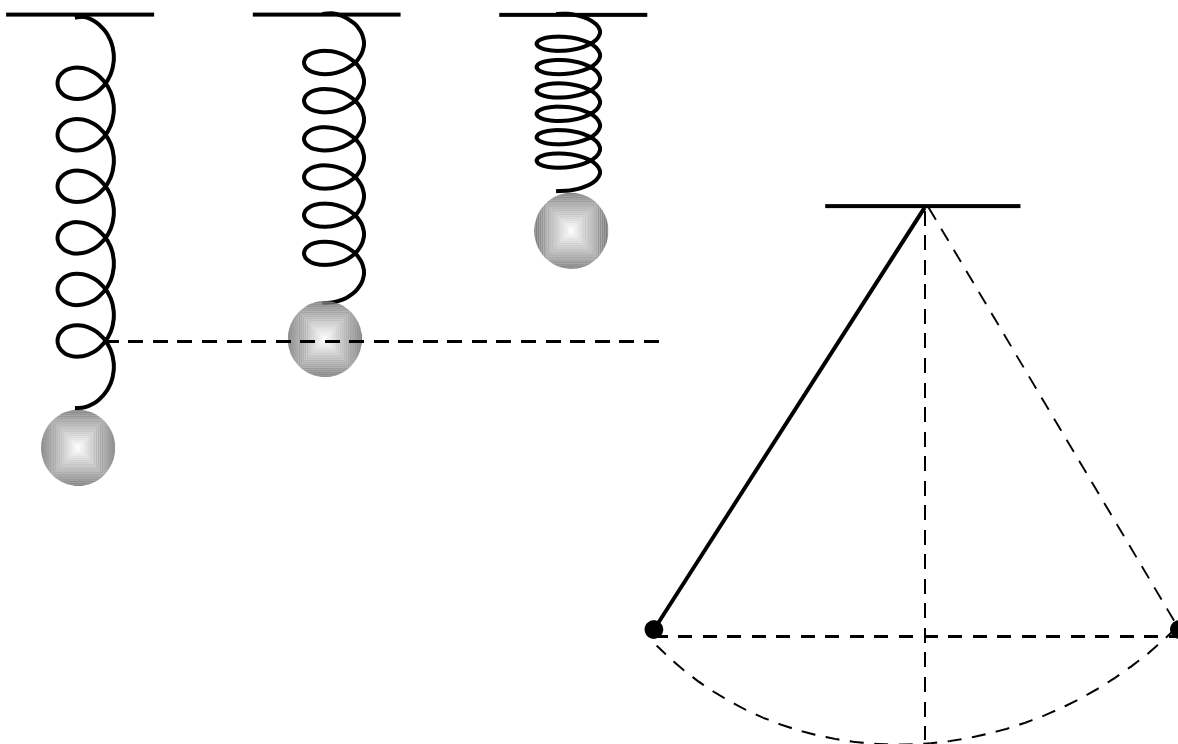


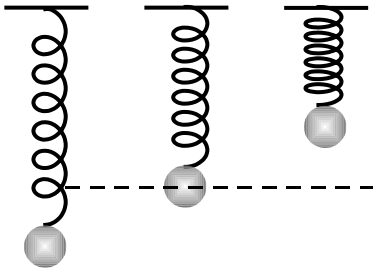
Mikael og Anders Sørensen



Penduler og svingninger

Dette er ikke opgaveformuleringerne, men baggrundsinformation relevant for begge opgaver.

Fjederpendul



En masse ophængt i en fjeder vil udføre en harmonisk svingning. $x(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + x_0$

Det kan man vise kun gælder fordi den kraft der trækker og skubber i massen mod midten er givet ved Hookes lov: $F = -k \cdot \Delta x$

Kraften mod midten skal med andre ord være proportional med afstanden for at bevægelsen vil være en rigtig harmonisk svingning.

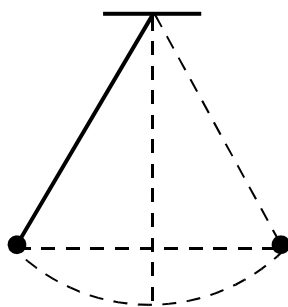
Tilmed kan det vises at proportionalitetsfaktoren $k = \omega^2 \cdot m$

Matematisk pendul (punktmasse ophængt i masseløs snor)

Man kan vise at den komponent af den resulterende kraft der er vinkelret på snoren er:

$$F = -mg \sin\left(\frac{x}{L}\right)$$

Her er



kraften ikke proportional med afstanden, så vi kan ikke umiddelbart sige at bevægelsen er en harmonisk svingning. længden af buestykket fra midtpunktet til loddet.

θ
L

F
x

x er

Opgave 1: Matematisk pendul og Taylorpolynomier

Problemformulering:

Redegør *kort* for hvad et taylorpolynomium er og hvorfor det finder udbredt anvendelse i fysik.

Vis at det matematiske pendul *kan* approximeres ved en harmonisk svingning og at pendulets periode da er givet ved:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Estimer under hvilke betingelser approximationen gælder.

Nedenfor ses to måleserier på to forskellige matematiske penduler, som er målt med meget præcist udstyr.

Kontroller for hvert forsøg om svingningsapproximationen er gyldig og bestem for hvert pendul den maximale hastighed og maximale højde som loddet får i løbet af sin svingtur.

