

Intro til fysik

Fysik handler om studiet af og beskrivelsen af naturen - fra det allermindste som fx kvarker til det største: hele Universet (*). Fysikkens sprog er oftest formler (ligninger), der giver forbindelsen mellem de fysiske størrelser, der er relevante i den sammenhæng, der studeres. Formlerne er en kort, præcis måde at sammenfatte en lang række erfaringer/forsøgsresultater på.

Som eksempel på en formel nævner vi her Ohms lov for et lederstykke:

$$U = R \cdot I$$

Ohms lov for et lederstykke

Her er U spændingsfaldet over en leder, R er lederens resistans (modstand) og I er strømstyrken gennem lederen. Enhederne i formlen ovenfor er V (volt) for spændingsfaldet U , Ω (ohm) for resistansen R og A (ampere) for strømstyrken I .

Formlen er et kortfattet udtryk for resultaterne af en lang række eksperimenter med elektriske ledere, og er altså en *eksperimentel 'lov'* for visse ledere (som fx metalliske ledere).

Ligningerne kan dog også være af definitions-mæssig art, og de afledte ligninger er så logiske konsekvenser af definitionen. Indsigten i disse definitioner og deres konsekvenser er afgørende for at man kan forstå den fysiske beskrivelse.

Et eksempel er *definitions*ligningen for hastighed:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\text{strækning}}{\text{tid}}$$

definition af hastighed v

*: fysik defineres ofte som studiet af den døde natur. Fysikkens metoder er imidlertid ikke begrænset til studiet af den døde natur, men kan også bruges ved studiet af levende organismer, fx celler eller analyse af DNA-spiralstrukturen.

Faktisk har det vist sig vanskeligt generelt at definere hvad der forstås ved, at noget er levende.

I praksis er der dog ofte en arbejdsdeling mellem biologi, der studerer levende organismer som fx celler, kemi, der studerer hvordan atomer reagerer med hinanden, og så fysik.

Men fysikken har ingen principielle grænseflader til de øvrige naturvidenskaber.

Her betyder betegnelsen v hastighed, s betegner en strækning og t betegnet den tid, det har taget at bevæge sig strækningen. Enhederne i formlen kunne fx være m (meter) for strækningen s , s (sekunder) for tiden t , og enheden for v bliver derfor ifølge definitionen ovenfor m/s (meter pr. sekund).

En fysisk teori er kun gyldig, så længe der ikke er forsøg, der modsiger den. Stemmer teorien ikke med et eller flere pålidelige forsøg, må teorien ændres eller evt. helt forkastes.

Denne 'dialog' med naturen er karakteristisk for ikke bare fysik, men alle naturvidenskaberne.

Det er fysikkens opgave at beskrive naturen, og det er derfor afgørende, at beregninger med fysikkens formler giver en fornuftig overensstemmelse med virkeligheden!



Galileo Galilei er grundlægger af den naturvidenskabelige metode (udsnit af maleri).

Se evt. institut og museum for videnskab Firenze på <http://www.museogalileo.it/en/index.html>

Italieneren Galileo Galilei (1564-1642) formulerede som den første følgende program for naturvidenskaben: »Mål alt, hvad der kan måles, og gør det måleligt, der endnu ikke er det«. Det var Galilei, der formulerede grundlaget for fysikken: *det er målinger og observationer, der skal afgøre, om en teori kan være korrekt*. Galilei indså også, at det var matematikken, der skulle bruges som arbejdssprog i fysikken. Kun herved bliver en præcis beskrivelse af iagttagelserne mulig.

Målinger er en vigtig del af fysikkens arbejdsmetode. Hermed bliver det så også vigtigt at have nogle præcise *måleenheder*, og vi vil derfor begynde denne fremstilling med en omtale af nogle vigtige fysiske grundenheder.

I 1960 besluttede den internationale general konference for mål og vægt at anvende det såkaldte SI-system som standard for det internationale videnskabelige målesystem. (**S**yste'me **I**nternational d'**U**nite's).

Enheder - og det internationale enhedssystem

Enheder er vigtige

Da fysikken har som ambition at kunne bruges til noget, bliver enheder for fysiske størrelser vigtige. Det er fx ikke ligegyldigt, om en beregnet tid er 0,573 sekunder eller 0,573 timer. Eller en strækning er beregnet til 23 cm eller 23 yards. Eller om du får udbetalt 100 kroner eller 100 øre. Enheder er afgørende!

