

Chemisch rekenen

versie 03-10-2021

Je kunt bij een onderwerp komen door op de gewenste rubriek in de inhoud te klikken.

Wil je vanuit een rubriek terug naar de inhoud, klik dan op de tekst van de rubriek waar je bent.

Gewoon scrollen gaat natuurlijk ook.

Achter sommige opgaven staat tussen haakjes extra informatie over aspecten die ook in betreffende opgave voorkomen.

Inhoud

Omrekenen volume \leftrightarrow massa \leftrightarrow mol \leftrightarrow volume (bovenbouw)	2
Bepaling verhoudings- en molecuulformules (bovenbouw)	4
Rekenen aan reacties (bovenbouw)	5

Omrekenen volume ↔ massa ↔ mol ↔ volume (bovenbouw)

Opgave 1

- 1 Bereken de massa van $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ koolstofdioxide.
- 2 Bereken hoeveel mol $2,34 \text{ cm}^3$ kwik is.
- 3 Bereken hoeveel dm^3 gas $0,0045 \text{ mol}$ ethaan is.
- 4 Er ontsnapt bij een experiment $0,0123 \text{ mol}$ benzeen in een ruimte van $3,5 \text{ m}$ lang, $2,1 \text{ m}$ hoog en $1,7 \text{ m}$ breed. Bereken of de MAC-waarde van benzeen wordt overschreden.
- 5 Bereken hoeveel mg $0,0023 \text{ mol}$ koperfosfaat weegt.
- 6 Bereken het massapercentage stikstof in ijzer(II)nitraat.
- 7 Bereken hoeveel mol $97,60 \text{ gram}$ natriumfosfaat is.
- 8 Bereken hoeveel cm^3 $0,460 \text{ kg}$ zwaveldioxide is.
- 9 Bereken hoeveel gram $6,30 \text{ dm}^3$ stikstof is.
- 10 Bereken hoeveel gram $0,056 \text{ mol}$ aluminiumcarbonaat is.
- 11 Bereken hoeveel mol $5,30 \text{ km}^3$ methaangas is.
- 12 Bereken hoeveel dm^3 $0,046 \text{ mol}$ stikstof is.
- 13 Bereken hoeveel gram $3,03 \text{ mmol}$ ijzer(III)nitraat is.
- 14 Bereken wat het volume, in cm^3 , van $1,34 \text{ mol}$ methanol is.

Opgave 2

In $1,60 \text{ liter}$ water is $26,00 \text{ gram}$ H_2SO_3 zwaveligzuur opgelost.

- 1 Bereken hoeveel mol zwaveligzuur $1,00 \text{ liter}$ van deze oplossing bevat.
- 2 Bereken hoeveel mmol zwaveligzuur is opgelost in $40,00 \text{ ml}$ van deze zwaveligzuuroplossing.
- 3 Bereken wat het massapercentage zwavel in zwavelzuur is.

Opgave 3

Geconcentreerd zoutzuur bevat $36,0 \text{ massa } \%$ HCl . De dichtheid van deze oplossing is $1,18 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

- 1 Bereken hoeveel gram HCl(g) is opgelost in 600 mL geconcentreerd zoutzuur.
- 2 Bereken hoeveel mol HCl(g) 1 L geconcentreerd zoutzuur bevat.
Een T.O.A. wil een voorraadje van $5,0 \text{ L}$ zoutzuur met een concentratie van $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ maken.
- 3 Bereken hoeveel L geconcentreerd zoutzuur hij hiervoor nodig heeft.

Opgave 4

- 1 Bereken hoeveel $2,35 \text{ dm}^3$ zwaveldioxide bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$ weegt.
- 2 Bereken de massa van $9,0 \text{ dm}^3$ koolstofdioxide gas bij omstandigheden waarbij $1,00 \text{ dm}^3$ blauwzuurgas (= HCN) $1,28 \text{ gram}$ weegt?

Opgave 5

Nagellakremover bestaat voor het grootste deel uit aceton, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O(l)}$.

Zoek de MAC-waarde van aceton (propanon) op en bereken hoeveel mol in een klaslokaal van $8 \times 8 \times 3 \text{ m}^3$ aanwezig mag zijn.

Opgave 6

In 600 mL van een geconcentreerde zoutzuuroplossing is 255 g HCl(g) opgelost.

- 1 Bereken hoeveel mol HCl $1,00 \text{ L}$ van deze oplossing bevat.

