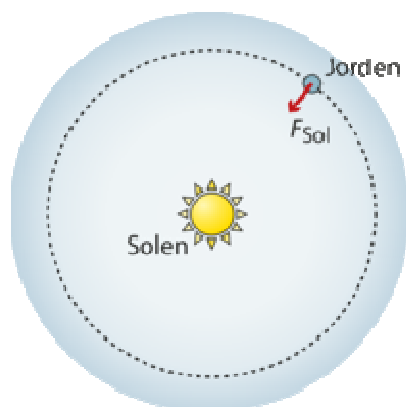


# Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof



Figur 1

Jorden ændrer sin bevægelsesretning, fordi den er påvirket af en kraft  $F_{Sol}$  fra Solen.  
Jakob Strandberg

Vi har alle en umiddelbar opfattelse af, hvad kraft er, og vi ved, at der er en sammenhæng mellem kræfter og bevægelse. Når en kran løfter en container op på et skib, påvirker kranen containeren med en kraft, og når man skubber til indkøbsvognen i supermarkedet, bevæger den sig. Men hvordan er den præcise sammenhæng mellem kræfterne på en genstand og genstandens bevægelse?

Dette spørgsmål besvares af Newtons 3 love. De blev formuleret af Isaac Newton i 1687. Newton anses for at være en af de største videnskabsmænd i historien, og du kan læse en nærmere beskrivelse af Newtons arbejde i boksen Isaac Newton.

## NEWTONS LOVE

### Newton's 1. lov

Hvis den samlede kraft på en genstand er 0, vil genstanden enten forblive i hvile eller bevæge sig med konstant fart og retning, dvs. bevæge sig med konstant fart på en ret linje.

### Newton's 2. lov

Hvis den samlede kraft på en genstand er forskellig fra 0, vil genstanden enten øge eller formindske sin fart, eller den vil skifte bevægelsesretning – eller evt. begge dele.

### Newton's 3. lov

To genstande påvirker altid hinanden med lige store og modsatrettede kræfter.

Newton's 2. lov kan formuleres i en matematisk udgave, som vi ganske kort nævner her:

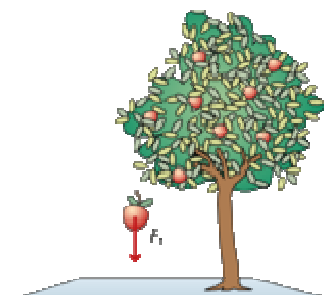
Her betegner  $F$  størrelsen af kraften,  $m$  er genstandens masse, og  $a$  betegner genstandens *acceleration*. Med denne formulering kan man foretage præcise beregninger af, hvordan farten eller bevægelsesretningen ændres

Her nøjes vi med at bemærke, at det følger af formel, at

- Jo større kraften er, jo større vil ændringen i genstandens bevægelse være.
- Jo større genstandens masse er, jo større kraft kræver det at ændre genstandens bevægelse.

# Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof

## Hvordan Newtons love anvendes



Figur 2

Æblet falder med større og større fart, fordi det er påvirket af tyngdekraften  $F_g$ .

Vi vil nu gennemgå, hvordan Newtons love anvendes.

Først ser vi på genstande i bevægelse. Figur 1 på første side viser Jorden i dens bevægelse omkring Solen. Når Jorden bevæger sig i sin bane, ændrer den hele tiden retning, fordi den er påvirket af en kraft fra Solen. Jorden bevæger sig omtrent i en cirkelbane, og dens fart er næsten konstant. Figur 2 viser et æble, der falder mod jordoverfladen. Æblets fart bliver større og større, da det er påvirket af tyngdekraften fra Jorden. Begge disse eksempler illustrerer Newtons 2. lov, idet den samlede kraft på genstanden er forskellig fra 0, og genstanden skifter retning eller får større fart.

### Newtons 2. lov kaldes også for *kraftloven*.

En faldskærm er udformet, så faldskærmsudspringeren kan styre sit fald mod jorden. Hvis den opadrettede kraft på faldskærmen har samme størrelse som den nedadrettede tyngdekraft på faldskærmsudspringeren, er den samlede kraft på faldskærms-udspringeren nul, og han falder mod jorden med konstant fart. Hvis den opadrettede kraft er større end tyngdekraften, bliver farten mod jorden mindre.



