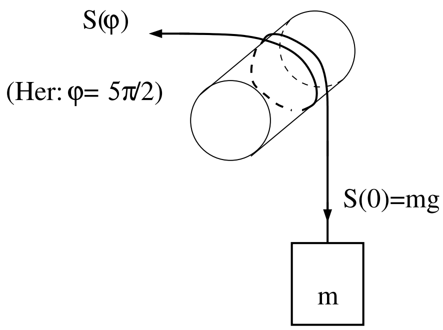
TFY4104/TFY4125 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.

Lag din egen kode i Python for å løse numerikkoppgavene.

Numerisk 1: Snorfriksjon. Måleusikkerhet.



Innledning: 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 $S(\phi)$ enten minste påkrevde snordrag for å holde massen m i ro når snora har kontakt med sylinderen over en vinkel ϕ,

$$S_{\min}(\phi) = S(0)\exp(-\mu\phi),$$

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

$$S_{\max}(\phi) = S(0)\exp(\mu\phi).$$

Målinger av $S_{\max}(\phi)$ med et 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 $S_{\max}(0)$, er neglisjerbar, og at feil i $S_{\max}$ og ϕ, og dermed μ, er tilfeldige. Nedenfor følger selve oppgaven.

ϕ	$S_{\max}/g$ (g)
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 $S_{\max}$ med lodd i likevekt, med snor surret en vinkel ϕ rundt plastrøret.

Oppgaven: Basert på de $n = 8$ målepunktene i tabellen ($\phi = 0$ ikke med), 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),

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

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

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

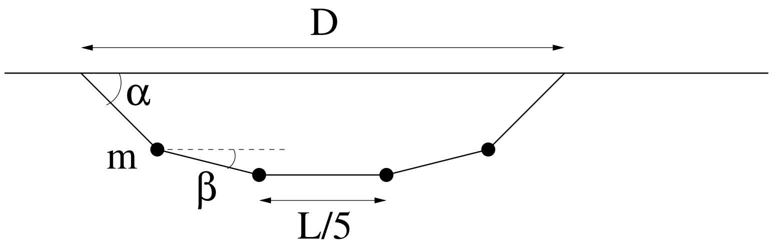
Angi deretter μ med middelverdi og usikkerhet (standardfeil), dvs på formen

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

Til slutt plotter du de eksperimentelle målepunktene for størrelsen $\ln[S_{\max}(\phi)/S_{\max}(0)]$ 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 (dvs ca 68%)?

Numerisk 2: Klessnor.

På ei tilnærmet masseløs klessnor med lengde L henger fire like tunge plagg i hver sin kleshenger, med lik avstand $L/5$ mellom to nabokleshengere, og mellom festepunkt og nærmeste kleshenger. Klessnoras ender er festet i samme høyde, med innbyrdes avstand D:



Oppgaven går ut på å bestemme klessnoras form, dvs vinklene α og β i figuren. Vis at vinkelen α kan bestemmes ved å løse ligningen

$$\frac{L}{5}\left(1+\frac{4x}{\sqrt{1+3x^2}}+2x\right)=D,$$

der $x=\cos\alpha$. Tips: Problemet inneholder 5 ukjente størrelser: Vinklene α og β, samt 3 ulike snorkrefter S_1 (ytterst), S_2 (nest ytterst) og S_3 (på midten). Newtons 1. lov for to av massene (en ytterst og en nest ytterst), horisontalt og vertikalt, gir 4 ligninger. Den femte ligningen har kun å gjøre med geometrien, dvs en sammenheng mellom D, L, α og β, og denne finner du direkte ut fra figuren.
Vi vil bestemme x, og dermed α, med en numerisk metode. Den enkleste oppskriften er sannsynligvis denne:

- Skriv ligningen på formen $x=f(x)$.
- Velg en passende startverdi $x=x_0$ og regn ut $f(x_0)$.
- Sett $x_1=f(x_0)$ og regn ut $f(x_1)$.
- Sett $x_2=f(x_1)$ og regn ut $f(x_2)$, osv.
- Gjenta (Iterer) dette skjemaet inntil $x_j\simeq x_{j-1}$ med tilstrekkelig god tilnærmelse.