SI-enhedssystemet

Der findes mange enheder for alt muligt, men det er internationalt lykkedes at blive enige om et fælles enhedssystem. Det kaldes SI-enhedssystemet, og dele af det omtales nedenfor.

Vigtige internationale grundenheder (SI)		
Størrelse	Enhed	Forkortelse
længde	meter	m
tid	sekund	s
masse	kilogram	kg
temperatur	kelvin	K

Læg mærke til, at enhedsbetegnelserne skrives med normal skrift, i modsætning til fysiske størrelser som fx en spænding U eller en hastighed v som altid skal skrives med *kursiv skrift*.

De præcise definitioner på enhederne 1 meter, 1 sekund og 1 kilogram kan findes på hjemmesiden www.bipm.fr hvor hele SI-enhedssystemet er beskrevet. Og det er også beskrevet, hvordan disse kan realiseres, så alle i hele verden (i princippet) kan tjekke, om fx en meterstok nu også er 1 meter lang, eller om en vægt, der viser at en guldbarre vejer 5 kg nu også viser rigtigt!

SI-enhedssystemet (**S**yste'me **I**nternational d'**U**nite's) har sit udspring i den franske revolution 1789.

En lidt nøjere beskrivelse af de tre første grundenheder nævnt ovenfor følger herunder.

Tabel: En lidt nøjere beskrivelse af enhederne meter, sekund og kilogram	
1 meter	<p>1 meter defineres efter 1983 som længden af den vej, lyset gennemløber i det tomme rum i løbet af tiden $1/299.792.458$ sekund. Længdeenheden 1 meter bygger derfor på tidsenheden 1 sekund - og lysets bevægelse. (Lysets fart i det tomme rum bliver herved <i>præcis</i> 299 792 458 m/s!)</p> <p>1 meter var fra 1889 - 1960 defineret som længden af <i>normalmeteren</i> (arkivmeteren), der stadig opbevares i Paris. Normalmeteren er en stang af en platin-iridium-legering, hvorpå der er ridset to streger. Afstanden mellem disse to streger var definitionen på 1 meter. Enhver meter-målestok skulle så principielt kontrolleres ved sammenligning med normalmeteren. Det var selvfølgelig besværligt, da der kun var <i>en</i> helt korrekt meterstok, som befandt sig i Paris! Der opbevares stadig <i>kopier</i> af denne normal-meter i de fleste lande.</p> <p>I dag kan man overalt i verden fremstille målestokke inddelt i meter (og cm, mm osv.), bare man kender den nyeste definition nævnt ovenfor (og har det rette apparatur!). Længdeenheden 1 meter blev ikke ændret ved den nye definition. Men længdeenheden 1 meter blev ved den nye definition <i>langt mere nøjagtigt</i> fastlagt.</p> <p>Oprindeligt blev meteren fastlagt således, at afstanden fra Nordpolen til Ækvator var præcis 10.000 km (=10.000.000 m). Denne gamle definition blev udformet af en komité nedsat af Det Franske Akademi i 1791. Dette er i øvrigt også grunden til, at Jordens omkreds er ca. 40.000 km!</p>
1 sekund	<p>1 sekund er defineret som varigheden af 9.192.631.770 perioder af den stråling, der svarer til en overgang mellem de to hyperfin-niveauer i grundtilstanden for Cs-133 atomet.</p> <p>Altså en definition baseret på et atomart fænomen. Tidligere blev 1 sekund defineret som $1/(24 \cdot 60 \cdot 60) = 1/86400$ af et middelsoldøgn. Et middelsoldøgn er den tid, der i gennemsnit går, fra Solens centrum er i syd, til det næste gang står i syd.</p> <p>Stor præcision i tidsdefinitionen og tidsmålinger er fx helt afgørende for nøjagtigheden af GPS (Global Positioning System), som består af en række satellitter, der udsender tidssignaler. Ud fra tidsforskellen mellem disse signaler kan du med en gps-modtager i hånden fastlægge temmelig præcis hvor du befinder dig overalt i verden! Urene i det nye europæiske Galileo-positionssystem er endnu mere præcise, og vil derfor kunne fastlægge din position endnu bedre.</p>
1 kilogram	<p>1 kilogram er defineret som massen af et såkaldt <i>normalkilograms</i>lod, der er lavet af samme platin-iridium-legering som normalmeteren.</p> <p>Normalkilogramsloppet befinder sig i Paris sammen med normalmeteren. Man har (endnu) ikke defineret masseenheden ud fra en atomar konstant (som det er tilfældet med tidsenheden 1 sekund - se nedenfor). Det vil nemlig være mere unøjagtigt end en sammenligning med normalkilogramsloppet.</p> <p>Oprindeligt blev enheden 1 kilogram fastlagt som massen af 1 liter rent vand ved temperaturen 4°C. Der gælder derfor stadig, at 1 liter rent vand vejer tæt på 1 kg!</p>

