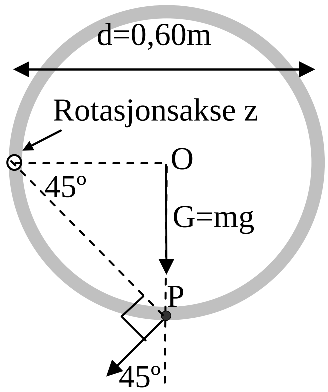
Motorens vinkelfart er $\omega = 2\pi \cdot 3600/60 = \underline{377\ rad/s}$.

For rotasjon er effekten

$P = M \cdot \omega$ der M er kraftmomentet $\Rightarrow$

$M = P/\omega = 83{,}6kW/(\underline{377}/s) =$ $\underline{\underline{222Nm}}$

Oppgave 3 (20%)



En ring med masse m = 500 g og diameter d = 60 cm kan rotere fritt om en fast akse **z** som går gjennom ringen (se figuren til høyre).

a) Ringens treghetsmoment om aksen z er

$I_z = I_0 + me^2$ der $I_0 = mR^2$ og e = R slik at

$I_z = mR^2 + mR^2 = md^2/2 = 0{,}5kg \cdot (0{,}60m)^2/2 = \underline{\underline{0{,}090kgm^2}}$

b) Vi har:

$\Sigma M = I_z \cdot \omega$ der $\Sigma M = Gd/2 = mgd/2$ og $I_z = md^2/2 \Rightarrow$

$mgd/2 = (md^2/2) \cdot \omega \Rightarrow$

$\omega = g/d = (9{,}81m/s^2)/0{,}60m =$ $\underline{\underline{16{,}4\ rad/s^2}}$

<u>Retning til akselerasjonen til punkt P er vist nederst i figuren, normalt på zP.</u>

Størrelsen er $a = r \cdot \omega$ der $r = zP = R\sqrt{2} = d/\sqrt{2}$ og vi får:

$a = (d/\sqrt{2}) \cdot (g/d) = g/\sqrt{2} = (9{,}81m/s^2)/\sqrt{2} =$ $\underline{\underline{6{,}94m/s^2}}$

Oppgave 4 (8%)

Gitt to ladninger $Q_1 = 2{,}0\ \mu C$ og $Q_2 = 4{,}5\ \mu C$ i innbyrdes avstand d = 10 cm.

I punkt A der det totale elektriske feltet fra disse to ladningene er lik null, må de to feltbidragene E_1 og E_2 fra Q_1 og Q_2 være (anti)parallelle. Det kan bare skje på den rette linja mellom dem. Vi kaller avstanden fra A til Q_1 for r_1 og fra A til Q_2 for r_2 . Vi har:

$E_1 = k_0Q_1/r_1^2$ og $E_2 = k_0Q_2/r_2^2$

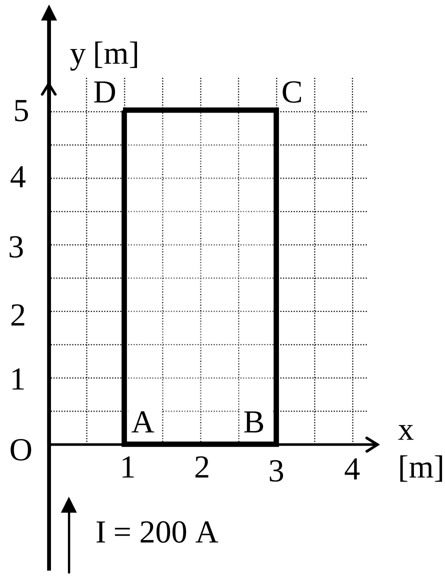
Disse to virker i motsatte retninger og må være like store:

$k_0Q_1/r_1^2 = k_0Q_2/r_2^2 \Rightarrow r_1^2/r_2^2 = Q_2/Q_1 = (4{,}5\mu C)/(2{,}0\mu C) = 9/4 \quad \Rightarrow$

$r_1/r_2 = 3/2$ som sammen med $r_1 + r_2 = d \Rightarrow$

$(3/2)r_2 + r_2 = d \Rightarrow r_2 = 2d/5 = 2 \cdot 10\text{cm}/5 =$ 4,0 cm

Punkt A ligger på den rette linja mellom Q_1 og Q_2, i avstanden 4,0cm fra Q_2



Oppgave 5 (26%)

Gitt systemet i figuren. I = 200A og

(6-1) $B = \mu_0 I/(2\pi x)$

a) I punkt A er $B = \mu_0 I/(2\pi x) =$

$1{,}26 \cdot 10^{-6}\text{Tm}^2/\text{A} \cdot 200\text{A}/(2\pi \cdot 1\text{m}) =$ 40μT

Retningen må være normalt på xy-planet, og vha høyrehåndsregelen finner vi at den er inn i papirplanet.

b) Når sløyfa beveger seg i positiv x-retning, så fjerner den seg fra den strømførende lederen, og da vil vil magnetfeltet bli svakere og fluksen (regnet positiv inn i papirplanet) mindre. Den induserte strømmen vil da ha en retning som holder denne fluksen ved like. Da må magnetfeltet fra den induserte strømmen gå inn i papirplanet, og strømmen i sløyfa følgelig gå i retning A→D→C→B osv.

c) Vi må finne den induserte spenningen, som oppstår i AD og BC. (I DC og AB oppstår det ingen spenning, for de er parallell med farten). Vi har da at den totale induserte spenningen i sløyfa er differansen U mellom U_{AD} og U_{BC} , der den første må være minst av de to:

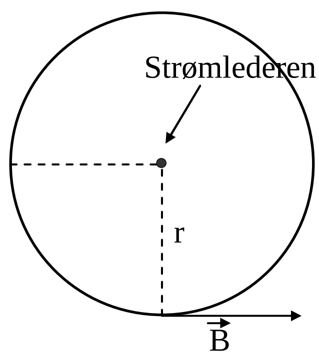
$U = v \cdot B_A \cdot AD - v \cdot B_B \cdot AD = v \cdot AD \cdot (B_A - B_B)$ og siden $OB = 3 \cdot OA$ må $B_A = 3B_B$:

$U = v \cdot AD \cdot (2/3)B_A = 20\text{m/s} \cdot 5\text{m} \cdot (2/3)40\mu\text{T} =$ 2,67 mV

Og da finner vi strømmen vha ohms lov:

$I = U/R = 2{,}67\text{mV}/5{,}6\text{m}\Omega =$ 0,48A

d) % Vi bruker Ampères lov på en sirkel rundt lederen, normalt på den (figuren). Overalt på denne sirkelen er vi like langt fra lederen, og da må B ha samme verdi. Dessuten tangerer B sirkelen. Da får vi:



$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \oint_{Sirkelen} B \cdot ds = B \oint_{Sirkelen} \cdot ds = B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

som gir det vi skulle vise: $B = \mu_0 I/(2\pi x)$