
Opgave 1

Welke kleur heeft een stof die:

- a blauw licht absorbeert?

Complementaire kleur: oranje.

- b paars licht absorbeert?

Complementaire kleur: geel.

- c blauw licht doorlaat?

De kleur die je ziet: blauw.

- d golflengten van 500 nm t/m 600 nm absorbeert?

De complementaire kleur van geel: paars.

- e golflengten van 400 tot 500 nm absorbeert?

De complementaire kleur van blauw: oranje.

- f golflengten van 600 nm tot 700 nm doorlaat?

De kleur die je ziet: rood.

Opgave 2

Bereken de extinctie voor:

a $T = 0,25$ $E = -\log T$ ► $E = -\log 0,25 = \mathbf{0,602}$

b $T = 0,005$ $E = -\log T$ ► $E = -\log 0,005 = \mathbf{2,30}$

c $T = 75,1 \%$ $E = -\log T$ ► $E = -\log 0,751 = \mathbf{0,124}$

d $T = 10,5 \%$ $E = -\log T$ ► $E = -\log 0,105 = \mathbf{0,979}$

Opgave 3

Bereken de transmissie (%) voor:

a $E = 0,100$ $T = 10^{-E}$ ► $T = 10^{-0,100} = 0,794$ ► **79,4%**

b $E = 0,750$ $T = 10^{-E}$ ► $T = 10^{-0,750} = 0,178$ ► **17,8%**

c $E = 1,250$ $T = 10^{-E}$ ► $T = 10^{-1,250} = 0,0562$ ► **5,62%**

d $E = 0,350$ $T = 10^{-E}$ ► $T = 10^{-0,350} = 0,447$ ► **44,7%**

Opgave 4

In een cuvet met 1 cm weglengte wordt van een oplossing met component A waarvan $c(A) = 0,00050 \text{ mol/L}$ een extinctie gemeten van : 0,760.

Bereken de molaire extinctiecoëfficiënt.

$E = \epsilon \times c \times l$ ► $0,760 = \epsilon \times 0,00050 \text{ mol/L} \times 1,0 \text{ cm.}$ ► $\epsilon = \mathbf{1520 \text{ L/mol}\cdot\text{cm}}$

Opgave 5

Component B heeft een concentratie van $2,5 \times 10^{-3}$ mol/L. We meten in een cuvet met $l = 1,00$ cm een extinctie van 0,462.

Bereken de molaire extinctiecoëfficiënt.

$$E = \epsilon \times c \times l \quad \blacktriangleright \quad 0,462 = \epsilon \times 0,0025 \text{ mol/L} \times 1,0 \text{ cm.} \quad \blacktriangleright \quad \epsilon = \mathbf{184,8 \text{ L/mol}\cdot\text{cm}}$$

Opgave 6

Component C heeft een extinctiecoëfficiënt (bij $\lambda = 420$ nm) van 350 (L/mol $\cdot$ cm).

Bereken de extinctie en de transmissie die met een 4 cm cuvet gemeten zal worden bij $\lambda = 420$ nm als de concentratie van C 0,000150 mol/L bedraagt.

$$E = \epsilon \times c \times l \quad \blacktriangleright \quad E = 350 \text{ L/mol}\cdot\text{cm} \times 0,000150 \text{ mol/L} \times 4,0 \text{ cm} = \mathbf{0,210}$$

$$T = 10^{-E} \quad \blacktriangleright \quad T = 10^{-0,210} = 0,617 \quad \blacktriangleright \quad \mathbf{61,7\%}$$

Opgave 7

Voor stof A geldt:

$$\epsilon_{300} = 4010 \text{ (L/mol}\cdot\text{cm)} \text{ en } \epsilon_{615} = 1500 \text{ (L/mol}\cdot\text{cm)}$$

Voor stof B:

$$\epsilon_{300} = 2500 \text{ (L/mol}\cdot\text{cm)} \text{ en } \epsilon_{615} = 2800 \text{ (L/mol}\cdot\text{cm)}$$

We meten van een oplossing waar zowel A als B in zijn opgelost:

$$E_{300} = 0,925 \text{ en } E_{615} = 0,405$$

Bereken de concentraties van A en B.

