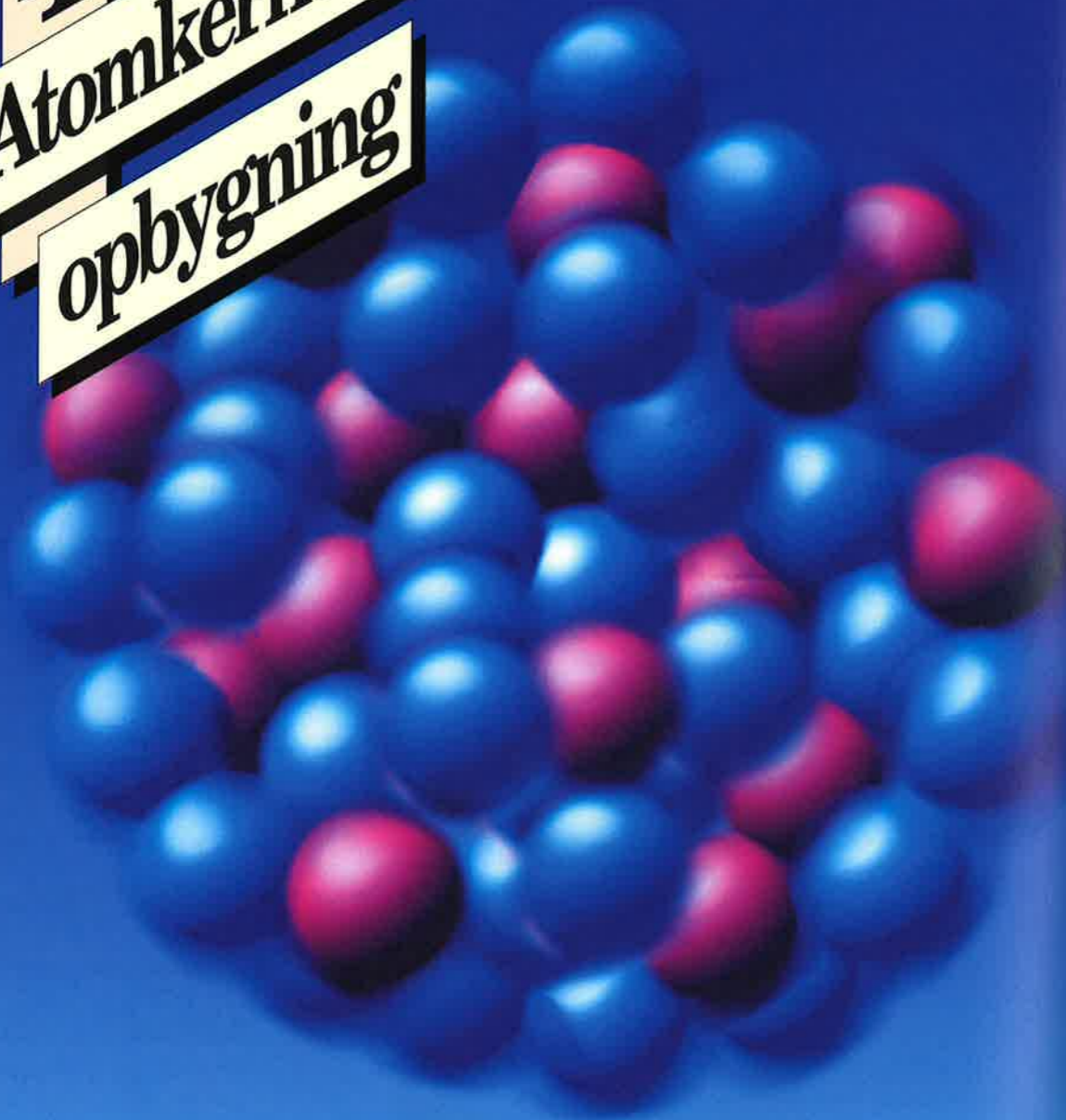


# 4 Atomkernerne opbygning



I dag ved vi, at en atomkerne består af et antal protoner og neutroner, som er i ustandselig bevægelse.

