

## Bijspijkerprogramma vwo scheikunde onderdeel 11 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  $\text{mg}/\text{m}^3$ . 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 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 ( $\text{CHCl}_3$ ) verdampen in een ruimte van  $80 \text{ m}^3$ . Bereken het volume-ppm chloroform in deze ruimte. Ga er vanuit dat 1,00 mol chloroformdamp een volume heeft van  $24 \text{ dm}^3$ .

### Opgave 3

Sjakie laat per ongeluk 2,0 L zwaveldioxidegas ( $T=273 \text{ K}$ ) ontsnappen in een ruimte van  $60 \text{ m}^3$ . 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  $800 \text{ m}^3$ . Bereken het massa-ppm chloor in de lucht in de fabriek.

### Opgave 5

In een ruimte is de molariteit van waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ )  $2,0 \times 10^{-5} \text{ M}$ . 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/m<sup>3</sup>.

De molariteit druk je uit in mol/L. We moeten dus van mg/m<sup>3</sup> naar mol/L rekenen.

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

dus 30 mg/m<sup>3</sup> = 0,030 mg/L (een L is 1000 x zo klein als een m<sup>3</sup>, 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 CS<sub>2</sub> 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 3,9x10<sup>-7</sup> M.

### Opgave 2

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

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

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

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

### Opgave 3

De dichtheid van zwaveldioxide is volgens tabel 12 2,93 kg/m<sup>3</sup>=2,93 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 5,86x10<sup>3</sup> mg zwaveldioxide

Er is dus 5,86 x 10<sup>3</sup> mg / 60 m<sup>3</sup> = 98 mg/m<sup>3</sup>, dat is veel meer dan de grenswaarde van 1,3 mg/m<sup>3</sup> (tabel 97A). Dus is de grenswaarde overschreden.

### Opgave 4

De grenswaarde van chloor is (tabel 97A) 1,5 mg/m<sup>3</sup>.

Er is dus 3 mg/ m<sup>3</sup> x 800 m<sup>3</sup> = 1,2 x 10<sup>3</sup> mg=1,2 gram chloor.

De massa van 800 m<sup>3</sup> lucht is 800 m<sup>3</sup> x 1,293 x 10<sup>3</sup> g/m<sup>3</sup>= 1,03 x 10<sup>6</sup> 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<sup>3</sup> en het per m<sup>3</sup> berekenen)

### Opgave 5

Dit is een beetje de omgekeerde vraag van opgave 1. We moeten nu van mol/L naar mg/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S.

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

dat is hetzelfde als 2,0x10<sup>-5</sup> x 1000=2,0x10<sup>-3</sup> mol / m<sup>3</sup> (want in 1 m<sup>3</sup> zit 1000 x zo veel als in 1 L)

De molaire massa van H<sub>2</sub>S is volgens tabel 98 34,08 g/mol.

Er is dus 2,0x10<sup>-3</sup> mol x 34,08 g/mol = 0,482 g =482 mg H<sub>2</sub>S aanwezig in 1 m<sup>3</sup>.

De grenswaarde is volgens tabel 97A 2,3 mg/m<sup>3</sup>. Er is dus meer H<sub>2</sub>S. aanwezig dan de grenswaarde aangeeft.

De grenswaarde wordt dus 482 / 2,3= 2,1•10<sup>2</sup> keer overschreden.