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.
massa-ppm = massa gevraagde stof / totale massa x 10^6
(beide massa's moeten wel dezelfde eenheid hebben, bijvoorbeeld allebei gram)
volume-ppm = volume gevraagde stof/ totaal volume x 10^6
(beide volumes moeten wel dezelfde eenheid hebben, bijvoorbeeld allebei mL)
Ppb betekent parts per billion (miljard) dan doe je deel/geheel x 10^9

Examenopgave

Opgave 1
In een ruimte is de grenswaarde van koolstofdisulfide precies bereikt. Bereken de molariteit van koolstofdisulfide 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 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 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) $2{,}0 \times 10^{-5}$ M. Bereken hoeveel keer de grenswaarde van waterstofsulfide wordt overschreden.Opmerking: in tabel 96A staat de naam waterstofsulfide, de officiële naam is diwaterstofsulfide.

Antwoorden

Opgave 1
De grenswaarde van koolstofdisulfide is volgens tabel 97A 30 mg/m^3.
De molariteit druk je uit in mol/L. We moeten dus van mg/m^3 naar mol/L rekenen.
1 m^3 = 1000 dm^3 = 1000 L
dus 30 mg/m^3 = 0,030 mg/L (een L is 1000 x zo klein als een m^3, dus in een L mag 1000 x zo weinig koolstofdisulfide voorkomen).
Nu moeten we nog uitrekenen hoeveel mol 0,030 mg koolstofdisulfide is.
De molaire massa van CS_2 is volgens tabel 98 76,141 g/mol
0,030 mg = $0{,}030 \times 10^{-3}$ g = $3{,}0 \times 10^{-5}$ gram
$3{,}0 \times 10^{-5}$ / 76,141 = $3{,}9 \times 10^{-7}$ mol CS_2
dat zat opgelost in 1 L, dus is de molariteit van koolstofdisulfide $3{,}9 \times 10^{-7}$ M.

Opgave 2
30 mmol = 0,030 mol
0,030 mol x 24 L/mol=0,72 L chloroform
Het totale volume is 80 m^3 = $80 \cdot 10^3$ L
(0,72 L / $80 \cdot 10^3$) x 10^6 = 90 volume-ppm

Opgave 3
De dichtheid van zwaveldioxide is volgens tabel 12 2,93 kg/m^3=2,93 g/L
massa =volume x dichtheid
2,0 L x 2,93 g/L=5,86 g zwaveldioxide
dat komt overeen met $5{,}86 \times 10^3$ mg zwaveldioxide
Er is dus 5,86 x 10^3 mg / 60 m^3 = 98 mg/m^3, dat is veel meer dan de grenswaarde van 1,3 mg/m^3 (tabel 97A). Dus is de grenswaarde overschreden.

Opgave 4
De MAC-waarde van chloor is (tabel 97A) 3 mg/m^3.
Er is dus 3 mg/ m^3 x 800 m^3 = 2,4 x 10^3 mg=2,4 gram chloor.
De massa van 800 m3 lucht is 800 m^3x 1,293 x 10^3 g/m^3= 1,03 x 10^6 gram lucht.
2,4 / (1,03 x 10^6) x 10^6= 2,3 massa-ppm.
(je kunt dit ook berekenen zonder die 800 m^3 en het per m^3 berekenen)

Opgave 5
Dit is een beetje de omgekeerde vraag van opgave 1. We moeten nu van mol/L naar mg/m^3 H_2S.
2,0x10-5 M betekent $2{,}0 \times 10^{-5}$ mol/L
dat is hetzelfde als $2{,}0 \times 10^{-5}$ x 1000=$2{,}0 \times 10^{-3}$ mol / m3 (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 g/mol.
Er is dus $2{,}0 \times 10^{-3}$ mol x 34,08 g/mol = 0,482 g =482 mg H_2S aanwezig in 1 m^3.
De MAC-waarde is volgens tabel 97A 15 mg/m^3. Er is dus meer H_2S. aanwezig dan de MAC-waarde aangeeft.
De MAC-waarde wordt dus 482 / 15= 32 keer overschreden.