

Newton's bevægelseslove

Fra dagliglivet har vi mange erfaringer om, hvordan bevægelser foregår.

Vi ved, at der skal en kraft til at sætte en ting i bevægelse. Det udnytter vi, når vi spiller fodbold. Vi ved også, at vi må give bolden et spark for at få den til at bevæge sig i en ny retning.

Erfaringer har lært os, at en sten, vi sparker til, hurtigt standser, når den kurer hen over jorden. Kører vi på cykel hen ad en vandret vej, må vi bruge kræfter for at holde bevægelsen i gang. Kører vi ned ad bakke, går det lettere; vi kan holde frihjul. Kører vi op ad bakke, må vi bruge mange kræfter. Disse eksempler og mange andre viser, at der må være en sammenhæng mellem kraft og bevægelse.

Allerede de gamle grækere var optaget af at finde en sådan sammenhæng, men når det ikke lykkedes for dem, var det især, fordi de koncentrerede sig om at finde ud af, hvilke kræfter der var nødvendige for at *holde* en genstand i bevægelse.

Først flere hundrede år senere indså Galilei (1564-1642) og Newton (1642-1727), at man slet ikke behøver at anvende nogen kraft for at holde en genstand i bevægelse, men at man må anvende kræfter for at *ændre* genstandens fart eller bevægelsesretning. Newton udtrykte dette i to love, som vi i dag kalder Newtons første og anden lov.

Newton's 1. lov:

Ethvert legeme forbliver i hvile eller i en jævn retlinet bevægelse, så længe det ikke påvirkes af en resulterende kraft.

1) Hvis du forestiller dig en sten der bevæger sig gennem et tomt univers så vil denne sten ikke blive påvirket af nogen kræfter, hverken tyngdekraften eller den kraft der overføres via sammenstød med andre legemer- Hvad sker der med denne sten ifølge Newtons 1- lov?

2) Hvad er kraft for noget?

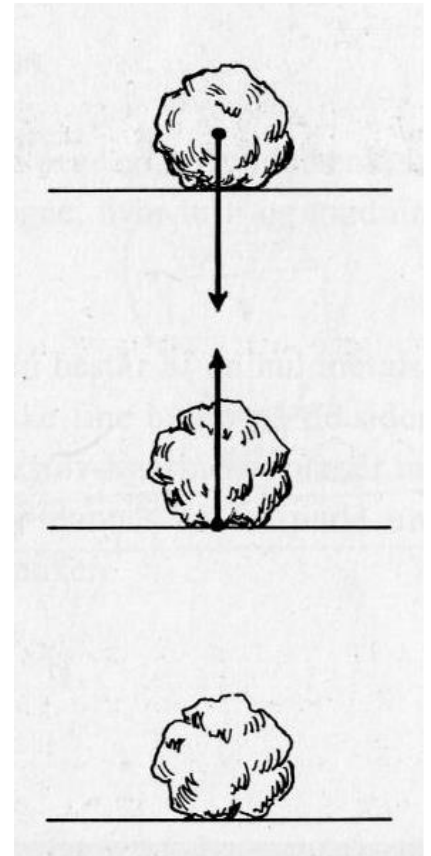
For at forstå, hvad der menes med udtrykket »resulterende kraft«, vil vi betragte en sten, der ligger på en islagt sø.

På tegningen angiver den nedadrettede pil den tyngdekraft, stenen er påvirket af, når den ligger på isen. Den lige så store opadrettede pil viser, at isen påvirker stenen opad med en lige så stor kraft (isen bærer stenen). Den samlede kraft, som påvirker stenen i opadgående eller nedadgående retning, er derfor 0.