## Atomkernen – en vigtig del af atomet

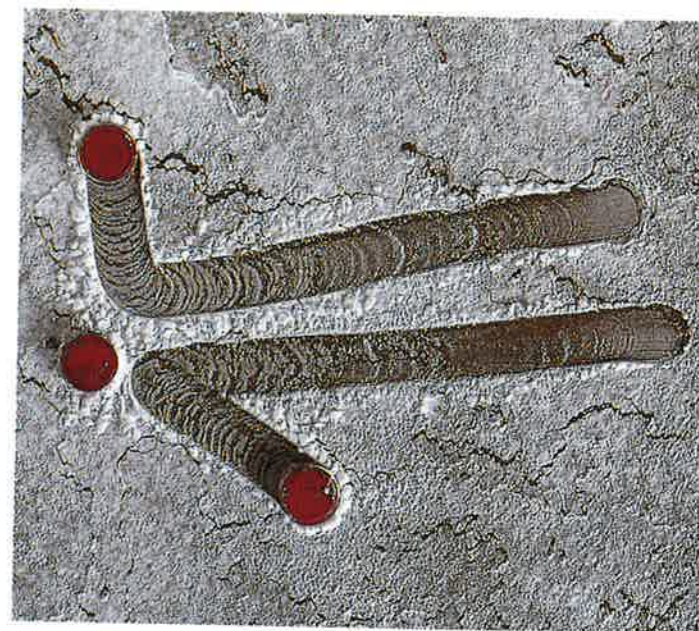
Lysstråler og røntgenstråler, som du har lært om i kapitel 3, udsendes fra den ydre del af atomet – fra *elektronsystemet* omkring atomkernen.

Men inde i selve kernen foregår der også vigtige og spændende ting.

## Protonens opdagelse

Efter at Rutherford i 1911 havde påvist, at alle atomer indeholder en atomkerne (se side 18), var man meget interesseret i at finde ud af, hvad atomkernen består af.

Derfor beskød man ligesom Rutherford forskellige slags metalfolier med alfapartikler. Dette kunne give et indtryk af, hvor stor den positive ladning i de forskellige foliers atomkerner var. Jo større kerneladning, jo mere ville alfapartiklerne blive afbøjet – ligesom du i laboratorieopgave 2 ville have fået større afbøjninger, hvis den faststående magnet havde været kraftigere.



Hvis den faststående magnet i dine forsøg i laboratorieopgave 2 havde været kraftigere, ville alle afbøjninger have været større.

På denne måde fandt man ud af, at jo tungere et grundstofatom er, jo større er dets positive kerneladning. Man kunne endda ud fra forsøgsresultaterne beregne den omtrentlige størrelse af flere grundstofatoms kerneladning.

