

---

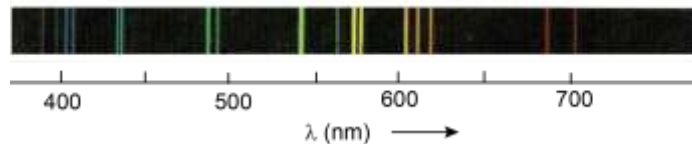
### Opgave 1

---

Wat wordt bedoeld met “absorptielijn” en “emissielijn”?

*Als we het over AAS hebben: het spectrum van een element bestaat uit licht van verschillende golflengten. Voor elke elektronenovergang die plaatsvindt een andere golflengte.*

Atoomspectrum van kwikdamp



*Deze golflengte heeft een kleine breedte en is in het spectrum zichtbaar als een lijn. Voor de absorptie van straling is dat de “absorptielijn” en voor de emissie is dat de “emissielijn”. Deze lijnen liggen bij dezelfde golflengte, het gaat om dezelfde elektronen-overgang. De lijnen kunnen wel iets schelen in breedte. Zie vraag 2.*

---

### Opgave 2

---

Door welke twee oorzaken is bij AAS de emissielijn smaller dan de absorptielijn?

*Bij AAS is er emissie van element X in de lamp. Er is absorptie van de atomen van X in de vlam (of koolstof-oven). De temperatuur in de lamp is lager dan in de vlam. De druk in de lamp is ook lager dan in de vlam.*

*Door de lagere temperatuur in de lamp is er minder Doppler-effect, door de lagere druk zijn er minder botsingen. De emissielijnen blijven daardoor smaller dan de absorptielijnen in de vlam.*

---

### Opgave 3

---

Hoe verandert men de samenstelling van de acetyleen/Lucht-gasstroom om:

a een reducerende vlam te verkrijgen?

*Een reducerende vlam heeft te weinig zuurstof voor een volledige verbranding. Er blijven dan koolstofatomen over. Een reducerende vlam krijg je dus met ondermaat zuurstof.*

b een oxiderende vlam te verkrijgen?

*Een oxiderende vlam bevat meer zuurstof dan voor de verbranding nodig is. Dus: meer zuurstof (lucht) toevoeren.*

---

### Opgave 4

---

Wat is het nadeel van een reducerende vlam?

*Een reducerende vlam wordt gebruikt bij alkali- en aardalkalimetalen (K, Na, Ca ed), deze vormen gemakkelijk ionen, terwijl we liever atomen in de vlam hebben. Het nadeel van een reducerende vlam is dat er roetdeeltjes in de vlam komen, gloeiende roetdeeltjes emitteren ook licht.*

---

### Opgave 5

---

Hoe kan men in de gasstroom rekening houden met een organisch oplosmiddel?

*Een organisch oplosmiddel is zelf brandbaar en verbruikt dus zuurstof. Je moet dan dus de zuurstofstroom (lucht of N<sub>2</sub>O) verhogen of / en de acetyleen stroom verlagen.*

---

### Opgave 6

---

Welke voordelen heeft de EDL ten opzichte van de holle kathodelamp?

*Voordelen EDL: Smalle analytische lijn, lamp gaat langer mee, lichtopbrengst is groter, betere LDR.*

Welke nadelen?

Nadeel: kost meer tijd en er is een aparte voeding nodig.

---

### Opgave 7

---

Wat is "signaalmodulatie"?

Waarom past men signaalmodulatie toe?

*Met een "chopper" wordt het te meten signaal afkomstig van de lamp, omgezet in een blokgolf. Deze kan worden versterkt als wisselspanning. De straling van de vlam ("achtergrond") blijft constant want de vlam komt ná de chopper. Alleen het te meten signaal wordt versterkt en daardoor beter gescheiden van de achtergrond-straling.*

---

### Opgave 8

---

De massaconcentratie van tin in een waterige oplossing wordt gemeten met standaardadditie. In vijf maatkolven van 100 mL wordt 50,0 mL monster gepipetteerd en vervolgens: 0, 5, 10, 15 en 20 mL standaard ( $\rho(\text{Sn}^{2+}) = 50 \text{ mg/L}$ ). De gemeten extincties staan in de onderstaande tabel.

volume monster (ml)	volume standaard (ml)	$E$
50	0	0,085
50	5	0,187
50	10	0,288
50	15	0,394
50	20	0,495

Bereken de massaconcentratie van tin(II) in de monsteroplossing.

