

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 koolstofdissulfide precies bereikt. Bereken de molariteit van koolstofdissulfide 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 grens-waarde 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 koolstofdissulfide 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 mg/m³ = 0,030 mg/L (een L is 1000 x zo klein als een m³, dus in een L mag 1000 x zo weinig koolstofdissulfide voorkomen).

Nu moeten we nog uitrekenen hoeveel mol 0,030 mg koolstofdissulfide 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 koolstofdissulfide 3,9x10⁻⁷ M.

Opgave 2

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

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

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

$$(0,72 \text{ L} / 80 \cdot 10^3) \times 10^6 = 90 \text{ volume-ppm}$$

Opgave 3

De dichtheid van zwaveldioxide is volgens tabel 12 2,93 kg/m³=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 5,86x10³ mg zwaveldioxide

Er is dus 5,86 x 10³ mg / 60 m³ = 98 mg/m³, dat is veel meer dan de grenswaarde van 1,3 mg/m³ (tabel 97A). Dus is de grenswaarde overschreden.

Opgave 4

De MAC-waarde van chloor is (tabel 97A) 3 mg/m³.

$$\text{Er is dus } 3 \text{ mg/m}^3 \times 800 \text{ m}^3 = 2,4 \times 10^3 \text{ mg} = 2,4 \text{ gram chloor.}$$

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

$$2,4 / (1,03 \times 10^6) \times 10^6 = 2,3 \text{ massa-ppm.}$$

(je kunt dit ook berekenen zonder die 800 m³ 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 2,0x10⁻⁵ x 1000=2,0x10⁻³ mol / m³ (want in 1 m³ zit 1000 x zo veel als in 1 L)

De molaire massa van H₂S is volgens tabel 98 34,08 g/mol.

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

De MAC-waarde is volgens tabel 97A 15 mg/m³. Er is dus meer H₂S. aanwezig dan de MAC-waarde aangeeft.

$$\text{De MAC-waarde wordt dus } 482 / 15 = 32 \text{ keer overschreden.}$$