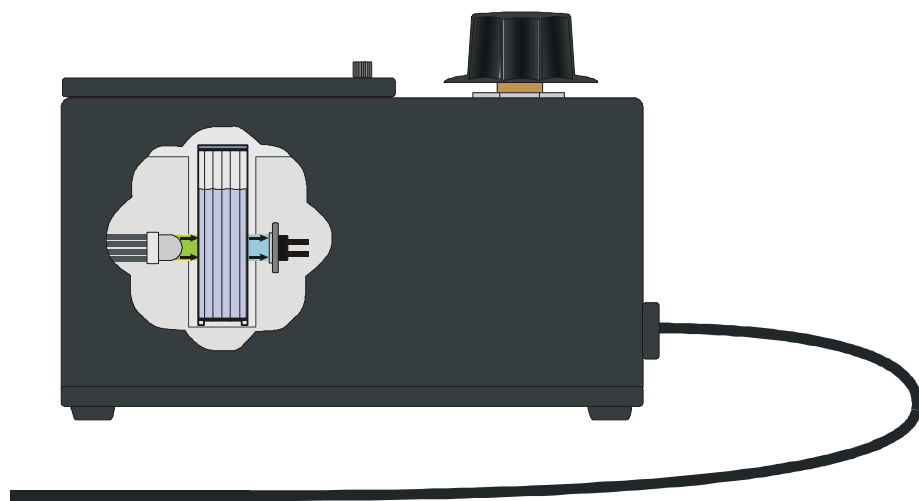
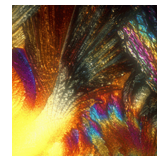


Colorimetrie



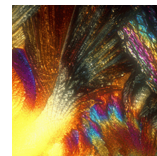


Inhoud

INTRODUCTIE	1
METINGEN MET DE COLORIMETER, CBL2™ EN DATAMATE™	2
Doelstelling	2
Benodigdheden	3
Veiligheidsadvies	3
Werkwijze	4
VERSLAG	10
INFORMATIE VOOR DE LEERKRACHT	11
Voorbeeld van meetresultaten	12

Referenties

Chemistry with Computers D.D. Holmquist, D. Volz
www.education.ti.com
www.rhombus.be
www.vernier.com
www.acros.be



Introductie

We gebruiken een colorimeter.

In de colorimeter bevindt zich een rode LED lichtbron. Het rode licht uitgestraald door de lichtbron zal door de oplossing gaan en tegen een fotocel aanbotsen. De nikkel-II-sulfaat oplossing heeft een diepe groene kleur. Hoe groter de concentratie van de gekleurde oplossing is, hoe meer licht afkomstig van de lichtbron zal geabsorbeerd worden. D.w.z. dat de transmissie van het licht vermindert bij toenemende concentratie. De colorimeter zal daarom ofwel de *extinctie* ofwel het *procent transmissie* van het licht meten

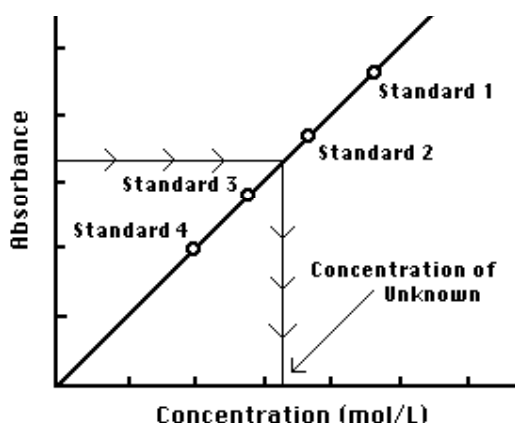
Je zal vijf nikkel-II-sulfaat oplossingen met gekende concentratie moeten bereiden = standaardoplossingen

Van elke oplossing doe je een kleine hoeveelheid in de voorziene testtube. De gevulde testtube plaats je in de colorimeter. De hoeveelheid licht die door de oplossing geraakt zal tegen de fotocel aanbotsen waarna dan de extinctie van elke oplossing kan worden gemeten.