De verdunning van 5 mL → 50 mL heeft een (toegevoegde) massaconcentratie van:  
50 mg/L / 10 = 5,00 mg/L. Zo vinden we de waarden voor  $c_a$  in onderstaande tabel:

$$E = K \times (c_a + c_x) \quad \blacktriangleright \quad E = K \times c_a + K \times c_x$$

Bepalen we  $K$  voor de waarden van  $c_a$  dan vinden we:

$$K = 0,0205$$

Gebruiken we  $K$  voor  $c_a = 0$  ( $E = 0,085$ ):

$$E = K \times c_x \quad \blacktriangleright \quad 0,085 = 0,0205 \times c_x$$

$$c_x = 4,14 \text{ mg/L}$$

Of beter (zie onder):  $c_x = 4,11 \text{ mg/L}$

$c_a$ (mg/L)	$E$
0,00	0,085
5,00	0,187
10,0	0,288
15,0	0,394
20,0	0,495
$K:$ 0,0205	

### Lineaire regressie

Beter is het de meetgegevens in een spreadsheet in (bijvoorbeeld Excel, zie eventueel: <http://www.mlochemie.nl/index.php/kalibratielij-n-met-excel>) in te vullen. Dan vind je voor de kalibratielij:

$$y = 0,02054 \cdot x + 0,0844 \quad \text{of wel: } E = 0,02054 \cdot c_x + 0,0844$$

Dus het snijpunt met de  $y$ -as is niet 0,085 maar 0,0844.

$$0,00 = 0,0205 \cdot c_x + 0,0844 \quad \blacktriangleright \quad c_x = 0,0844 / 0,02054 = 4,11 \text{ mg/L}$$

(De standaarddeviatie in de gevonden  $x$ -waarde is 0,07 mg/L.)

### Opgave 9

Het loodgehalte in een legering wordt als volgt bepaald. Van de legering wordt 534 mg afgewogen en met sterk zuur in oplossing gebracht. Het eindvolume is 500 mL.

In vijf maatkolven van 50 mL wordt 25,0 mL van deze oplossing gepipetteerd en daarna respectievelijk: 0, 2, 5, 8 en 10 mL standaard ( $c(\text{Pb}^{2+}) = 50 \text{ mg/L}$ ). De gemeten extincties staan in de onderstaande tabel.

volume monster (ml)	volume standaard (ml)	$E$
25	0	0,142
25	2	0,177
25	5	0,230
25	8	0,283
25	10	0,316

Bereken de massaconcentratie lood(II) in de *meetoplossing* en het massapercentage in de legering.

De verdunning van 2 mL → 50 mL heeft een (toegevoegde) massaconcentratie van:  
 50 mg/L / 25 = 2,00 mg/L. Zo vinden we de waarden voor  $c_a$  in onderstaande tabel:

standaard	E
$c_a$ (mg/L)	
0,00	0,142
2,00	0,177
5,00	0,23
8,00	0,283
10,0	0,316
K	0,017471

$$E = K \times (c_a + c_x) \quad \blacktriangleright \quad E = K \times c_a + K \times c_x$$

Bepalen we K voor de waarden van  $c_a$  dan vinden we:

$$K = 0,01747$$

Gebruiken we K voor  $c_a = 0$  ( $E = 0,142$ ):

$$E = K \times c_x \quad \blacktriangleright \quad 0,142 = 0,01747 \times c_x$$

$$c_x = 8,13 \text{ mg/L}$$

Monster werd als volgt behandeld: 534 mg → 500 mL, hieruit 25 mL pipetteren en verdunnen tot 50 mL.

