

Atomer och joner

Kan man se atomer?

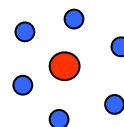
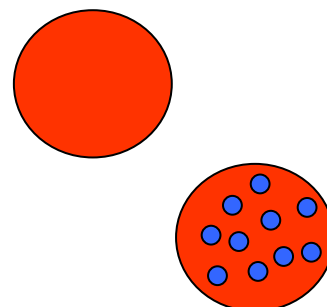
Idag har man instrument som gör att man faktiskt kan "se atomer" i ett elektronmikroskop. Med speciella metoder kan man se vilket mönster atomerna bildar i en kristall och då ser atomerna ut som runda bollar.

Hur atomernas inre ser ut kan man alltså inte avbilda. Däremot har man i alla tider försökt att skaffa sig en uppfattning - *en modell* - om atomens inre utgående från atomslagens egenskaper. Är grundämnet fast, flytande eller gasformigt? Är det en metall eller leder det inte ström? Är det hårt eller mjukt? Vilka kemiska föreningar kan atomslaget ingå i?

Modeller förändras med tiden och med den utökade kunskapen. Det gäller både för barn och för vetenskapen i stort. Den första modellen av en atom var helt enkelt en liten, liten kula, en modell som fortfarande kan vara bra vid enkla resonemang.

När man blev klar över att atomen innehöll både positiva och negativa delar blev modellen ungefär som en pudding med russin. Russinen motsvarade det negativa, elektronerna.

Sedan 1903 är man överens om att atomen har en positiv kärna av oerhört stor densitet som omsvärmas av negativa elektroner med mycket liten massa. *Modellen för hur dessa elektroner uppträder har däremot förändrats under 1900-talets lopp.*



En modell av kärnan

Ur en kemists synpunkt består kärnan av två slags tunga partiklar, *protonen och neutronen*, båda nästan lika tunga. Ordet tung betyder bara en jämförelse med andra partiklar i atomen, en proton har en massa på 0,000 000 000 000 000 000 001672648 gram.

Protonen har en positiv laddning, laddningen +1, och neutronen är neutral. Alla kärnor som har samma antal protoner (= antal positiva laddningar) tillhör samma grundämne. Kärnans laddning bestämmer alltså grundämnets identitet.

Neutronerna saknar laddning och deras antal i en kärna kan variera något. Ett och samma grundämne kan därmed ha olika *isotoper*, *olika tunga atomer*.

Isotoper man hör talas om.

Det allra enklaste atomslaget är väte. I vanligt väte innehåller kärnan en enda partikel, en proton. Men det finns en isotop av väte som brukar kallas "tungt väte" och vars kärna innehåller både en proton och en neutron.

En kolatom har vanligtvis 6 protoner och 6 neutroner i kärnan. En kolatom väger alltså ungefär 12 ggr så mycket som en atom av vanligt väte. Den vanligaste kolisotopen kallas "kol 12" men det finns också "kol 14" som har 8 neutroner i kärnan. Den isotopen är inte så vanlig i naturen, men används för åldersbestämningar av arkeologiska fynd. (Talet 14 i kol 14 anger alltså summan av antalet protoner och neutroner.)

"Uran 238" har 92 protoner i kärnan och 146 neutroner, medan "uran 235" också har 92 protoner men bara 143 neutroner. Det är kärnan av den mera sällsynta uran 235 som klyvs i en kärnreaktor.

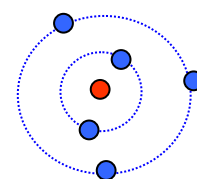
Naturens tyngsta atomslag med stabil kärna är bly med 82 protoner och 126 neutroner. Tyngre atomslag är radioaktiva, dvs deras kärnor sönderfaller vartefter och skickar ut radioaktiv strålning. Det kan gå väldigt långsamt och ta flera miljoner år. Då hittar man atomslaget i naturen i små mängder. Men det kan också gå mycket fort och då existerar ämnet inte i naturen.

När man försöker framställa nya grundämnen låter man lätta kärnor som accelererats kraftigt krocka med och tas upp av mycket tunga kärnor, vilket är betydligt svårare än det låter.

Nog om atomkärnan! Kemin hänger ihop med det som omger kärnan – elektronerna.

En modell av elektronerna runt kärnan

Du har säkert en egen modell av hur en atom ser ut. De flesta ser framför sig ett slags planetsystem där atomkärnan motsvarar solen och elektronerna planeterna. Den modellen är ett försök att beskriva dansken Niels Bohrs tankar (1913) som blivit en modell för alla skolbarn. Elektronerna ritas då i banor runt kärnan.



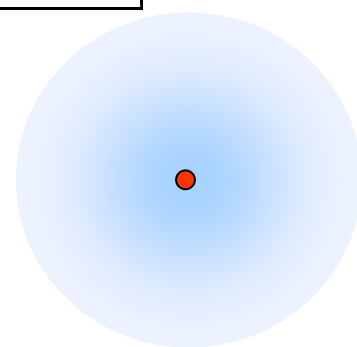
För nyfikna...