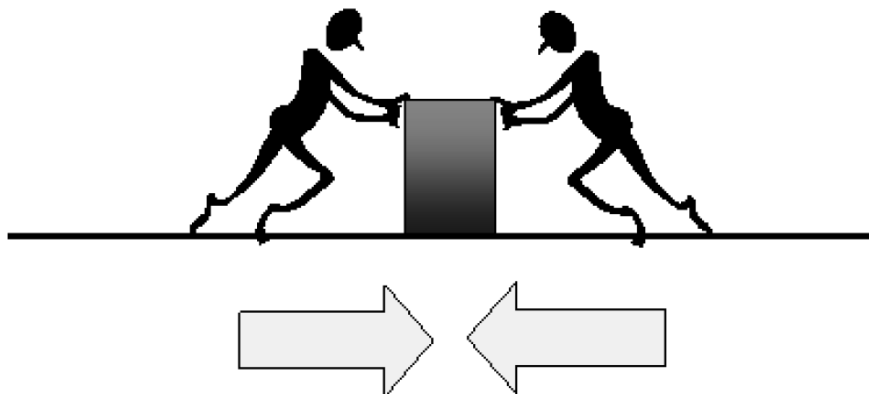
Der virker heller ikke nogen kraft i vandret retning, så alt i alt er den samlede kraft på stenen 0. I fysikken kalder man den samlede kraft på en genstand for den resulterende kraft, og da denne er nul, er det i overensstemmelse med Newtons 1. lov, at stenen ligger stille.

Giver vi nu stenen et spark, påvirkes den kortvarigt med en resulterende kraft i sparkets retning og kommer i bevægelse i denne retning. Hvis der ikke var gnidning mod underlaget eller luftmodstand, ville der ikke under bevægelsen være nogen resulterende kraft på stenen, og den ville fortsætte sin bevægelse med uændret fart og uændret retning. En sådan bevægelse kalder vi en jævn, retlinjet bevægelse.

Newtons 1. lov kaldes også inertiens lov. Inerti betyder »træghed«. Betegnelsen inertiens lov er derfor et udtryk for, at en genstand, der bevæger sig med en bestemt fart, ikke af sig selv vil ændre denne fart.



- 1) *Der ligger en bog på et bord- Hvilke kræfter påvirker bogen?*
- 2) *Hvad er den resulterende kraft på bogen?*
- 3) *Hvad er den resulterende kraft på kassen på billedet nedenunder?*



3.3 Newtons 1. lov i verdensrummet og på Jorden

I store astronomiske kikkerter har man ude i verdensrummet observeret nogle himmellegemer, der kaldes kometer. De bevæger sig afsted med stor fart, og i kikkerterne kan man se, hvorledes de bevæger sig i forhold til stjernerne. Når de befinder sig langt fra alle andre himmellegemer, vil den resulterende kraft de påvirkes af, være meget nær nul.

Det viser sig da, at de bevæger sig retlinjet og med konstant fart. Dette viser, at Newtons 1. lov gælder i dette tilfælde.

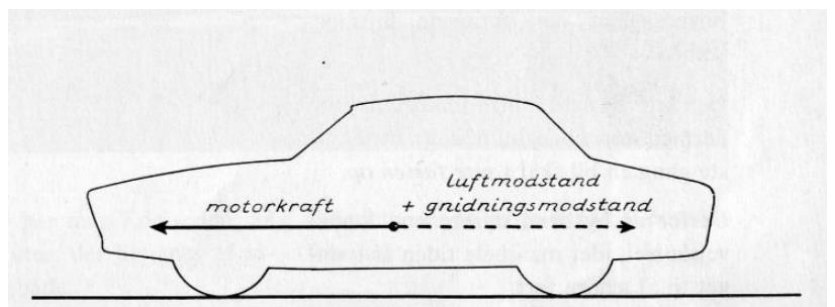
Her på Jorden gælder Newtons 1. lov derimod kun med tilnærmelse. Det skyldes bl.a., at Jorden roterer om sin egen akse. Hvis vi derfor sender en sten af sted hen over en islagt sø, vil Jordens rotation bevirke, at isen glider lidt væk under stenen. I forhold til isen beskriver stenen derfor en svagt krummet bane. Ved bevægelser over korte afstande er krumningen dog så lille, at vi bare kan se bort fra den.

3.4 Newtons 1. lov i dagligdagen.

Hvad siger Newtons 1. lov om en bils benzinforbrug?

Når en bil kører hen ad en vandret vej med en konstant fart (f.eks. 60 km/t), udfører den en jævn bevægelse.