Verdunning; 2x

Massaconcentratie in 500 mL oplossing:  $2 \times 8,13 \text{ mg/L} = 16,26 \text{ mg/L}$

Opgeloste hoeveelheid:  $0,5 \text{ L} \times 16,26 \text{ mg/L} = 8,13 \text{ mg}$

Massapercentage:  $8,13 \text{ mg} / 534 \text{ mg} \times 100\% = 1,52\%(m/m)$

### Excel

Met lineaire regressie vind je (Excel-rekenblad) voor de kalibratielijns:

$$y = 0,01747 \cdot x + 0,1423 \quad \text{of wel: } E = 0,01747 \cdot c_x + 0,1423$$

$$c_x = 0,1423 / 0,01747 = 8,14 \text{ mg/L}$$

(De standaarddeviatie in de gevonden x-waarde is 0,08 mg/L)

Zie eventueel <http://www.mlochemie.nl/index.php/kalibratielijns-met-excel>

### Opgave 10

In industrieel afvalwater wordt het cadmiumgehalte met standaardadditie bepaald. Van het monster worden hoeveelheden van 5,00 mL in maatkolven van 25 mL gebracht. Aan de kolfjes worden hoeveelheden standaard toegevoegd volgens onderstaand schema.

De standaardoplossing wordt bereid door 100,0 mg Cd af te wegen en met sterk zuur op te lossen tot 1000 mL.

volume standaard (ml)	$E$	$c(\text{Cd})$ (mg/L)
0	0,086	0
5	0,129	20
10	0,172	40
15	0,213	60

Bepaal de massaconcentratie (mg/L) cadmium in het monster.

*De standaard van 100 mg/L wordt verdund, bijv: 10 mL naar 25 mL: verdunning 2,5 x  
 Massaconcentratie: 100 mg/L / 2,5 = 40 mg/L. Andere verdunningen overeenkomstig.*

$$E = Kx(c_a + c_x) \quad \blacktriangleright \quad E = Kx c_a + Kx c_x$$

$$K = 0,00212$$

*Gebruiken we  $K$  voor  $c_a = 0$  ( $E = 0,086$ ):*

$$E = Kx c_x \quad \blacktriangleright \quad 0,086 = 0,00212 x c_x$$

$c_x = 40,6 \text{ mg/L}$  met monsterverdunning van 5 x is de massaconc. In het monster:  
 $5 x 40,6 \text{ mg/L} = \mathbf{203 \text{ mg/L}}$

### **Excel**

*Voer je de meetgegevens in Excel-rekenblad in dan vind je voor de kalibratielij:*

$$y = 0,00212 \cdot x + 0,0864 \quad \text{dus: } E = 0,00212 \cdot c_x + 0,0864$$

$$c_x = -0,0864 / 0,00212 = -40,75 \text{ mg/L}$$

*De standaarddeviatie in de gevonden x-waarde is 0,6  $\rightarrow$  1,5%*

$$5 x 40,75 \text{ mg/L} = \mathbf{204 \text{ mg/L}}$$

$$1,5\% \text{ van } 204 = 3 \text{ mg/l}$$

Zie eventueel <http://www.mlochemie.nl/index.php/kalibratielij-met-excel>

### Opgave 11

Mangaan wordt gebruikt als interne standaard bij de AAS-meting van ijzer. In een standaardoplossing met 3,00 mg  $\text{Mn}^{2+}/\text{L}$  en 3,50 mg  $\text{Fe}^{2+}/\text{L}$  blijkt de extinctieverhouding  $E_{\text{Fe}}/E_{\text{Mn}}$  : 1,15 te zijn.

Aan 5,00 mL monsteroplossing voegt men 1,00 mL mangaanstandaard (15,0 mg Mn<sup>2+</sup>/L) toe. Men meet:  $E_{Fe} = 0,155$  en  $E_{Mn} = 0,117$ .

Bereken de massaconcentratie Fe in de monsteroplossing.

