

Methylrood

Methylrood geeft een zure oplossing een rode kleur. Menno lost 15 mg methylrood ($269,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) op in een maatkolf tot een oplossing van 1,0 L.

- 1 Bereken de molariteit van het methylrood in $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Van deze oplossing druppelt hij 1,0 mL in een reageerbuis en hij voegt 1,0 mL zoutzuur toe, zodat het methylrood een rode kleur geeft. Vervolgens vult Menno de buis aan tot 10 mL met water.

- 2 Bereken de verdunningsfactor bij het mengen in de buis.
- 3 Bereken de concentratie in de buis na mengen in $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Nu meet Menno bij verschillende golflengtes van licht de transmissie en extinctie. Menno's meetgegevens staan in onderstaande tabel.

λ (nm)	T (%)	E
350	92,3	0,035
375		0,025
400	98,9	0,005
425	93,3	
450	76,7	0,115
475		0,280
500	33,5	0,475

λ (nm)	T (%)	E
515	28,5	0,545
520	28,2	
525	28,5	0,545
530		0,540
535	30,4	0,517
550	35,9	
575	73,3	0,135

In de tabel ontbreken enkele waarden. De ontbrekende waarden kun je berekenen met de volgende vergelijking:

$$E = -\log(T) \quad \text{waarin: } T = \frac{I_t}{I_0} \quad (\text{dus } T \text{ als decimale waarde, geen procenten})$$

- 4 Bereken de ontbrekende waarden voor transmissie en extinctie in de tabel.
- 5 Maak een grafiek van de extinctie tegen de golflengte. Gebruik de uitwerkbijlage.

Bepaling van de concentratie van methylrood

Nu Menno weet dat hij bij $\lambda = 520 \text{ nm}$ moet meten, maakt hij een ijkreeks van bekende concentraties. Daarvoor gebruikt hij dezelfde oplossing van $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ en maakt hij een ijkreeks volgens onderstaande tabel. Hij neemt steeds $1,0 \text{ mL}$ zoutzuur en een eindvolume van $10,0 \text{ mL}$, zodat de buizen uiteindelijk allemaal dezelfde zuurtegraad hebben. De hoeveelheid methylrood varieert hij steeds, zodat de concentratie methylrood steeds hoger is. Met deze oplossingen vult hij cuvetten met een lichtweg van $1,0 \text{ cm}$ en hij meet van elke oplossing de extinctie.

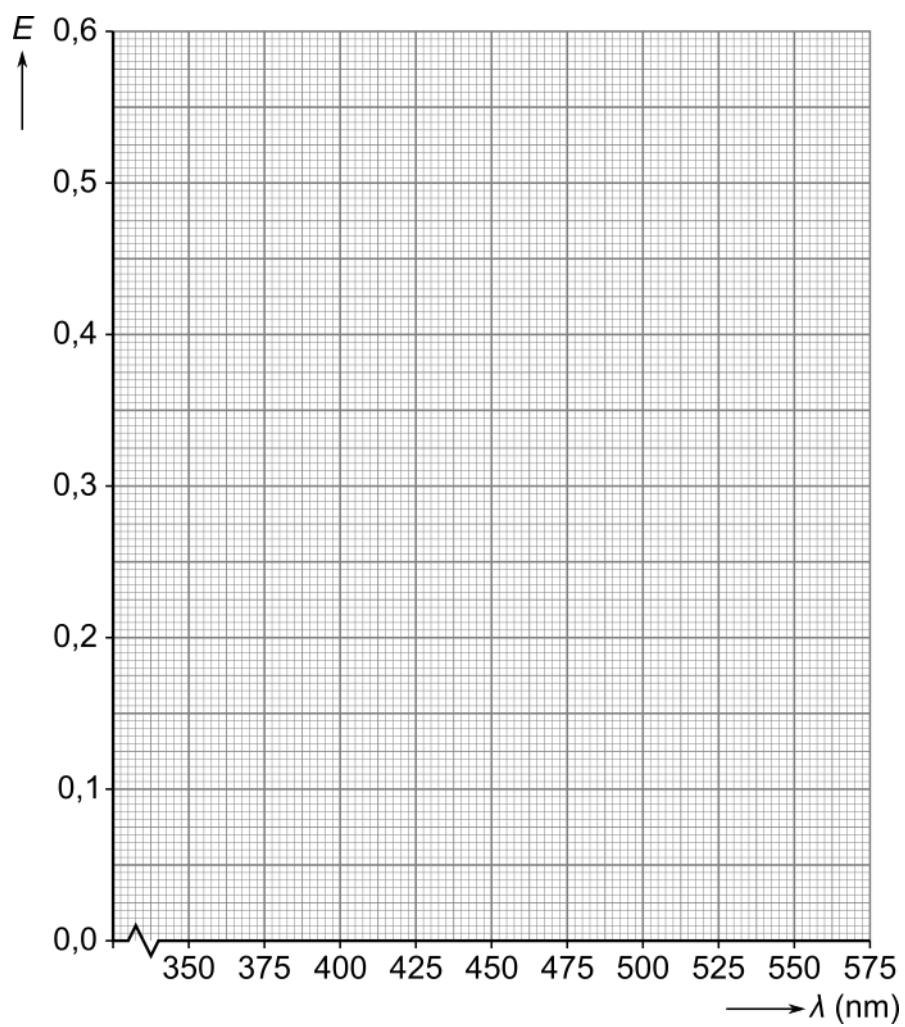
Buis	Oplossing methylrood (mL)	Zoutzuur (mL)	Water (mL)	Conc. ($10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	E
1	1,0	1,0	8,0		0,27
2	2,0	1,0	7,0		0,53
3	3,0	1,0	6,0		0,84
4	4,0	1,0	5,0		1,12
5	5,0	1,0	4,0		1,36

