

Kolorimetrisk undersökning

Tanken bakom det här experimentet är att låta eleverna få en aha-upplevelse när de arbetar med en färgad lösning. Med ett förförsök funderar de själva ut principen för en kolorimetrisk analys.

Eleverna bereder lösningen själva. De undersöker också sambandet mellan g/dm³ och mol/dm³.

Läraren äger frågan, eleverna planerar försöket

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

- Eleverna får arbeta med begreppet koncentration.
- Försöket kan användas för att introducera enheten molaritet.
- Elevernas förståelse för utspädning kan förbättras.
- Kolorimetrins principer introduceras.
- Eleverna försöker finna logiska samband i ett förförsök.
- Eleverna får erfarenheter som underlättar förståelsen av spektrofotometri.
- Eleverna utarbetar en egen metod.
- Eleverna lär sig att bereda en exakt lösning.

Hur laborationen kan inledas

Laborationen innehåller många moment och därför är det bra men en muntlig inledning. Ta upp att uppgiften är att bestämma den okända koncentrationen för en lösning. Nämn också att arbetet består av tre delar:

- att bereda en lösning
- att utifrån resultaten från förförsöken konstruera en analysmetod
- att tillämpa metoden på den beredda lösningen.

Läraren bör vara nära eleverna som resurs hela laborationen. Läraren bör visa hur man bereder en exakt lösning, helst under en lektion före laborationen. Eleverna behöver veta att man väger upp saltet och hur man gör en noggrann vägning. Det kan påpekas att man ska se till att få ned allt saltet i 10 ml- mätkolven. De behöver veta att man först fyller kolven till 2/3 med destillerat vatten. Därefter håller man lösningen i rörelse till dess allt saltet har löst sig. Man kan sedan snabbt fylla kolven till dess vätskan når upp till början av halsen för att avslutningsvis tillföra vattnet droppvis med pipett till dess vätskeytans buk står mitt för det markerade strecket i kolven.

Anledningen till att man håller lösningen i rörelse är att man vill transportera bort de upplösta jonerna från saltkristallernas ytor för att underlätta att resten av saltet löser sig. I och med att läraren berättar den här typen av detaljer underlättar man för eleverna att tänka på atomär nivå. Man kan koppla till vardagen och peka på att det är av samma anledning som man rör om sockret i kaffet.



Hur eleverna tar sig an uppgiften

I labbeskrivningen anges att eleverna ska bereda en lösning som är 15 g/dm³. Det händer att elever försöker väga upp 15 g salt och när de jämför det uppvägda med mätkolvens storlek inser de att något är fel. Då brukar de själva komma på att 15 g/dm³ medför att de ska väga upp 0,15 g till 10 ml.

Experimentellt värde

Majoriteten elever genomför laborationen så här: De tar med sig kolven till vågen. De väger upp saltet på en pappersbit (som är vikt för att underlätta överföring till mätkolven) och håller därefter saltet från papperet längs vikningen ned i kolven. När beredningen är klar går de över till förförsöket. De hämtar en mugg med rosa lösning. De fyller rören enligt anvisning och förutsäger att färgen ska se likadan ut i de båda rören sett uppifrån. När de tittar uppifrån inser de att de vill ha bra ljus och använder det vita papperet som bakgrund.

De förutsäger hur färgen ser ut, sett uppifrån i, det rör där de späder med ett par cm vatten jämfört med det andra röret. De flesta förutsäger att det ska bli ljusare. Kanske tänker de på att saften hemma blir ljusare när de späder den. Några säger att det ska bli mörkare, de tänker sig att en längre sträcka genom färgad lösning bör ge kraftigare färg. Eleverna blir ofta förvånade när de inte ser någon skillnad. En del tror att det är skillnad men att de av någon anledning inte ser den.

Vardagserfarenheten säger att en färgad saft som späds blir ljusare. Men det beror på att vi vanligtvis studerar färgen från sidan av glaset. Sett uppifrån ändras inte färgen vid spädning med vatten. Antalet färggenererande partiklar ändras nämligen inte och inte heller storleken på ytan man ser dem genom.

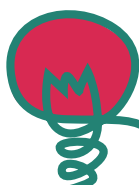
Sett från sidan är det också samma antal färgande partiklar men på grund av utspädningen ser man dem fördelade över en större yta. Därmed minskar färgintensiteten. En del elever kommer själva på hur detta kan användas för att utforma en metod. Andra behöver läraren hjälpa i rätt riktning genom att ställa frågor. I sina svar kan eleverna resonera om hur de ska komma vidare.

