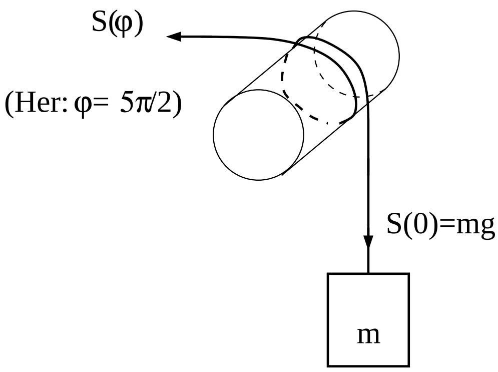
TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2013.
Øving 3. Veiledning: 10. september. Innleveringsfrist: 13. september kl 14.

Oppgave 1.



Innledning: 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 venstre 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 på faglærers kontor fredag 14.09.2012 med enkle fjærvekter og lodd med masse $m = 185$ g, gav resultatene i tabellen til venstre. Du skal bruke disse måleresultatene til å bestemme den statiske friksjonskoeffisienten μ mellom snora og plastrøret. Vi antar at feilen i m, dvs $S(0)$, er neglisjerbar, og at feil i S og ϕ, og dermed μ, er tilfeldige. Nedenfor følger selve *oppgaven*.

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.

Basert på de $n = 8$ målepunktene i tabellen, bestem middelverdien av friksjonskoeffisienten,

$$\overline{\mu} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\mu_i,$$

et estimat for usikkerheten i en enkeltmåling av μ (det såkalte standardavviket),

$$\Delta\mu = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\mu_i - \overline{\mu})^2},$$

og et estimat for usikkerheten i middelverdien (den såkalte standardfeilen),

$$\Delta\overline{\mu} = \frac{\Delta\mu}{\sqrt{n}}.$$

Angi deretter μ med middelverdi og usikkerhet (standardfeil), dvs på formen

$$\mu = \overline{\mu} \pm \Delta\overline{\mu}.$$

Til slutt plotter du de eksperimentelle målepunktene for størrelsen $\ln[S(\phi)/S(0)]$ sammen med de tre rette linjene $\mu\phi$, for $\mu = \overline{\mu}$ samt $\mu = \overline{\mu} \pm \Delta\mu$. Er andelen målepunkter som ligger innenfor $[\overline{\mu} - \Delta\mu, \overline{\mu} + \Delta\mu]$ omtrent som forventet? Bruk gjerne digitale hjelpemidler (matlab, python, excel e.l.) til å løse denne oppgaven!

Oppgave 2.

En kloss med masse 1.00 kg holdes i ro på et skråplan med helningsvinkel 30°. Den statiske friksjonskoeffisienten er $\mu_s = 0.43$, og den kinetiske friksjonskoeffisienten er $\mu_k = 0.40$.

a. Klossen slippes. Hvor stor er da friksjonskraften som virker på klossen? Hva blir klossens akselerasjon?

b. Vi lar nå klossen bli påvirket av en tilleggskraft $F = 1.00$ N, rettet oppover langs skråplanet. Hva blir nå friksjonskraften på klossen og klossens akselerasjon når den slippes? (Tilleggskraften virker uendret både før og etter klossen slippes.)

c. Vi gjentar eksperimentet, men nå med tilleggskraften $F = 2.00$ N oppover langs skråplanet. Finn igjen friksjonskraften på klossen og klossens akselerasjon når den slippes.

Oppgave 3.

En kloss med masse m er festet til ei (masseløs) fjær med fjærkonstant k. Fjæra er festet til en vegg i sin venstre ende. Klossen kan gli uten friksjon på et horisontalt underlag. Bevegelsen blir startet (ved $t = 0$) ved å dra klossen fra likevektsposisjonen $x = 0$ mot høyre til posisjon x_0 og gi den en hastighet v_0 mot høyre. Klossen utfører deretter harmoniske svingninger beskrevet ved $x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$ der $\omega = 2\pi/T$ er vinkelfrekvensen, T er perioden, og ϕ er en fasekonstant.

a. Finn uttrykk for ω, ϕ og amplituden A. (Dvs, uttrykt ved størrelser oppgitt innledningsvis. Det er mer enn en måte å uttrykke disse størrelsene på.)

b. Finn et uttrykk for systemets totale energi E.

c. Vi kunne alternativt ha skrevet løsningen på formen $x(t) = B\cos\omega t + C\sin\omega t$. Hva blir da de to koeffisientene B og C?

d. Bestem tallverdier for svingebevegelsens maksimale utsving og maksimale hastighet dersom $m = 100$ g, $k = 10$ N/m, $x_0 = 1.0$ cm og $v_0 = 10$ cm/s.

Oppgave 4.

Systemet i oppgave 3 dreies 90 grader slik at massen m henger vertikalt i tyngdefeltet. Ny likevektsposisjon for klossen tilsvarer at fjæra er strukket en lengde Δx. Finn et uttrykk for Δx. (Tyngdens akselerasjon: $g = 9.8$ m/s^2) Bestem også tallverdi for Δx. Skriv ned bevegelsesligningen for klossen, og vis at den vil svinge harmonisk med samme frekvens som før.

Noen fasitsvar:

Oppgave 1: 0.172 ± 0.005.

Oppgave 2: *a*) 3.4 N, 1.51 m/s^2, *b*) 0.51 m/s^2, *c*) 2.91 N.

Oppgave 3: *d*) 1.4 cm, 14 cm/s.

Oppgave 4: 9.8 cm.