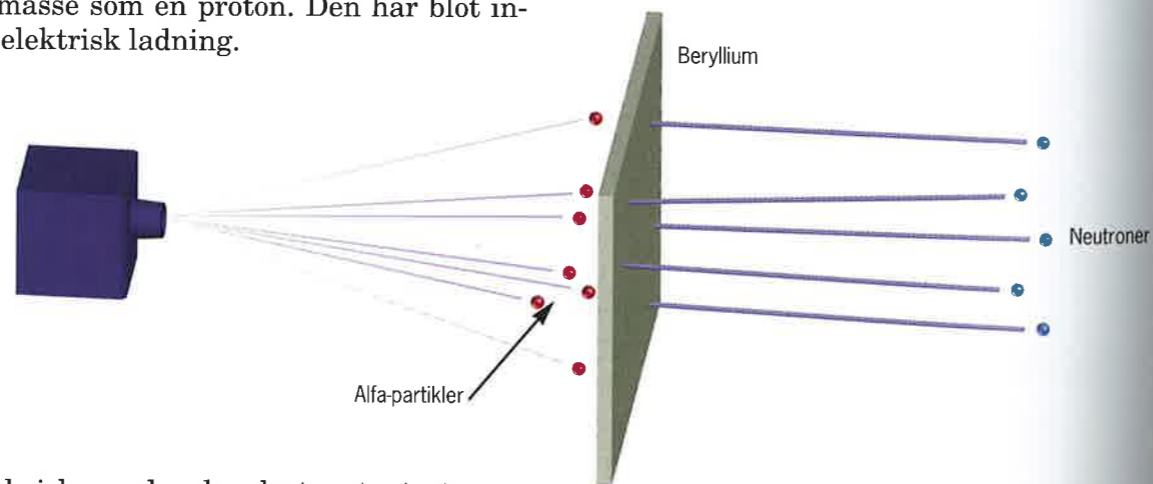


Derfor blev man efterhånden overbevist om, at det letteste atoms kerne – hydrogenkernen – kun består af en enkelt partikel, hvis ladning netop er 1 positiv elementarladning. Man kaldte denne partikel for en *proton*.

Forsøgene viste også, at alle de andre atomkerner, hvis ladning man kunne måle, havde en positiv ladning, der udgjorde et helt antal elementarladninger. Det kunne kun skyldes, mente man, at de forskellige atomkerner indeholdt et forskelligt antal protoner.

### Neutronens opdagelse

I 1932 opdagede den engelske fysiker James Chadwick, at når han beskød en plade af grundstoffet beryllium med alfapartikler, blev der udsendt nogle neutrale partikler fra pladen. Han gav disse partikler navnet neutroner, og det lykkedes ham at vise, at en neutron har omtrent den samme masse som en proton. Den har blot ingen elektrisk ladning.



James Chadwick (1891-1974) opdagede neutronen i 1932. Han modtog Nobelprisen i 1935.

Chadwicks opdagelse løste et stort problem. Hidtil havde man ikke kunnet forstå, at for eksempel et oxygenatom, som man vidste indeholdt 8 protoner, ikke vejede 8 gange så meget som et hydrogenatom – men derimod 16 gange så meget!

Nu blev man klar over, at det måtte skyldes, at oxygenkernen foruden de 8 protoner også indeholder 8 neutroner. På lignende måde er alle andre atomkerner opbygget af protoner og neutroner.

### Atomernes masse

Allerede før man kendte ret meget til atomernes opbygning, var man i stand til at finde den gennemsnitlige masse af de enkelte atomer i en stofmængde. Kemikerne kunne nemlig beregne, hvor mange atomer der var i en bestemt mængde stof. For at finde massen af et enkelt atom behøvede og dividere med antallet af atomer.

På denne måde lykkedes det for eksempel at finde ud af, at et hydrogenatom har en masse på kun ca.

0,000 000 000 000 000 000 000 0017 g.

For kul-atomets vedkommende fandt man en ca. 12 gange så stor værdi og for oxygenatomet en ca. 16 gange så stor værdi.

For at undgå at skulle arbejde med så uhyre små tal er man blevet enige om at udtrykke atomernes masse i en enhed, som kaldes en atommasse-enhed, og som forkortet skrives 1 u (efter det engelske ord for enhed „unit“).

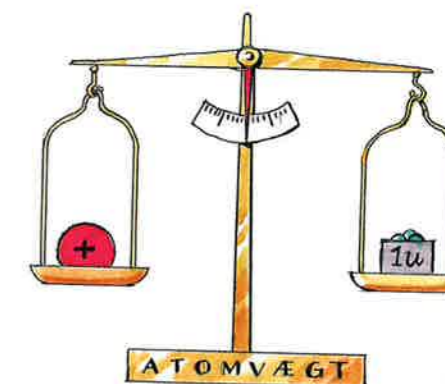
1 u er defineret som  $\frac{1}{12}$  af et kulstofatoms masse. Kulstofatoms masse er derfor 12 u, mens hydrogenatoms masse er meget tæt ved at være 1 u.

En proton og en neutron får på denne måde begge en masse på ca. 1 u, mens en elektrons masse kun er  $\frac{1}{1836}$  af protonens masse. Der skal derfor 1836 elektroner til for at opnå samme masse som en proton.

