

HVERDAGSFYSIK

Hvorfor binder fryseren?

Forfatter: Jens Christian Hansen

Redaktør: Søren Storm

Korrekturlæst og faktatjekket af:

Vibeke Axelsen (Egaa gymnasium)

Kim Vedel Pedersen (Nørre Gymnasium)

Støttet af: **novo nordisk fonden**

Indholdsfortegnelse

Kraft.....	2
Kraftmoment.....	3
Temperaturbegrebet.....	5
Eksempel.....	5
Tryk.....	6
Tryk i en idealgas.....	6
Luftfugtighed/Vanddamps tryk.....	7

Kraft

En påvirkning der kan fremkalde en ændring i et legemes bevægelse, kaldes en kraft. Hvis flere kræfter påvirker et legeme samtidigt, vil den samlede virkning kunne beskrives ved én kraft som vi kalder *den resulterende kraft*. Kræfter har altid en størrelse og en retning, og repræsenteres derfor ved en vektor.

Kræfter symboliseres typisk med F eller $\vec{F}$, og måles i SI-enheden N (newton).

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

Isaac Newton formulerede tre love der beskriver kraftpåvirkninger:

1. Hvis den resulterende kraft på et legeme er nul, vil legemet være i hvile eller bevæge sig jævnt og retlinet.
2. Den resulterende kraft er ligefrem proportional med produktet af legemets masse og dets acceleration:

$$\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a}$$

3. Kræfter optræder altid parvis. Hvis et legeme A påvirker et legeme B med en kraft (aktion), så vil B påvirke A med en lige så stor, men modsat rettet kraft (reaktion). Aktion og reaktion er lige store og modsat rettede kræfter, men de ophæver ikke hinanden, da de virker på hver sit legeme.

Eksempler

Når man cykler påvirkes cyklen af flere forskellige kræfter: Tyngdekraften, kraften fra vejen på cyklen mod tyngdekraften (normalkraften), gnidningskraften på dækkene (rullemodstand), luftmodstand samt den fremadrettede kraft fra vejbanen på cykeldækkene.

For tyngdekraften gælder det at: Alle legemer med masse tiltrækker hinanden med det man kalder for massetiltrækning, som du på Jorden kender som tyngdekraften. Det er den kraft der holder Månen i sin bane omkring Jorden, Jorden i sin bane om Solen, og helt simpelt gør, at ting man taber falder mod jorden.

Hvis man står stille på et gulv, er man påvirket af tyngdekraften der, gennem ens fødder, påvirker gulvet med en kraft. Gulvet påvirker så fødderne med en lige så stor og modsatrettet kraft. Den samlede kraft på den der står på gulvet, den resulterende kraft, er derfor nul, og man vil være i hvile.

Hvis man går, vil man påvirke underlaget med en bagudrettet kraft, og underlaget vil så påvirke éns fødder med en fremadrettet kraft. Er underlaget meget glat, fx hvis der er isslag, er det derfor vanskeligt at gå.

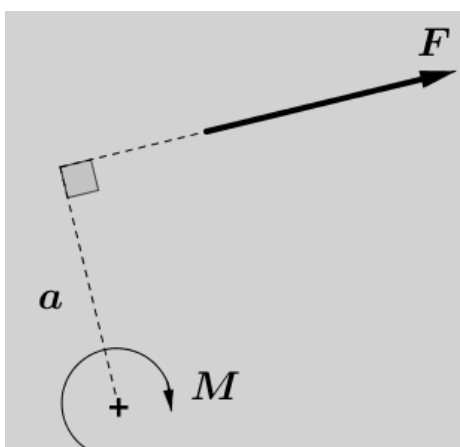
Kraftmoment

Kraftmoment er et udtryk for den egenskab, at en kraft kan fremkalde en rotation af et legeme omkring en akse (Tænk på en dør åbnes, låget på et glas der skal skrues af eller når man fx bruger en skruetrækker).