- 2 Bereken hoeveel mmol HCl is opgelost in 75,00 mL van deze HCl-oplossing.

Opgave 7

Onder bepaalde omstandigheden (p , T) weegt 1,00 L stikstof 0,800 g.

- 1 Bereken het volume van 1,00 mol stikstof bij deze p en T .
- 2 Bereken de massa van 5,00 L $\text{CO}_2(\text{g})$ bij deze p en T .

Opgave 8

Fosgeen (COCl_2) is een strijdgas dat veel is gebruikt tijdens de Eerste Wereldoorlog. Het is een kleurloos gas dat zich langs de grond kan verspreiden, omdat de dichtheid groter is dan de dichtheid van lucht.

Bereken de dichtheid van fosgeen (in g dm^{-3}) bij $15\text{ }^\circ\text{C}$ en $p = p_0$. Onder deze omstandigheden heeft 1 mol fosgeen een volume van 23,6 L.

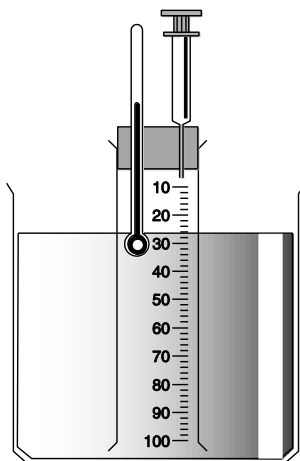
Opgave 9

Men brengt 25,0 mL chloroform op kooktemperatuur om het daarna te verdampen.

Bereken hoeveel chloroformdamp er onder standaard omstandigheden ($p = p_0$ en $T = 273\text{ K}$) ontstaat.

Opgave 10

Hans wil het volume bepalen van 1,00 mol acetondamp bij $60\text{ }^\circ\text{C}$. Daarvoor gebruikt hij de hieronder getekende opstelling.



De bak en de maatcilinder zijn gevuld met paraffineolie, die op een temperatuur van $60\text{ }^\circ\text{C}$ gehouden wordt. De hoeveelheid paraffineolie die verdampt, kan verwaarloosd worden.

Hij brengt met behulp van een injectiespuit in de maatcilinder 0,125 g vloeibaar aceton, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})$. Alle aceton verdampt. Er ontstaat $58,9\text{ cm}^3$ acetondamp.

- 1 Bereken uit deze gegevens het volume van 1,00 mol acetondamp bij $60\text{ }^\circ\text{C}$ (in dm^3).
- 2 Bereken uit het volume bij $60\text{ }^\circ\text{C}$ ($p = p_0$) het molaire volume bij $25\text{ }^\circ\text{C}$ ($p = p_0$).

Hans herhaalt de proef met een onbekende vloeistof X(l). Met het resultaat van de proef wil hij de molaire massa van stof X berekenen. De vloeistof geeft voor 0,115 g onder dezelfde omstandigheden een dampvolume van $71,4\text{ cm}^3$.

- 3 Leid af hoe groot het volume van 1,00 mol damp X(g) bij $60\text{ }^\circ\text{C}$ is.
- 4 Bereken de molaire massa van stof X.

Hans probeert op dezelfde manier ook de molaire massa van vloeistof Y(l) te bepalen. Dit blijkt echter geen resultaat te geven: het volume van de damp is nihil.

- 5 Geef daarvoor twee mogelijke oorzaken.

Bepaling verhoudings- en molecuulformules (bovenbouw)

Opgave 1

Een koolwaterstof bevat 85,7 % koolstof.

- 1 Geef de verhoudingsformule van deze stof.
De molecuulmassa van deze stof is 98 u.
- 2 Geef de molecuulformule van deze stof.

Opgave 2

Een stikstofoxide bevat 26 % stikstof.

Geef de molecuulformule van dit oxide

Opgave 3

Een bepaalde koolwaterstof bevat 7,70 massa% waterstof.

- 1 Bepaal door berekening de verhoudingsformule van deze koolwaterstof.
4,00 gram van de damp van deze koolwaterstof neemt onder standaardomstandigheden een volume in van 1,15 L.
- 2 Bereken de molaire massa van deze koolwaterstof en bepaal de molecuulformule.

Opgave 4

Een koolwaterstof bestaat voor 85,6 massaprocent uit koolstof.

- 1 Bereken de verhoudingsformule van deze koolwaterstof.
De molecuulmassa van deze koolwaterstof bedraagt 196.42 u.
- 2 Bepaal de molecuulformule.