Litteratur:

<http://da.wikipedia.org/wiki/Taylorpolynomium>

<http://www2.mat.dtu.dk/education/01905/Noter/taylor.pdf>

L = 0,75m

v_{max}=0,5m/s

L=2,3m v_{max}=6m/s

t / s	x / m	t / s	x / m
0	0	1,5	-0,10605
0,05	0,024868	1,55	-0,0882
0,1	0,048932	1,6	-0,06746
0,15	0,071408	1,65	-0,04452
0,2	0,091563	1,7	-0,02011
0,25	0,108743	1,75	0,004955
0,3	0,122391	1,8	0,029869
0,35	0,132065	1,85	0,053816
0,4	0,137452	1,9	0,076016
0,45	0,138378	1,95	0,095745
0,5	0,134811	2	0,112363
0,55	0,126866	2,05	0,125332
0,6	0,114795	2,1	0,134232
0,65	0,098988	2,15	0,138776
0,7	0,079952	2,2	0,138816
0,75	0,058305	2,25	0,134349
0,8	0,03475	2,3	0,125517
0,85	0,010053	2,35	0,112604
0,9	-0,01498	2,4	0,096023
0,95	-0,03953	2,45	0,076311
1	-0,0628	2,5	0,054106
1,05	-0,08403	2,55	0,030128
1,1	-0,10253	2,6	0,005159
1,15	-0,1177	2,65	-0,01999
1,2	-0,12905	2,7	-0,04449
1,25	-0,1362	2,75	-0,06755
1,3	-0,13894	2,8	-0,08841
1,35	-0,13717	2,85	-0,1064
1,4	-0,13094	2,9	-0,12093
1,45	-0,12046	2,95	-0,13154

t / s	x / m	t / s	x / m
0	0	1,5	1,276246
0,05	0,299483	1,55	0,999586
0,1	0,595817	1,6	0,712584
0,15	0,885906	1,65	0,418084
0,2	1,166819	1,7	0,119124
0,25	1,435854	1,75	-0,18113
0,3	1,690588	1,8	-0,4795
0,35	1,928904	1,85	-0,77282
0,4	2,149004	1,9	-1,0581
0,45	2,349398	1,95	-1,33253
0,5	2,528886	2	-1,59356
0,55	2,686527	2,05	-1,83896
0,6	2,821604	2,1	-2,06681
0,65	2,933586	2,15	-2,27548
0,7	3,022094	2,2	-2,46367
0,75	3,086867	2,25	-2,63034
0,8	3,127737	2,3	-2,77469
0,85	3,144606	2,35	-2,89612
0,9	3,137436	2,4	-2,9942
0,95	3,106243	2,45	-3,06862
1	3,051098	2,5	-3,11918
1,05	2,972136	2,55	-3,14577
1,1	2,869576	2,6	-3,14831
1,15	2,743745	2,65	-3,1268
1,2	2,595105	2,7	-3,0813
1,25	2,424289	2,75	-3,0119
1,3	2,23214	2,8	-2,9188
1,35	2,019744	2,85	-2,80225
1,4	1,788465	2,9	-2,66268
1,45	1,539971	2,95	-2,50063

Opgave 2: Fjederpendul

Problemformulering:

En fjeder med en længde på 27 cm er ophængt i en krog i loftet. I enden af fjederen hænger et lod med massen $309,1\text{ g}$. Derved strækkes fjederen således at dens længde bliver 79 cm . I denne ligevægtssituation befinder loddet sig i en højde på $89,9\text{ cm}$ over bordets overflade.

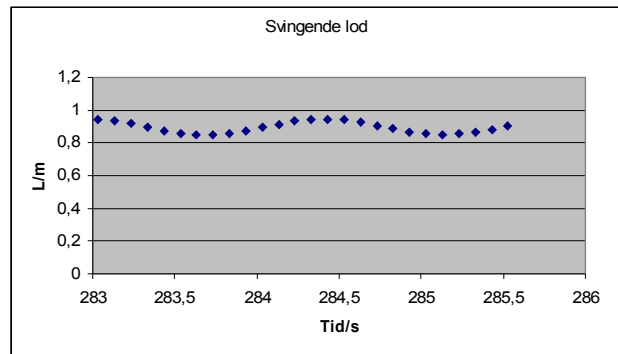
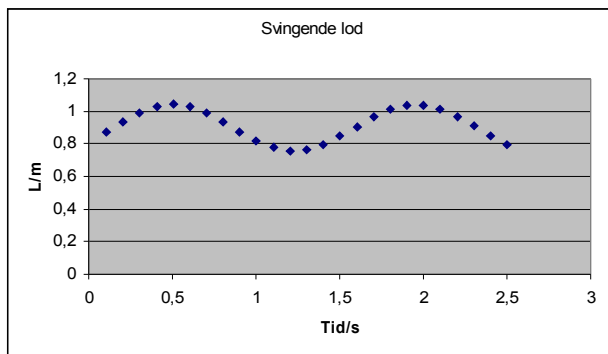
Der trækkes ned i loddet og det slippes. Loddet vil nu svinge frem og tilbage omkring fjederens ligevægtspunkt.

På Fronter kan i finde en fil med det svingende lods position som funktion af tiden i de 285 s loddet svinger.

Hvad er fjederkonstanten for fjederen?

Redegør kort for hvad en harmonisk svingning er. Eftersvis hypotesen om at fjederpendulet udfører en harmonisk svingning ud fra datafilen på Fronter.

Nedenstående to grafer viser fjederpendulets position som funktion af tiden i starten af svingningen og sidst i svingningen



Redegør for forskellen mellem de to grafer og opstil en model, der kan forklare svingningens udvikling.