Øvelse 1

Af ovenstående beskrivelse fremgår det, at Jordens omkreds er tæt på 40.000 km, og at lysets fart er ca. 300.000 km/s. Hvor mange gange kan lyset nå rundt om Jorden på 1 sekund? (med passende spejle til at ændre lysets retning)

Fysiske størrelser og betydende cifre

Enhver størrelse, der kan måles med et måleapparat – eller i princippet kan måles med et måleapparat – kaldes en fysisk størrelse.

Eksempler på fysiske størrelser er længde, tid, masse, kraft, energi, effekt, temperatur osv.

Når vi har målt en fysisk størrelse, får vi brug for enheder. *Måleresultatet for en fysisk størrelse angives altid med et tal og en tilhørende enhed.* Målingen af f.eks. bredden af et hus (som vi her betegner med bogstavet b) kan skrives på denne måde:

$$b = 10,52 \text{ m}$$

hvis altså bredden er målt til 10,52 meter. Det er vigtigt for det følgende at gøre sig klart, at den fysiske størrelse b – altså bredden af huset - består af et **produkt af en talværdi (10,52) og en enhed (m)**. Husets bredde er 10,52 gange større end længdeenheden 1 m.

Dette udnytter vi, når vi omregner til andre enheder, her til enheden cm:

$$b = 10,52 \text{ m} = 10,52 \cdot 1 \text{ m} = 10,52 \cdot 100 \text{ cm} = 1052 \text{ cm}$$

Her udnyttede vi, at $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$, så vi kunne udskifte 1 m med 100 cm i omregningen.

Som man ser, ændres tallet (naturligvis) sammen med enheden! Når enheden her gøres 100 gange mindre (fra 1m til 1 cm), bliver antallet 100 gange større.

En fysisk størrelse er et produkt af et (an)tal og en enhed

Betydende cifre

I eksemplet ovenfor er b i alle tilfælde angivet med 4 *betydende cifre*. Denne begrænsning er et udtryk for den nøjagtighed, hvormed vi kender b . *Usikkerheden* på den fysiske størrelse b skal ligge på det *sidste* betydende ciffer. Er usikkerheden på den fysiske størrelse kendt, kan denne angives sammen med den fysiske størrelse. Er usikkerheden på b ovenfor f.eks. 0,02m, kan b skrives:

$$b = 10,52 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m}$$

eller

$$b = 1052 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$$

Kommaets placering er ikke afgørende for antallet af betydende cifre, fx har både 10,52 og 1052 fire betydende cifre.

Hvis vi antager, at usikkerheden er 2 på sidste ciffer, bliver den relative usikkerhed på tallene 10,52 og 1052

$$\frac{0,02}{10,52} = \frac{2}{1052} = 0,0019 = 0,19\%$$

De to brøker er ens, fordi den første - forlænget med 100 - er lig med den anden.

Et tal med 4 betydende cifre har altså en stor nøjagtighed!

Øvelse 2 Tæl antallet af betydende cifre i tallene nedenfor og forklar, hvilke tal der har den største/mindste relative nøjagtighed

- a) 3725
- b) 3,725
- c) 0,03725
- d) 0,00000000000003725
- e) 7
- f) 7,00
- g) $5,67 \cdot 10^{-8}$
- h) $1,097373153 \cdot 10^7$

Når f.eks. SI-enheden for en fysisk størrelse skal angives, benyttes en kantet parentes:

$[b] = \text{m}$ læses: (SI-)enhed for den fysiske størrelse b er meter

I fysik skal man ved beregninger altid regne med fysiske størrelser. Det betyder også, at man ved beregninger skal huske at medtage enheder.

Ligninger, der giver sammenhængen mellem fysiske størrelser, kaldes *størrelsesligninger*. Vi vil senere se en række eksempler på denne type ligninger, f.eks. Ohms 1. lov, Newtons 2. lov, Newtons gravitationslov.