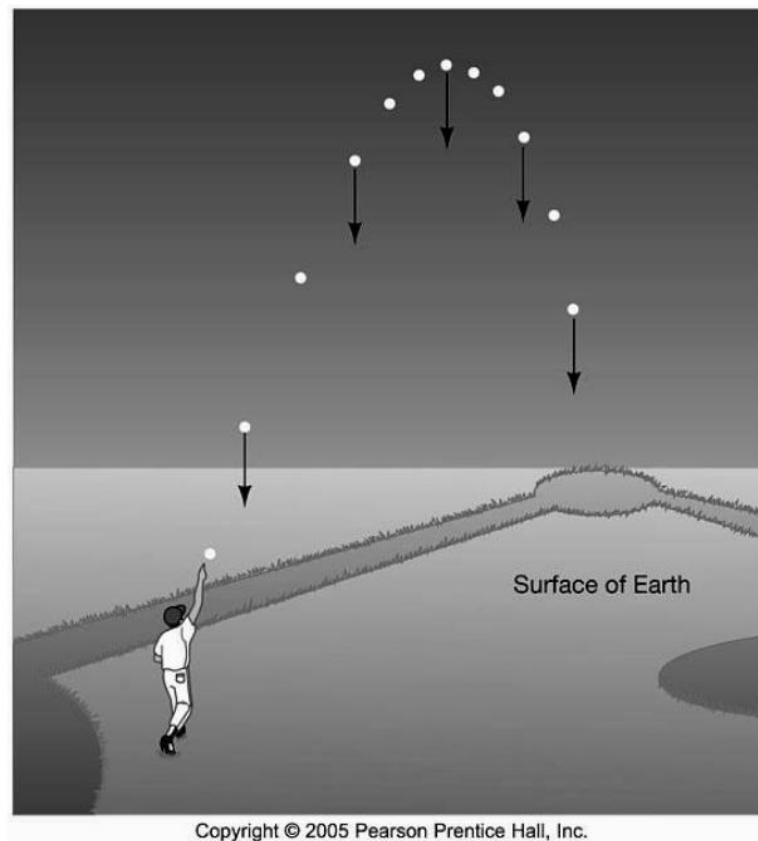
For at opretholde denne bevægelse, kræves blot, at motorkraften lige netop er stor nok til at kompensere for luft- og gnidningsmodstanden.



- Tegn et kraftdiagram for en vanddråbe der falder!

- Tegn et kraftdiagram for en bil der bremser!

- Tegn et kraftdiagram for en bil der svinger!



- Hvad er det for en kraft som pilene viser på billedet?
- Hvilke andre kræfter påvirker bolden?
- Hvornår har bolden sin højeste hastighed?
- Hvornår har bolden sin laveste hastighed?

Newton's 2. lov:

Den kraft der skal til for at give et bestemt legeme en bestemt acceleration, er lig med masse gange acceleration.

Dette kan skrives som en formel: Kraft = masse x acceleration

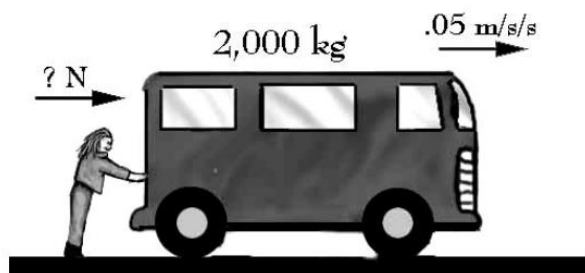
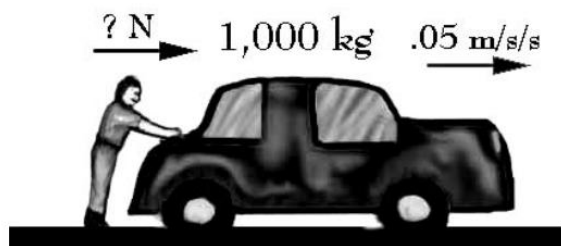
Hvis et legeme, f-eks et menneske på 70 kg skal accelerere med 2 meter/sekund/sekund (m/sek^2), så skal det bruge en kraft på $70 \times 2 = 140 \text{ N}$ (kraft måles i enheden N = newton)

1 N svarer til den kraft der skal til for at give massen 1 kg en acceleration på $1 \text{ m}/\text{s}^2$.

1) Hvad er acceleration?

2) Hvor mange kg skal man løfte op fra jordoverfladen for at det svarer til en kraft på 140 N?

3) Regn ud hvor meget kraft de to mennesker skal bruge?



I det følgende skal vi se nærmere på hvad acceleration er for noget og hvordan man kan måle den eksperimentelt.

For at måle accelerationen bruger vi et instrument der kaldes for en timer.