Det kraftmoment M en kraft F kan fremkalde, afhænger dels af selve kraftens størrelse, dels af den vinkelrette afstand a fra kraftens 'virkelinje' til omdrejningspunktet (se nedenstående figur) og er givet ved $M = a \cdot F$

SI-enheden for kraftmoment er Nm

$$1 \text{ Nm} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

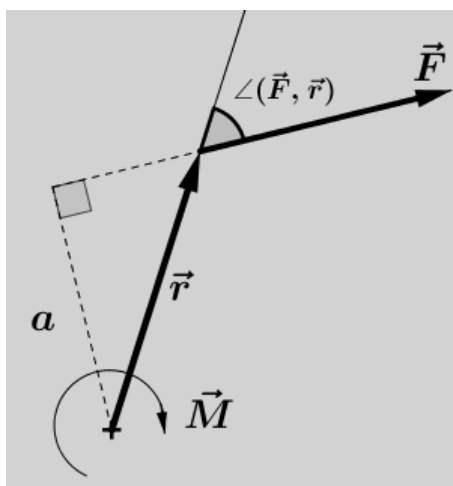


I vektornotation kan kraftmoment udtrykkes som

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

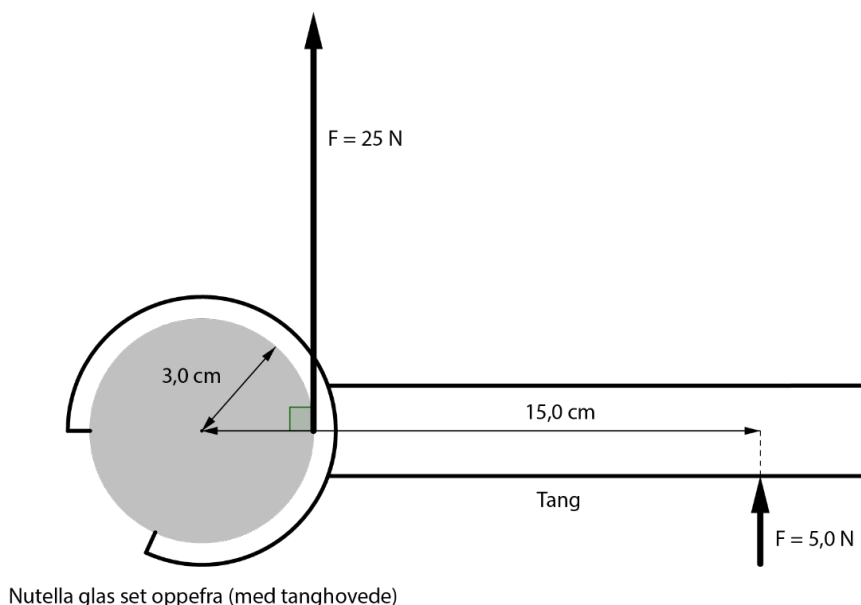
eller for størrelsen $M = |\vec{M}|$

$$M = |\vec{M}| = |\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin(\angle(\vec{F}, \vec{r})) = |\vec{r}| \cdot \sin(\angle(\vec{F}, \vec{r})) \cdot |\vec{F}| = a \cdot F$$



Eksempel

Når man skal skrue låget af fx et glas Nutella, kan det være ret svært at få låget af. Men der findes et 'værktøj' man kan bruge; en slags tang hvor tangens ene ende griber om låget og håndtaget på tangen er så langt, at man uden at lægge alt for mange kræfter i, kan skrue låget af.



Når man griber direkte om låget for at åbne glasset, har den kraft, man påvirker låget med kortere afstand til lågets omdrejningspunkt (midt i låget) end det tilfælde, hvor tangen benyttes. Det er altså ikke kun kraftens størrelse, men også kraftens afstand til omdrejningspunktet der er afgørende for hvor let det er at åbne glasset.

For at åbne glasset, hvis man griber direkte om låget, skal man bruge en kraft på 25 N (~ 2,5 kg). Afstanden til midten af låget (omdrejningspunktet) er 3 cm. Kraftmomentet for at åbne glasset er derfor

$$M = 25 \text{ N} \cdot 0,03 \text{ m} = 0,75 \text{ Nm}$$

Hvis tangen bruges, skal momentet være det samme, men afstanden er nu 15 cm.

$$F \cdot 0,15 \text{ m} = 0,75 \text{ Nm} \Rightarrow F = 5 \text{ N} (\sim 0,5 \text{ kg})$$

Altså en kraft der er 5 gange mindre, og dermed er det lettere at skrue låget af.

Princippet er enkelt, stor afstand til omdrejningspunktet/rotationsaksen, lille kraft.