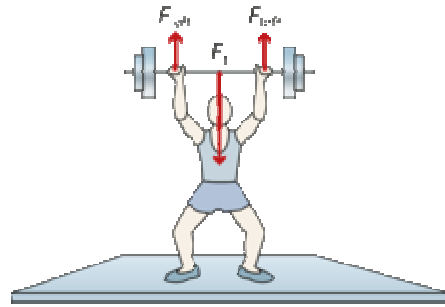
En kran laster et skib med containere. Kranen påvirker containeren med en opadrettet kraft. For at holde containeren i en bestemt højde, skal denne kraft være lige så stor som og modsatrettet den nedadrettede tyngdekraft på containeren.



Hvis vi ser på en satellit, der bevæger sig i verdensrummet langt fra Jorden og andre planeter, vil den kun være påvirket af en meget lille kraft. Den samlede kraft på satellitten er altså praktisk taget 0, og ifølge Newtons 1. lov bevæger den sig med konstant fart ad en retlinet bane.

# Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof

## Genstande som ikke bevæger sig



Figur 3

Kræfter virker også på ting i ro. En vægtstang løftet af en vægtløfter, Figur 3, bevæger sig ikke, men er alligevel udsat for flere kræfter – tyngdekraften nedad fra Jorden og to kræfter opad fra vægtløfteren. Kraften fra vægtløfteren stammer fra musklerne hos vægtløfteren, men de virker på vægtstangen på de steder, hvor hænderne holder stangen. Situationen er illustreret på figur 2. De tre kræfter udligner hinanden, så vægtstangen er i ro. Denne situation illustrerer også Newtons 1. lov, idet den samlede kraft på vægtstangen er 0, og den er i hvile.

## Newtons 1. lov kaldes også *inertiens lov*

(inerti = træghed, dvs. utilbøjelighed til ændring).

## Fjernkræfter og kontaktkræfter

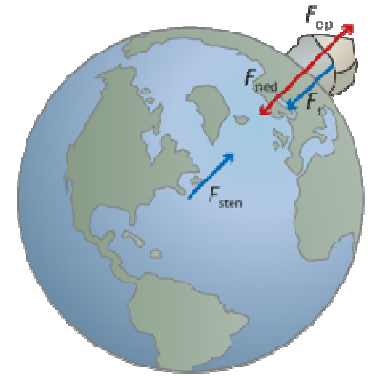
Tyngdekraften er en såkaldt *fjernkraft*, der virker mellem vægtstangen og Jorden, mens den kraft, der holder stangen oppe, er en *kontaktkraft*, der virker lokalt, dvs. på kontaktstedet. Kontaktkraften mellem hånden og stangen skyldes elektriske kræfter, der virker mellem molekylerne i kontaktpunkterne mellem hænder og vægtstang.

Alle kræfter på vægtstangen skyldes andre genstande. Tyngdekraften kommer fra Jorden, og løftekræfterne kommer fra vægtløfteren. Det gælder altid, at en kraft på én genstand kommer fra en eller flere andre genstande. Når man skal finde kræfterne på en genstand, kan det være en fordel at begynde med at overveje, hvilke andre ting der kan tænkes at påvirke genstanden.

# Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof

## Anvendelse af Newtons 3. lov (ikke helt så vigtigt i 8. årgang)

Kræfterne på stenen og Jorden optræder i par. På figuren er par af kræfter, som ifølge Newtons 3. lov er lige store (og modsatrettede), vist med samme farve. Den samlede kraft på både Jorden og på stenen er 0.