Timeren slår en lille stift ned gennem et stykke sværtet papir og afsætter dermed en prik på en strimmel papir.

Timeren slår 100 gange i sekundet.

Hvis vi sætter papirstrimlen fast på et legeme og sætter dette i bevægelse så kan vi på afstanden mellem 2 prikker se hvor meget dette legeme har bevæget sig på $0,01 \text{ sekund} \frac{1}{100} \text{ sek.}$

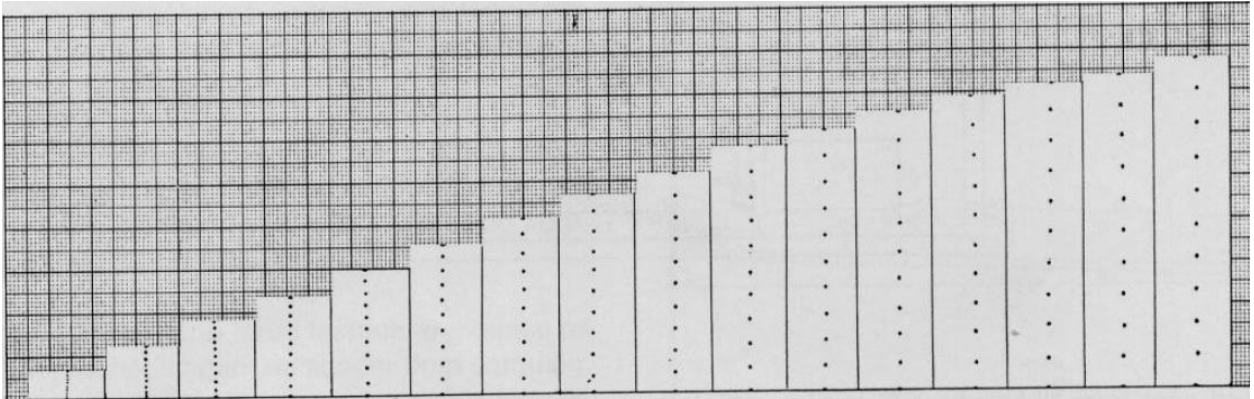
Hvis vi klipper papirstrimlen ud i stykker der hver indeholder præcist 11 prikker og sammenligner disse stykker ved at klæbe dem op ved siden af hinanden i den rigtige rækkefølge så kan vi nærstudere legemets bevægelse.

- 1) Hvis stykkerne af papirstrimmel bliver større så bliver hastigheden også større og der er dermed tale om acceleration, idet acceleration jo netop er en forandring af hastigheden.
- 2) Hvis papirstrimlerne bliver mindre så bliver hastigheden også mindre og der er dermed tale om en nedbremsning eller som man siger i fysikken, om en negativ acceleration.
- 3) Hvis stykkerne af papirstrimmel er lige lange, så sker der ikke nogen ændring af hastigheden og der er således ikke tale om nogen acceleration, men om en jævn bevægelse.

Du skal nu analysere de følgende timerstrimler:

- Er der en acceleration?
- Er accelerationen den samme i hele bevægelsesforløbet, dvs. er den forskel der er mellem strimlernes længde den samme?
- Hvad kan du udlæse af papirstrimlerne om disse 4 forskellige legemers bevægelse?