Det er også velkendt, at håndtag på låger, døre og porte, er placeret så langt fra hængslerne som muligt, for derved at gøre det nemmere at åbne og lukke.

Temperaturbegrebet

Afhængigt af om et stof er fast, flydende, eller en gas, vil stoffets molekyler kunne bevæge sig på forskellig måde. Når et stofs molekyler bevæger sig, besidder de bevægelsesenergi. Den gennemsnitlige bevægelsesenergi af et stofs molekyler bestemmer stoffets temperatur.

Et stofs temperatur er derfor alene bestemt ved stoffets gennemsnitlige bevægelsesenergi. I fysik arbejder man overvejende med to temperaturskalaer: Celsius-skalaen og kelvin-skalaen. SI-enheden for temperatur er K (kelvin), men af praktiske grunde benyttes næsten udelukkende celsius skalaen $^{\circ}\text{C}$ når der tales om eller angives en temperatur.

Celsius-skalaen: Lineær skala hvor 0°C og 100°C er fastlagt ud fra hhv. vands fryse- og kogepunkt ved 1 atmosfæres tryk.

Kelvin-skalaen: Kelvinskalaens nulpunkt er fastlagt ved den fysiske tilstand i et stof, hvor stoffets bevægelsesenergi er 0 J . Kelvinskalaen er lineær skala hvor $273,15\text{ K}$ og $373,15\text{ K}$ er fastlagt ud fra hhv. vands fryse- og kogepunkt ved 1 atmosfæres tryk.

Grundlæggende gælder der for de to temperaturskalaer:

1°C eller 1 K er $\frac{1}{100}$ af den temperaturstigning, som fås ved opvarmning fra vands frysepunkt til vands kogepunkt ved 1 atmosfæres tryk ($101,3\text{ kPa}$)

Sammenhængen mellem de to temperaturskalaer:

$$\text{Fra kelvin (T) til, celsius (t):} \quad t = \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{K}} \cdot T - 273,15^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Fra celsius (t) til kelvin (T):} \quad T = \frac{\text{K}}{^{\circ}\text{C}} \cdot t + 273,15\text{ K}$$

Eksempel

Hvis temperaturen er 300 K så er den tilsvarende celsiustemperatur:

$$t = \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{K}} \cdot 300\text{ K} - 273,15^{\circ}\text{C} = 300^{\circ}\text{C} - 273,15^{\circ}\text{C} \cong 27^{\circ}\text{C}$$

Hvis temperaturen er $20,0^{\circ}\text{C}$ så er den tilsvarende kelvintemperatur:

$$T = \frac{\text{K}}{^{\circ}\text{C}} \cdot 20,0^{\circ}\text{C} + 273,15\text{ K} = 20,0\text{ K} + 273,15\text{ K} \cong 293\text{ K}$$

Tryk

En kraft F , som påvirker en flade med arealet A , vil yde et tryk p på fladen A givet ved:

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

hvor $F_{\perp}$ betyder den del af kraften F der virker vinkelret på fladen A .

I langt de fleste tilfælde, er den kraft der fremkalder trykket på fladen, også vinkelret på fladen, og formelen for trykket bliver så

$$p = \frac{F}{A}$$

SI-enheden for tryk er Pa (pascal)

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Normaltrykket ved jordoverfladen, det der betegnes som 1 atmosfæres tryk (1 atm) er $101,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 101,3 \text{ kPa}$

Eksempler

Det er velkendt, at med stilethæle vil der kunne afsættes mærker i et trægulv, hvorimod et par almindelige sko ingen mærker afsætter i samme gulv. Hvis det er samme person er tyngdekraften den samme, og dermed den kraft man påvirker gulvet med den samme. Så hvorfor denne forskel. Det skyldes at tyngdekraften i første tilfælde er koncentreret på et meget mindre areal, og dermed bliver påvirkningen af gulvet væsentlig større, og dermed trykket så stort, at der kan afsættes mærker.

Tryk i en idealgas

Trykket afhænger af temperaturen T , rumfanget V og antallet af gasmolekyler er angivet ved moltallet n .