Hint: gebruik de relatie:  $\frac{E_{Fe}}{E_{Mn}} = K \times \frac{\rho_{Fe}}{\rho_{Mn}}$

$$1^{\circ} \text{ meting: } 1,15 = K \times 3,50 / 3,00 \quad \blacktriangleright \quad K = 0,9857$$

$$2^{\circ} \text{ meting: } \rho_{Mn} = 15,0 \text{ mg/l} / 6 = 2,50 \text{ mg/L}$$

$$1,15 = 0,9857 \times \rho_{Fe} / 2,50 \quad \blacktriangleright \quad \rho_{Fe} = 3,36 \text{ mg/L}$$

De verdunning van het monster: 5 mL → 6 mL

Massaconcentratie Fe in monster:  $3,36 \times 6/5 = 4,03 \text{ mg/L}$

---

### Opgave 12

---

Wat wordt bij AAS bedoeld met “optimaliseren”?

*Enkele functies van een atoomabsorptiespectrometer kan worden ingesteld.:*

- *Brander-hoogte, de lichtbundel moet op de juiste hoogte door de vlam gaan,*
- *Stroomsterkte lamp, de stroomsterkte door de lamp bepaalt de temperatuur en dus de kleur van de emissie,*
- *Spleetbreedte, de spleet moet de meetgolflengte doorlaten, niet een deel van de bundel afkappen maar ook niet te veel onnodig licht doorlaten.*

*Optimaliseren wil dan zeggen: brander-hoogte, stroomsterkte en spleetbreedte zó instellen dat het signaal de hoogste waarde heeft.*

---

### Opgave 13

---

Waarom dient bij AAS de “achtergrondcorrectie”?

*Bij AAS wil je de absorptie meten als gevolg van de atomen in het monster. Maar de intensiteit van de lichtbundel kan ook worden verzwakt doordat de straling wordt verstrooid door deeltjes in de vlam. We noemen dit “achtergrond absorptie”.*

*Achtergrondcorrectie moet voor dit verlies compenseren zodat het niet gemeten wordt als absorptie van de te meten component.*

---

### Opgave 14

---

Bij de bepaling van magnesium in veevoeder wordt 2250 mg monster in een oven verast. De as wordt in 10 mL verdund zoutzuur opgelost en vervolgens overgebracht in een maatkolf

van 50 mL. Voordat de maatkolf wordt aangevuld wordt 5,00 mL mangaan(II)chloride-oplossing met  $\rho_{\text{Mn}} = 50,0 \text{ mg/L}$ , als interne standaard toegevoegd. Men vindt:

interne standaard: 4,86 mg Mn/L

Mg-concentratie: 2,81 mg mg/L

Bereken het gehalte Mg in het veevoeder in mg Mg per kg veevoeder.

*De concentratie interne standaard in de meetoplossing:  $50,0 \text{ mg/L} / 10 = 5,00 \text{ mg/L}$*

*Terugggevonden bij de meting:  $4,86 \text{ mg/L}$ . Dat is:  $4,86 / 5,00 = 0,972 \rightarrow 97,2\%$*

*Als de te meten concentratie van Mg van dezelfde verliezen te lijden heeft dan moeten we de gemeten concentratie corrigeren:*

*Mg-concentratie:  $2,81 \text{ mg mg/L} \times 100/972 = 2,89 \text{ mg/L}$*

*In 50 mL (en in de inweeg)  $0,050 \text{ L} \times 2,89 \text{ mg/L} = 0,1445 \text{ mg Mg}$ .*

*Dat is:  $0,1445 \text{ mg} / 0,00225 \text{ kg} = \mathbf{64,2 \text{ mg/kg}}$*

