

Laboratoriearbeid

PHYS111 – Mekanikk

Lab 4: **Statikk – lodd i balansevekt**

Utført dato: 17. november 2005

Rapport fra:
Erik Grindheim

Gruppe nr. 4-5:
Mads Christensen
Erik Grindheim

Statikk – lodd i balansevekt

Laboratoriekurs i fysikk, PHYS111 – øvelse nr. 4

Rapport fra: **Erik Grindheim**
Gruppe: 4-5 (Mads C. & Erik G.)
Dato forsøk: 17. november 2005

Innledning

Forsøket dreier seg denne gang om statikk og oppdrift. Disse temaene kombineres for å slå to fluer i en smekk. Vi bruker en balansevekt og noen lodd som forskyves og plasseres slik at likevekt oppnås, dvs. at systemet balanserer uten å tippe til verken den ene eller andre siden.

Utstyr

Balansevekt, 3 lodd med masser m_1 , m_2 og m_3 , kalkulator, linjal, skyvelære, vekt og et kar med vann

Måleresultater

Måleresultatene fra laboratoriet er gitt i vedlegget bakerst. Massene er gitt i gram med 4 siffrers oppløsning direkte avlest fra digitalt display, loddets størrelse er gitt i mm med 3 siffrers oppløsning, og lengder avlest med linjal er avlest til nærmeste halve mm.

Teori

Læreboken vår, *Generell fysikk for universiteter og høyskoler, bind 1* omtaler temaene ”statikk” i kapittel 7.1 og ”oppdrift” i 8.4. Dette er essensen, kort oppsummert:

- Et legeme er i statisk likevekt når summen av ytre krefter er null, samtidig som summen av dreiemoment om ethvert vilkårlig punkt er null.
- For stive legemer kan vi anta at tyngdekraften kun virker i massesenteret. Tyngdens dreiemoment kan da finnes relativt enkelt.
- Når et fast legeme er nedsenket i et fluidum (dvs. væske eller gass) vil summen av kreftene på legemet fra fluidumet være lik tyngden av den fortrenge mengden fluidum. Kraftsummen betegnes ”oppdrift” og denne læresetningen er ”Arkimedes’ lov”.

I våre forsøk bringer vi alltid systemet i statisk likevekt i samsvar med beregninger som underbygger ovennevnte teori. Balansevekten består av en metallstang som balanserer på en ”knivsegg”, balansepunktet. Stangens massesenter ligger rett over knivseggen, slik at tyngden ikke forårsaker noe netto dreiemoment på grunn av selve stangen. På hver ende av stangen trær vi innpå ett eller flere lodd. Når det på hver side av balansepunktet henger ett eller flere lodd i passende avstander fra knivseggen så opprettholdes balansen fordi summen av dreiemoment om balansepunktet er lik null. Summen av ytre krefter er også null, da tyngden av hele systemet hviler oppå knivseggen.

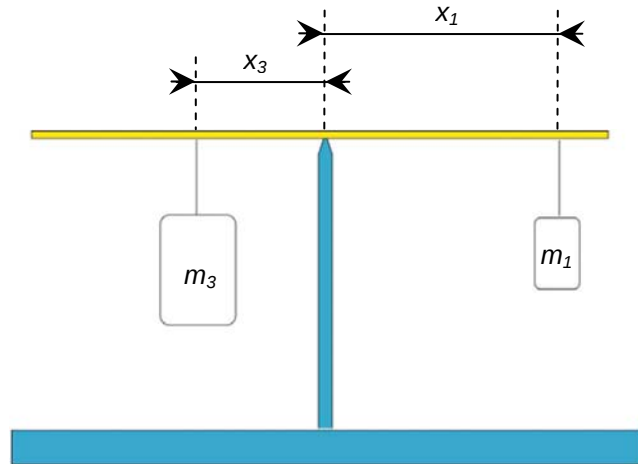
Ettersom tyngden er en kraft proporsjonal til den aktuelle massen, går det an å regne dreiemomentene som "masse $\times$ arm" i stedet for "tyngdekraft $\times$ arm". Det er unødvendig å multiplisere alle massene i dette forsøket med tyngdeakselerasjonen g , så lenge denne er konstant. Forsøket ville nok fungere like bra på månen, selv om konstanten g har en annen verdi der.

Gjennomføring og beregninger

Figuren til høyre viser hvordan vi måler avstandene x_n fra balansepunktet ut til opphenget for loddene.

Loddene har økende masser, og betegnes henholdsvis m_1 , m_2 og m_3 . Volumet til det største loddet (m_3) er:

$$V_3 = \pi \times (d/2)^2 \times h \approx \underline{6,83 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$



Forsøk nr. 1:

Beregner hvor det minste loddet (m_1) må henge på høyre side av balansevekten når det største loddet (m_3) henger 100 mm ut på venstre siden (se figuren ovenfor):

$$x_3 \times m_3 = x_1 \times m_1 \quad \implies \quad x_1 = x_3 \times (m_3/m_1) = \underline{200,9 \text{ mm}}$$

Eksperimentet utføres og bekrefter at beregningen stemmer. Måleresultat: $x_1 \approx \underline{201,0 \text{ mm}}$

Forsøk nr. 2:

Plasserer karet med vann slik at det største loddet (m_3) er helt nedsenket i væske. Flytter deretter det minste loddet (m_1) til likevekt igjen oppnås. Målt posisjon: $x_1 \approx \underline{132,5 \text{ mm}}$

Bekrefter så resultatet ved å regne ut posisjonen til det minste loddet. Bruker at densiteten til vann $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ for å beregne oppdriften.

$$x_3 \times m_3 - x_3 \times \rho_v \times V_3 = x_1 \times m_1 \quad \implies \quad x_1 = x_3 \times ((m_3 - \rho_v \times V_3)/m_1) = \underline{132,6 \text{ mm}}$$

Forsøk nr. 3:

Fjerner karet med vann og plasserer det største (m_3) og det minste (m_1) loddet som i forsøk 1, men henger i tillegg det siste (m_2) loddet 0,1 m ut på høyre side. Hvilken posisjon må det største (m_3) loddet flyttes til for å gjenopprette likevekt?

Setter $x_1 = 200,9 \text{ mm}$ og $x_2 = 100,0 \text{ mm}$. Finner da at $x_3 \approx \underline{174,5 \text{ mm}}$ (målt).

Bekrefter så eksperimentet med utregninger:

$$x_3 \times m_3 = x_1 \times m_1 + x_2 \times m_2 \quad \implies \quad x_3 = (x_1 \times m_1 + x_2 \times m_2) / m_3 = \underline{174,7 \text{ mm}}$$

Konklusjon

Eksperimentene viser et glimrende samsvar mellom teori og praksis. I dette eksperimentet er største avvik mellom beregnet og målt avstand ca 0,2 mm. I og med at vi rundet av alle målinger til nærmeste halve millimeter, så kan det ikke bli stort bedre enn dette!

Selv om vi hele tiden gjør oss flid med å få nøyaktige og gode måleresultater er det likevel imponerende å se hvor små avvik som oppstår mellom beregnede og målte verdier. Feilen er i størrelsesorden 0,1%.

Eksperimentene belyser på en grei måte hvordan *Arkimedes' lov* fungerer i en homogen væske, og prinsippet om at dreiemoment kan summeres med fortegn slik at netto sum blir null i et system i statisk likevekt.

Erik Grindheim