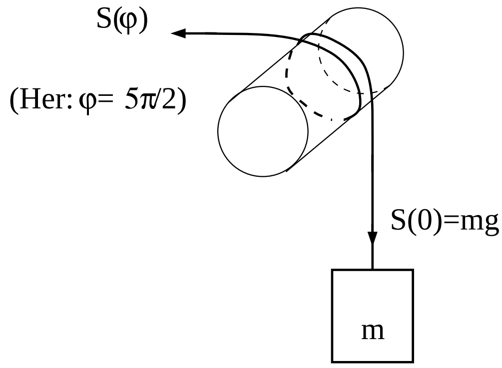
Institutt for fysikk 2013

TFY4145/FY1001 Mekanisk fysikk

Øving 4

Veiledning: Tirsdag 24. sep. og onsdag 25. sep., se nettsider.
Innlevering: Torsdag 26. sep. kl. 14:00.

Oppgave 1.



I forelesningene viste vi, både eksperimentelt og ved hjelp av regning, hvordan surring av ei snor rundt en sylinder resulterer i en friksjonskraft som kan hjelpe oss å holde tunge gjenstander oppe. I figuren til høyre er $S(\phi)$ minste påkrevde snordrag for å holde massen m i ro når hyssingen har kontakt med sylinderen over en vinkel ϕ,

$$S(\phi) = S(0)\exp(-\mu\phi),$$

eventuelt det maksimale snordraget som kan brukes uten at massen trekkes oppover,

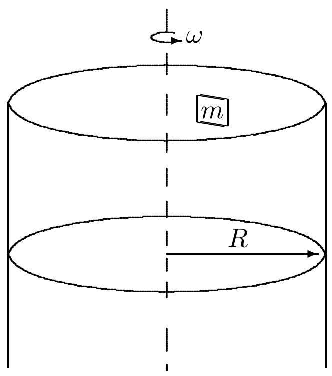
$$S(\phi) = S(0)\exp(\mu\phi).$$

Målinger av sistnevnte variant, utført av J. A. Støvneng på rom E5-112 fredag 14.09.12 med enkle fjærvekter og lodd med masse $m = 185$ g, gav resultatene i tabellen til høyre. Bruk disse måleresultatene til å bestemme den statiske friksjonskoeffisienten μ mellom snora og plastrøret. Angi μ med middelverdi og usikkerhet (standardfeil), dvs. på formen $\mu = \overline{\mu} \pm \Delta\overline{\mu}$. (Anta at feilen i m, dvs. $S(0)$, er neglisjerbar, og at feil i S og ϕ, og dermed μ, er tilfeldige. Se s. 35 - 37 i labheftet, (4-25) og (4-27).)

ϕ	S/g (g)	μ
0	185	
$\pi/2$	240	
π	300	
$3\pi/2$	440	
2π	600	
$5\pi/2$	800	
3π	1000	
$7\pi/2$	1100	
4π	1400	

Tabell: Maksimal snorkraft S med lodd i likevekt, med snor surret en vinkel ϕ rundt plastrøret.

Oppgave 2.

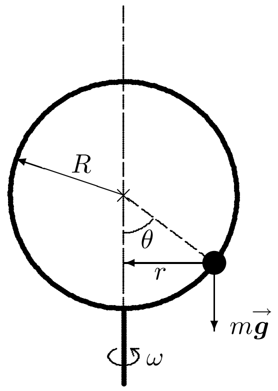


En masse m kan holdes på plass av den statiske friksjonen mot veggen i en roterende sylinder som vist på figuren, hvis rotasjonshastigheten overstiger en kritisk verdi ω_0. Vis at

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\mu_s R}},$$

der μ_s er den statiske friksjonskoeffisienten og R er den roterende sylinderens radius.

Oppgave 3.



En ring med radius R roterer med vinkelhastighet ω om en vertikal akse gjennom ringens sentrum. I figuren ligger rotasjonsaksen i papirplanet. Ei lita kule er tredd inn på ringen, og glir på denne med tilnærmet null friksjon. Kula følger med den store ringens rotasjon, og vil for en gitt fast ω plassere seg på ringen i en posisjon som danner vinkel θ med vertikalen, som vist i figuren.

a. Hvilke krefter virker på kula? Tegn inn i figur.

b. Sett opp Newtons 2. lov for vertikal og horisontal retning og finn herfra uttrykk for kulas "likevektsposisjon" θ, som funksjon av ω og andre størrelser du måtte trenge.

Radien r på figuren er en hjelpestørrelse du kan dra nytte av.

c. Sett inn $R = 10\,\text{cm}$ og tyngdens akselerasjon $g = 9,81\,\text{m/s}^2$, og finn θ numerisk når ringen roterer med henholdsvis
A) 3,00 omdreininger per sekund ($\omega = 18,85\,\text{s}^{-1}$)
B) 1,00 omdreining per sekund ($\omega = 6,28\,\text{s}^{-1}$).
Hvis du har regnet riktig, skal B) ha gitt tilsynelatende problematisk svar – forklar hvorfor.

d. En skisse av $\theta(\omega)$ forklarer lett problemet i pkt. c-B. Skriv et program i MATLAB som regner ut og plotter likevektsvinkelen for vinkelfrekvenser mellom 0 og 40 s^{-1}. Du kan tenkes å få bruk for disse kommandoene i MATLAB: linspace, acos, plot, axis, xlabel, ylabel, for ... end, if ... else ... end.

Oppgave 4.

En partikkel med masse m er opprinnelig i ro i posisjonen $x = 0$. Ved $t = 0$ blir partikkelen utsatt for ei tidsavhengig kraft i positiv x-retning gitt ved

$$F = F_0 \mathrm{e}^{-t/T}\,,$$

der F_0 og T er konstanter. Ved $t = T$ opphører krafta.

a. Hva er partikkelens hastighet idet krafta opphører?

b. Hva er partikkelens posisjon idet krafta opphører?

Oppgave 5.

En lastebilsjåfør har mot alle forskrifter plassert en kasse usikret på lasteplanet. Bilen kjører oppover en bakke med helningsvinkel θ, og den statiske friksjonskoeffisienten mellom kassa og lasteplanet er μ_s. Finn et uttrykk for den største akselerasjonen lastebilen kan ha uten at kassa begynner å gli på lasteplanet. Hva er denne maksimale akselerasjonen hvis $\theta = 15°$ og $\mu_\text{s} = 0,40$?

Ukens LaTeX.

Lag tabellen på forrige side i LaTeX, inklusive tallverdier for μ i 3. kolonne, med tre desimaler.

Utvalgte fasitsvar: 3b: $\theta(\omega) = \arccos \frac{g}{\omega^2 R}$; 3c-A: 74°; 4a: $\frac{F_0 T}{m}[1 - \mathrm{e}^{-1}]$; 4b: $\frac{F_0 T^2}{m}\mathrm{e}^{-1}$; 5: 1,25 m/s^2;