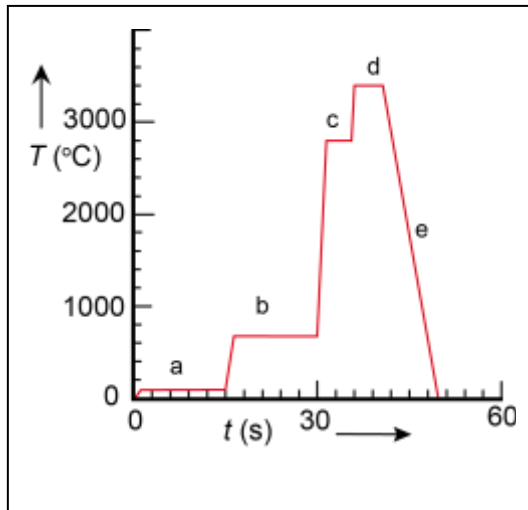
---

### Opgave 15

---

Teken een grafische voorstelling van het volgende temperatuurprogramma:

a droogfase	15 s	120 °C
b verasfase	15 s	650 °C
c atomisatie	5 s	2200 °C
d uitgloeien	5 s	2800 °C
e afkoelen	10 s	

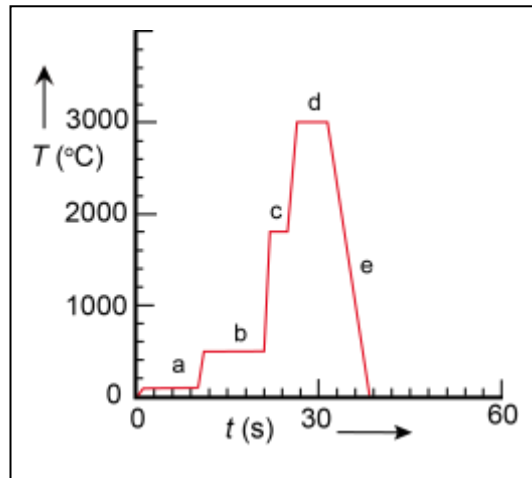


---

### Opgave 16

Teken een grafische voorstelling van het volgende temperatuurprogramma:

a	droogfase	10 s	110 °C
b	verasfase	10 s	500 °C
c	atomisatie	3,5 s	1800 °C
d	uitgloeien	5 s	3000 °C
e	afkoelen	10 s	



#### Opgave 17

---

Wat is de belangrijkste reden voor toepassing van oven-AAS in plaats van vlam-AAS?

*De veel lagere detectiegrenzen maken oven-AAS geschikt voor sporen-analyse: zeer geringe concentraties van metalen.*

---

#### Opgave 18

---

Wat is signaalmodulatie en met welk doel wordt het toegepast?

*Met een "chopper" wordt het te meten signaal afkomstig van de lamp, omgezet in een blokgolf. Deze kan worden versterkt als wisselspanning. De straling van de vlam ("achtergrond") blijft constant want de vlam komt ná de chopper. Alleen het te meten signaal wordt versterkt en daardoor beter gescheiden van de achtergrond-straling.*

---

#### Opgave 19

---

Waarom is de emissielijn van een lamp smaller dan de absorptielijn van het monster?

*Bij AAS is er emissie van element X in de lamp. Er is absorptie van de atomen van X in de vlam (of koolstof-oven). De temperatuur in de lamp is lager dan in de vlam. De druk in de lamp is ook lager dan in de vlam.*

*Door de lagere temperatuur in de lamp is er minder Doppler-effect, door de lagere druk zijn er minder botsingen. De emissielijnen blijven daardoor smaller dan de absorptielijnen in de vlam.*

---

#### Opgave 20

---



Van welk materiaal is het venster van een holle kathodelamp gemaakt? Waarom?

*Kwarts. Dit laat ook uv-straling door.*

---

### Opgave 21

---

Hoe zou het komen dat de opbrengst aan atomen uit een ethanoloplossing hoger is dan uit een wateroplossing?