$$E_{300}^A = \epsilon_{300}^A \times c(A) + \epsilon_{300}^B \times c(B)$$

$$E_{615}^A = \epsilon_{615}^A \times c(A) + \epsilon_{615}^B \times c(B)$$

$$0,925 = 4010 \times c(A) + 2500 \times c(B) \quad \times 28$$

$$0,405 = 1500 \times c(A) + 2800 \times c(B) \quad \times 25$$

$$25,90 = 112280 \times c(A) + 70000 \times c(B)$$

$$10,125 = 37500 \times c(A) + 70000 \times c(B)$$

$$\text{-----} -$$
$$15,78 = 74780 \times c(A) \quad \blacktriangleright \quad c(A) = \mathbf{2,11 \times 10^{-4} \text{ mol/L}}$$

$$4010 \times \mathbf{2,11 \times 10^{-4}} + 2500 \times c(B) = 0,950 \quad \blacktriangleright \quad c(B) = \mathbf{3,16 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}$$

Opgave 8

Van stof C en D zijn de volgende gegevens bekend:

molaire extinctiecoëfficiënten (L/mol·cm)

$\lambda = 380 \text{ nm}$ $\lambda = 500 \text{ nm}$

C: 1250 660

D: 480 900

Beide stoffen bevinden zich in één oplossing. We meten de extincties in een 1 cm cuvet, bij $\lambda = 380 \text{ nm}$: $E = 0,355$ en bij $\lambda = 500 \text{ nm}$: $E = 0,495$.

Bereken de concentraties (mol/L) van beide stoffen C en D.

$$E_{380}^C = \epsilon_{380}^C \times c(C) + \epsilon_{380}^D \times c(D)$$

$$E_{500}^C = \epsilon_{500}^C \times c(C) + \epsilon_{500}^D \times c(D)$$

$$0,355 = 1250 \times c(C) + 480 \times c(D) \quad \times 90$$

$$0,495 = 660 \times c(C) + 900 \times c(D) \quad \times 48$$

$$31,95 = 112500 \times c(C) + 43200 \times c(D)$$

$$23,76 = 31680 \times c(C) + 43200 \times c(D)$$

$$8,19 = 80920 \times c(C)$$

$$\blacktriangleright c(C) = 1,01 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$0,355 = 1250 \times 1,01 \times 10^{-4} + 480 \times c(D)$$

$$\blacktriangleright c(D) = 4,77 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Opgave 9

Voor de spectrometrische bepaling van aspirine maakt men gebruik van een reeks standaarden van salicylzuur. Een hoeveelheid salicylzuur wordt afgewogen en opgelost tot 1000 mL. Van deze standaard wordt 25,00 mL gepipetteerd en aangevuld tot 100 mL. De laatste oplossing heeft een massaconcentratie van 50,0 mg/L. Hoeveel mg salicylzuur moet dan worden afgewogen?

De 25 mL wordt tot 100 mL verdund. Verdunningsfactor: $100 / 25 = 4 \times$

Vóór de verdunning was de massaconcentratie dus: $4 \times 50,0 \text{ mg/L} = 200,0 \text{ mg/L}$.

*De oplossing was precies 1000 ml (= 1,000 L) dus af te wegen: **200,0 mg***

Opgave 10

Ter bepaling van de detectiegrens van een spectrometrische meting vinden we voor een meetoplossing met een zeer lage concentratie, in een 1 cm cuvet de volgende extincties:

0,006 0,003 0,008 0,009 0,006 0,007 0,005 0,004 0,008 0,005.

$\epsilon = 9500 \text{ L/mol}\cdot\text{cm}$.

Bereken de detectiegrens en de bepalingsgrens in mol/L.

Standaarddeviatie in de meting: 0,0019

Bijbehorende concentratie: $E = \epsilon \times c \quad \blacktriangleright \quad 0,0019 = 9500 \times c \quad c = 2,0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

$c_{\min} = 3 \times 2,0 \times 10^{-7} = 6 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

bepalingsgrens: $3 \times 6 \times 10^{-7} = 1,8 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

Opgave 11

Ter bepaling van de detectiegrens van een spectrometrische meting vinden we voor een meetoplossing met een zeer lage concentratie, in een 1 cm cuvet de volgende extincties:

0,002 0,003 0,001 0,005 0,000 0,002 0,006 0,006 0,004 0,005.

Extinctiecoëfficiënt (ijkfactor): $K = 0,225 \text{ L/mg}\cdot\text{cm}$.

Bereken de detectiegrens en de bepalingsgrens in mg/L.