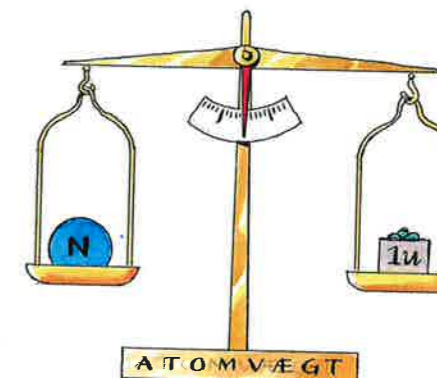
### Atomets byggesten

Alle atomer er opbygget af protoner, neutroner og elektroner.

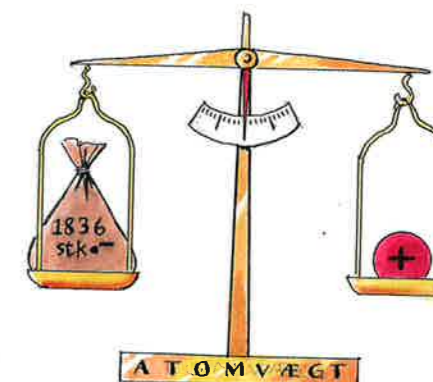
Protonerne og neutronerne, som danner kernen, kaldes med en fællesbetegnelse for kernepartikler eller *nukleoner*. De ligger ikke stille, men bevæger sig rundt mellem hinanden, mens elektronerne kredser omkring kernen i stor afstand. Antallet af nukleoner i en atomkerne kaldes nukleon-tallet.



En proton har ca. massen 1 u.






En neutron har ca. massen 1 u.



1836 elektroner har tilsammen samme masse som en proton.

#### Atomets byggesten

 Proton (ca. 1 u)	 Neutron (ca. 1 u)	 Elektron (ca. $\frac{1}{2000}$ u)
--	---	---

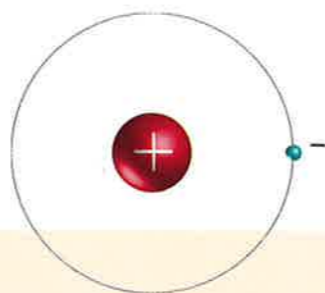
Her er på en forenklet måde tegnet de tre første atomer i det periodiske system. Samtidig er der vist, hvordan en atomfysiker skriver betegnelsen for de pågældende atomkerner.

### Nr. 1: Hydrogen H

Et normalt hydrogenatom består af én proton (positiv), der omkredses af én elektron (negativ). De to modsatte og lige store ladninger bevirker, at atomet udadtil virker elektrisk neutralt.

Hydrogenatomet har fået plads nr. 1 i det periodiske system, fordi kernen indeholder 1 proton.

Atomets masse er ca. 1 u, da atomkernen kun indeholder 1 nukleon. (Elektronens masse er så lille, at vi her ser bort fra den.)



ANTALLET AF NUKLEONER SKRIVES ØVERST TIL VENSTRE FOR SYMBOLET

ATOMETS NUMMER SKRIVES NEDERST TIL VENSTRE FOR SYMBOLET



### Nr. 2: Helium He

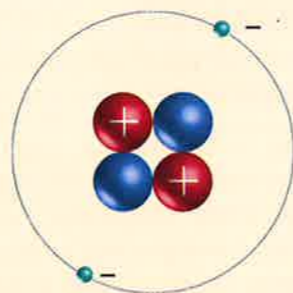
Et normalt heliumatoms kerne består af 2 protoner og 2 neutroner.

Denne kerne omkredses af 2 elektroner, hvorfor atomet udadtil virker elektrisk neutralt.

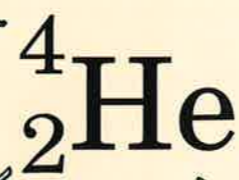
Heliumatomet har fået plads nr. 2 i det periodiske system, fordi kernen indeholder 2 protoner.

Da antallet af nukleoner i alt er 4, er atomets masse ca. 4 u.

