



Tyngdeakselerasjon

av: Rune Stølen

Vi holdes alle til jorda av tyngdekraften. Dette er en konstant kraft som leder til en akselerasjon på fritt fallende legmer, populært kjent som tyngdeakselerasjonen. Denne akselerasjonen kan måles på mange forskjellige måter, en av dei er å notere kor fort noko faller mot bakken. I dette forsøket skal eg gjere målingar på ein ball som eg slepper frå ulike høgder for å sjå kor raskt den akselererer mot bakken. Et av måla med oppgaven er å sjå kor nøyaktig ein kan gjere dette med det en har heime.

Biologi	Kjemi	Fysikk	Elektronikk	Informatikk	Matematikk
○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ○ ○

Introduksjon

Tyngdekraften er noe vi alle kjenner, men kanskje ikkje har tenkt så mye på. Tyngdekraften gjør at alle ting som faller øker sin hastighet mot jorden med en akselerasjon lik tyngdeakselerasjonen. Denne har vært målt med mange ulike metoder opp gjennom tiden [1] og vi skal her se på en enkel måte du kan bestemme denne på med ting du har hjemme.

Famgangsmåte

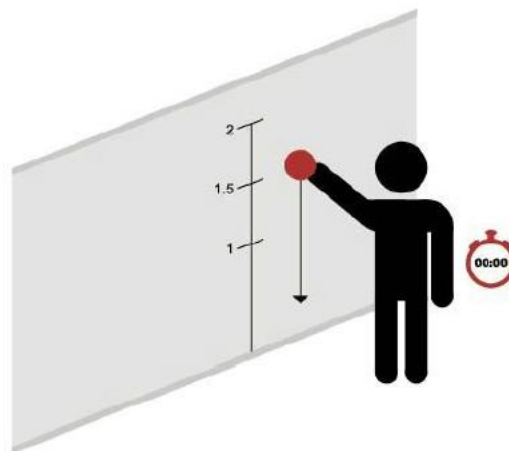
For å gjere dette forsøket treng eg:

- ein ball
- ein meterstav eller eit måleband
- ei stoppeklokke

Først og fremst treng eg å måle kor raskt ballen fell mot bakken. Då kan eg sleppe ballen frå ei høgd eg har målt opp, og måle tida frå eg slepper til han treffer bakken. For å oppnå større nøyaktighet og bedre statistikk, er det lurt å sleppe han frå ulike høgder og gjenta forsøket en rekke ganger. Eg har her valgt 1, 1,5 og 2 meter frå bakken langs ein vegg som egnede høgder.

Stoppeklokka må oppgje tida i minst to desimalar for å få nok data for desse forsøka, sidan høgda ikkje er så stor så ballen ikkje kjem til å bruke så mange sekund. For å finne mest nøyaktig akselerasjon vil eg også helst gjere forsøket inne,

så er eg sikker på at ikkje andre krefter som vinden spelar inn i forsøket. Eg vel å sleppe ballen ti gonger for kvar høgd for å få tilstrekkelig data til å se usikkerheten i forsøka, og noterer ned tida i ein tabell.



Figur 1. Illustrasjon av hvordan forsøket kan gjennomføres.

Resultat

Resultatene av forsøke er ført inn i tabell 1.

Snittet er reknet ut ved å summere alle tall og dele på antallet målingar. Standard avvik¹ er eit mål på hvor spredt datapunktene ligger. Ein kan si at 68.2% av talla skal ligge innenfor $\pm$ eit standardavvik. Det gis ofte symbolet σ . Variasjonsbreidda er det største tallet minus det minste.

¹ <https://no.wikipedia.org/wiki/Standardavvik>

Tabell 1. Resultatene fra forsøk på slipp av ball fra 1, 1,5 og 2 m høyde.

