

Undersökning av antalet atomer i en aluminiumfolie

Tanken med aluminiumfolieexperimentet är dels att eleverna själva ska finna metoder att lösa uppgiften, dels att de ska uppleva hur snabbt siffror växer i kemin. Eleverna ska också få en känsla av hur små atomerna är.

Eleverna behöver vänja sig vid att tänka att det är atomerna som reagerar i kemiska reaktioner. Det är förändringar i atomernas elektronstruktur som utgör själva reaktionerna. För att kemin ska bli begriplig behöver eleverna få samtala om vad som händer med atomerna. Varje partikel reagerar inte enligt förutsägelsen, men den övervägande majoriteten reagerar som förväntat.

Läraren äger frågan, eleverna planerar försöket

I den här laborationen är det eleverna som planerar försöket utifrån lärarens fråga. Poängen med laborationen är följande:

- Undersökningen illustrerar att atomer är mycket, mycket små.
- Eleverna formulerar en metod själva.
- Eleverna söker fakta för att lösa ett problem.

Hur laborationen kan inledas

Det är viktigt att förklara för eleverna varför de utför beräkningarna i försöket. Annars kan de lätt tro att försöket bara handlar om att utföra ett antal trick. Processen för att nå fram till svaren är behållningen av övningen för eleverna. (Traditionellt brukar lärare lockas att fokusera på att få fram Avogadros tal. Det är bara intressant för att det är ett stort tal. Talet hjälper inte eleverna att förstå kemiska beräkningar.)

Foliebitarna är vanlig hushållsfolie som är ungefär 10 mikrometer tjock (ett hårstrå motsvarar ungefär fem foliers tjocklek). Man kan även använda ugnsfolie vilken är ungefär 15 mikrometer tjock. Om man har bitar av båda folietjocklekarna och låter eleverna jämföra dem med känslan kan de engageras av att de känner sådan skillnad i styvheten som beror enbart på 5 miljondels meters skillnad.

Mätningar med linjal brukar ge tre siffrors noggrannhet på slutresultatet. Övriga ingångsvärden ges med minst den noggrannheten. Man kan tala om att eleverna inte får avrunda i beräkningarna, men att alla svar avrundas till lämpligt antal värdesiffror. Spontant skriver eleverna ofta alla siffror som räknaren ger. En del elever rundar gärna av tjockleken till 0,01 mm, ett värde som de sedan utgår ifrån för att sedan ange antalet atomer i kuben med alla displayens siffror. Det här kan vara bästa tillfället i hela kursen att ge eleverna en uppfattning om när värdesiffrorna är relevanta. Diskutera därför hur man ska behandla värdesiffrorna i delresultat och svar.



Hur eleverna tar sig an uppgiften

Elever tar sig an den här uppgiften på många olika sätt.

En metod med mycket liten noggrannhet

En del elever får idén att vika folien tvärs över ett antal gånger. Till exempel om de har vikt en ugnsfolie tvärs över sex gånger, då har antalet skikt i paketet blivit 64. När de mäter folien med en mm-graderad linjal avläser de att det blir nästan 1 mm. Om de delar 1 mm med 64 får de svaret 15,625 mikrometer, men det är ren tur att svaret ser bra. Mätningen med linjalen har nästan ingen noggrannhet alls. 1 mm är angivet med en enda siffra och därför ska svaret ges med en siffra det vill säga korrekt avrundat 20 mikrometer. Om det hade varit en hushållsfolie med 10 mikrometers tjocklek hade förmodligen resultatet även då hamnat i närheten av 15 mikrometer.

En metod med stor noggrannhet

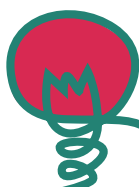
En metod som ger en bra noggrannhet och ger eleverna mer intellektuell tillfredställelse är följande: När eleverna studerar faktarutan ser de att den innehåller densiteten. Om de väger foliebiten får de förutsättningar att bestämma volymen. Om de mäter längd och bredd på folien saknas bara tjockleken för att beräkna volymen. Med vågen och densiteten har de räknat ut volymen och om de delar med arean så får de tjockleken. Ur faktarutan hittar de atomradien, som dubblerad ger diametern.

Om eleverna antar att atomerna ligger placerade som i koksalt, det vill säga som i en kub, kan de räkna ut att folien har ungefär 38 000 atomers tjocklek. En myntstapel av enkronor (antas vara 1 mm tjocka), ger en 38 meter hög stapel. Antalet atomer i en kub med kantlängden lika stor som folietjockleken alltså ungefär $5 \cdot 10^{13}$ atomer (38000^3). Det innebär att ungefär 10 miljarder sådana kuber tillsammans väger i närheten av molmassan eftersom de innehåller ungefär en mol atomer.

Siffrorna växer snabbt. Om man har några elever som invänder att aluminiumatomerna snarare är placerade i en tetraeder kan man låta dem hitta faktorer som kompenserar för tetraederformen i beräkningarna. Då ökar antalet atomer i kuben med ungefär 25 %. Beräkning av antalet atomer i 27 g aluminiumfolie grundat på kubisk form ger $4,8 \cdot 10^{23}$. Korrigerat för tetraederformen ger samma beräkning $6,0 \cdot 10^{23}$.

Förberedelser

Till undersökningen behövs aluminiumfolie, milligramvåg och linjal. För att göra lagom stora bitar av folien är det enklast att rulla ut en bit folie från rullen och att därefter vika folien i en rät linje (vinkelrätt mot utrullningsriktningen). Därefter gnuggar man med en slät yta (till exempel ovansidan av en nagel) längs vikningen. Därefter läggs folien så att foliedelen utanför vikningen hänger ned från en bordskant när vikningen följer kanten. Ta tag i folien på båda sidor om vikningen och dra den hängande delen snett nedåt in mot folien, då brukar folien dela sig längs vikningen.



När man viker folien och pressar vikningen fogar sig elektronerna i metallbindningen till situationen och man får en försvagning som finns kvar när man drar snett mot vikningen. Om man däremot drar vinkelrätt mot vikningen så anpassar de bindande elektronerna sig tillbaka till ursprungssituationen varvid försvagningen upphör och slumpen avgör var folien brister. Det här skulle kunna användas som illustration på hur en metallbindning uppför sig när man talar om metallernas smidbarhet.

Skolverket

www.skolverket.se

