

Hvordan bygger man en verden?

ET HEFTE OM GRUNNSTOFFER OG PERIODESYSTEMET



Innhold:

Hva trenger du for å bygge en verden?	3
Du er laget av stjernestøv	4
Grunnstoffene i kroppen din	6
Da fire grunnstoffer ble til 118	8
Grunnstoffenes system – Periodesystemet	10
Forsøk: Dyrk et tre av sølv	11
Forsøk: Grunnstoffene i vann	12
Vi lever i den nye steinalderen	14
Hva kan du om grunnstoffer nå som du ikke kunne før?	15
I dette heftet har du blant annet lest at	16

Prosjektgruppa for Periodesystemets år ved NTNU, Unni Eikeseth (hovedforfatter), Lise Kvittingen, Annette Lykknes, Per-Odd Eggen, Ingeborg Berg og Jonas Persson, står bak heftet. Takk til Guri Venvik (NGU) for tekstbidrag.

FAKTA

Vi feirer at grunnstoffenes periodesystem er 150 år!

Grunnstoffene finnes i alt vi ser rundt oss.

Selv i deg og meg!

Hva trenger du for å bygge en verden?

I spillet Minecraft kan du bygge ting med blokker av mange forskjellige materialer.

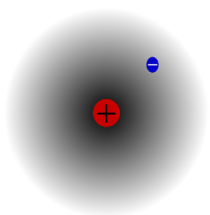
På samme måte som vi kan utvinne rene stoffer som jern eller gull fra malmer i Minecraft kan vi gjøre det i virkeligheten også.

Når vi ikke kan bryte opp et stoff til flere stoffer mer, kaller vi det et grunnstoff. Det finnes om lag 90 grunnstoffer i naturen, og de bygger opp alt stoff i verden.

Det som skiller et grunnstoff fra et annet er at de består av forskjellige atomer. Atomer er de minste byggsteinene i alt stoff. Gull er laget av gullatomer, jern er laget av jernatomer. Les mer om hvilke atomer det er i deg på neste side!



En blokk med jernmalm (til venstre) og en jernbarre (til høyre) fra spillet Minecraft. Bilder er gjengitt med tillatelse fra Minecraft: Education Edition.



Atomer er så små at det går 1 million atomer på tykkelsen av et hårstrå. Atomer har en positiv ladd kjerne som er omgitt av en sky av negativt ladde elektroner. Bildet viser en modell av det minste atomet som finnes, hydrogenatomet. Illustrasjon: Mets501/CC BY-SA 3.0.

Du er laget av stjernestøv

Se på deg selv i et speil. Kan du forestille deg at du er laget av ingredienser som er milliarder av år gamle?

Alle vi som lever på jorda er bygd opp av stoffer som ble laget lenge før jorda fantes.

De atomene du har aller flest av i kroppen er hydrogenatomer. Hydrogenatomene ble dannet for 13,8 milliarder år siden, ved universets begynnelse. I begynnelsen var alt stoff en glødende varm suppe. Men etter noen minutter ble det kjølig nok og rolig nok til at de aller letteste atomene i universet, hydrogenatomene, kunne dannes. Hvert eneste hydrogenatom som finnes i verden, også de i kroppen din, ble laget den gangen universet var baby.

I universets begynnelse ble det også laget enorme mengder av helium, det nest letteste av atomene. Til sammen utgjør hydrogen og helium 98 % av alt stoff i universet.

Men kroppen vår består jo av mye mer enn hydrogen. De andre grunnstoffene i kroppen vår ble til i stjernene.



Jansett om du er ung eller gammel inneholder kroppen din atomer som er milliarder av år gamle!
Foto: Colourbox.



Denne skyen er restene etter en stjerne som døde i en voldsom stjerne-eksplosjon, en supernova, for lenge siden. Skyen ligger i stjernebildet Kassiopeia. Grunnstoffene på jorda kom fra lignende stjerne-eksplosjoner som skjedde for milliarder av år siden. Foto: NASA/CXC/SAO.

