

Tyngdekraft og fritt fall

Betegnelsen fritt fall får oss umiddelbart til å tenke på bildet av den østerrikske våghalsen Felix Baumgartner som, 14. oktober 2012, ble den første personen til å hoppe ut fra en Helium-ballong fra en høyde på 38 969,4 meter. Der fløy han hodestups mot jorden i omtrent 36,5 km, uten hjelp av noe luftfartøy. Den maksimale hastigheten til den 43-år gamle ekstremidrettsmannen var 1357,6 km/t. Ett av målene han hadde var å bryte lydmuren på Mach 1,25 (Mach 1 er lydens hastighet som er omtrent 1235 km/t), og dette klarte han med bravur. Omtrent 2500 meter over bakken trakk han i snoren på fallskjermen for å sakke farten, og til slutt gjennomføre en vellykket landing.

Det er overhodet ikke nødvendig å ta de risikoene som Baumgartner tok for å gjennomføre en eksperimentell undersøkelse av og for å forstå de fysiske forholdene rundt fritt fall, og de tilhørende parametrene, lovene og beregningene. En enkel konstruksjon er alt som trengs.

Historie

Så tidlig som 55 f.Kr. forklarte den romerske poeten og filosofen Lucretius, eller Lucretus, at fallende objekter bremses av hydrodynamisk eller aerodynamisk motstand, og at lette legemer faller saktere på grunn av dette. Men han sa også at alle legemer må falle med samme hastighet i et vakuum.

Den greske filosofen Aristoteles (384–322 f.Kr.) mente at tunge legemer må falle mot jorden raskere enn lette legemer, siden de synker i vann i motsetning til lette legemer, som flyter opp til overflaten. Ikke før i 1554 motbeviste Giovanni Battista Benedetti (1530-1590) Aristoteles' antagelse. Han viste at to helt like kuler (med ulik masse) som var festet til hverandre med en (masseløs) stav, ville falle med samme hastighet.

Meningen om at et legeme beveger seg med en konstant hastighet mens det faller, kom også fra Aristoteles. Ikke før i 1590 fastslo Galileo Galilei (1564–1642) lovene om fritt fall. I et vakuum faller alle legemer med samme hastighet, uansett form, sammensetning eller masse. Deres fallhastighet er proporsjonal med falltiden, mens fallavstanden er proporsjonal med kvadratroten til falltiden. Dette betyr at akselerasjonen er lik for alle legemer i fritt fall. I 1659 bekreftet Robert Boyle gjennom eksperimenter at legemer med ulike masser falt med samme hastighet i et vakuum.

Definisjoner

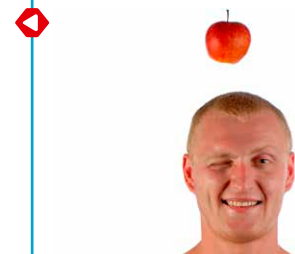
"Fritt fall" beskriver akselerasjonen til et legeme bare på grunn av tyngden. Personer som hopper ut av fly bremses av luftmotstand mens de faller. Et sant "fritt fall" vil kun være mulig i et vakuum, hvor ingen andre krefter enn tyngdekraften påvirker resultatet. Et testmiljø for eksperimenter av denne typen finner vi hos NASAs Glenn Research Center i Cleveland i Ohio.

Ligninger

Fritt fall (uten luftmotstand): Kraften som påvirker et fallende legeme betegnes med F og måles i newton (N). Enheten newton tilsvarer den kraften som gir et legeme med massen 1 kg akselerasjonen på 1 m/sek². Det vil si

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Et legeme i fritt fall får akselerasjonen 9,8 m/s². Det er da utsatt for kraften $F = 9,8 \text{ N}$.



Legemer med ulike masser faller med samme hastighet i et vakuum. På grunn av dette er den generelle ligningen til fritt fall som følger:

$$h = h_0 - 1/2 gt^2$$

Med andre ord, beregningen er uavhengig av legemets vekt. Det er vanskelig å tro, men i et vakuum faller en flodhest med samme hastighet som en meitemark.

h = høyden til legemet ved tiden t , h_0 = starthøyde uten starthastighet, g = akselerasjon i fritt fall, t = falltid i sekunder.

$$s = h - h_0 = 1/2 gt^2$$

gir avstanden som tilbakelegges av et legeme i fritt fall ved tid t , når det slippes fra ro.

Tyngdens akselerasjon er 9,81 m/s².

$v = gt$ er ligningen som brukes til å beregne hastigheten under det frie fallet. I denne ligningen er v fallhastigheten i meter per sekund, g er tyngdekraftens akselerasjon i m/s² og t er falltiden i sekunder.

Vi har ikke et vakuum hvor vi kan gjennomføre våre eksperimenter, og vi må derfor ta hensyn til luftmotstanden. Dette betyr at våre eksperimenter ikke vil gi riktig akselerasjon for fritt fall.

Fall med luftmotstand

To krefter virker mot hverandre på et fallende objekt: tyngdekraften og luftmotstanden (i vakuum er luftmotstanden = 0).

Vi kan utlede den maksimale hastigheten til et objekt ut fra disse to kreftene. Den maksimale hastigheten oppnås når de to kreftene er like store. Det fører til at objektet ikke lenger akselererer i fallet. Høyere hastighet med luftmotstand kan oppnås ved enten å redusere luftmotstanden eller ved å øke objektets masse. Følgende gjelder for fall med luftmotstand: Jo tyngre objektet er, jo større kan den maksimale fallhastigheten bli, hvis vi antar at objektet har samme form og overflateegenskaper.

Felix Baumgartner forsøkte å redusere luftmotstanden til den beskyttende drakten, for å kunne nå supersonisk hastighet så raskt som mulig. Så økte han motstanden ved å åpne fallskjermen, for å bremse ned farten før han traff bakken.

Personer som er knyttet til dette emnet

- Galileo Galilei
- Isaac Newton
- Robert Boyle
- Giovanni Battista Benedetti

Du finner informative nettsteder ved bruk av følgende nøkkelord

- Fritt fall
- Glenn Research Center
- Parabolisk flyvning
- Luftmotstand