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

hvor R er den såkaldte *gaskonstant* $R = 8,3145 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Atmosfærisk luft indeholder ilt, kvælstof og meget små mængder af andre gasser fx kuldioxid og Argon, desuden vil luft så godt som altid indeholde vanddamp. Hvis et af disse molekyler rammer fx en væg, vil det kortvarigt påvirke væggen med en kraft (tænk på en bold der kastes mod en væg) og omvendt vil væggen påvirke molekylet med en lige så stor, men modsatrettet kraft, så molekylet bevæger sig væk fra væggen. Samlet vil alle sammenstødene mellem luftmolekylerne og væggen give anledning til en samlet kraftpåvirkning af væggen, og dermed ydes et tryk på væggen.

Atmosfærens molekyler er påvirket af tyngdekraften, den samlede påvirkning af alle atmosfærens molekyler giver anledning til det tryk vi mærker ved jordoverfladen. Dette tryk kan variere fra sted til sted (højtryk/lavtryk) men er i gennemsnit det der betegnes som 1 atmosfæres tryk.

Afkøles eller opvarmes luft, vil molekylerne bevægelsesenergi blive hhv. mindre eller større, da luften hhv. afgiver eller modtager energi. Når molekylerne bevæger sig langsommere eller hurtigere, vil deres kraftpåvirkning og dermed trykket på omgivelserne blive mindre eller større.

Der gælder en simpel sammenhæng mellem trykket og temperaturen i en gas, hvor rumfanget er konstant:

$$V \text{ konstant: } p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{n \cdot R}{V} \cdot T = k \cdot T$$

hvor k er konstant og T er temperaturen målt i kelvin.

Hvis der er en trykforskel, fx mellem et lavere tryk i en fryser og trykket i lokalet som fryseren står i, så vil trykforskellen give anledning til en kraft på fryserdøren.

Der gælder:

$$F = (p_{\text{Lokale}} - p_{\text{Fryser}}) \cdot A$$

Hvor A er dørens areal.

Luftfugtighed og trykket fra vanddamp

Atmosfærisk luft, kan indeholde vanddamp. Mængden af vanddamp luften kan indeholde, afhænger af temperaturen. Men der er en grænse for hvor meget vanddamp luft kan indeholde ved en given temperatur. Ved denne øvre grænse for mængden af vanddamp siger man, at luften er mættet med vanddamp. Vanddampen i luft yder et tryk, så hvis lufttrykket måles, vil det altid være det samlede tryk af vanddampen og den tørre luft (loven om partialtryk/Daltons lov)

$$p_{\text{luft}} = p_{\text{tør luft}} + p_{\text{damptryk}}$$

Luftfugtigheden angives typisk i *den relative fugtighed* (RF) som er forholdet mellem det tryk vanddampen yder, og det tryk mættet vanddamp yder, ved samme temperatur.

$$RF = \frac{p_{\text{damptryk}}}{p_{\text{mættet damptryk}}}$$

RF angives altid i % og ikke i decimaltal.

I nogle tilfælde angiver man luftfugtighed som *den absolutte fugtighed*. Den absolutte fugtighed er massefylden ρ af den vanddamp der er tilstæde i et rumfang V .

$$\rho = \frac{m_{\text{damp}}}{V}$$

Eksempler

Mættet vanddamps tryk ved 20 °C er 2,338 kPa. Er den relative luftfugtighed 45%, vil vanddampen bidrage med et tryk på $0,45 \cdot 2,338 \text{ kPa} = 1,052 \text{ kPa}$. Måles lufttrykket fx til 101,9 kPa, vil den tørre lufts tryk være

$$101,9 \text{ kPa} - 1,052 \text{ kPa} \cong 99,85 \text{ kPa}$$

Hvis temperaturen sænkes vil den mængde vanddamp, luften maksimalt kan indeholde, aftage. I ovenstående eksempel vil et tryk fra vanddampen på 1,052 kPa svare til mættet damps tryk ved 7,1 °C (se graf på side 14).

Vi forestiller os nu, at afkølingen fortsætter til under denne temperatur og lufttrykket fortsat er 101,9 kPa. Da vil netop så meget vanddamp fortættes og blive til vand, at den tilbageværende vanddamps tryk, svarer til mættet damps tryk ved den pågældende temperatur. Den temperatur, ved hvilken fortætningen begynder, kaldes *dugpunktet*. Dette forklarer bl.a. dug og rim (under 0 °C).