*Ethanol heeft een lagere oppervlaktespanning en viscositeit dan water. Hierdoor ontstaan gemakkelijker veel meer en kleinere druppeltjes bij de verneveling.*

---

### Opgave 22

---

De massaconcentratie van zink in een waterige oplossing wordt gemeten met standaardadditie. In vijf maatkolven van 50 mL wordt 25,0 mL monster gepipetteerd en vervolgens: 0, 5, 10, 15 en 20 mL standaard ( $c(\text{Zn}^{2+}) = 2,50 \text{ mg/L}$ ). De gemeten extincties staan in de onderstaande tabel.

volume monster (ml)	volume standaard (ml)	$E$	$c(\text{Zn}^{2+})$ (mg/L)
25	0	<b>0,060</b>	<b>0,00</b>
<b>25</b>	<b>5</b>	<b>0,127</b>	<b>0,250</b>
<b>25</b>	<b>10</b>	<b>0,199</b>	<b>0,500</b>
<b>25</b>	<b>15</b>	<b>0,255</b>	<b>0,750</b>
25	20	0,331	1,000

Bepaal de massaconcentratie zink in het monster.

In bovenstaande tabel zijn de blauwe concentraties de toegevoegde standaardconcentraties. Bijvoorbeeld 10 mL standaard toegevoegd aan totaal 50 mL: verdunning 5x, dus de massaconcentratie wordt:  $2,5 \text{ mg/L} / 5 = 0,500 \text{ mg/L}$ .

$$E = K \times (c_a + c_x) \quad \blacktriangleright \quad E = K \times c_a + K \times c_x$$

$$K = 0,268$$

Gebruiken we  $K$  voor  $c_a = 0$  ( $E = 0,060$ ):

$$E = K \times c_x \quad \blacktriangleright \quad 0,060 = 0,268 \times c_x$$

$c_x = 0,224 \text{ mg/L}$  met monsterverdunning van 2 x is de massaconc. In het monster:

$$2 \times 0,224 \text{ mg/L} = \mathbf{0,448 \text{ mg/L}}$$

### Excel

Voer je de meetgegevens in Excel-rekenblad in dan vind je voor de kalibratielijijn:

$$y = 0,268 \cdot x + 0,0604 \quad \text{dus: } E = 0,268 \cdot c_x + 0,0604$$

$$c_x = -0,0604 / 0,268 = -0,225 \text{ mg/L}$$

De standaarddeviatie in de gevonden x-waarde is 0,02 → 9%

$$2 \times 0,225 \text{ mg/L} = \mathbf{0,450 \text{ mg/L}}$$

$$9\% \text{ van } 0,450 = \mathbf{0,04 \text{ mg/l}}$$

Zie eventueel <http://www.mlochemie.nl/index.php/kalibratielijijn-met-excel>

### Opgave 23

De massaconcentratie van kobalt in een waterige oplossing wordt gemeten met standaardadditie. In vijf maatkolven van 50 mL wordt 30,0 mL monster gepipetteerd en vervolgens: 0, 2, 4, 6 en 8 mL standaard ( $c(\text{Co}^{3+}) = 50 \text{ mg/L}$ ). De gemeten extincties staan in de onderstaande tabel.

volume monster (ml)	volume standaard (ml)	$E$	$c(\text{Co}^{3+})$ (mg/L)
30	0	0,053	0,000
30	2	0,106	2,00
30	4	0,151	4,00
30	6	0,209	6,00
30	8	0,263	8,00

Bereken de massaconcentratie van kobalt in het monster.

*De massaconcentratie cobalt van de standaarden staan boven in blauw in de laatste kolom.*

*Voorbeeld: 4 mL standaard verdunnen tot 50 mL geeft een verdunningsfactor van 12,5 x.*

*De standaardconcentratie wordt dan: 50 mg/L / 12,5 = 4,00 mf/L.*

$$E = K \times (c_a + c_x) \quad \blacktriangleright \quad E = K \times c_a + K \times c_x$$

$$K = 0,0262$$

Gebruiken we  $K$  voor  $c_a = 0$  ( $E = 0,053$ ):

$$E = K \times c_x \quad \blacktriangleright \quad 0,053 = 0,0262 \times c_x$$

$c_x = 2,03 \text{ mg/L}$  met monsterverdunning van  $5/3$  x is de massaconc. In het monster:  
 $5/3 \times 2,03 \text{ mg/L} = \mathbf{3,38 \text{ mg/L}}$

