

Bijspijkerprogramma havo scheikunde onderdeel 10 ADI, grenswaarde en ppm.

Leerdoelen

- Je kunt aan de hand van gegevens berekenen of de grenswaarde van een stof wordt overschreden.
- Je kunt aan de hand van gegevens berekenen of de ADI van een stof wordt overschreden.
- Je kunt het gehalte van een stof berekenen in massa-ppm en volume-ppm, massa-ppb en volume-ppb.

Dit onderdeel gaat over ppm en de grenswaarde (ook wel TCG of MAC-waarde genoemd) [Uitlegfilmpje](#).

De grenswaarde is de maximaal aanvaardbare concentratie van een stof in de lucht op plaatsen waar mensen werken. De eenheid is mg/m^3 . De grenswaarde van een stof kun je vinden in tabel 97A van binas.

Ppm betekent parts per million, je kunt het vergelijken met procent wat per 100 betekent. Je kunt massa-ppm en volume-ppm hebben.
 $\text{massa-ppm} = \text{massa gevraagde stof} / \text{totale massa} \times 10^6$
(beide massa's moeten wel dezelfde eenheid hebben, bijvoorbeeld allebei gram)

$\text{volume-ppm} = \text{volume gevraagde stof} / \text{totaal volume} \times 10^6$
(beide volumes moeten wel dezelfde eenheid hebben, bijvoorbeeld allebei mL)

Ppb betekent parts per billion (miljard) dan doe je $\text{deel/geheel} \times 10^9$



[Examenopgave](#)

Opgave 1

In een ruimte is de grenswaarde van koolstofdioxide precies bereikt. Bereken de molariteit van koolstofdioxide in de ruimte.

Opgave 2

Sjakie laat 30 mmol chloroform (CHCl_3) verdampen in een ruimte van 80 m^3 . Bereken het volume-ppm chloroform in deze ruimte. Ga er vanuit dat 1,00 mol chloroformdamp een volume heeft van 24 dm^3 .

Opgave 3

Sjakie laat per ongeluk 2,0 L zwaveldioxidegas ($T=273 \text{ K}$) ontsnappen in een ruimte van 60 m^3 . Bereken of de 8-uurs-grenswaarde van zwaveldioxide wordt overschreden.

Opgave 4

De dichtheid van lucht staat in tabel 12. Op een koude dag ($T=273 \text{ K}$) is de grenswaarde van chloor precies bereikt in een chloorfabriek. De fabriek heeft een volume van 800 m^3 . Bereken het massa-ppm chloor in de lucht in de fabriek.

Opgave 5

In een ruimte is de molariteit van waterstofsulfide (H_2S) $2,0 \times 10^{-5} \text{ M}$. Bereken hoeveel keer de grenswaarde van waterstofsulfide wordt overschreden. Opmerking: in tabel 97A staat de naam waterstofsulfide, de officiële naam is diwaterstofsulfide.

Antwoorden

Opgave 1

De grenswaarde van koolstofdioxide is volgens tabel 97A 30 mg/m³.

De molariteit druk je uit in mol/L. We moeten dus van mg/m³ naar mol/L rekenen.

$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ L}$

dus $30 \text{ mg/m}^3 = 0,030 \text{ mg/L}$ (een L is 1000 x zo klein als een m³, dus in een L mag 1000 x zo weinig koolstofdioxide voorkomen).

Nu moeten we nog uitrekenen hoeveel mol 0,030 mg koolstofdioxide is.

De molaire massa van CS₂ is volgens tabel 98 76,141 g/mol

$0,030 \text{ mg} = 0,030 \times 10^{-3} \text{ g} = 3,0 \times 10^{-5} \text{ gram}$

$3,0 \times 10^{-5} / 76,141 = 3,9 \times 10^{-7} \text{ mol CS}_2$

dat zat opgelost in 1 L, dus is de molariteit van koolstofdioxide $3,9 \times 10^{-7} \text{ M}$.

Opgave 2

$30 \text{ mmol} = 0,030 \text{ mol}$

$0,030 \text{ mol} \times 24 \text{ L/mol} = 0,72 \text{ L chloroform}$

Het totale volume is $80 \text{ m}^3 = 80 \cdot 10^3 \text{ L}$

$(0,72 \text{ L} / 80 \cdot 10^3) \times 10^6 = 9,0 \text{ volume-ppm}$

Opgave 3

De dichtheid van zwaveldioxide is volgens tabel 12 $2,93 \text{ kg/m}^3 = 2,93 \text{ g/L}$

massa = volume x dichtheid

$2,0 \text{ L} \times 2,93 \text{ g/L} = 5,86 \text{ g zwaveldioxide}$

dat komt overeen met $5,86 \times 10^3 \text{ mg zwaveldioxide}$

Er is dus $5,86 \times 10^3 \text{ mg} / 60 \text{ m}^3 = 98 \text{ mg/m}^3$, dat is veel meer dan de grenswaarde van $1,3 \text{ mg/m}^3$ (tabel 97A). Dus is de grenswaarde overschreden.

Opgave 4

De grenswaarde van chloor is (tabel 97A) $1,5 \text{ mg/m}^3$.

Er is dus $1,5 \text{ mg/m}^3 \times 800 \text{ m}^3 = 1,2 \times 10^3 \text{ mg} = 1,2 \text{ gram chloor}$.

De massa van 800 m^3 lucht is $800 \text{ m}^3 \times 1,293 \times 10^3 \text{ g/m}^3 = 1,03 \times 10^6 \text{ gram lucht}$.

$1,2 / (1,03 \times 10^6) \times 10^6 = 1,2 \text{ massa-ppm}$.

(je kunt dit ook berekenen zonder die 800 m^3 en het per m³ berekenen)

Opgave 5

Dit is een beetje de omgekeerde vraag van opgave 1. We moeten nu van mol/L naar mg/m³ H₂S.

$2,0 \times 10^{-5} \text{ M}$ betekent $2,0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

dat is hetzelfde als $2,0 \times 10^{-5} \times 1000 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol / m}^3$ (want in 1 m^3 zit 1000 x zo veel als in 1 L)

De molaire massa van H₂S is volgens tabel 98 $34,08 \text{ g/mol}$.

Er is dus $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 34,08 \text{ g/mol} = 0,482 \text{ g} = 482 \text{ mg H}_2\text{S}$ aanwezig in 1 m^3 .

De grenswaarde is volgens tabel 97A $2,3 \text{ mg/m}^3$. Er is dus meer H₂S. aanwezig dan de grenswaarde aangeeft.

De grenswaarde wordt dus $482 / 2,3 = 2,1 \cdot 10^2$ keer overschreden.