Standaarddeviatie in de meting: 0,0021

Bijbehorende concentratie: $E = K \times \rho \quad \blacktriangleright \quad 0,0021 = 0,221 \times \rho \quad \rho = 9,5 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$

$c_{\min} = 3 \times 9,5 \times 10^{-3} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$

bepalingsgrens: $3 \times 2,9 \times 10^{-3} = 8,6 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$

Opgave 12

Bij de bepaling van Fe(II) met sulfosalicylzuur wordt een kalibratielijn gemaakt aan de hand van de onderstaande gegevens. Tevens wordt een schatting gemaakt van de detectiegrens door tienmaal een blanco ten opzichte van water te meten en te corrigeren voor de gebruikte cuvet.

Resultaat:

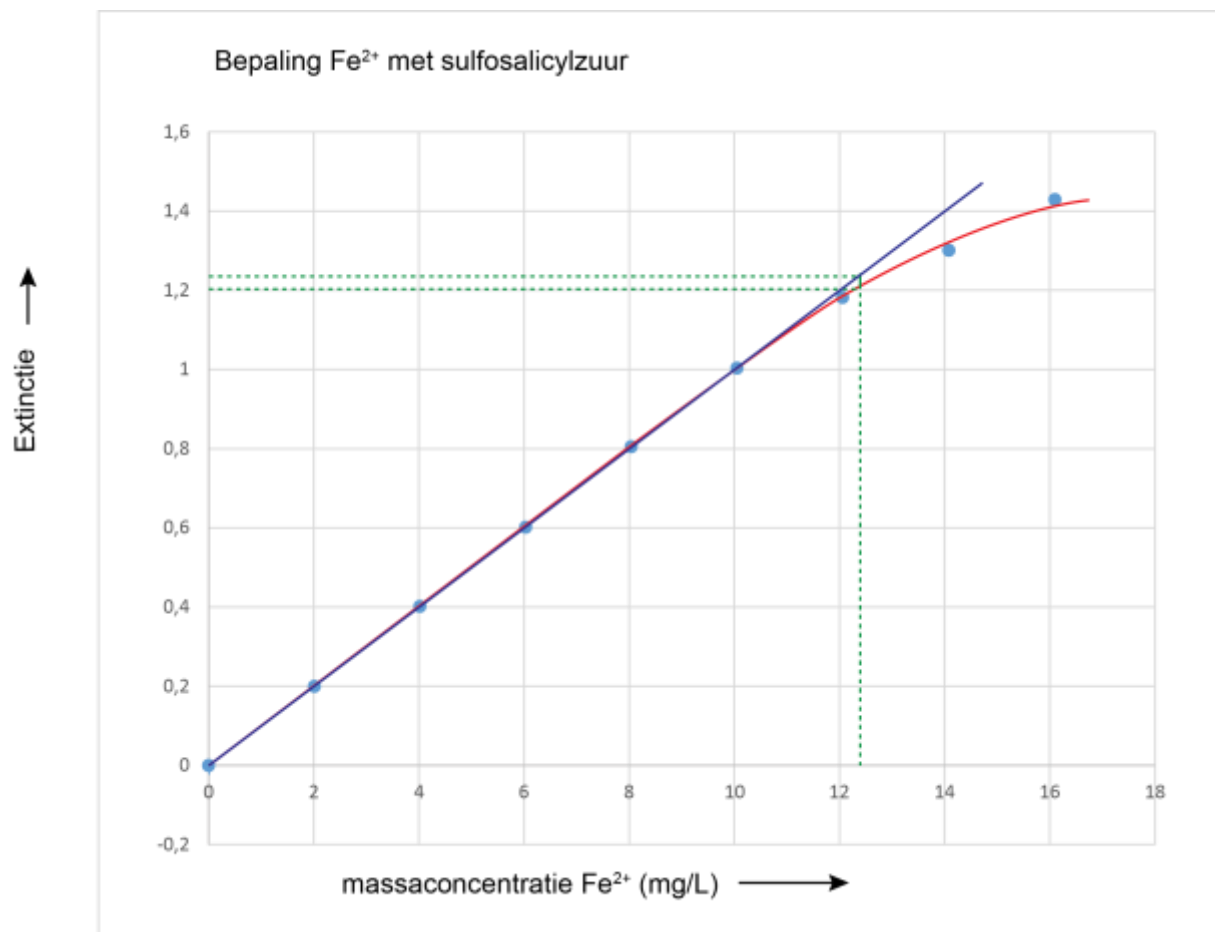
$\rho(\text{Fe}^{2+})$ (mg/L)	E
----------------------------------	-----

0,000	0,000
2,010	0,200
4,020	0,402
6,030	0,602
8,040	0,805

10,05	1,004
12,06	1,182
14,08	1,301
16,10	1,429

Blanco extincties ten opzichte van water: 0,010 0,008 0,007 0,009 0,006 0,010 0,005
0,007 0,006 0,008.