Figur 4

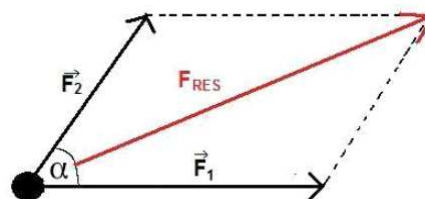
Vi vil nu se på, hvordan man kan anvende Newtons 3. lov til at finde alle kræfterne i en given situation. Figur 4 viser en sten, som ligger på jordoverfladen. Stenen påvirkes af tyngdekraften  $F_t$ , som kommer fra Jorden. Men den påvirkes også af jordoverfladen med en opadrettet kraft  $F_{op}$ . Da stenen er i hvile, må den samlede kraft på stenen være 0. Hvis den samlede kraft *ikke* var 0, ville stenens fart eller bevægelsesretning ifølge Newtons 2. lov ændres – men stenen er jo i hvile. Da den samlede kraft er 0, må  $F_{op}$  være lige så stor som og modsatrettet  $F_t$ . Når jordoverfladen påvirker stenen med en kraft  $F_{op}$ , vil stenen ifølge Newtons 3. lov påvirke jordoverfladen med lige så stor og modsatrettet kraft  $F_{ned}$ . Da Jorden som helhed påvirker stenen med kraften  $F_t$ , vil stenen ifølge Newtons 3. lov påvirke Jorden med en kraft  $F_{sten}$ , som er lige så stor som og modsatrettet  $F_t$ . Newtons 3. lov kaldes også for *loven om aktion og reaktion*.

## Kraftpile

På figurene tegner vi en kraft med en pil. En kraft har både en *retning* og en *størrelse*. Pilen peger i kraftens retning, og dens længde repræsenterer kraftens størrelse. Når vi tegner en kraftpil, bestemmer vi selv, hvor lang den skal være. Dog skal længden være proportional med kraftens størrelse, dvs. at længden fordobles, hvis kraftens størrelse bliver dobbelt så stor.

Men hvor skal vi tegne kræfterne? Løftekræfterne  $F_{løft}$  på figur 3 er kontaktkræfter, og de tegnes ud fra de punkter, hvor de virker, dvs. ved hænderne. Tyngdekraften  $F_t$  på figur 3.1.7 er en fjernkraft, og den virker faktisk på alle vægtstangens atomer. Man kunne derfor forestille sig at tegne små pile fra alle vægtstangens atomer. I stedet vælger man normalt at tegne den samlede tyngdekraft på vægtstangen, som om den virker i vægtstangens såkaldte *massemidtpunkt*, som ligger ca. midt på vægtstangen. Det punkt, hvorfra pilen tegnes, kaldes kraftens *angrebspunkt*.

På figur 4 er  $F_{op}$  og  $F_{ned}$  kontaktkræfter, som tegnes med angrebspunkt i kontaktfladen mellem stenen og jordoverfladen. Kræfterne  $F_t$  og  $F_{sten}$  er fjernkræfter, som tegnes med angrebspunkter i massemidtpunkterne for stenen og Jorden.



Ved hjælp af kraftpilene kan man tit tegne et parallelogram. Kraft 1 ( $F_1$ ) og Kraft 2 ( $F_2$ ) giver tilsammen den resulterende kraft ( $F_{res}$ )

# Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof

## ISAAC NEWTON - LIDT HISTORIE



Isaac Newton (1642-1727)

Newton anses for at være en af de største videnskabsmænd i historien. Han blev født i 1642 i landsbyen Woolsthorpe i England, hvor han tilbragte sin barndom på en gård. Newton viste allerede som ung stor interesse og talent for iagttagelse af naturfænomener, og han blev som 19-årig sendt til Cambridge Universitet for at studere. Han blev professor i matematik på Cambridge Universitet i 1669 og forblev i denne stilling indtil 1696. Herefter blev han tilknyttet The Royal Mint (Det kongelige møntselskab) fra 1699 som direktør. Fra 1703 og til sin død var Newton præsident for det meget ansete Royal Society of London, som var centrum for den naturvidenskabelige diskussion i England. Newtons idéer var enerådende helt op til det 20. århundrede. Han var utrolig idérig og udførte grundlæggende arbejder inden for fysik, matematik, kemi, teologi og filosofi.

Newtons 3 love blev publiceret i 1687 i bogen "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" (oversat: "Naturfilosofiens matematiske principper" – normalt siden blot kaldt "Principia"). Dette værk er en milepæl i naturvidenskabens udvikling og dannede grundlaget for den klassiske fysik helt op til omkring år 1900.