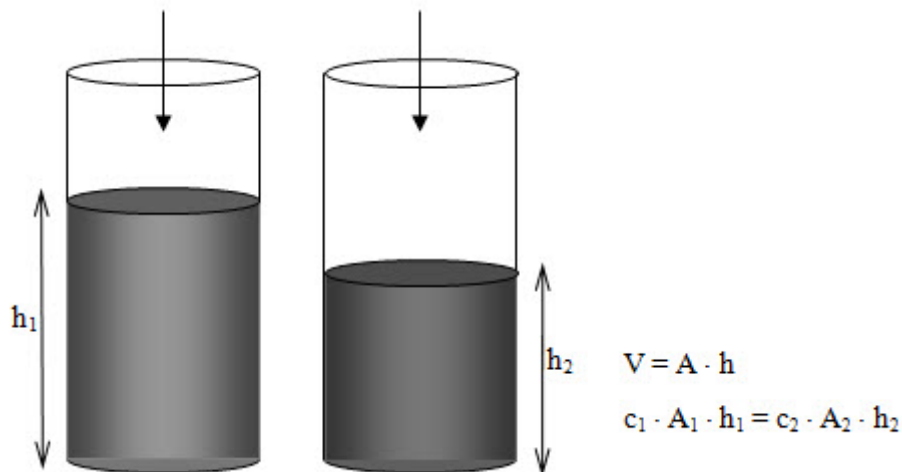
Förhoppningsvis tänker eleverna så här: Om det är samma färg sett uppifrån så innebär det att antalet mol färgande partiklar är samma i båda rören: $n_1 = n_2$. Målet är att bestämma koncentrationen hos den nyberedda lösningen och vi vet koncentrationen på referenslösningen. Alltså ska n skrivas om som c :

$$n = c \cdot V$$

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

Det är bekvämare att mäta höjden för lösningarna med linjal än att bestämma deras volymer.





Eftersom de båda rören är likadana, $A_1 = A_2$, kan ekvationen skrivas så här: $c_1 \cdot h_1 = c_2 \cdot h_2$.

Man håller hela den nyberedda lösningen i det ena röret och håller så mycket av referenslösningen i det andra röret att det blir samma färg sett uppifrån. Detta kan finjusteras genom att man använder en pipett för att suga bort eller droppa i mer lösning. Man bestämmer de båda höjderna med linjal och sätter in värdena tillsammans med referenslösningens koncentration i ekvationen och får ut den okända lösningens koncentration. Det var det experimentella värdet.

Teoretiskt värde

Som jämförelse omvandlar eleverna därefter den nyberedda lösningens koncentration från 15 g/L till mol/L med en beräkning. Genom att räkna kopplar eleverna ihop de olika enheterna. De får göra beräkningar och dessutom lära sig hur kristallvatten skrivs: $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

Eleverna upplever ofta punkten i kristallvatten som ett multiplikationstecken, men den symboliserar endast att fem vattenmolekyler hänger ihop med en formelenhet kopparsulfat. Om eleverna glömmer att lägga till 90 g/mol till molmassan för kopparsulfat blir beräkningen helt fel.

Molmassan är 249,6 g/mol för $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. Vid korrekt beräkning får de resultatet 0,060 mol/dm³ och från försöket har de fått ett snarlikt värde och därmed kan de se att de har fått samma resultat på två olika sätt.

Ekvationen $c_1 \cdot h_1 = c_2 \cdot h_2$ är Lambert Beers lag i förenklad form. $A = \epsilon b c$. När man mäter på samma ämne hela tiden är ϵ detsamma för varje mätning. När absorptionen (färgstyrkan) är densamma för två mätningar kan man sätta högerleden lika med varandra. b anger hur lång sträcka som ljuset passerat genom provlösningen så b motsvarar h i försökets ekvation. Eleverna har tagit första steget till att förstå spektrofotometri.

Förberedelse

Börja med att märka 25 ml-burkar med 0,10 mol/dm³ CuSO_4 och fylla dem till hälften. Duka fram filterpapper eller vitt kopieringspapper, eleverna ska använda det som bakgrund för att få så bra ljus som möjligt när de jämför nyanserna på lösningarna. Se till att eleverna lyfter upp rören så att de tittar genom rören uppifrån mot en oskuggad yta.



Ställ fram burkar med $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ vid milligramvågen. I förförsöket används med fördel röd hushållsfärg eftersom det kan hällas i vasken utan miljökonsekvenser. Vatten hälls i en bägare och tillräckligt av färgen tillsätts för att lösningen ska bli rosa men inte mörkt rosa (testa före labbtillfället).