Alle stjerner, også vår egen sol, er store grunnstoffabrikker. Stjerner består av hydrogen og helium som er pakket så hardt og tett sammen at temperaturen er titusenvs av grader. Under sånne ekstreme forhold smelter hydrogen- og helium-atomer sammen og blir til tyngre atomer. (Dette kalles fusjon.)

Mellomtunge stjerner som sola vår kan lage atomer av grunnstoffene opp til karbon, mens de største og tyngste stjernene kan lage enda tyngre atomer.

Stoffene i oss stammer fra tunge stjerner som døde og eksploderte for milliarder av år siden. I eksplosjonen ble stjernestoffene spredt langt ut i verdensrommet som støv. Og noe av det endte opp på planeten jorda, og i akkurat deg.

Så du er faktisk laget av stjernestøv! Les mer om hvilke grunnstoffer som finnes i kroppen din på neste side.

Grunnstoffene i kroppen din



Fargene på dukka viser fordelingen av forskjellige grunnstoffer i en menneskekropp. Foto: NTNU.

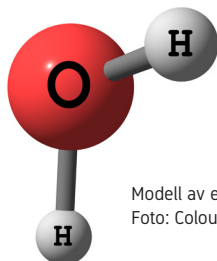
Over halvparten av kroppen vår er vann (H₂O). Vannmolekylet består av to hydrogenatomer (H) og ett oksygenatom (O), så kroppen inneholder derfor mye av disse to grunnstoffene. Hydrogenatomene er de vi har aller flest av i kroppen, men siden hvert hydrogenatom er bittelite så blir det ikke mange kilo hydrogen til sammen likevel. Oksygenatomene er større og tyngre, og oksygen er derfor det grunnstoffet som utgjør flest kilo av kroppen din.

Karbon, med symbolet C, kalles livets grunnstoff. Det er fordi det er karbon i alt som er levende: i mennesker, dyr og planter. Karbonatomene er spesielle fordi de kan lage lange kjeder, som gir opphav til utallige molekyler. Disse molekylene er grunnlaget for oppbygningen av kroppen.

Etter oksygen, karbon og hydrogen, har vi mest av grunnstoffene nitrogen (N), kalsium (Ca), fosfor (P), natrium (Na), kalium (K), klor (Cl) i tillegg til en rekke andre grunnstoffer.

Tabellen viser fordeling av grunnstoffene i kroppen på et menneske som veier 50 kg.

Grunnstoff	Farge på dukka	Kg
Hydrogen (H)	Hvit	5
Oksygen (O)	Rød	30,5
Karbon (C)	Svart	11,5
Nitrogen (N)	Blå	1,3
Kalsium (Ca)	Grønn	0,7
Fosfor (P)	Oransje	0,55
Svovel (S)	Gul (hånda)	Tilsammen 0,33
Kalium (K) og natrium (Na)	Lilla (hånda)	
Klor (Cl)	Lys grønn (hånda)	
Resten Mg+Si+Fe+F+Zn+Cu+Mn+Sn+I+Ni+Mo+V+Cr+Co	Sølv (halsen)	0,12



Modell av et vannmolekyl.
Foto: Colourbox.