Det er vigtigt at lægge mærke til, at de bogstaver, der angiver de fysiske størrelser, altid skal skrives med *kursiv (som denne tekst!)*. Derimod skal tal og enheder ikke skrives med kursiv, men med normal skrift.

En vigtig grund til at anvende fx SI-enheder er, at resultatet af beregningen altid vil have en enhed, der også er en SI-enhed.

Øvelse 3 Andre masseenheder - ounce (oz)

Den engelske masseenhed 1 oz kan omregnes til enheden gram:

$$1 \text{ oz} = 28,34952 \text{ g}$$

- a) En pakke vejer 79,5 oz. Omregn massen til den internationale SI-enhed.

Afledte enheder og multiple enheder

Som tidligere bemærket, kan alle andre SI-enheder end grundenhederne fås ud fra grundenhederne. Vi vil indføre de afledte enheder efterhånden som vi får brug for dem. Som eksempel kunne nævnes, at SI-enheden for hastighed er m/s (meter pr. sekund). Denne enhed er *sammensat* eller *afledt* af de to grundenheder m (meter) og s (sekund).

I tabellen nedenfor ses nogle af de vigtigste sammensatte enheder, vi vil støde på i fysik C:

Sammensatte SI-enheder - de vigtigste for fysik C			
Fysisk størrelse	Navn på enhed	forkortelse	I grundenheder
hastighed	meter pr. sekund	m/s	m/s
acceleration	meter pr. sekund i anden	m/s ²	m/s ²
kraft	newton	N	kg · m/s ²
energi	joule	J	kg · m ² /s ²
effekt	watt	W	kg · m ² /s ³
frekvens	hertz	Hz	1/s

- Øvelse 4
- Hvad er SI-enheden for areal?
 - Hvad er SI-enheden for rumfang?
 - Hvad er SI-enheden for massefylde (densitet)?
 - Hvad er vands massefylde (ved 4 °C) udtrykt i denne enhed?

Øvelse 5 I daglig tale benytter man ofte fart-enheden kilometer pr. time (forkortes km/h, hvor h-et kommer fra latin: h = hora = time. Kan også huskes fra det engelske hour).

Enheden km/h er ikke en SI-enhed.

- Udtryk 1 km i SI-enheder (m)
- Udtryk 1 h i SI-enheder (s)
- Omregn så farten 3,6 km/h til SI-enheden m/s
- Benyt dit resultat i c) til at omregne farten 36 km/h til enheden m/s
- Benyt dit resultat i c) til at omregne farten 130 km/h til enheden m/s
- Benyt dit resultat i c) til at omregne farten 200 m/s til enheden km/h

Multiple enheder i SI-systemet

I mange situationer vil det være ubekvem at benytte grundenheder og de deraf afledte enheder direkte. Hvis man f.eks. skulle angive afstanden mellem Stenløse og København, så ville man nok bruge enheden km i stedet for m. Tilsvarende ville enheden meter ikke være særlig hensigtsmæssig, hvis man f.eks. skulle måle tykkelse af et stykke papir.

Man har lavet et *system af forbogstaver*, som kan gøre enhederne større eller mindre. Disse forstavelser kaldes *dekadiske præfixer* - eller 10-tals-potens forbogstaver. Og man får herved dannet *multiple enheder*

hvor de oprindelige enheder ganges med en 10-tals-potens. F.eks. er enheden 1 km (1 kilometer) lig med $1000 \cdot 1\text{m}$

Når man laver km om til m, bliver *enheden* 1000 gange mindre, og (*an*)*tallet* vil blive 1000 gange større:

$$42,000 \text{ km} = 42,000 \cdot 1\text{km} = 42,000 \cdot 1000 \text{ m} = 42000 \text{ m}$$

Her er længden angivet med hele 5 betydende cifre.

Forstavelsen *kilo* (forkortet k) betyder altså simpelthen 1000. I daglig tale bruges ordet kilo i stedet for det korrekte kilogram. Hvis du hos sin købmand beder om et kilo kartofler, så vil han vel udlevere 1 *kilogram* kartofler, hvor han egentlig burde udlevere de 1000 kartofler som du har bedt om!