Læg mærke til, at atomets nummer (2) er skrevet nederst til venstre for symbolet, mens nukleontallet (4) er skrevet øverst til venstre for symbolet. Nukleontallet angiver samtidig, hvor mange atommasseenheder (u) atomets omtrentlige masse udgør.



NUKLEONTAL



DENNE BETEGNELSE LÆSES: "TO FIRE HELIUM"

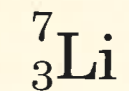
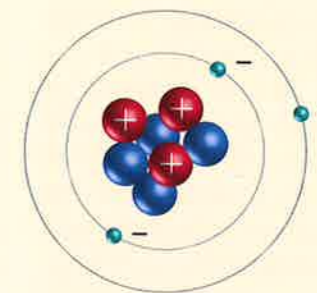
ATOMNUMMER

### Nr. 3: Lithium Li

Et normalt lithiumatoms kerne består af 3 protoner og 4 neutroner. Da kernen omkredses af 3 elektroner, virker atomet udadtil neutralt.

Lithiumatomet har fået plads nr. 3 i det periodiske system, fordi kernen indeholder 3 protoner.

Da nukleontallet i alt er 7, er atomets masse ca. 7 u. (Den atomfysiske betegnelse læses: "Tre syv lithium".)



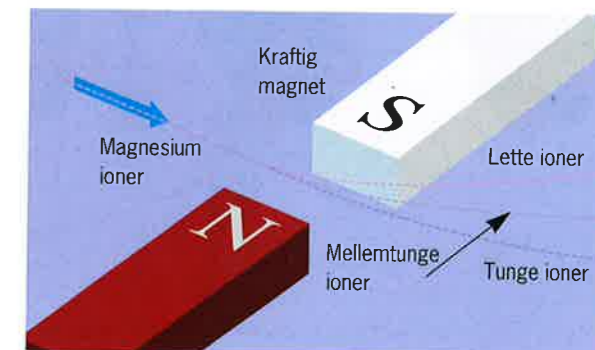
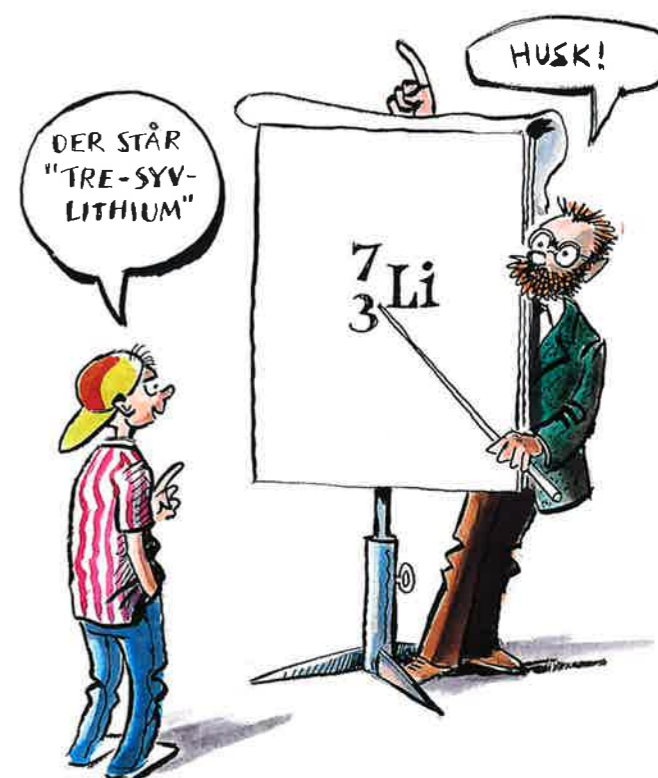
På tilsvarende måde kunne vi fortsætte med andre atomer. For hvert enkelt atom er det *antallet af protoner*, som bestemmer, hvilket grundstof der er tale om, samt hvilken plads det har i det periodiske system. Antallet af protoner angiver også, hvor mange elektroner, kernen kan fastholde – og dermed grundstoffets kemiske egenskaber.