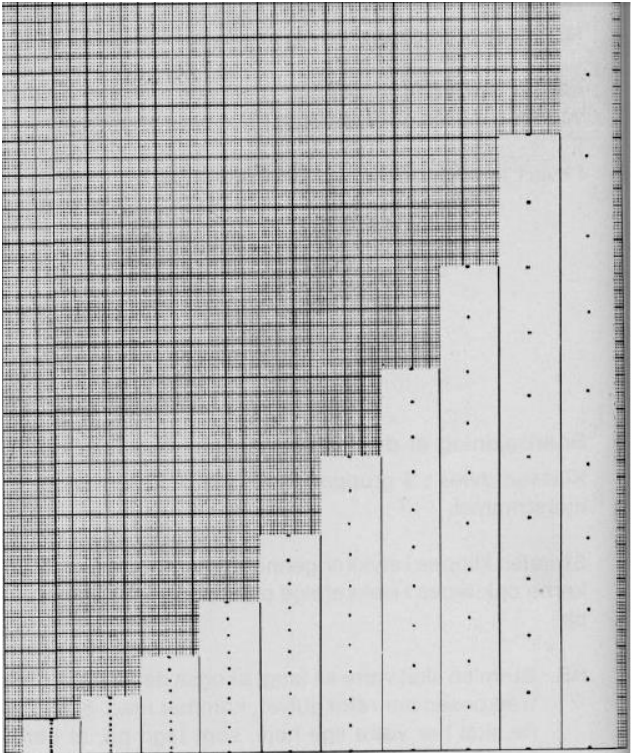
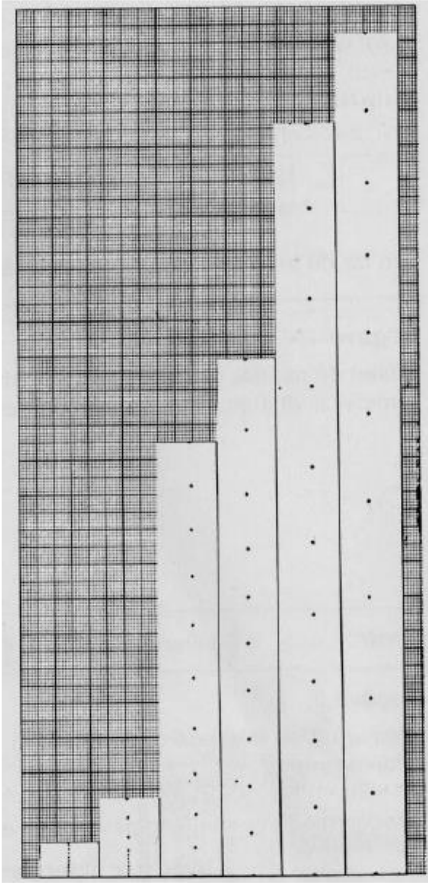
Skriv dine svar under hvert af billederne!



1

2

2



3

Husk: Newtons 2. lov

$$F = m \cdot a$$

$$\text{kraft} = \text{masse} \cdot \text{acceleration}$$

Opgave 1

Indsæt de manglende tal i skemaet ud fra dit kendskab til Newtons 2. lov:

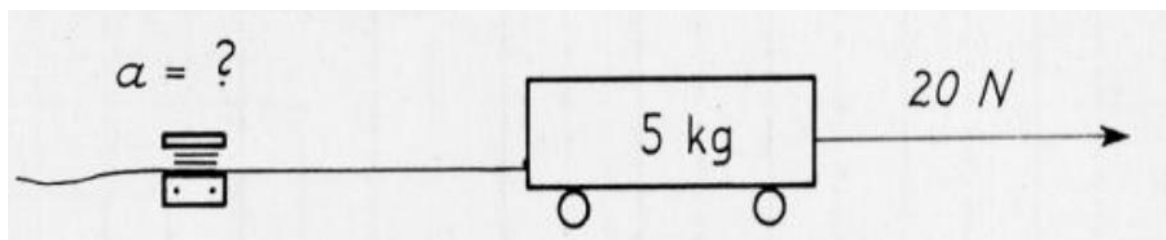
Kraft N	Masse kg	Acceleration m/sek ²
N	2 kg	4 m/sek ²
6 N	3 kg	m/sek ²
12 N	kg	3 m/sek ²
N	1 kg	9,82 m/sek ²
N	500 kg	15 m/sek ²
N	1100 kg	5 m/sek ²

Opgave 2

En vogn med massen 5 kg påvirkes af en kraft på 20 N.

- Hvad bliver vognens acceleration?

m/sek²

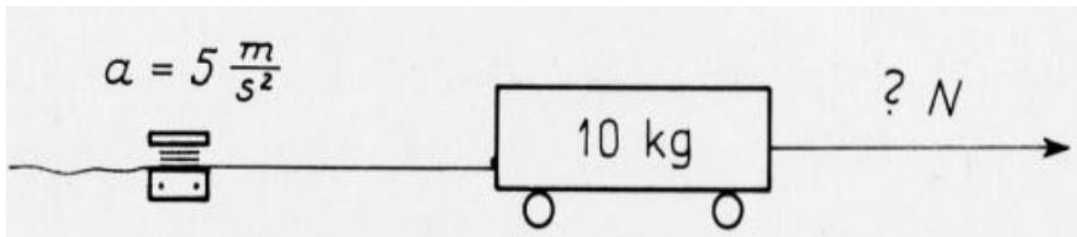


Opgave
3

En vogn med massen 10 kg påvirkes af en kraft så den får en acceleration på 5 m/sek^2 .