Forstavelsen *milli* (forkortet m) betyder en tusindedel. Med denne for bogstav bliver enheden 1000 gange mindre, og antallet 1000 gange større. F.eks.:

$$0,324 \text{ m} = 0,324 \cdot 1\text{m} = 0,324 \cdot 1000 \text{ mm} = 324 \text{ mm}$$

eller

$$0,220 \text{ g} = 0,220 \cdot 1\text{g} = 0,220 \cdot 1000 \text{ mg} = 220 \text{ mg}$$

Nogle af de vigtigste dekadiske præfixer ses i tabellen herunder:

Forbogstav	Udtales	talfaktor	betydning
P	peta	10^{15}	1.000.000.000.000.000
T	tera	10^{12}	1.000.000.000.000
G	giga	10^9	1.000.000.000
M	mega	10^6	1.000.000
k	kilo	10^3	1.000
d	deci	10^{-1}	0,1
c	centi	10^{-2}	0,01
m	milli	10^{-3}	0,001
μ	mikro	10^{-6}	0,000.001
n	nano	10^{-9}	0,000.000.001
p	pico	10^{-12}	0,000.000.000.001
f	femto	10^{-15}	0,000.000.000.000.001

Et par eksempler på anvendelse af for bogstaverne:

- det danske elforbrug (omsætning af elektrisk energi) var i 2014 på 120,6 PJ
- en proton har en radius på 1,25 fm
- sporafstanden på en CD-skive er 1,6 μm
- Jordens alder er 4,57 Går

En næsten fuldstændig oversigt over dekadiske præfixer står i »Fysik i overblik« (formelsamling) - alle dekadiske præfixer kan findes på den ovenfor omtalte hjemmeside www.bipm.fr

- Øvelse 6
- Omregn 1 km til mm
 - Omregn 1 mm til nm
 - Hvor mange ns er der på 1 minut?
 - Hvor mange sekunder er der på 1 år? (sammenlign med $\pi \cdot 10^7$!)
 - Beregn hvor langt (i enheden km) lyset bevæger sig i det tomme rum på 1 år (1 lysår)
- den nærmeste stjerne alfa-Centauri findes i afstanden 4,3 lysår fra Solen

Øvelse 7 En engelsk tomme (inch) er 2,54 cm. Benyt det til følgende omregninger:

- Omregn arealet 1 engelsk kvadrat-tomme til cm^2
- Omregn rumfanget 1 engelsk kubik-tomme til cm^3

NB: den danske tomme, der optræder på en tommestok, er lidt større end en engelsk tomme, nemlig 2,615 cm.

Øvelse 8 Rumfanget en liter (L) - omregninger

Idet det oplyses, at $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$, og at $1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$, skal du lave følgende:

- Omregn 1 L til enheden m^3
- Omregn 1 L til enheden cm^3

Densitet

Som eksempel på en fysik-formel (størrelsesligning) ser vi på begrebet densitet, også kaldet massefylde. Definitionsligningen er

$$(1) \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \text{eller} \quad \text{densitet} = \frac{\text{masse}}{\text{rumfang}}$$

Densiteten betegnes med det græske bogstav ρ og betydningen er: massen m af et stof, delt med stoffets rumfang - eller kort: masse pr. rumfang.

SI-enheden for densitet er $[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, altså kilogram pr. kubikmeter, men andre enheder bruges ofte.

Husk at (1) er en størrelsesligning, og at de fysiske størrelser (massefylde, masse og rumfang) altid skal indsættes med enheder. Hvis f.eks. $4,15 \text{ cm}^3$ af et metal vejer 11,2 g, så vil massefylden være

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{11,2 \text{ g}}{4,15 \text{ cm}^3} = 2,698795181 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2,70 \text{ g/cm}^3$$

Bemærk at vi ikke tager alle decimalerne fra lommeregneren med, vi runder af til et passende antal, nemlig her 3 *betydende cifre*. Dette svarer til nøjagtigheden på de to tal, der indgår i beregningen. Der gælder nemlig: det mindste antal betydende cifre i gange- og divisionsstykker bestemmer antallet af betydende cifre i resultatet. Tænk også på det, før du afleverer fysik- eller kemirapporter eller opgaver.

Som eksempel er densiteten for metallet aluminium:

$$\rho = 2,70 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad \text{densitet for aluminium}$$

Densiteten skrives ofte med andre enheder, her viser vi hvordan vi kan omskrive til enheden g/cm^3 - altså gram pr. kubikcentimeter.