- 6 Bereken de concentraties van de vijf buizen in $10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en vul die in de tabel in.
- 7 Maak op de uitwerkbijlage een ijklijn (E tegen $conc$) en geef de vergelijking:
 $E = a \cdot conc$
- 8* Bepaal de extinctiecoëfficiënt van methylrood in. Geef ook de eenheid van deze waarde.

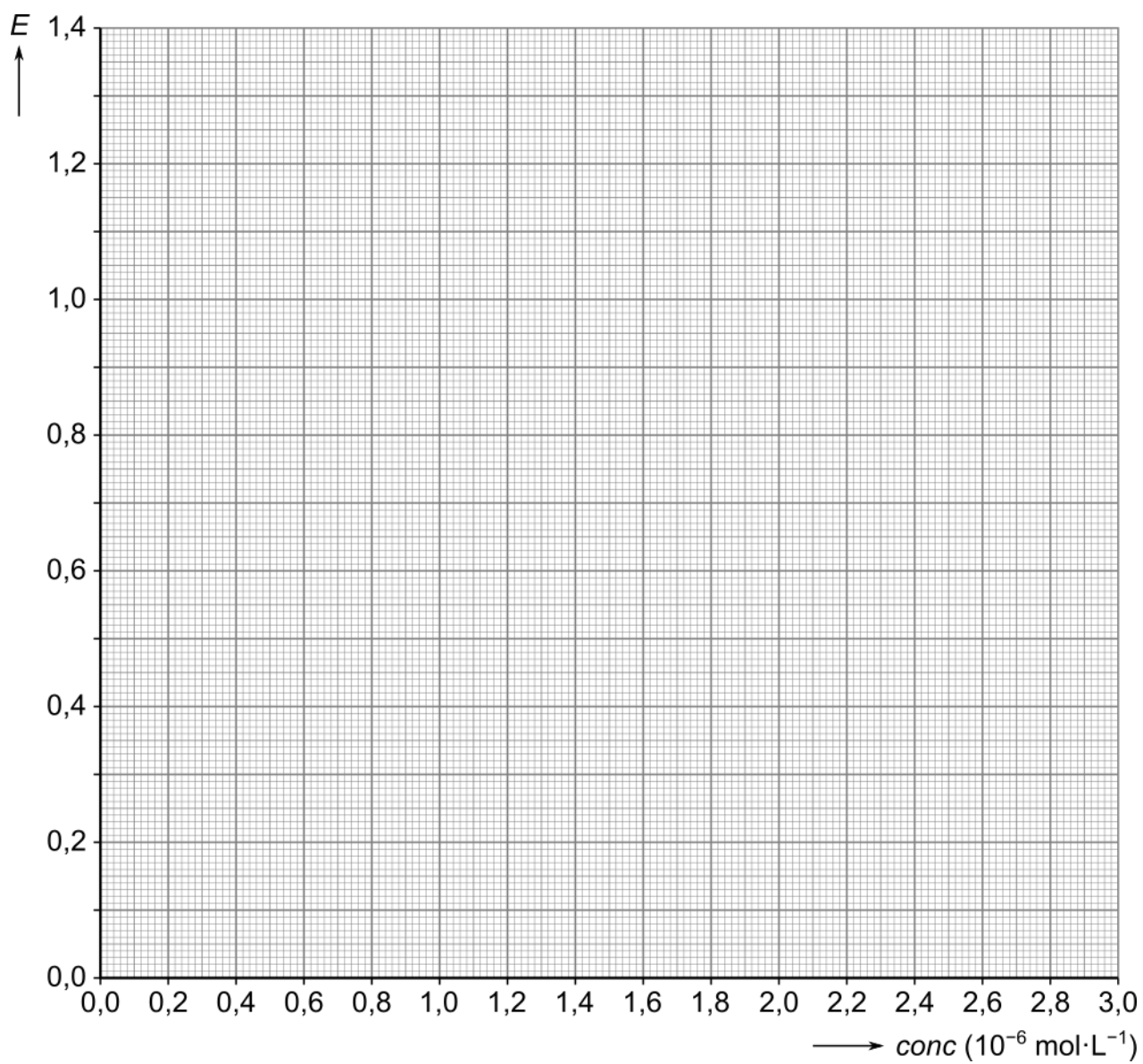
Menno neemt nu een onbekende oplossing van methylrood en voegt $5,0 \text{ mL}$ in een buis met $1,0 \text{ mL}$ zoutzuur en $4,0 \text{ mL}$ water. Hij meet de extinctie op een waarde van $E = 1,15$.