**Excel**

Voer je de meetgegevens in Excel-rekenblad in dan vind je voor de kalibratielijijn:

$$y = 0,0262 \cdot x + 0,0518 \quad \text{dus: } E = 0,0262 \cdot c_x + 0,0518$$

$$c_x = -0,0518 / 0,0262 = -1,98 \text{ mg/L}$$

De standaarddeviatie in de gevonden x-waarde is  $0,1 \rightarrow 10\%$

$$5/3 \times 1,98 \text{ mg/L} = \mathbf{3,30 \text{ mg/L}}$$

$$10\% \text{ van } 3,30 = \mathbf{0,3 \text{ mg/l}}$$

Zie eventueel <http://www.mlochemie.nl/index.php/kalibratielijijn-met-excel>

Opgave 24

De massaconcentratie van nikkel in havenslib wordt gemeten door afwegen van 1247 mg slib, oplossen in warm verdund salpeterzuur en verdunnen tot 500 mL. In de verkregen oplossing wordt de nikkelconcentratie bepaald met behulp van standaardadditie. In vijf maatkolven van 50 mL wordt 40,0 mL monster gepipetteerd en vervolgens: 0, 1, 2, 3 en 4 mL standaard die 100,00 mg nikkel per liter bevat. Na aanvullen worden de extincties in de onderstaande tabel gemeten.

volume monster (ml)	volume standaard (ml)	$E$	$c(\text{Ni}^{2+})$ (mg/L)
40	0	0,081	0,00
40	1	0,119	2,00
40	2	0,156	4,00
40	3	0,198	6,00
40	4	0,236	8,00

Bereken de massaconcentratie van nikkel in het monster (mg Ni/kg slib).

$$E = K \times (c_a + c_x) \quad \blacktriangleright \quad E = K \times c_a + K \times c_x$$

$$K = 0,01945$$

Gebruiken we  $K$  voor  $c_a = 0$  ( $E = 0,081$ ):

$$E = K \times c_x \quad \blacktriangleright \quad 0,081 = 0,0262 \times c_x$$

Uitwerkingen van de opgaven uit:

$c_x = 4,16 \text{ mg/L}$  met monsterverdunning van 40 mL naar 50 mL ( 1,25 x) is de massaconc. In de monsteroplossing:

$$1,25 \times 4,16 \text{ mg/L} = 5,21 \text{ mg/L}$$

We hebben 500 mL van deze monsteroplossing, deze bevat dan:  $0,50 \text{ L} \times 5,21 \text{ mg/L} = 2,60 \text{ mg Ni}$ .

De inweeg bevat dan:  $2,60 \text{ mg} / 0,001247 \text{ kg} = \mathbf{2,09 \times 10^3 \text{ mg/kg}}$

### **Excel**

Doen we het weer iets netter met rekenblad: dan vind je voor de kalibratielij:

$$y = 0,01945 \cdot x + 0,0802 \quad \text{dus: } E = 0,01945 \cdot c_x + 0,0802$$

$$c_x = - 0,0802 / 0,01945 = - 4,12 \text{ mg/L}$$

De standaarddeviatie in de gevonden x-waarde is 0,09 → 9%

$$1,25 \times 4,12 \text{ mg/L} = 5,15 \text{ mg/L}$$

In 500 mL van deze monsteroplossing:  $0,50 \text{ L} \times 5,15 \text{ mg/L} = 2,58 \text{ mg Ni}$ .

De inweeg bevat dan:  $2,58 \text{ mg} / 0,001247 \text{ kg} = \mathbf{2,06 \times 10^3 \text{ mg/kg}}$

Met standaardfout 9%:  $\mathbf{0,2 \times 10^3 \text{ mg/kg}}$

Dus afgerond:  $\mathbf{(2,1 \pm 0,2) \times 10^3 \text{ mg/kg}}$

Zie eventueel <http://www.mlochemie.nl/index.php/kalibratielij-met-excel>