- Zet de meetpunten in een grafiek.
- Teken de bijbehorende kalibratielijn door deze meetpunten.



- Bepaal de extinctiecoëfficiënt (K)

Met lineaire regressie (bijvoorbeeld functie "LIJNSCH" in Excel) wordt voor de eerste 7 meetpunten (t/m 12,06 mg/L) gevonden:

$$K = 0,0987 \text{ L/mg} \cdot \text{cm}.$$

$$\text{Dus: } E = 0,0987 \times \rho(\text{Fe}^{2+})$$

- d Bereken de molaire extinctiecoëfficiënt (ϵ).

We gaan uit van 1 mol: 1 mol = 55,85 g Fe^{2+} en dus: $5,585 \times 10^{-4}$ mg

$$E = 0,0987 \times \rho(\text{Fe}^{2+}) \quad \blacktriangleright \quad E = 0,0987 \times 5,585 \times 10^{-4} = 5,514 \times 10^{-3}$$

$$E = \epsilon \times 1,00 \text{ mol/L} \quad \blacktriangleright \quad 5,514 \times 10^{-3} = \epsilon \times 1,00 \text{ mol/L} \quad \epsilon = 5,51 \times 10^3 \text{ L/mol}\cdot\text{cm}$$

- e Bepaal de detectiegrens.

Standaarddeviatie in de blanco-meting: 0,0017

$$\text{Bijbehorende concentratie: } E = K \times \rho \quad \blacktriangleright \quad 0,0017 = 0,0987 \times \rho(\text{Fe}^{2+})$$

$$\rho(\text{Fe}^{2+}) = 1,7 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$$

$$\text{Detectiegrens: } c_{\min} = 3 \times 1,7 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$$

$$(\text{bepalingsgrens: } 3 \times 5,1 \times 10^{-4} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mg/L})$$

- f Bepaal de bovengrens van het lineair bereik bij een lineariteitsfout van 2%.

$$\text{Zie grafiek, bij benadering: } c_{\max} = 12 \text{ mg/L}$$

Opgave 13

Welke voordelen heeft een enkelstraalfotometer?

Hoge lichtopbrengst, eenvoudige bouw en bediening, goedkoop.

Opgave 14

Bij welke soort metingen is een dubbelstraalspectrometer noodzakelijk?

Als het monster tijdens de meting geen constante samenstelling heeft en dus verandert, bijvoorbeeld tijdens een enzymatische bepaling. Hierbij meet je juist de snelheid van de verandering.

Opgave 15

Een spectrometer geeft bij een spleetbreedte van 3,0 mm een bandbreedte van 8,0 nm. Hoe groot is de lineaire dispersie?

$$\Delta s / \Delta \lambda = 3,0 \text{ mm} / 8,0 \text{ nm} = 0,375 \text{ mm/nm}$$

Opgave 16

Welke nadelen zijn verbonden aan een prisma als spectraal middel?

Verstrooiing door glasoppervlakken, spectrum niet lineair met de draaiing van het prisma.

Opgave 17

a Welk voordeel biedt een “fotomultiplicator”?

Gevoeliger dan een diode.

b Welk nadeel?

Ook in het nulpunt is er een gering signaal (donkerstroom).

Opgave 18

In een cuvet met 1 cm weglengte wordt van een oplossing met component P waarvan $c(P) = 0,000150$ mol/L een extinctie gemeten van : 0,880.

Bereken de molaire extinctiecoëfficiënt.

$$E = \epsilon \times c \times l \qquad 0,880 = \epsilon \times 0,000150 \times 1 \qquad \blacktriangleright \qquad \epsilon = \mathbf{5,87 \times 10^3 \text{ L/molcm}}$$

Opgave 19

Component Q heeft een concentratie van $5,0 \times 10^{-2}$ mol/L. We meten in een cuvet met $l = 2,00$ cm een extinctie van 0,528.