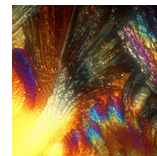
De grafiek van de extinctie in functie van de concentraties van de vijf standaardoplossingen levert een curve die het directe verband geeft tussen extinctie en concentratie van een oplossing. Dit verband is gekend als de wet van Lambert-Beer.

Een nikkel-II-sulfaat oplossing met een onbekende concentratie wordt gemeten met de colorimeter.

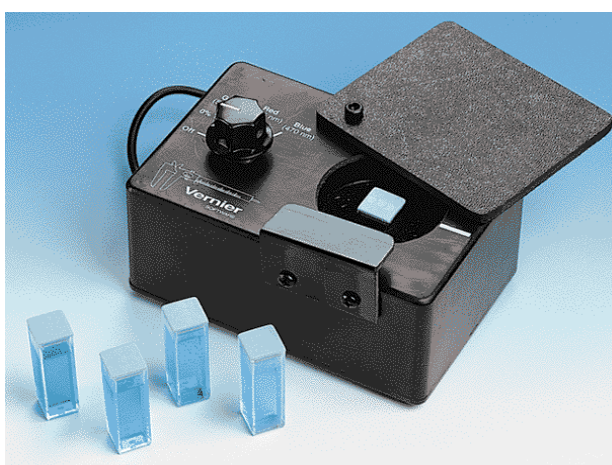
De concentratie van de onbekende oplossing kan op twee manieren worden bepaald:



1. De extinctie van de onbekende wordt op de verticale as van de grafiek aangebracht, de corresponderende concentratie kan dan op de horizontale as worden afgelezen.
2. Uit de richtingscoëfficiënt van de curve kan je ook de onbekende concentratie berekenen.

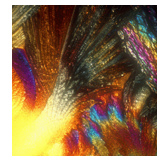


Metingen met de colorimeter, *CBL2™* en *DataMate™*



Doelstelling

Experimentele bepaling van de concentratie van een onbekende nikkel-II-sulfaat-oplossing met een colorimeter

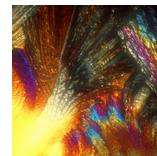


Benodigdheden

- *CBL2*TM interface
- *TI-83 Plus*
- *DataMate*TM programma
- Een colorimeter
- Een testtube
- Een pipetvuller
- 2 Bekerglazen 100 mL
- 5 reageerbuisjes (20x150 mm)
- 2 pipetten 10 mL
- Een roerstaaf
- 30 mL 0,40 mol/L NiSO₄ oplossing
- 5 mL NiSO₄ oplossing (concentratie onbekend)
- Gedemineraliseerd water

Veiligheidsadvies

1. Draag een veiligheidsbril.
2. Gebruik de pipetvuller om de NiSO₄ oplossing over te brengen van het ene recipiënt naar het andere.
3. Verwittig je leerkracht als je per ongeluk NiSO₄ oplossing inslikt of op je huid krijgt.



Werkwijze

- De oplossingen

1. Doe ongeveer 30 mL van 0,40 mol/L NiSO₄ stockoplossing in een bekersglas van 100 mL.
2. Doe ongeveer 30 mL gedemineraliseerd water in een ander bekersglas van 100 mL.
3. Nummer vier droge reageerbuisjes van 1 t.e.m. 4 (de vijfde oplossing is het bekersglas met 0,40 mol/L NiSO₄ oplossing).
4. Pipetteer respectievelijk 2, 4, 6 en 8 mL 0,40 M NiSO₄ oplossing in de vier genummerde reageerbuisjes.
5. Pipetteer met een tweede pipet respectievelijk 8, 6, 4 en 2 mL gedemineraliseerd water in de vier genummerde reageerbuisjes.
6. Meng elke oplossing met een roerstaaf. Reinig en droog de roerstaaf als je van reageerbuisje wisselt.