- 9 Bepaal grafisch en met je vergelijking de concentratie in de buis.
- 10 Bereken de concentratie van de oorspronkelijke, onverdunde oplossing.

5



7



Uitwerkingen

1 $m = 15 \text{ mg} = 0,015 \text{ g}$
 $M = 269,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,015}{269,3} = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$V = 1,0 \text{ L}$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{5,6 \cdot 10^{-5}}{1,0} = \underline{\underline{5,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}}}$$

2 1,0 mL methyloordoplossing wordt aangevuld tot 10 mL, dus:

$$\text{verduunningsfactor} = \frac{10}{1,0} = 10 \times$$

3 De oorspronkelijke concentratie ($5,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$) wordt dus $10 \times$ kleiner:
 $c = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

4 Als voorbeeld de omrekening bij $\lambda = 375 \text{ nm}$:

$$E = 0,025$$

$$T = 10^{-0,025} = 0,944 \Leftrightarrow \underline{\underline{94,4\%}}$$

Als voorbeeld de omrekening bij $\lambda = 425 \text{ nm}$:

$$T = 0,933$$

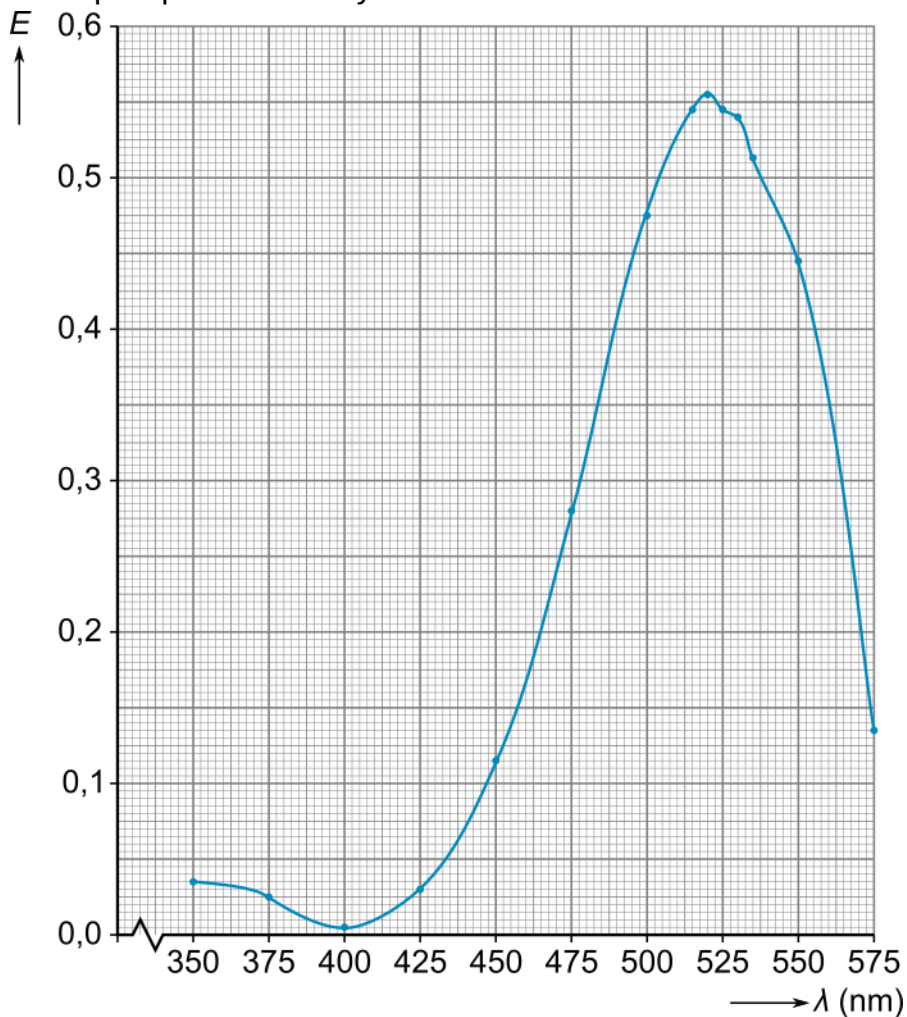
$$E = -\log(0,933) = \underline{\underline{0,030}}$$

De overige waarden op gelijke manier uitgerekend:

$\lambda \text{ (nm)}$	$T \text{ (%)}$	E
