

En dimmig dag på ett metallåtervinningsverk

Målgrupp: Arbetet har utvecklats för gymnasiets kurs KE4, vars centrala ämnen är råvaror viktiga i industrin och reduktions-oxidationsreaktioner. Med mindre djupgående teoridel och den färdiga beräkningsexceln lämpar sig arbetet även för högstadi-elever.

Längd: Ungefär 60 min

Motivation: I arbetet bestämmer man kopparhalten för metallmaterial. Eleven jobbar på ett metallåtervinningsverk till vilket en kund hämtar en stor mängd metallmaterial för återvinning. Eleven borde bestämma hur mycket kunden borde betalas för metallmaterialet då återvinningsverket betalar 2 € för varje kilogram koppar som kan återvinnas från metallmaterialet.

Inlärningsändamål: Målet i arbetet är att eleven lär sig om experimentella metoder och om förbehandling av prover. I arbetet lär man sig hur en spektrofotometer fungerar och grundprinciperna i spektrofotometriska metoder, samt hur man ritar kalibreringslinjer (omvandlingslinjer) både för hand och med dator.

Nyckelord: Koncentration – Spektrofotometri – Absorbans – Omvandlingslinje – Återvinning – Metaller

SÄKERHET OCH AVFALLSHANTERING

- Använd skyddsglasögon, laboratorierock och skyddshandskar när du utför experimentet. Stänk ska **omedelbart** sköljas med riklig mängd vatten. Kontakta läkare vid behov.
- Salpetersyra är en stark syra. Koncentrerad salpetersyra är starkt frätande och endast läraren får handskas med den.
- Ammoniaklösning är basiskt. Den fräter och irriterar huden.
- När koppar löses upp i salpetersyra frigörs giftigt kvävedioxid. Gör arbetsskedet i **dragskåp**.

- Kopparlösningarna samlas upp som oorganiskt tungmetallavfall.

BERÄTTELSE

Du jobbar på ett metallåtervinningsverk. En kund har hittat i ett förrådshus, som ska rivras, 1200 kilogram gult metallmaterial och hämtar det till metallåtervinningsverket. Återvinningsverket betalar 2 € för varje kilogram koppar som kan återvinnas från metallmaterialet. Kunden uppskattar att materialets kopparhalt är åtminstone 50 %. Vad gör du?

- a) Du testar om kunden tar emot ett erbjudande på 1000 €.
- b) Du bestämmer materialets kopparhalt med hjälp av experimentella metoder.

INLEDANDE FRÅGOR

Trots att koppar är en ädelmetall reagerar den med salpetersyra. Varför? Skriv reaktionen då kopparmetall reagerar med koncentrerad salpetersyra, samt reaktionen mellan kopparmetall och utspädd salpetersyralösning. Hur skiljer sig reaktionerna?

Koncentrerad salpetersyra oxiderar koppar till oxidationstillståndet +II, samtidigt som kvävet oxidationstal ändrar från +V till +IV. Brun NO₂ bildas i reaktionen.



I reaktionen med utspädd salpetersyra bildas färglös kvävemonoxid, där kvävet oxidationstal är +II.



Man använder koppar som ren metall men också i legeringar. Hurdana metallegeringar som innehåller koppar finns det och vad används de till?

I tabellen nedan finns en lista på metallegeringar som innehåller koppar.

Legering	Legeringens huvudkomponenter
Mässing	Koppar och zink
Brons	Koppar och tenn
Konstantan	Koppar och nickel
Nysilver	Koppar, nickel och zink

Varför återvinner man koppar och varför vill återvinningsverket betala sina kunder för metallmaterialet som hämtas för återvinning?

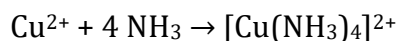
Återvunnet koppar kan användas i framställningen av nya kopparföremål. Industrier som framställer kopparprodukter köper återvunnet koppar så länge som metallens pris och renhetsgrad är lämplig. Genom att betala sina kunder, vill metallåtervinningsverket uppmuntra människor att återvinna metaller.

BAKGRUND

Koncentrerad salpetersyra oxiderar koppar enligt reaktionen nedan.



Kopparjonerna bildar med ammoniak blåa tetraaminkoppar(II)-joner.



Man kan få reda på metallmaterialets kopparhalt genom att först lösa upp metallen i salpetersyra och sedan blanda salpetersyralösningen i en ammoniaklösning. Ju mera koppar lösningen innehåller, desto starkare är lösningens blåa färg. Styrkan hos

lösningens färg kan mätas med hjälp av en spektrofotometer. Man jämför lösningens färgstyrka med färgstyrkan för lösningar vars koncentration man känner till.

REAGENS

- Metallmaterial, t.ex. mässingsspikar
- Koncentrerad salpetersyra
- 5 % ammoniaklösning
- Destillerat eller jonbytt vatten

MATERIAL

- Ett provrör av glas
- Tratt
- 50 ml måttflaska
- Mätcylinder
- Kyvetter och spektrofotometer
- Pipetter
- Våg

UTFÖRANDET AV ARBETET

FRAMSTÄLLNING AV LÖSNINGAR (LÄRAREN)

5 % ammoniaklösning: Späd ut 100 ml 25 % NH_3 -lösning till 500 ml med destillerat eller jonbytt vatten. Gör lösningen i måttflaska

Grundlösning av koppar (4 g Cu / l): Lös upp 3,143 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ i destillerat eller jonbytt vatten. Gör lösningen i en 200 ml måttflaska.