Bereken de molaire extinctiecoëfficiënt.

$$E = \epsilon \times c \times l \qquad 0,528 = \epsilon \times 0,050 \times 2 \qquad \blacktriangleright \qquad \epsilon = \mathbf{5,28 \text{ L/molcm}}$$

Opgave 20

Component R heeft een extinctiecoëfficiënt (bij $\lambda = 490$ nm) van 850 (l/mol·cm).

Bereken de extinctie en de transmissie die met een 4 cm cuvet gemeten zal worden bij $\lambda = 490$ nm als de concentratie van C 0,000500 mol/L bedraagt.

$$E = \epsilon \times c \times l \qquad E = 850 \times 0,000500 \times 4 \qquad \blacktriangleright \qquad E = \mathbf{1,700}$$

$$T = 10^{-E} = 10^{-1,7} = \mathbf{0,0200} \quad (2,00\%)$$

Opgave 21

Van stof A en B zijn de volgende gegevens bekend:

molaire extinctiecoëfficiënten (l/mol·cm)

$\lambda = 480$ nm

$\lambda = 550$ nm

A: 1850

950

B: 680 1200

Beide stoffen bevinden zich in één oplossing. We meten de extincties in een 1 cm cuvet, bij $\lambda = 480$ nm: $E = 0,710$ en bij $\lambda = 550$ nm: $E = 0,790$.

Bereken de concentraties (mol/L) van beide stoffen A en B.

$$E_{480}^A = \epsilon_{480}^A \times c(A) + \epsilon_{480}^B \times c(B)$$

$$E_{550}^A = \epsilon_{550}^A \times c(A) + \epsilon_{550}^B \times c(B)$$

$$0,710 = 1850 \times c(A) + 680 \times c(B) \quad \times 120$$

$$0,790 = 950 \times c(A) + 1200 \times c(B) \quad \times 68$$

$$85,20 = 222000 \times c(A) + 81600 \times c(B)$$

$$53,72 = 64600 \times c(A) + 81600 \times c(B)$$

$$31,48 = 157400 \times c(A) \quad \blacktriangleright \quad c(A) = 2,00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$0,710 = 1850 \times 2,00 \times 10^{-4} + 680 \times c(B) \quad \blacktriangleright \quad c(B) = 5,00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Opgave 22

500,0 mg salicylzuur wordt opgelost tot 1000,0 mL (maatkolf), hiervan wordt 25,00 mL gepipetteerd in een maatkolf van 100,0 mL. Hoe groot is de massaconcentratie salicylzuur in mg/L?

De eerste oplossing: $500,0 \text{ mg} / 1,000 \text{ L} = 500,0 \text{ mg/L}$

Verdunning: $4 \times \blacktriangleright 500,0 \text{ mg/L} / 4 = 125,0 \text{ mg/L}$

Opgave 23

Ter bepaling van de detectiegrens van een spectrometrische meting vinden we voor een meetoplossing met een zeer lage concentratie, in een 1 cm cuvet de volgende extincties:

0,012 0,008 0,001 0,005 0,004 0,002 0,009 0,006 0,004 0,006.

Extinctiecoëfficiënt: $K = 0,455 \text{ L/mg}\cdot\text{cm}$.

Bereken de detectiegrens en de bepalingsgrens.

Standaarddeviatie in de blanco-meting: 0,0033

Bijbehorende concentratie: $E = K \times \rho \quad \blacktriangleright \quad 0,0033 = 0,455 \times \rho$