350	92,3	0,035
375	94,4	0,025
400	98,9	0,005
425	93,3	0,030
450	76,7	0,115
475	52,5	0,280
500	33,5	0,475

$\lambda \text{ (nm)}$	$T \text{ (%)}$	E
515	28,5	0,545
520	28,2	0,550
525	28,5	0,545
530	26,8	0,540
535	30,4	0,517
550	35,9	0,445
575	73,3	0,135

5 Absorptiespectrum methyloord



- 6 Bij de eerste buis wordt 1,0 mL methyloordoplossing ($5,6 \cdot 10^{-5}$ M) aangevuld tot 10 mL, dus er wordt $10\times$ verdund. De concentratie in de eerste buis wordt
 dus: $\frac{5,6 \cdot 10^{-5}}{10} = \underline{\underline{5,6 \cdot 10^{-6} \text{ M}}}$

Bij de tweede buis wordt 2,0 mL methyloordoplossing ($5,6 \cdot 10^{-5}$ M) aangevuld tot 10 mL, dus er wordt $5\times$ verdund. De concentratie in de eerste buis wordt
 dus: $\frac{5,6 \cdot 10^{-5}}{5} = \underline{\underline{11 \cdot 10^{-6} \text{ M}}}$

De volgende oplossingen op gelijke wijze berekenen:

Buis	Oplossing methylrood (mL)	Zoutzuur (mL)	Water (mL)	Conc. ($10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	E
1	1,0	1,0	8,0	5,6	0,27
2	2,0	1,0	7,0	11	0,53
3	3,0	1,0	6,0	17	0,84
4	4,0	1,0	5,0	22	1,12
5	5,0	1,0	4,0	28	1,36

- 7 Teken een rechte lijn door de oorsprong en de meetpunten, zie hieronder.
(De rode lijn is voor opgave 9)