Vi begynder med at udtrykke enheden 1 kg i enheden g:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

Og omregne enheden 1 m^3 til enheden cm^3 :

$$1 \text{ m}^3 = 1 \cdot (100 \text{ cm})^3 = 1 \cdot 100^3 \text{ cm}^3 = 1 \cdot 1.000.000 \text{ cm}^3$$

En kubikmeter er altså det samme som en million kubikcentimeter.

Endelig bruger vi disse resultater til følgende omregning:

$$1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1000 \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1.000.000 \text{ cm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Densiteten 1000 kilogram pr kubikmeter er altså den samme som densiteten 1 gram pr. kubikcentimeter.

Det betyder, at aluminiums densitet kan omskrives

$$\rho = 2,70 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,70 \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2,70 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Øvelse 9 Metallet kobber har densiteten $8,93 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Omregn denne densitet til enheden $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Formlen for densitet (1) kan omformes, så massen er isoleret:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \Leftrightarrow \quad \rho \cdot V = m \quad \text{hvor vi har ganget med } V \text{ på begge sider af ligningen}$$

Formel (1) med massen isoleret er altså:

$$(2) \quad m = \rho \cdot V \quad \text{eller} \quad \text{masse} = \text{densitet} \cdot \text{rumfang}$$

Eksempel 10 Beregn massen af 130 cm^3 af metallet aluminium

Vi indsætter direkte i formel (2):

$$m = \rho \cdot V = 2,70 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 130 \text{ cm}^3 = 351 \text{ g}$$

Læg mærke til hvordan vi har regnet med enhederne: $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \text{cm}^3 = \text{g}$. Vi regner med enheder efter de almindelige brøkgregner! Og læg også mærke til, at de to størrelser på venstre side har 3 betydende cifre, ligesom resultatet har.

Endelig kan vi omforme formel (2) så rumfanget er isoleret:

$$m = \rho \cdot V \quad \Leftrightarrow \quad \frac{m}{\rho} = V$$

Formel (2) med rumfanget isoleret:

$$(3) \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{eller} \quad \text{rumfang} = \frac{\text{masse}}{\text{densitet}}$$

Øvelse 11 Beregn rumfanget af 2000 g platin, der har densiteten 21,45 g/cm³. Vær omhyggelig med enhedsberegningerne og antallet af betydende cifre!

De tre formler (2) og (3) er egentlig bare omformninger af formlen (1), og indeholder derfor ikke noget nyt. Almindeligvis vil du derfor kun få oplyst den ene formel, så må du selv omforme den til det formål, du skal bruge den til.

Øvelse 12 Middel-densitet for planeter

I tabellen nedenfor ses massen og diameteren af de 8 planeter i vores solsystem.

Tablet over planeternes diametre og masser

Planet	Merkur	Venus	Jorden	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun
Diameter (km)	4878	12104	12756	6788	142796	119300	51200	48680
Masse (10 ²⁴ kg)	0,33	4,87	5,98	0,639	1899	569	86,7	102,8
Densitet (g/cm ³)								

- Beregn densiteterne for planeterne, med enheden g/cm³. Her skal du kende formlen for en kugles rumfang.
- Hvilke planeter kan 'flyde', dvs. har en densitet under vands densitet på 1,0 g/cm³?
- Hvilken planet har den største densitet?

Table: massfylde for forskellige stoffer (temperatur 15 - 25 °C)

Stof	vand	bly	uran	platin	guld	jern	kobber	aluminium
Massefylde/ $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	1,00	11,34	19,05	21,45	19,28	7,87	8,93	2,70

Øvelse 13

Benyt tabellen ovenfor til at besvare følgende spørgsmål:

- a) Du vejer en metalklump, og vægten viser 523,4 g. Ved at anbringe metalstykket i et måleglas med vand, bestemmes rumfanget af klodsen til 46,2 cm³. Hvilket metal kan der mon være tale om?

Prøv at gennemføre lignende målinger i praksis. Bestemmelsen af rumfanget kan også ske ved opmåling med lineal, skydelære eller mikrometerskrue!

Du kan på denne måde finde ud af, hvilket metal du har med at gøre!
Brug evt. databog for fysik og kemi til at identificere stofferne.

- b) Hvad er radius af en kugle med massen 5,00 kg, når kuglen er lavet af platin?
En kugles rumfang er givet ved formlen $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$, hvor r er radius
- c) Beregn rumfanget af 500 g guld.