Vooraleer je verdergaat, maak je de onderstaande tabel volledig

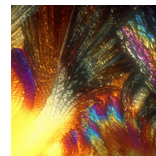
Nummer reageerbuisje	0,40 mol/L NiSO ₄ (mL)	Gedemineraliseerd H ₂ O (mL)	Concentratie NiSO ₄ (mol/L)
1	2	8	
2	4	6	
3	6	4	
4	8	2	
5	10	0	

- De meting met de colorimeter

7. Verbind de colorimeter met Channel 1 van de CBL2™.
8. Verbind de TI-83 Plus met de interface. Druk de kabeleinden stevig aan.
9. Maak een *blanco*.

Hoe?

Vul een lege testtube voor $\frac{3}{4}$ met gedemineraliseerd water. Sluit de testtube met een deksel.



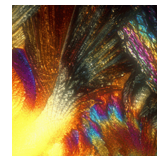
Opmerking

Hoe gebruik je een colorimeter op een juiste manier?

1. Alle testtuben moeten gereinigd worden met gedemineraliseerd water.
 2. Alle testtuben moeten gedroogd worden met een papieren doekje.
 3. Houd de testtuben vast met hun bovineinde (geribbelde kanten).
 4. In de oplossingen mogen geen luchtbelllen aanwezig zijn.
 5. Plaats de testtube met zijn referentiemarkering naar de witte referentiemarkering in de colorimeter.
-
10. Zet het rekentoestel aan en start het *DataMate*TM programma. Druk en je reset het programma
 11. Set-up van de *TI-83 Plus* en de *CBL2*TM voor de colorimeter
 - a. Plaats de *blanco* in de testtubehouder van de colorimeter en sluit de colorimeter
 - b. Kies SETUP van het hoofdscherm
 - c. Als COLORIMETER in CH1 verschijnt, zet je de knop voor de golflengte op de colorimeter op 635 nm (Rood).
Druk AUTO CAL op de colorimeter, doe de ijking en ga direct naar stap 12.
Verschijnt de colorimeter in CH1 niet, dan ga je verder met stap 11.d. en doe je de set-up manueel.
 - d. Druk en selecteer CH 1.
 - e. Kies COLORIMETER van het SELECT SENSOR menu.
 - f. Kies CALIBRATE van het SETUP menu.
 - g. Kies CALIBRATE NOW van het CALIBRATION menu.

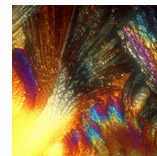
Het eerste ijkpunt

- h. Draai de knop voor de golflengte op de colorimeter op 0 % T-positie. Als de spanningsuitlezing zich gestabiliseerd heeft, druk je . Geef "0" in als procent transmissie.

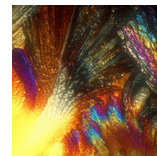


Het tweede ijkpunt

- i. Draai de knop voor de golflengte op de colorimeter op de rode LED positie (635 nm). Als de spanningsuitlezing zich gestabiliseerd heeft, druk je .
 - j. Geef "100" in als procent transmissie.
 - k. Kies OK om naar het set-up scherm te gaan.
12. Set-up van de data-collection mode
- a. Druk een maal op en druk .
 - b. Kies EVENTS WITH ENTRY van het SELECT MODE menu
 - c. Kies OK en je keert terug naar het hoofdscherm.
13. Je bent klaar om de extinctie van de vijf standaardoplossingen te meten.
- a. Kies start van het hoofdscherm.
 - b. Doe het water uit de testtube.
 - c. Spoel de testtube twee maal met ongeveer 1 mL van de oplossing van reageerbuisje 1.
 - d. Vul de testtube voor $\frac{3}{4}$ met de oplossing van reageerbuisje 1.
 - e. Droog de buitenkant met een papieren doekje, vermijd vingerafdrukken!
 - f. Sluit de colorimeter en wacht tot de waarde op de *TI-83 Plus* zich stabiliseert en druk .
Druk "0,080" als concentratie in mol/L (zie tabel).
De extinctie en de concentratie van de eerste oplossing zijn nu bewaard.
 - g. Vraag aan je leerkracht waar je met de inhoud van de testtube naartoe kan.
 - h. Spoel de testtube twee maal met ongeveer 1 mL van de oplossing van reageerbuisje 2.
 - i. Vul de testtube voor $\frac{3}{4}$ met de oplossing van reageerbuisje 2.
 - j. Droog de buitenkant met een papieren doekje, vermijd vingerafdrukken!
 - k. Sluit de colorimeter en wacht tot de waarde op de *TI-83 Plus* zich stabiliseert en druk . Druk "0,16" als concentratie in mol/L (zie tabel). De extinctie en de concentratie van de tweede oplossing zijn nu bewaard.