FAKTA

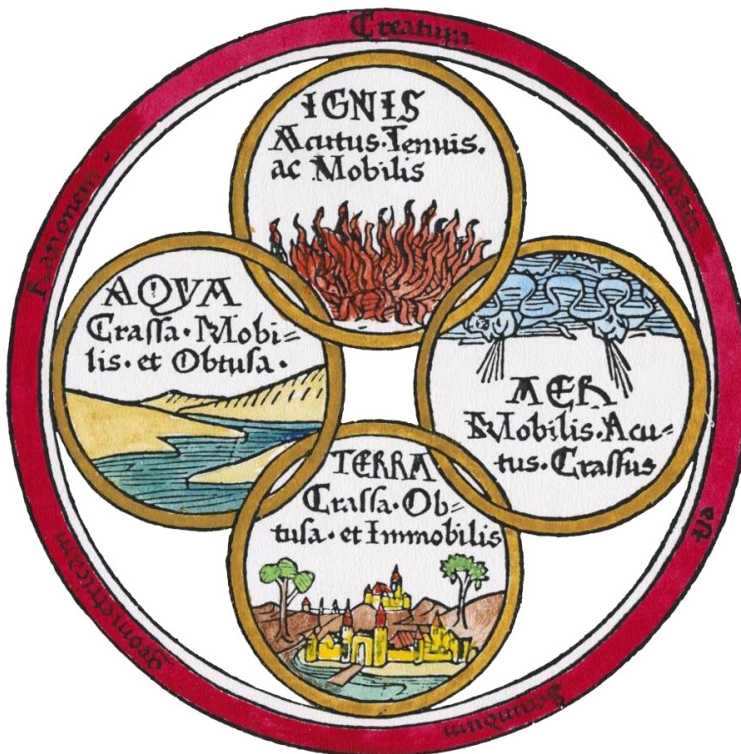
Molekyl

en gruppe atomer som er bundet til hverandre med kjemiske bindinger

Da fire grunnstoffer ble til 118

For 2000 år siden undret noen greske filosofer over stoffene de så rundt seg og hvordan de kunne forandre seg til noe annet. Hvorfor ble en vedkubbe til svart kull når den brant? Hvor ble det av vanndråpene som forsvant fra bakken en solvarm dag?

Filosofene tenkte ut en forklaring, nemlig at alle stoffer i verden kunne lages fra fire grunnstoffer: jord, luft, ild og vann. De tenkte at et stoff kunne forandre seg til et annet hvis en endret litt på sammensetningen av grunnstoffer i stoffet. Ideen om de fire grunnstoffene ble utrolig populær og levde videre i mange hundre år.



De fire grunnstoffene i et maleri fra 1472. Fra toppen; ild, luft, jord og vann.
Illustrasjon: Tommaso Ferrando/ Wikimedia Commons.

Etter hvert oppdaget mennesker veldig mange ulike stoffer. Det var for eksempel det gule og stinkende stoffet svovel, det glitrende sølvet, og det gylne gullet.

De som studerte naturen syntes det var vanskeligere og vanskeligere å forklare at alle kjente stoffer var laget av bare fire grunnstoffer.

Uansett hvor mye man varmet opp gull eller sølv var det for eksempel ingen som noensinne klarte å bryte dem ned til noen av de fire grunnstoffene.

På 1700-tallet viste franskmannen Antoine Lavoisier at luft og vann slett ikke er grunnstoffer. Både luft og vann kan deles opp i andre grunnstoffer. Teorien om de fire grunnstoffene var feil!

I dag vet vi at det finnes om lag 90 grunnstoffer i naturen. Til sammen bygger disse alt som finnes i verden. I tillegg har mennesker laget ørsmå mengder av flere grunnstoffer i laboratorier, slik at vi til sammen har 118 grunnstoffer i periodesystemet.

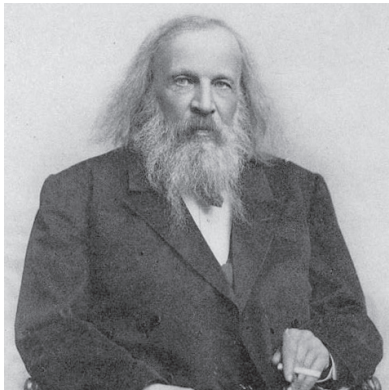


Antoine Lavoisier viste at luft og vann ikke er grunnstoffer. Her er han avbildet sammen med kona Marie-Anne Lavoisier, som ofte jobbet sammen med ham i laboratoriet.
Illustrasjon: Jacques-Louis David/Wikimedia Commons.