### Isotoper

På side 15-17 omtalte vi, hvordan J.J. Thomson bestemte elektronens masse ved hjælp af afbøjningsforsøg i et Thomsonrør.

På tilsvarende måde kan man bestemme massen af et grundstofs atomer ved først at fjerne en eller to af atomernes yderste elektroner, hvorved atomerne omdannes til ioner. Disse ioner kan så accelereres op til en bestemt fart og derefter afbøjes i et elektrisk felt og i et magnetfelt. Ud fra afbøjningernes størrelse kan man beregne ionernes masse.

Ved forsøg af denne art har det vist sig, at ikke alle atomerne i et grundstof er lige tunge. Hvis man for eksempel i et magnetfelt som vist på tegningen afbøjer en stråle af magnesium-ioner, deler strålen sig i 3 dele, som ikke afbøjes lige meget op efter, fordi strålen indeholder magnesiumioner med lidt forskellig masse. De letteste magnesiumioner afbøjes mest og de tungeste mindst.



Nøjagtige målinger har vist, at magnesium består af en blanding af atomer med en masse på henholdsvis 24 u, 25 u og 26 u.

Alle tre slags magnesiumatomer har naturligvis 12 protoner i kernen. Ellers var det ikke magnesium. Det er antallet af neutroner, der er forskelligt i de tre kerner. De indeholder henholdsvis 12, 13 og 14 neutroner. Her ser du en skematisk tegning af de tre slags magnesiumkerner med hver sin atomfysiske betegnelse.

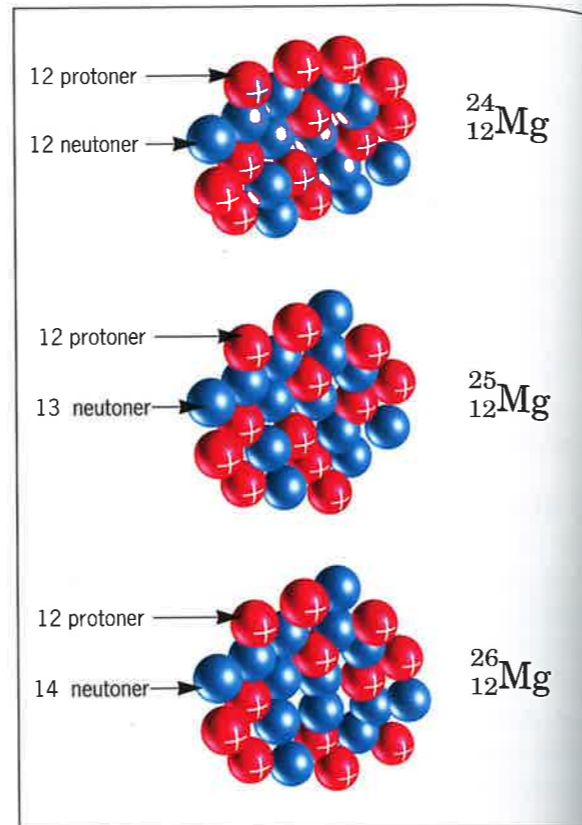
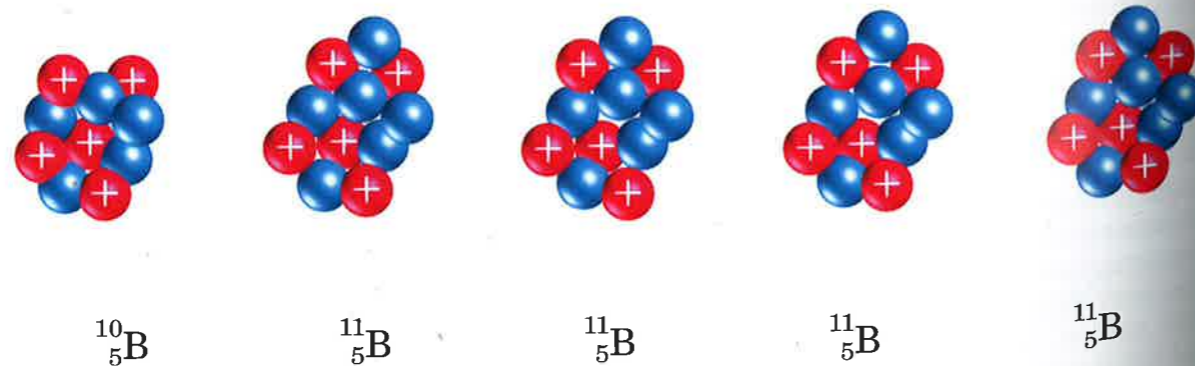
På samme måde består de fleste andre grundstoffer også af en blanding af atomer med samme prototal, men med et forskelligt antal neutroner i kernen.