- l. Herhaal de werkwijze voor reageerbuisjes 3 en 4 én voor de stockoplossing.
 - m. Druk **STO** en je stopt met meten. De extinctie- en de concentratiewaarden van de standaardoplossingen zijn nu bewaard.
 - n. Controleer de meetpunten op de curve. Als je de cursor beweegt van rechts naar links zullen de concentratie (X) en de extinctie (Y) van elk meetpunt onderaan de grafiek verschijnen.
Vul de extinctiewaarden in je gegevenstabel in (rond af tot 0,001).
 - o. Druk **ENTER** en keer terug naar het hoofdscherm.
14. Meten van de extinctie van een onbekende NiSO_4 oplossing
- a. Doe ongeveer 5 mL van de *onbekende* NiSO_4 oplossing in een gespoeld, droog reageerbuisje.
 - b. Spoel de testtube twee maal met de onbekende oplossing en vul deze voor $\frac{3}{4}$. Droog de buitenkant van de testtube, plaats deze in de colorimeter en sluit de colorimeter.
 - c. Lees de extinctiewaarde af op de *TI-83 Plus*, als de waarde gestabiliseerd is.
Vul de extinctiewaarde in je gegevenstabel in (rond af tot 0,001).
 - d. Vraag aan je leerkracht waar je met je de rest van de oplossing naartoe kan.
 - e. Ga naar de berekeningen.



Berekeningen

Plot een grafiek van extinctie versus concentratie met een lineaire regressiecurve en interpoleer de extinctiewaarde van de onbekende oplossing langs de regressielijn.

Hoe?

- Kies ANALYZE van het hoofdmenu
- Kies CURVE FIT van het ANALYZE OPTIONS menu
- Kies LINEAR (CH1 VS ENTRY) van het CURVE FIT menu.

De lineaire regressie statistiek van de twee lijsten verschijnt onder de vorm van:

$$y = ax + b$$

y = extinctie

x = concentratie

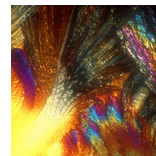
a is de richtingscoëfficiënt

b is het y-intercept.

De correlatiecoëfficiënt r geeft aan hoe dicht de meetpunten de regressielijn benaderen. Een waarde 1,00 geeft aan dat de meetpunten allemaal op de regressielijn liggen.

Vraagje:

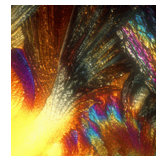
Waarom is de waarde voor b een indicator voor de kwaliteit van de meetresultaten?



- d. Druk en de lineaire regressiecurve verschijnt op het scherm. De grafiek geeft het direct verband aan tussen extinctie en concentratie.

Een goede meting voldoet aan twee voorwaarden:

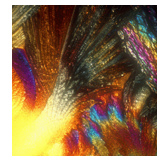
1. De vijf meetpunten moeten dicht bij de regressielijn liggen
 2. De regressielijn moet door de oorsprong gaan (of minstens in de buurt van de oorsprong liggen).
- e. Druk en je kan interpoleren langs de curve. Gebruik en om de cursor langs de curve te bewegen en ga zo dicht mogelijk naar de extinctiewaarde van de onbekende oplossing uit stap 14. De X waarde is dan de concentratie van de onbekende oplossing. Vul de waarde in de gegevenstabel in.