Høyde (m)	1,0 m	1,5 m	2,0 m
Tid (s)	0,58	0,62	0,62
	0,44	0,46	0,62
	0,39	0,56	0,70
	0,44	0,56	0,62
	0,39	0,51	0,62
	0,44	0,50	0,63
	0,44	0,50	0,64
	0,58	0,51	0,64
	0,50	0,62	0,69
	0,50	0,56	0,68
Snitt (s)	0,470	0,540	0,646
Standard-avvik (s)	0,19	0,16	0,08
Variasjons-breidda (s)	0,069	0,053	0,031

Framgangsmåte for å finne akselerasjonen

For å finne akselerasjonen til ballen må vi ta utgangspunkt i ei av likningane for rørsle med konstant akselerasjon, og komme fram til eit uttrykk for akselerasjonen. Vi tar utgangspunkt i:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1)$$

I formelen står s for strekning, v_0 er startfarten til ballen, som er null i vårt tilfelle. Då blir leddet $v_0 t$ alltid lik null. a er akselerasjonen vi skal finne, og t er tida vi målar. Vi kan forenkle ligningen til:

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

Ligningen kan løses for akselerasjonen åleine ved å multiplisere begge sidene med 2 og dividerer med t^2 :

$$a = \frac{2s}{t^2} \quad (3)$$

Neste trinn er å rekne hva akselerasjonen er for alle tilfella i Tabell 1 og lage ein ny tabell (Tabell 2).

Gjennomsnittet av alle tre seriene med forsøk blir $9,92 \text{ m/s}^2$. Siden standardavviket er såpass stort som gitt i Tabell 2, så kan vi ikke oppgi tallet mer nøyaktig enn 10 m/s^2 .

Legg merke til at i fremgangsmåten vi har benyttet her så bruker vi hele datasettet i Tabell 1 til å berekne variasjonen i datapunktene i Tabell 2. Dersom vi kun hadde brukt

gjennomsnittet fra Tabell 1 til å beregne tyngdeakselerasjonen så ville vi ha fått: $9,05$, $10,29$ og $9,59$ for henholdsvis $1,0$, $1,5$, og $2,0$ meter, med totalgjennomsnitt på $9,64 \text{ m/s}^2$. Forskjellen mellom disse seriene kommer av at tiden brukes som t^2 i ligning 3 og ikke lineært. Dette viser et eksempel

Tabell 2. Resultatene fra forsøk på slipp av ball fra 1, 1,5 og 2 m høyde.

Høyde (m)	1,0 m	1,5 m	2,0 m
Akselerasjon (m/s^2)	5,95	7,80	10,41
	10,33	14,18	10,41
	13,15	9,57	8,16
	10,33	9,567	10,41
	13,15	11,53	10,41
	10,33	12,00	10,08
	10,33	12,00	9,77
	5,95	11,53	9,77
	8,00	7,80	8,40
	8,00	9,57	8,65
Snitt (m/s^2)	9,55	10,56	9,64
Standard-avvik (m/s^2)	2,56	2,03	0,90
Variasjons-breidda (m/s^2)	7,20	6,37	2,24

Konklusjon

Tala over er akselerasjonen for tyngda eg kom fram til basert på enkle forsøk som kan gjøres hjemme. Tyngdeakselerasjonen til ein lekam i jorda sitt tyngdefelt er målt mer nøyaktig til å vere $9,81 \text{ m/s}^2$. Dette var ikkje så langt frå resultatet som ble beregnet her. Kva kan vere grunnane til at eg ikkje fekk riktige tal? Ein av grunnane kan vere at reaksjonstida mi var for slapp. Når ballen fell så raskt er det vanskelig å måle nøyaktig kvar gong. Dette prøvde eg å løyse ved å ta mange nok målingar, men likevel ble variasjonen i målingane relativt store. Variasjonsbreidda er minst då eg sleppte ballen frå 2 meters høgd, mens ho er størst ved 1 m, som kan fortelle litt om hvor mye reaksjonsevnen spiller inn på målingane.

Viss eg skulle ha funne ein meir nøyaktig verdi for tyngdeakselerasjonen, kunne eg ha nytta digitale måleverktøy i staden for manuelle, slik at resultatene ikkje vert påverka av kor presist eg greier å trykke på stoppeklokka.

Referanser

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Cavendish_experiment (17.09.2016)