Da alle et grundstofs atomkerner har samme positive ladning og derfor omkredses af det samme antal elektroner, har alle atomerne de samme kemiske egenskaber og skal derfor anbringes på samme plads i det periodiske system. Man kalder derfor disse atomer for isotoper, idet det græske ord „isotopos“ betyder „samme plads“.

### Grundstof-isotopernes masser

Det har vist sig, at i en tilfældig portion magnesium vil ca. 79% af atomerne have massen 24 u, 10% vil have massen 25 u og 11% vil have massen 26 u.

Andre grundstoffers isotoper forekommer i andre blandingsforhold. For eksempel består grundstof nr. 5 bor af to forskellige



Magnesiums 3 isotoper

isotoper, idet ca. 20% af boratomerne har massen 10 u og 80% har massen 11 u. Det betyder, at for hver gang der forekommer ét boratom med massen 10 u, er der fire boratomer med massen 11 u, som vist på denne tegning:

Disse 5 boratomer har tilsammen massen:

$$1 \cdot 10 \text{ u} + 4 \cdot 11 \text{ u} = 54 \text{ u}$$

Den gennemsnitlige atommasse må derfor være ca.:

$$\frac{54}{5} \text{ u} = 10,8 \text{ u}$$

I det periodiske system, som er anbragt bagest på indersiden af dette hæftes omslag, er de forskellige grundstofatomers gennemsnitlige masse angivet. Her ser feltet for grundstof nr. 5 bor således ud:

10,81	2
B	3
5	
Bor	

Tallet 10,81 angiver, at boratomernes gennemsnitlige masse er 10,81 u. (Når vi kun får 10,8, skyldes det, at vi har regnet med afrundede tal.)

I praktisk kemi er det kun de gennemsnitlige atommasser, man er interesseret i, når man for eksempel skal beregne, hvor store mængder man skal bruge af forskellige stoffer for at få dem til at reagere med hinanden og danne nye kemiske forbindelser.