Verslag

Reageerbuis nummer	Concentratie (mol/L)	Extinctie
1	0,080	
2	0,16	
3	0,24	
4	0,32	
5	0,40	
6	Onbekende	

Concentratie van de onbekende	mol/L
-------------------------------	-------



Informatie voor de leerkracht

1. De lichtbron voor de NiSO_4 oplossing is een rode LED (635 nm). NiSO_4 is groen zodat het bijna monochromatische rode licht in de oplossing zal worden geabsorbeerd.
2. Bereiding van 0,40 mol/L NiSO_4 oplossing:
10,51 g $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in 100 mL
3. Oplossingen van $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ kunnen ook worden gebruikt.
11,63 g $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in 100 mL = 0,40 mol/L $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ oplossing
4. Onbekende oplossingen kunnen worden bereid met de 0,40 mol/L NiSO_4 stockoplossing
Bijvoorbeeld: 55 mL stockoplossing/100 mL x 0,40 mol/L = 0,22 mol/L
5. De testtuben moeten voor 55 % tot 100 % gevuld zijn voor het bekomen van goede metingen. Als de leerlingen de testtuben voor $\frac{3}{4}$ vullen, zou het voldoende moeten zijn. Zorg ervoor dat de testtuben niet overvol zijn!
6. Er kan een variatie optreden van geabsorbeerd licht door de testtube als ze 180° wordt gedraaid. Markeer daarom de klare zijde van van de testtube die als referentie wordt gebruikt. Verwittig de leerlingen dat ze de gemarkeerde zijde altijd laten overeenkomen met de markering rechts van de testtubehouder in de colorimeter.
7. Gebruik voor de ganse werkwijze telkens dezelfde testtube. Veranderen van testtube kan variaties in extincties teweegbrengen.
8. Met onderstaande formule kan het wiskundig verband worden gelegd tussen E (extinctie) en $\%T$

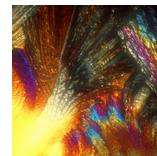
$$E = \log(100/\%T) \text{ of } E = 2 - \log\%T$$

9. De wet van Lambert-Beer

$$E = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

E = extinctie ε = molaire extinctiecoëfficiënt (in $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

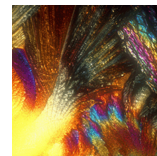
c = concentratie (in $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) l = lengte van de cel (in cm)



Voorbeeld van meetresultaten

Reageerbuis nummer	Concentratie (mol/L)	Extinctie
1	0,080	0,089
2	0,16	0,186
3	0,24	0,281
4	0,32	0,374
5	0,40	0,463
6	Onbekende	0,308

Concentratie van de onbekende	0,265 mol/L
-------------------------------	-------------





Nickel (II) sulfate hexahydrate

Synonyms:	Nickel (II) sulfate
Molecular Formula:	$\text{NiO}_4\text{S}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Formula Weight:	262.83

Registry number:	10101-97-0
Melting point:	53 °C

Hazard Symbol

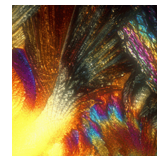
Xn		Harmful
N		Dangerous for the environment

Risk Description

R22	Harmful if swallowed.
R40	Limited evidence of carcinogenic effects.
R42/43	May cause sensitization by inhalation and skin contact.
R50/53	Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.

Safety Description

S22	Do not inhale dust.
S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves.
S60	This material and its container must be disposed of as hazardous waste.
S61	Avoid release to the environment. Refer to special instructions / Safety data sheets.





Nickel (II) nitrate hexahydrate

Synonyms:	Nickel (II) nitrate
Molecular Formula:	$N_2NiO_6 \cdot 6H_2O$
Formula Weight:	290.79

Registry number:	13478-00-7
Density:	2.05
Melting point:	56.7 °C
Boiling point:	137 °C

Hazard Symbol

O		Oxidizing
Xn		Harmful

Risk Description

R22	Harmful if swallowed.
R40	Limited evidence of carcinogenic effects.
R8	Contact with combustible material may cause fire.

Safety Description

S17	Keep away from combustible material.
S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves.
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).