Bohrs modell var ett sätt att beskriva att varje elektronplats i en atom hade en bestämd energi och att elektronerna kunde hoppa mellan två platser, men aldrig finnas däremellan. Ungefär som pinnarna i en stege sitter på bestämda avstånd och att man inte kan sätta foten på någon höjd mellan pinnarna. Bohr förklarade inte *varför* det var så, men han visste från experiment med väteatomer att det *måste vara* så. (= Han satte upp ett postulat.)

På 1920-talet skedde ett stort genombrott för nya tankar om små partiklar. Kvantmekaniken gjorde sitt inträde. Detta skifte i tänkande innebar i stort sett att man insåg att när partiklar blir tillräckligt små lyder de inte vanliga mekaniska lagar. Små partiklar som elektroner kan också uppträda som om de vore vågrörelser.

Einstein hade tidigare visat att vågrörelser (t ex synligt ljus) kunde uppträda som om de vore partiklar. Att vågor och partiklar kan tolkas på detta sätt brukar kallas våg-partikel-dualismen och var fundamental för den fortsatta utvecklingen av naturvetenskapen.

Du har tidigare hört att gasmolekyler rör sig fort som JAS. Det är ingenting mot rörelsen hos elektroner. Därför är det egentligen omöjligt att säga var en elektron befinner sig. Innan man hinner tänka tanken är elektronen någon annanstans. Om man kunde fotografera elektronerna runt kärnan skulle det se ut som ett moln hur kort exponeringstid man än hade. Det här gör att elektronerna hellre beskrivs som moln av negativ laddning runt kärnan än små partiklar i banor. Det är en modell som visat sig kunna förklara lite mer än Bohrs planetsystems-modell.



För praktiska behov i skolan använder man ofta en bild med "partikelelektroner", mest för att kunna räkna dem. Det gör vi i figurerna nedan också.

Vad är en jon?

Saltpaketet i köksskåpet innehåller *atomslagen* natrium och klor, men inte som grundämnen utan som *joner* i en kemisk förening, natriumklorid (koksalt).

Grundämnet natrium är en metall som många minns från skolan för att den reagerade så häftigt med vatten. Det gör inte koksaltet hemma. Nej, natriummetall finns mest på laboratoriehyllorna och inom väldigt speciella användningsområden i industrin.

Grundämnet klor användes som stridsgas under första världskriget för att det skadar lungorna. Klor förstör bakterier och används för att rena ledningsvatten och vatten i bassänger.

Natrium och klor är alltså hälsovådliga som grundämnen men deras joner är mycket harmlösa.

Joner i salter är naturliga – grundämnen i naturen är sällsynt.

Om man undersöker hur olika atomslag förekommer i naturen ser man snabbt att de flesta inte alls förekommer som rena grundämnen. I stället hittar man grundämnena i form av salter av olika slag. Några exempel:

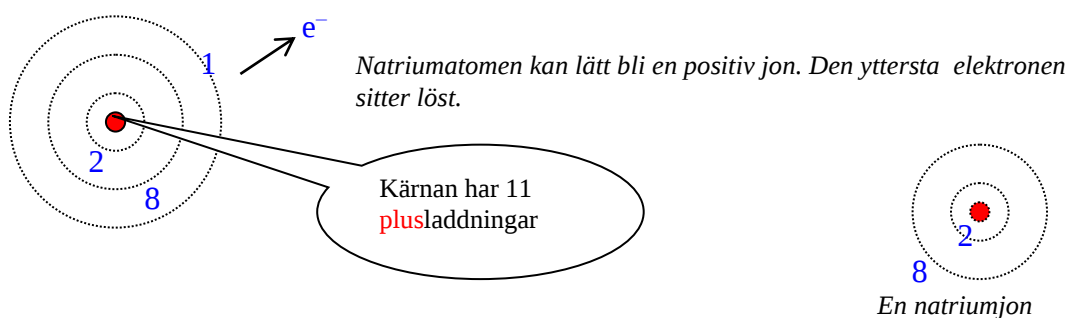
I naturen förekommer natrium som joner i fasta mineral eller i vattenlösningar som t.ex. havsvatten. Att natriumjonerna förekommer i lösningar beror på att de flesta natriumsalter är lösliga i vatten.

Salter som är olösliga i vatten bildar mineral och bergarter. (Som kvarts, fältspat, glimmer, hematit och magnetit.)

Några få grundämnen existerar fria i naturen. *Ädelgaser* som helium, neon och argon är just ädla (=vill inte reagera) och förekommer som atomer. *Syre* förekommer som grundämne i molekyler där atomerna är hopbundna två och två, likaså *kväve*. *Svavel* finns i vulkaniska trakter. *Grafit och diamant* är rent kol och några få "*ädelmetaller*" förekommer gedigna.

Hur bildas joner?

Atomen är neutral, men en jon är en laddad partikel. Om en atom blir av med en elektron övergår atomen till att bli en positivt laddad jon – elektronen som försvinner är ju något negativt.