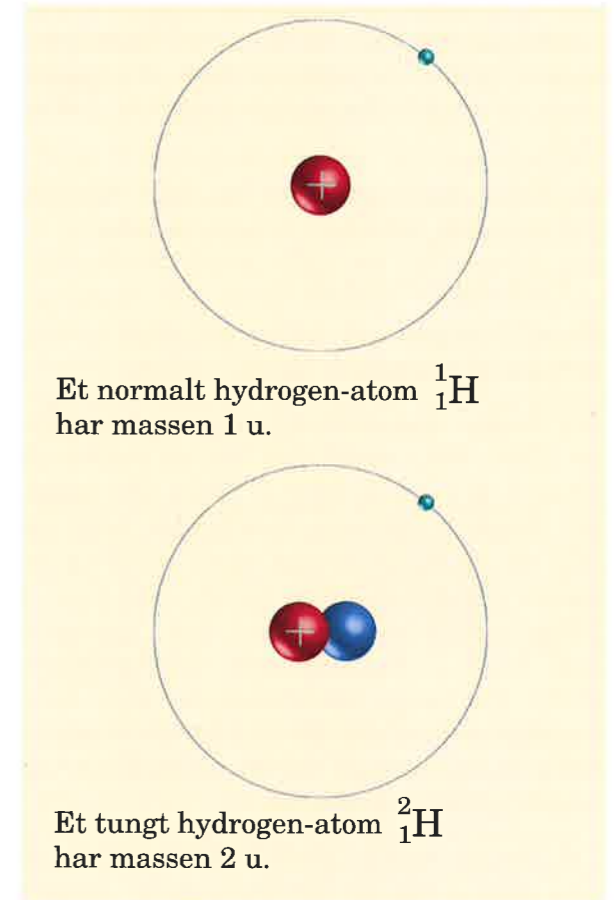
### Hydrogens isotoper og tungt vand

Det letteste grundstof, som forekommer i naturen her på Jorden, er hydrogen, som består af to isotoper:  $^1_1\text{H}$  og  $^2_1\text{H}$ . Den første er langt den almindeligste, idet 99,985% er af denne type, mens kun 0,015% er af den tunge type.

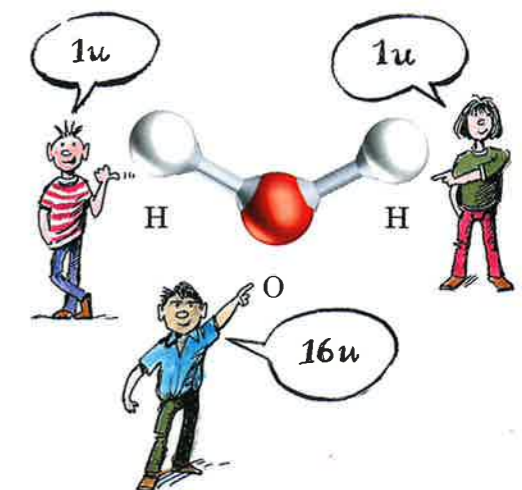
Begge isotoper kan naturligvis gå i forbindelse med oxygen og danne vand  $\text{H}_2\text{O}$ .

Da et oxygenatom har massen 16 u og et normalt hydrogenatom massen 1 u, må et normalt vandmolekyle  $\text{H}_2\text{O}$  have massen:

$$1 \text{ u} + 1 \text{ u} + 16 \text{ u} = 18 \text{ u}$$



Det tunge hydrogenatom har foruden en proton også en neutron i kernen. Det kaldes tungt hydrogen eller deuterium og betegnes ofte med det kemiske symbol D i stedet for H.



Et almindeligt vandmolekyles masse er 18 u.



## Vi bygger modeller af atomkerner

Vi kan få et indtryk af, hvordan nukleonerne i en atomkerne hænger sammen ved at bygge nogle modeller af de simpleste atomkerner.

Som "protoner" anvender vi nogle små skiveformede magneter, som frastøder hinanden, hvis de lægges ved siden af hinanden med den farvede side opad. De kan for eksempel være farvet røde ovenpå.

Som "neutroner" anvender vi nogle små skiver af blødt jern af samme størrelse som magneterne. De er ikke selv magnetiske, men vil blive tiltrukket, hvis de anbringes tæt ved siden af en magnet. "Neutronerne" kan for eksempel være farvet grønne, så vi kan kende dem fra de røde "protoner".



En model af den hyppigst forekommende lithiumkerne  ${}^6_3\text{Li}$  opbygget af små røde skiveformede magneter, som forestiller protoner, og grønne blødtjernskiver, som forestiller neutroner.

### Laboratorieopgave 4

#### Vi bygger nuklider

I denne laboratorieopgave skal I selv prøve at bygge atomkernemodeller af magneter og jernskiver.

Du vil derved få et indtryk af, hvordan atomkerner er opbygget. Du vil også opdage, at der er grænser for, hvor mange forskellige isotoper du kan bygge af det samme grundstof.



### Undervisningsprogram 2

#### Atomkernen

Det, som du har lært i kapitel 4 om atomkernernes opbygning, får du brug for, når du senere i bogen skal lære om radioaktivitet og kerneenergi.

Ved at løse teoriopgaverne i undervisningsprogram 2 i arbejdshæftet kan du prøve, om du har forstået de vigtigste ting i kapitlet.



## 5 Radioaktive stoffer

Her undersøger man med en geigertæller, om der er radioaktivt støv i luften.