Grunnstoffenes system – Periodesystemet

Vitenskapsfolk har som jobb å finne forklaringer på naturlige fenomener. De liker å sette naturen i system.

For om lag 150 år siden fant flere vitenskapsfolk gode måter å ordne grunnstoffene på. En av dem som er mest kjent, er den russiske kjemikeren Dmitrij Mendelejev. Systemet han satte opp i 1869 fikk fram at det var et enkelt mønster i kaoset. Vi kaller systemet for Periodesystemet.



Det smarte med det dette systemet er at det viser at stoffenes egenskaper gjentar seg for hver rad i systemet. Stoffene som står under hverandre i samme kolonne har samme egenskaper og er på en måte i slekt med hverandre.

Dmitrij Mendelejev.
Foto: Ukjent/Wikimedia Commons.

Group Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	* 72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	* 104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				* 58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				* 90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Periodesystemet vi bruker i dag er en videreutvikling av det første som Mendelejev lagde for 150 år siden. Illustrasjon: Wikimedia Commons.

Forsøk: Dyrk et tre av sølv

Kobber og sølv er to grunnstoffer som begge har vært kjent i mange tusen år. I dette forsøket skal du dyrke fram sølvkrystaller på en kobbertråd. Det ser nesten ut som et lite tre av sølv.

Dette trenger du:

- plastpose med lukking
- kobbertråd
- løsning av sølvnitrat i vann (0,1 M $\text{AgNO}_3(\text{aq})$)
- plastpipette
- svart papir



Et sølvtre i en pose. Foto: NTNU.

Slik gjør du det:

1. Legg kobbertråden i plastposen og klem luft ut av posen
2. Bruk pipetten til å tilsette noen milliliter sølvnitratløsning i posen, slik at hele kobbertråden er omgitt av væske.
3. Legg posen flatt på det svarte papiret og klem igjen lukkingen på posen.
4. Se hva som skjer!

Forklaring:

Sølv er et mer edelt metall enn kobber. Derfor tar sølvionene i løsningen opp elektroner (se figur på side 3) fra kobberatomene i tråden. Slik bytter kobberatomene og sølvatomene plass; kobberatomene vandrer ut i løsningen som ioner, mens sølvatomene legger seg som rent sølv på utsiden av kobbertråden. Løsningen i posen blir etter hvert blå på farge, noe som er typisk for kobberløsninger.

Sikkerhet og opprydding:

- Sølvnitratløsning virker irriterende på hud og øyne. Bruk derfor vernebriller som beskyttelse, og skyll eventuelt med øyeskyllevæske ved sprut på øyet. Får du noe på huden må du skylle av med vann.
- Kobberioner er giftige for dyr som lever i vann. Læreren må derfor samle sammen posene og kaste dem som spesialavfall.

FAKTA

Ion:
Atom med positiv eller negativ ladning

Forsøk: Grunnstoffene i vann

I over to tusen år trodde mennesker at vann var et grunnstoff. Nå vet vi at vann er en forbindelse av de to grunnstoffene hydrogen og oksygen. I dette forsøket bruker vi energien fra et batteri til å splitte vannet i sine to grunnstoffer. Til slutt lager vi vann igjen ved å la hydrogengass og oksyngengass reagere. Vi starter reaksjonen ved hjelp av en flamme.

Dette trenger du:

- to plastpipetter
- to binderser
- en liten bit sandpapir
- et batteri (9V)
- løsnig av natriumsulfat i vann ($0,2 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$) i et begerglass
- en petriskål
- en saks
- fyrstikker og telys

Slik gjør du det:

1. Klipp av halsen på den ene plastpipetten slik at det bare står igjen en liten tupp.
2. Bøy ut bindersene til to rette tråder og puss trådene med sandpapiret (Det er et tynt, usynlig plastlag utenpå bindersene, og dette må bort før eksperimentet).
3. Stikk den ene bindersen inn gjennom platen på toppen av plastpipetten og ut igjen et lite stykke nedenfor. Gjør det samme med den andre bindersen. (Se bildet på neste side.)
4. Pass på at bindersene ikke berører hverandre.
5. Bøy bindersene som stikker ut fra pipetten 90 grader.
6. Bruk den hele pipetten til å fylle natriumsulfatløsningen i den avklipte pipetten.
7. Hold den avklipte pipetten med væske over en petriskål, og før bindersene mot hver sin pol på batteriet, som på bildet. Legg merke til hva som skjer inne i pipetten.