Utspädd standardlösning (200 mg Cu / l): Mät upp 25 ml 5 % ammoniaklösning i en 100 ml måttflaska. Pipettera 2 ml koncentrerad salpetersyra och 5 ml grundlösning av koppar (4 g Cu / l) i flaskan och fyll flaskan till det volymetriska märket med destillerat eller jonbytt vatten.

Koncentrerad standardlösning (1000 mg Cu / l): Mät upp 25 ml 5 % ammoniaklösning i en 100 ml måttflaska. Pipettera 2 ml koncentrerad salpetersyra och 25 ml grundlösning av koppar (4 g Cu / l) i flaskan och fyll flaskan till det volymetriska märket med destillerat eller jonbytt vatten.

FRAMSTÄLLNING AV PROVET

Väg upp cirka 0,05 g av metallmaterialet du ska undersöka. Skriv upp massan i tabellen nedan. Sätt den uppvägsda metallen i ett provrör i vilken läraren har mätt upp 1 ml koncentrerad salpetersyra. Gör arbetskedet i dragskåp.

Mät upp 13 ml 5 % ammoniaklösning i en 50 ml måttflaska. När metallen löst upp sig i syran, håll provrörets innehåll med hjälp av en tratt i måttflaskan. Skölj provröret med destillerat eller jonbytt vatten och håll vattnet i måttflaskan. Fyll flaskan till det volymetriska märket med destillerat eller jonbytt vatten.

MÄTNINGAR

Håll upp av standardlösningarna och av metallösningen du framställt i kyvetter. Undvik att röra kyvettens klara sidor, eftersom fingeravtrycken stör mätningarna. Ställ kyvetterna ett i taget i spektrofotometern och mät lösningarnas absorbans vid 600 nm. Skriv upp resultaten i tabellen nedan.

RESULTAT

	A	c (mg/l)	m(g)
Den utspädda standardlösningen		200	-
Den koncentrerade standardlösningen		1000	-
Metallprovet			

Förhållandet mellan lösningens absorbans och koncentration beskrivs av Lambert-Beers lag

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c,$$

där A är lösningens absorbans, ε är den molära absorptiviteten (konstant), b är avståndet som ljuset färdas igenom (antas vara konstant) och c är lösningens koncentration. Från formel ser man att lösningens absorbans är direkt proportionell mot lösningens koncentration.

Rita en omvandlingslinje på millimeterpapper med hjälp av standardlösningarnas absorbanser och koncentrationer. Du kan också rita linjen med ett lämpligt datorprogram. Avläs från omvandlingslinjen den egna metallösningens koncentration och beräkna kopparhalten i metallmaterialet. Beräkna också hur mycket metallåtervinningsverket borde betala för 1200 kg av metallmaterialet vars kopparhalt du bestämt. Återvinningsverket betalar 2 € för varje kilogram koppar i materialet. Du kan använda dig av ett lämpligt datorprogram i beräkningarna.

SAMMANFATTANDE FRÅGOR

Hur mycket koppar innehåller 1200 kg av metallmaterialet vars kopparhalt du just bestämt? Anta att kopparhalten är konstant genom hela metallmaterialet. Hur mycket borde metallåtervinningsverket betala kunden?

Avläs metallösningens koncentration från omvandlingslinjen du ritat. Mängden koppar och metallens värde beräknas med formelerna nedan.

Mängd (i kg) = (Metallösningens volym · Metallösningens koncentration · 1200 kg) / Metallprovets massa = (0,05 [l] · c [mg/l] · 1200 kg) / m [mg]

Pris = Mängd · 2 €/kg

Metallmaterialets exakta kopparhalt och pris kan också beräknas med excel-programmet.

Metallernas värde varierar med tiden. Detta har en inverkan på priset som metallåtervinningsverken kan betala sina kunder: När metallernas värde är högt kan återvinningsverken betala ett högt pris för metallmaterial som hämtas till återvinning, men om värdet är lågt är också priset lågt. Detta kan ha en inverkan på mängden metallmaterial som hämtas för återvinning. Tycker du att det skulle vara fördelaktigt för samhället att stöda metallåtervinningsverken genom att garantera ett högt pris även då när metallernas värde är lågt? Motivera ditt svar.

Om priset är lågt, kan mängden metall som hämtas till återvinning minska. Industrin blir tvungen att köpa metallerna från utländska producenter och utrikeshandel kapaciteten minskar (= exportens värde - importens värde). Från det här perspektivet skulle det vara fördelaktigt för samhället att stöda metallåtervinningsverkens priser.

Problemet kan också diskuteras ut energiperspektivet. Det krävs mindre energi för att återvinna metaller än vad det krävs för att utvinna metaller från malmer.