Tilraun 1: Tengdir pendúlar.

Búnaður

- 2 pendúlar, tengigormur, 2 krókódílaklemmur, lítið lóð
- rafræn klukka og ljósshlið
- málband, skeiðklukka

Rafræna klukkan er stillt á lotumælingu með því að ýta á <Menu> takkann og blaða í valkostum með láréttu örvunum þar til glugginn sýnir "Period mode". Fjöldi mælinga er valinn með lóðréttu örvunum. Þar skuluð þið stilla á 5 mælingar. Stillingar eru vistaðar með <Enter> takkanum Mælingu er startað með <Start> takkanum og klukkan hættir sjálf þegar hún hefur safnað 5 mælingum. Mælingu má hefja hvar sem er í sveiflunni. Þið getið nú blaðað í mæligildunum með lóðréttu örvunum. Næst þegar ýtt er á <Start> takkann er skrifað yfir eldri mæligildi.

Sveiflukerfi með 2 sveifluhætti

Til að lýsa sveiflukerfi sem er myndað af tveimur tengdum eins pendúlum, líkt og sýnt er á mynd 1, þarf tvær breytistærðir. Við getum valið vikhornin θ_1 og θ_2 en sitjum þá uppi með tvær tengdar diffurjöfnur sem ekki eru auðleystar og gefa ekki skýra mynd af viðfangsefninu. Betri leið er að velja breytistærðir sem gefa tvær óháðar diffurjöfnur sem lýsa sjálfstæðum grunnsveifluháttum. Öllum sveiflumynstrum má þá lýsa með línulegri samantekt grunnháttanna.

Fyrir þetta kerfi fást grunnhættirnir með breytistærðunum

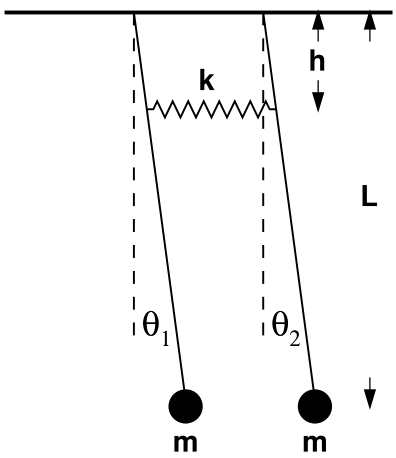
$$\phi_1 = \theta_1 + \theta_2 \qquad \text{og} \qquad \phi_2 = \theta_1 - \theta_2 \tag{1}$$

Sveifluhátturinn ϕ_1 lýsir sveiflu þar sem massarnir tveir eru í fasa með sama útslag ($\theta_1 = \theta_2$), en ϕ_2 sveiflu þar sem massarnir tveir eru í andfasa ($\theta_1 = -\theta_2$).

Grunnhættirnir hafa sitt hvora eigintíðnina og er þeim lýst með

$$f_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{g/L} = f_0 \qquad \text{og} \qquad f_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{g/L + \frac{2k}{m}\left(\frac{h}{L}\right)^2} \tag{2}$$

þar sem $g = 9.823\,\mathrm{m/s^2}$ er þyngdarhröðunin, L lengd pendúlanna, m massi hvors kólfs fyrir sig, k kraftstuðull gormsins og h fjarlægð gorms frá upphengjum. Stærðin f_0 er eigintíðni staks pendúls með sömu kennistærðir.



Mynd 1: Tveir tengdir pendúlar. Lengd beggja er L og massar m. Pendúlarnir eru tengdir með gormi með kraftstuðul k í fjarlægðinni h frá upphengjum.

Með nálguninni $(1+x)^a \simeq 1+ax$ sem gildir fyrir $x << 1$ má nú skrifa loturnar sem

$$T_1 = 2\pi\sqrt{L/g} = T_0 \qquad \text{og} \qquad T_2 = T_0\left[1 - \frac{T_0^2}{4\pi^2}\frac{k}{m}\left(\frac{h}{L}\right)^2\right] \tag{3}$$

Mismunur lotulengda grunnháttanna, ΔT, er því

$$\Delta T = T_1 - T_2 = \frac{T_0^3}{4\pi^2}\frac{k}{m}\left(\frac{h}{L}\right)^2 \tag{4}$$

Með þeirri byrjunarstöðu að annar pendúllinn er dreginn út en hinn í hvíldarstöðu örvum við báða grunnhættina í einu og fáum fram áhugaverða hegðun. Pendúllinn sem sveiflast skilar hreyfiorku sinni smám saman til hins uns sá fyrri stöðvast alveg stutta stund og síðan gengur þessi orkuyfirfærsla til baka. Yfirfærsla orkunnar frá öðrum pendúlnum til hins gerist á tímanum

$$T_{12} = 2\pi^2\frac{m}{kT_0}\left(\frac{L}{h}\right)^2 \tag{5}$$

Verkefni

- $g = 9.823\,\mathrm{m/s^2}$
- $m = 3.0\mathrm{kg}$

1. Skráið númer gormsins sem þið notið á úrlausn ykkar.
2. Mælið stærðirnar T_0 og L og dæmið um samræmi/misræmi milli þeirra skv. jöfnu 3.
3. Safnið gögnum til að meta stærðina k. Gerið grein fyrir mæliaðferð.
4. Mælið stærðirnar T_2 og T_{12} sem fall af h á bilinu $0.50\,\mathrm{m} < h < 1.3\,\mathrm{m}$ og teiknið upp viðeigandi gröf til samanburðar við jöfnur 4 og 5. Ber kennistærðum grafanna saman við mælingar í fyrri liðum ?