Newtons love bygger på flere hundrede års eksperimenter og teoretiske resultater. En af de fremtrædende personer i udviklingen frem mod Newtons Principia er den italienske videnskabsmand Galileo Galilei (1564-1642). Galilei anses for at være "den eksperimentelle fysiks fader", og han fandt på baggrund af en række simple eksperimenter de såkaldte faldlove, som beskriver, hvordan en genstand falder frit mod jordoverfladen under påvirkning af tyngdekraften. Også Keplers 3 love for planetbanerne om Solen spillede en væsentlig rolle for udviklingen af Newtons teori. Den tjekkiske astronom Johannes Kepler (1571-1630) opstillede sine 3 love i begyndelsen af 1600-tallet på grundlag af den danske astronom Tycho Brahes (1546-1601) observationer.

Ideerne i Principia blev udviklet allerede i 1665. Der var udbrudt pest i London, og Newton tilbragte en kort tid hjemme på gården hos sin mor. Her gik han og grublede over en mulig sammenhæng mellem Galileis faldlove og Keplers love for planetbanerne. Han ønskede at forklare begge disse resultater i den samme teori, altså at beskrive både himmelske og

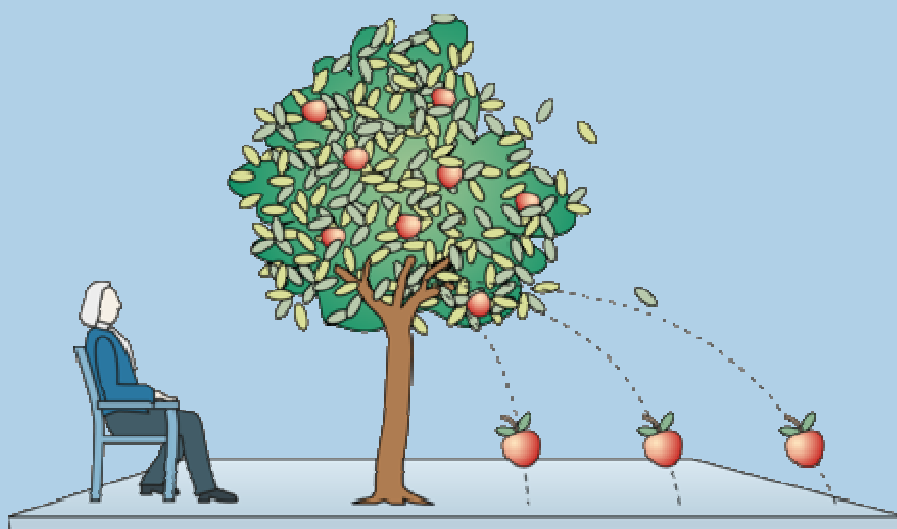
## Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof

jordiske fænomener ved de samme fysiske love. Han havde den ide, at kunne han forklare Månens bevægelse, ville vejen sandsynligvis være åbnet for en forklaring af de øvrige himmellegemers bevægelser.



Satellitbillede af Jorden med Månen i forgrunden.

### Newton og æblet



Newton iagttager, hvordan blæsten rusker i grenene, så æblerne falder til jorden.

## Kraftbegrebet - Newton - F8 - Fysik - Læsestof

Det fortælles, at Newton fandt nøglen til en forklaring i sin mors frugthave ved at iagttage æbler, der faldt til jorden. Det var selvfølgelig velkendt, at æbler i vindstille falder lodret mod jorden, så man må gå ud fra, at situationen har været som vist på figuren. Blæsten rusker i grenene, så æblerne løsnes og bevæger sig bort fra træet.

Newton filosoferede over, hvad der kunne ske, hvis æblerne blev frigjort med større og større fart bort fra træet. Hans konklusion var, at man kunne forestille sig, at æblets vandrette fart til sidst kunne blive så stor, at dets bevægelse ville fortsætte hele vejen rundt om Jorden, helt på samme måde som Månen bevæger sig rundt om Jorden. Det betød for Newton, at Månens bevægelse sandsynligvis kunne forklares ved hjælp af tyngdetiltrækningen fra Jorden.

Ved hjælp af Galileis og Keplers resultater udarbejdede Newton herefter sin teori til beskrivelse både af æblets frie fald i tyngdefeltet og af himmellegemernes bevægelse. Heri indgik en helt ny matematisk beregningsform, der i dag kendes som differentialregning. Til at forklare planeternes bevægelse opstillede Newton gravitationsloven, som er en formel for kraften mellem to himmellegemer. Ved hjælp af gravitationsloven var han desuden i stand til at beskrive kometernes bevægelse og tidevandet.

*slut*