Etter at boblingen (gassutviklingen) er ferdig, la det henge igjen en dråpe i tuppen på pipetten. (Det er viktig å ikke snu pipetten slik at åpningen peker oppover, for da mister du all gassen du har laget.) Før pipetten bort til en flamme og klem ut gassen i pipetten. Hva skjer?

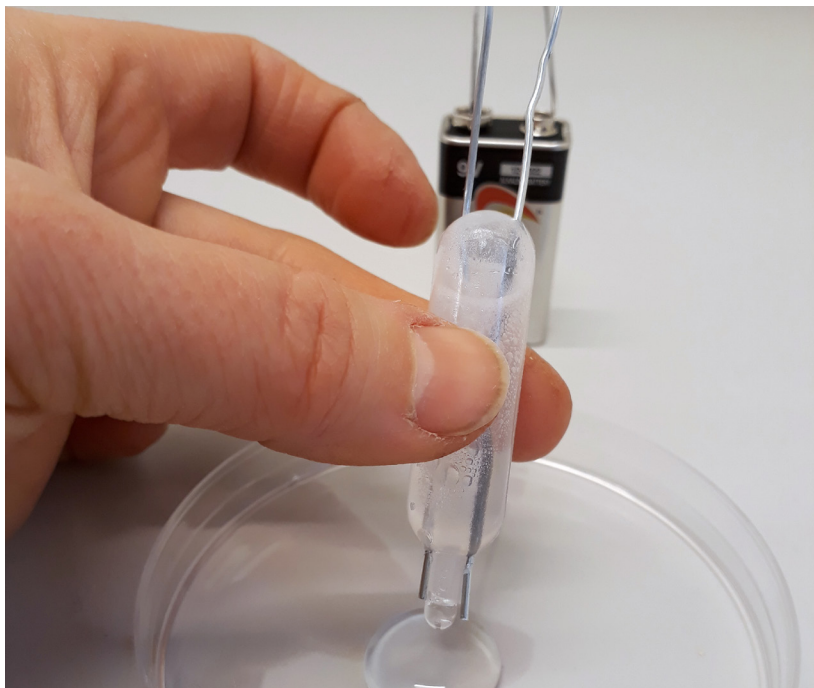
Forklaring:

Energien fra batteriet setter i gang en reaksjon som spalter vannmolekyler (H_2O) slik at vi får dannet hydrogenmolekyler (H_2) og oksygenmolekyler (O_2). Vi kan se at det blir dannet hydrogengass og oksygen-gass ved at det oppstår bobler inne i pipetten. En gnist er alt som skal til for å få de to gassene til å reagere sammen og danne vann igjen. Det er typisk at det smeller når hydrogengass og oksygen-gass reagerer, derfor kalles en blanding av de to gassene for knallgass.

Opprydding:

Hell ut løsningen i petriskålen i vasken og vask petriskålen. Ta ut bindersene og samle disse sammen til nytt bruk. Kast pipetten i plastavfall.

Kilde: Eggen og Kvittingen, Elektrolyse av vann – del 2, hentet fra:
<https://www.naturfag.no/forsok/vis.html?tid=664836>



Med hjelp av et batteri kan du splitte vann i sine to grunnstoffer hydrogen og oksygen. Foto: NTNU.