- Hvor stor er kraften?

N

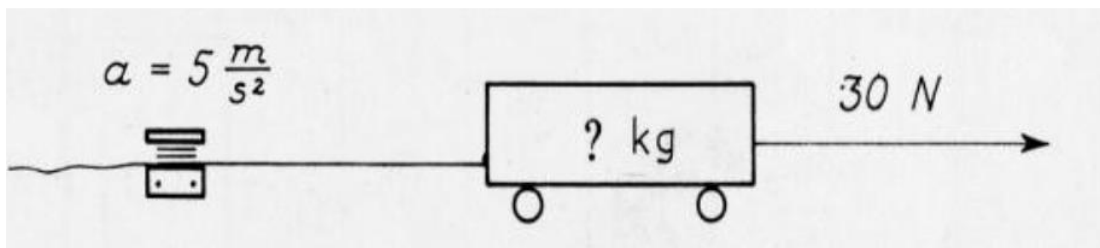


Opgave 4

En vogn påvirkes af en kraft på 30 N og får en acceleration på 5 m/sek^2 .

- Hvor stor er vognens masse?

kg



Opgave 5

Vi går ud fra at accelerationen er konstant
(det samme i alle 11 sek.)

Oplysninger fra FDM's bilprøver:

0 - 80 km/t (22 m/sek) på 11 sek.

Bilens masse: 925 kg

Førerens masse: 75 kg

- Hvad er bilens acceleration?

m/sek^2

- Hvor stor er den kraft, bilen er påvirket af?

N

Opgave 6

Her kan du se, hvor meget SAS's kæmpefly, Boeing 747 - også kaldet Jumbojetten - ville fylde, hvis den blev anbragt ved siden af Rundetårn i København.

Den kan medtage 350 passagerer, og den vejer med passagerer og last ialt 350.000 kg.

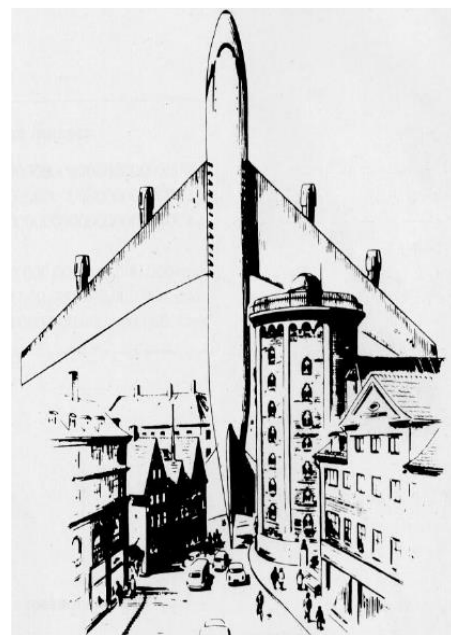
Den bruger ca. 15.000 liter benzin i timen og kan medføre brændstof, nok til 11 timers uafbrudt flyvning.

Dens højeste hastighed er 1000 km/t.

Når den kører ud ad startbanen, skal den op på en fart af 250 km/t (= 69 m/sek), før den kan lette fra jorden.

Fra startøjeblikket er den 30 sekunder om at opnå denne fart.

NB. Du skal kun bruge nogle af de ovenfor nævnte oplysninger!



Hvor stor er jumbojettens acceleration?

m/sek^2

Hvor stor en fremadrettet kraft er flyet påvirket af?

N

Hvor mange tons kunne en kran løfte med denne kraft?

$tons$

Newtons 3. lov: Aktion = reaktion (Raketloven)

En raket flyver fremad fordi den skubber en masse gasser bagud når den brænder sit krudt eller brændstof af.

En ballon flyver fremad fordi den skubber en masse luft bagud.

Newtons 3. lov siger at den kraft som raketten eller ballonen bevæger sig fremad med, er lig med den kraft hvormed raketten eller ballonen skubber materiale (luft eller brændende gasser) bagud.

Newtons 3. lov:

Enhver kraft resulterer i en modsat rettet kraft
eller en ændring i en bevægelse.