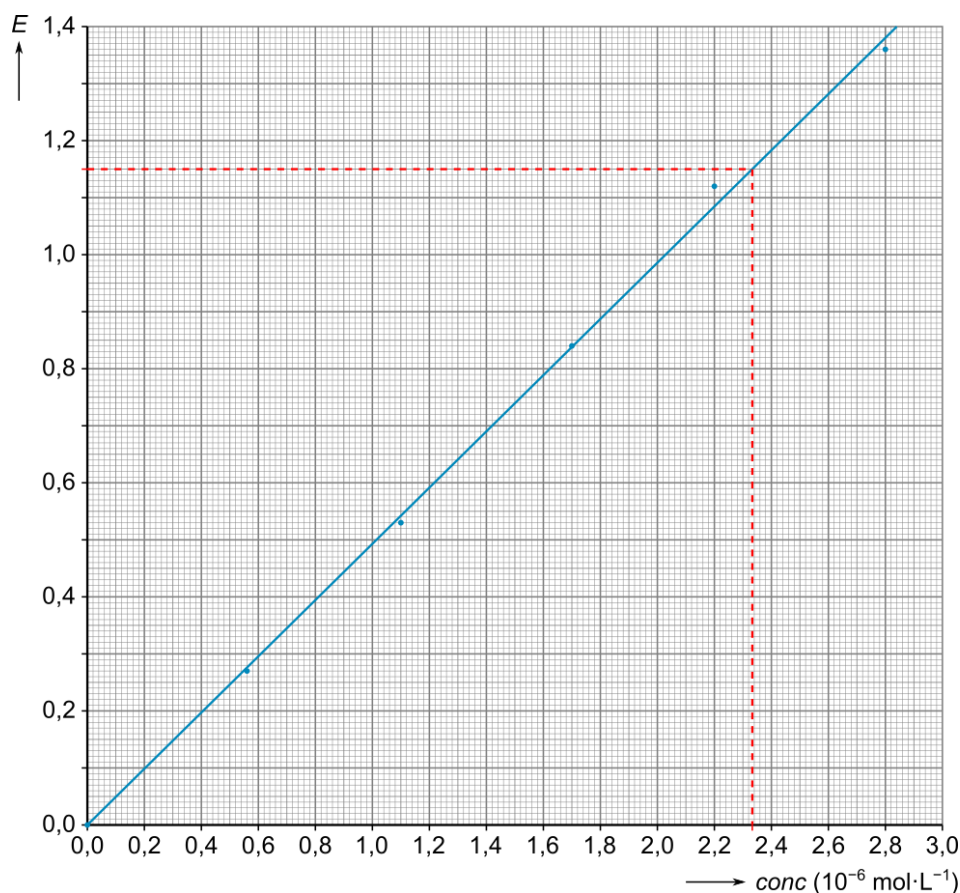
De vergelijking van de lijn stel je op met wiskunde: $y = ax + b$.

Op de y -as staat E en op de x -as staat $conc$, dus dan wordt de vergelijking:

$$E = a \cdot conc + b$$

De lijn gaat door de oorsprong, dus $b = 0$ en a bepaal je met de richtingscoëfficiënt. Deze is $4,9 \cdot 10^4$.

$$\text{Dus: } E = 4,9 \cdot 10^4 \cdot conc$$



8* De wet van Lambert-Beer luidt: $E = \varepsilon \cdot d \cdot c$

De richtingscoëfficiënt van opgave 7 is dus gelijk aan $\varepsilon \cdot d$
 $\varepsilon \cdot d = 4,9 \cdot 10^4$ hierin is d de lichtweg, hier: $d = 1,0$ cm

$$\varepsilon = \frac{4,9 \cdot 10^4}{1,0} = \underline{\underline{4,9 \cdot 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}}}$$

Menno neemt nu een onbekende oplossing van methylrood en voegt 5,0 mL in een buis met 1,0 mL zoutzuur en 4,0 mL water. Hij meet de extinctie op een waarde van $E = 1,15$.

9 Grafische bepaling:

Aflezen in de grafiek van opgave 7 (rode stippellijn):

$$E = 1,15 \Leftrightarrow \underline{\underline{\text{conc} = 23,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

Berekenen met de richtingscoëfficiënt:

$$c = \frac{1,15}{4,9 \cdot 10^4} = \underline{\underline{23,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

10 Om de oplossing te maken, die Menno gemeten heeft, heeft hij 5,0 mL methylroodoplossing met onbekende concentratie aangevuld (met zoutzuur en water) tot 10 mL, dus de onbekende concentratie is 2× verdund.

De onbekende oplossing heeft dus een concentratie die 2× hoger is dan de gemeten concentratie van opgave 9:

$$c = 2 \cdot 23,5 \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{4,69 \cdot 10^{-5} \text{ M}}}$$