Vi lever i den nye steinalderen

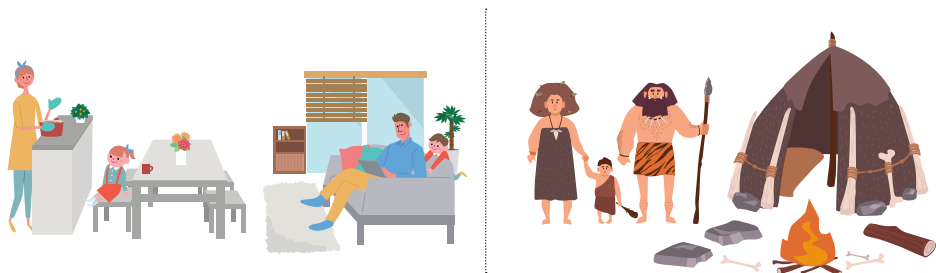
Steinalderen, fra 2 000 000–1800 før vår tid, er kjent som tiden da mennesket lagde verktøy og våpen av stein. Spesielt flintstein ble brukt, siden den kan lage veldig skarpe kanter og egger som kan brukes til kniver, piler og mer.

Det rare er at vi i dag er enda mer avhengig av stein enn i steinalderen. Her er noen eksempler:

- Vekkeklokka ringer 7:00 for at du skal rekke skolen. Klokka er laget av metaller som utvinnes fra mineraler.
- Du går på do og vasker hendene. Vasken er laget av keramikk, som er brent leire.
- Du skjærer brød med en kniv som er laget av metall.
- Du drikker melk av et glass som er laget av sand.
- Du tar på deg klær som er laget av plast (polyester). Dette er laget av råolje. Ikke ulikt bensinen til bilen.
- Du tar opp mobilen og ringer vennen din. Mobilen er laget av grunnstoffer som gull. Den inneholder også andre metaller, glass og plast.
- Totalt er mobilen nesten 100 % stein.

Slik fortsetter dagen din. Alt rundt deg i hverdagen er laget av grunnstoff, mineraler og stein.

Antall grunnstoffer brukt i teknologi og industri har økt voldsomt de siste 300 årene. Fra å bare bruke bare noen få på 1700-tallet, bruker vi en utrolig mengde i dag.



Mens mennesker bare brukte noen få grunnstoffer i steinalderen, bruker vi mange flere grunnstoffer i dag. Illustrasjon: NGU.

Her kan du skrive...

Hva kan du om grunnstoffer nå, som du ikke kunne før?

I dette heftet har du
blant annet lest
at ...

Mennesket
har tatt i bruk flere
og flere grunnstoffer
til industri og
teknologi

Grunnstoffene
hydrogen og helium
utgjør 98 % av alt stoffet
i universet

Om lag
90 grunnstoffer
utgjør byggesteinene
for alt stoff
i verden

Kroppen din
inneholder grunnstoffer
som ble laget i stjerner
for milliarder av år siden –
du er stjernestøv!

Dmitrij Mendelejev
og flere andre vitenskaps-
folk utviklet et smart system
for å ordne grunnstoffene
for 150 år siden

Du kan splitte
vann i grunnstoffene
hydrogen og oksygen
ved hjelp av et
batteri

Stjernestøv – Kjemi i farta er et samarbeid mellom Institutt for lærerutdanning, Institutt for kjemi og Institutt for fysikk (Skolelaboratoriet) ved NTNU, NGU og Viten-senteret i Trondheim i anledning det internasjonale året for periodesystemet i 2019.

Takk til verkstedene ved NTNU for utførelse av modeller. Takk til Institutt for lærerutdanning, Fakultet for naturvitenskap, Institutt for fysikk, Institutt for kjemi, Institutt for bioteknologi og matvitenskap, Institutt for materialteknologi, Institutt for kjemisk prosesseteknologi ved NTNU og DKNVS for økonomisk støtte.

Trykt utgave: ISBN 978-82-7923-087-8
Elektronisk utgave: ISBN 978-82-7923-088-5

