



Galilei og den moderne fysiks gennembrud



Den italienske matematiker, fysiker og astronom Galileo Galilei (1564-1642) regnes ofte som en af den moderne naturvidenskabelige metodes grundlæggere.

Siden oldtiden havde de lærdes opfattelsen af naturen i høj grad været præget af den verdensforståelse, som var udtænkt af den græske naturfilosof Aristoteles (384-322 f.Kr.). Selvom han principielt mente, at al naturerkendelse måtte begynde med sanseerfaring, må hans verdensforståelse ikke desto mindre betragtes som et spekulativt system, som især gav filosofiske forklaringer på naturfænomenernes årsager.

Galilei var i første omgang ikke særligt interesseret i fænomenernes årsager. Derimod mente han, at man så præcist som muligt skulle undersøge deres fænomenologi, dvs. deres opførsel under forskellige forhold. Dette kunne f.eks. gøres ved hjælp af enkle, kontrollerede eksperimenter. Ved at kombinere kvantitative målinger derfra med matematiske ræsonnementer kunne man så forsøge at opstille teorier for naturens opførsel. Disse teorier kunne derefter atter efterprøves eksperimentelt. Dette er essensen i den hypotetisk-deduktive metode, som stadig er grundlaget for næsten al naturvidenskabelig forskning, omend både eksperimenterne og matematikken er blevet mere kompliceret.

Det frie fald

Ifølge Aristoteles kunne jordiske genstande udføre enten "naturlige" bevægelser (f.eks. frie fald) eller "tvungne" bevægelser (f.eks. kastebevægelser). Denne teori var baseret på læren om de fire elementer, som man mente havde hver sit naturlige sted: jord nederst, derefter vand, luft og øverst ild. Et legemes "naturlige" bevægelse kunne således forklares med, at det søgte mod sit naturlige sted. Derfor søger ild og røg opad, hvorimod en sten falder nedad. Aristoteles mente altså, at det simpelthen hørte med til stenens natur at falde. Han mente endvidere, at en tung sten faldt hurtigere end en let sten, da den tunge rummede mest tyngde.

Galilei ville som nævnt ikke lade sig nøje med den slags filosofiske overvejelser om tingenes natur. Derfor lavede han **systematiske målinger** af bl.a. faldbevægelsen for at undersøge den nærmere. På dette grundlag fremsatte han nogle **hypoteser**, som derefter kunne afprøves med nye eksperimenter.

En af disse hypoteser var, at et legemes faldhastighed er uafhængig af dets masse.

- *Hvornår, og i hvilket værk fremsatte Galilei denne hypotese?*
- *Hvorfor havde Aristoteles mon fået den opfattelse, at en tung ting falder hurtigere end en let?*
- *Lav forsøget med de to glastrør og forklar, hvad der sker. Havde Galilei ret?*

Forsøg med skråplanet

For kunne studere faldbevægelsen nærmere har Galilei sandsynligvis lavet forsøg, hvor han lod en kugle trille ned ad et skråplan. Derved fik han et "langsomt fald", som gjorde det lettere at undersøge, hvad der egentlig skete. Galilei gik derefter ud fra, at det frie lodrette fald fulgte den samme matematiske lovmæssighed, som han fandt ved skråplansforsøgene.



Maleri af G. Bezzuoli fra 1841 som viser, hvordan Galileis skråplaneksperiment kan have set ud. Galilei står i midten omgivet af sine tilhængere, mens hans kritikere er anbragt i billedets yderkanter.

Prøv at gentage Galileis forsøg ved at lade kuglen trille frit fra toppen af skråplanet.

- *Er bevægelsen jævn eller accelereret?*

Prøv igen og bemærk kliklydene der kommer, når kuglen ruller over sømmene i bunden af rillen.

- *Kommer disse kliklyde med jævne eller ujævne mellemrum?*
- *Tæl afstandsstykkerne mellem sømmene og skriv, hvor langt (hvor mange stykker) kuglen triller i*

1. periode	2. periode	3. periode	4. periode	5. periode	6. periode

- *Hvor meget vokser den tilbagelagte afstand med i hvert af de lige lange tidsrum?*

Dette kaldes en jævnt voksende bevægelse.

- *Tæl igen afstandsstykkerne mellem sømmene og skriv, hvor langt kuglen i alt triller indtil*

1. klik	2. klik	3. klik	4. klik	5. klik	6. klik

- *Kig på tallene og prøv om du kan "genopdage" Galileis faldlov ved at finde den matematiske sammenhæng mellem den forløbne tid (målt i klik) og den gennemløbne vejlængde.*

Galileis kikkert

I 1609 hørte Galilei, at en hollandsk brillemager ved hjælp af et par linser havde lavet et instrument, som kunne få fjerne ting til at se ud, som om de var tættere på. Galilei gik derefter i gang med at bygge lignende kikkerter selv, og som den første nogensinde brugte han dette nye instrument til at studere solen, månen, planeterne og stjernerne. Derved gjorde han en lang række opdagelser, som bekræftede hans formodning om, at verden var indrettet helt anderledes, end Aristoteles og Ptolemaios m.fl. havde forestillet sig.

- *Hvor mange gange kunne Galileis kikkert forstørre?*

- *Hvad opdagede Galilei, da han kikkede på planeten Jupiter? Prøv at tegne det.*
- *Hvorved var dette i modstrid med det aristoteliske verdensbillede?*
- *Hvad opdagede Galilei, da han kikkede på Månen?*
- *Hvorved var dette i modstrid med den hidtidige opfattelse?*
- *Hvad opdagede Galilei, da han kikkede på planeten Venus? (Prøv evt. at tegne det.)*
- *Hvorfor var Venus' diameter mindst, når den var fuld (dvs. tilsyneladende hel rund)?*
- *Kig på figurerne på planchen og forklar, hvorfor Venus slet ikke skulle kunne være fuld, hvis det jordcentrerede verdensbillede var det rigtige.*

Stødlove

Videnskabsmændene René Descartes (1596-1650) og Christiaan Huygens (1629-1695) giver et godt eksempel på, at eksperimentel efterprøvning af en fysisk hypotese kan føre til, at man må lave en ny og bedre hypotese.

- *Hvad hævdede Descartes, at der sker, når en lille kugle støder imod en større?*
- *Efterprøv Descartes' hypotese med kuglerne på væggen. Hvad sker der? Havde han ret?*
- *Hvilken hypotese benyttede Huygens, da han fremsatte de korrekte stødlove?*
- *Lav et par eksperimenter, som bekræfter Huygens' stødlove.*