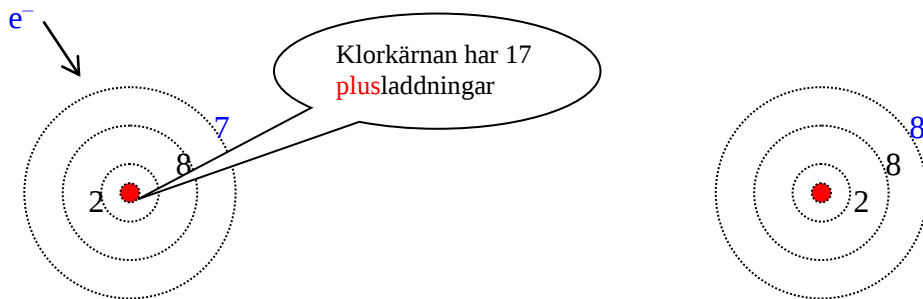


Natriumatomen kan lätt berövas en elektron och får därför laddningen +1. Atomslaget har visserligen 11 protoner i kärnan och 11 elektroner svävande runt kärnan, men bara en av dem sitter så löst att den kan slitas loss. Resten av elektronerna (10 st) bildar två "skal" av elektroner runt kärnan, ett skal med 2 elektroner, ett skal med 8 elektroner.

8 elektroner i ett yttersta skal är särskilt stabilt och ädelgaser har ofta 8 elektroner ytterst. När natriumatomen släpper sin 11:e elektron blir jonen alltså lika stabil som en ädelgas.

Det finns flera atomslag som är mycket lika natrium i sina egenskaper. Alla bildar joner med laddningen +1 och när kemister sorterar grundämnena i periodiska systemet hamnar de längst till vänster, i grupp 1.

Det finns också atomslag som vill ta upp elektroner. I periodiska systemet bildar t ex fluor, klor, brom och jod en grupp. De atomslagen har alla 7 elektroner ytterst, och om de *tar upp* en enda elektron övergår atomerna till negativt laddade joner med 8 elektroner ytterst – återigen som en ädelgas och lika stabil.



en kloridjon har en negativ laddning

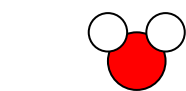
Ger man grundämnena natrium och klor chansen att reagera kommer en elektron att lämna varje natriumatom och de elektronerna går över till var sin kloratom. Positiva joner (Na^+) och lika många negativa joner (Cl^-) har bildats. Positiv och negativ laddning attraherar varandra och miljarder joner av vardera slaget ordnar sig tillsammans i ett regelbundet mönster, till saltkristaller.

Bilder av saltkristaller kan du hitta på www.krc.su.se
Klicka på undervisning och sedan på OH-bilder

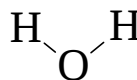
När ett salt bildas ur de grundämnena som ingår blir det *mycket varmt*. Värmen frigörs när de positiva och negativa jonerna binds till varandra (Att bryta en attraktion kräver energi, när partiklar attraherar (=binder) varandra frigörs energi.)

Vatten löser många salter

Många salter löser sig i vatten. Vatten i flytande form är ett förnämligt lösningsmedel just för ämnen som innehåller laddade joner. Det beror på vattenmolekylernas form. Du har säkert sett vattenmolekylen avbildad:

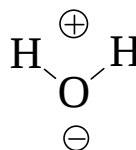


så här



eller så här

Atomerna sitter i vinkel. Väte (H) är positivt och syre (O) negativt. Det gör att vattenmolekylen får en plusände och en minusände:



Vattenmolekylerna kommer därför att dras till alla laddade partiklar. Blandar man ett salt med vatten kommer den negativa änden av vattenmolekylen att dras till positiva joner, som

Kemiskafferiet modul 3 kemiteori

natriumjonen, och den positiva änden till negativa joner som kloridjonen. Eftersom plus attraherar minus *binds* vattenmolekylerna till joner. Binds de tillräckligt bra löser sig saltet.

Ingen ordning alls?

Ibland blir det kallt när man löser ett salt i vatten, ibland blir det varmt.

Tänk dig en tävlan mellan saltet och vattnet:

Jonerna i saltet vill fortsätta att vara bundna till varandra. Det ”kostar energi” att slita dem från varandra.

Vattenmolekylerna vill binda sig till jonerna och då frigörs energi...

En drivkraft för att salt ska lösa sig är också att *naturen älskar oordning* och en lösning är väldigt oordnad jämfört med saltkristaller.

Varmt och kallt med salter utnyttjas kommersiellt.

När du provar att lösa salter i vatten kommer du att upptäcka att somliga salter ger en mycket het lösning, medan andra ger en iskall lösning. Givetvis utnyttjar man det kommersiellt. I sportaffären kan man hitta kylpåsar för idrottare som skadar sig (med saltet ammoniumnitrat), i specialaffärer för baby kan man köpa vällingvärmare för resor (med kalciumklorid).