$$\rho = 0,0073 \text{ mg/L}$$

$$\text{Detectiegrens: } c_{\min} = 3 \times 0,0073 = 0,022 \text{ mg/L}$$

$$\text{Bepalingsgrens: } 3 \times 0,022 = 0,066 \text{ mg/L}$$

Opgave 24

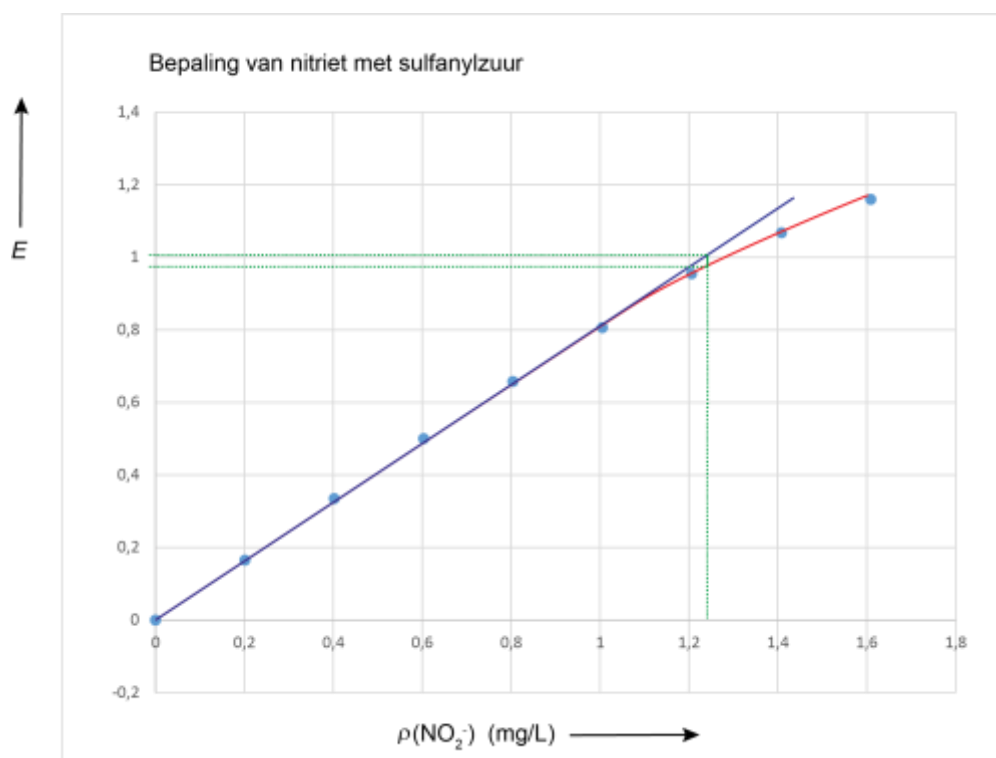
Bij de spectrometrische bepaling van nitriet met sulfanylzuur wordt een ijklijn gemaakt aan de hand van de onderstaande gegevens. Tevens wordt een schatting gemaakt van de detectiegrens door tienmaal een blanco ten opzichte van water te meten en te corrigeren voor de gebruikte cuvet.

Resultaat:

$\rho(\text{NO}_2^-)$ (mg/L)	E
0,000	0,000
0,201	0,165
0,402	0,335
0,603	0,500
0,804	0,658
1,005	0,806
1,206	0,955
1,408	1,068
1,609	1,160

Blanco extincties ten opzichte van water: 0,010 0,008 0,007 0,009 0,006 0,010 0,005
0,007 0,006 0,008.

a Maak een ijklijn.



- b Bepaal de extinctiecoëfficiënt (K)

Met lineaire regressie (bijvoorbeeld functie "LIJNSCH" in Excel) wordt voor de eerste 5 meetpunten (t/m 0,804 mg/L) gevonden:

$$K = 0,821 \text{ L/mg} \cdot \text{cm}.$$

$$\text{Dus: } E = 0,821 \times \rho(\text{NO}_2^-)$$

- c Bereken de molaire extinctiecoëfficiënt (ϵ).

We gaan uit van 1 mol: 1 mol NO_2^- = 46,00 g en dus: 46000 mg

$$E = 0,821 \times \rho(\text{NO}_2^-) \quad \blacktriangleright \quad E = 0,821 \times 46000 = 3,778 \times 10^4$$

$$E = \epsilon \times 1,00 \text{ mol/L} \quad \blacktriangleright \quad 3,778 \times 10^4 = \epsilon \times 1,00 \text{ mol/L} \quad \epsilon = 3,78 \times 10^4 \text{ L/mol} \cdot \text{cm}$$

- d Hoe groot is de bepalingsgrens?

Standaarddeviatie in de blanco-meting: 0,0017

$$\text{Bijbehorende concentratie: } E = K \times \rho \quad \blacktriangleright \quad 0,0017 = 0,821 \times \rho$$

$$\rho = 0,0021 \text{ mg/L}$$

$$\text{Detectiegrens: } c_{\min} = 3 \times 0,0021 = 0,0063 \text{ mg/L}$$

$$\text{Bepalingsgrens: } 3 \times 0,0063 = 0,019 \text{ mg/L}$$

- e Bepaal de bovengrens van het lineair bereik bij een lineariteitsfout van 3%.

Schatting uit de grafiek: circa 1,2 mg/L