Opgave 5

Als de gassen chloor en koolstofmonoxide met elkaar reageren, ontstaat het gas fosgeen. Uit deze reactie volgt dat fosgeen de elementen C, O en Cl bevat.

Om de formule van fosgeen te kunnen bepalen, wordt 1,0 gram van dit gas over een overmaat gloeiend ijzerpoeder geleid. De massa van dit ijzerpoeder neemt toe met 0,71 gram door de vorming van ijzer(III)chloride. Als gas blijft koolstofmonoxide over.

- 1 Waarom moet een overmaat ijzerpoeder bij deze proef worden gebruikt?
- 2 Leg uit dat er per gram fosgeen 0,71 gram van het element chloor moet zijn.
- 3 Hoeveel gram koolstofmonoxide is na afloop van het experiment aanwezig?
- 4 Leid af in welke verhouding C, Cl en O atomen voorkomen in een molecuul fosgeen.

Om 'de' molecuulformule van fosgeen af te leiden, is nog een gegeven nodig. 1,00 g Fosgeengas neemt bij 273 K en $p = p^\circ$ een volume in van 0,226 dm³.

- 5 Bepaal de molecuulformule van fosgeen.

Opgave 6

Een verbinding X die uitsluitend uit koolstof en waterstof bestaat, bevat 85,71 massa % koolstof.

- 1 Bepaal de verhoudingsformule van verbinding X.
Onder de gegeven omstandigheden weegt 20,0 dm³ stikstof 21,24 g.

- Bereken hoe groot V_M onder deze omstandigheden is.
De dichtheid van de gasvormige verbinding is $1,06 \text{ g dm}^{-3}$.
- Bepaal de molecuulformule van verbinding X. (Als je V_M denkt nodig te hebben, maar niet hebt kunnen berekenen, gebruik dan $V_M = 25,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$; dit is niet het goede antwoord op 20).

Opgave 7

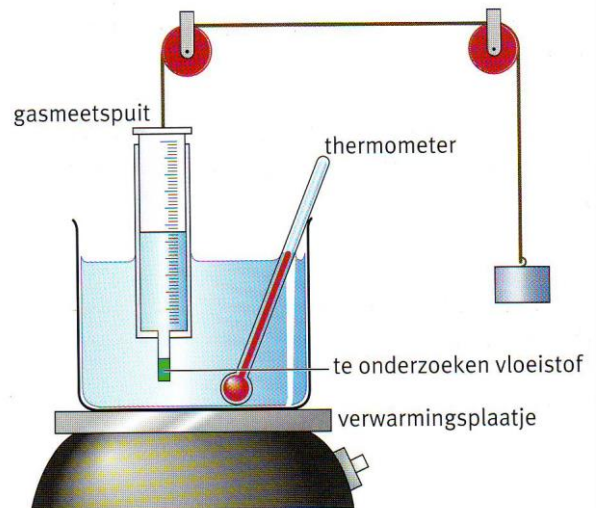
Voor de bepaling van de molaire massa van een vloeistof met een laag kookpunt, is de nevenstaande opstelling gebouwd. De temperatuur van het water wordt op $80 \text{ }^\circ\text{C}$ gehouden.

In een klein reservoir is $0,24 \text{ gram}$ van een te onderzoeken koolwaterstof gebracht.

De gasmeetspuit wordt in zijn geheel in het bekglas met het warme water gebracht. Hierdoor zal de vloeistof verdampen. Als alle vloeistof is verdampt, wordt het gasvolume afgelezen. Dit blijkt 80 cm^3 te zijn.

Verder is gegeven dat het molaire volume onder deze omstandigheden $29,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ is.

- Bereken hoeveel mol gas in de gasmeetspuit aanwezig is.
- Bereken de molaire massa van de onderzocht koolwaterstof.
- Welk alkaan zou bij deze proef gebruikt kunnen zijn? Maak dit duidelijk via een berekening.



Rekenen aan reacties (bovenbouw)

Opgave 1

Men wil uitgaande van aluminium en chloor aluminiumchloride maken. Men heeft 20 dm^3 chloorgas bij standaardomstandigheden, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ en 1 atm .

- Geef de reactievergelijking.
- Hoeveel gram chloorgas heeft men.
Men wil $23,5 \text{ gram}$ aluminiumchloride maken.
- Hoeveel gram aluminium en hoeveel dm^3 chloorgas heeft men nodig.

Opgave 2

Carla wil $1,39 \text{ gram}$ loodchloride bereiden. Ze heeft de beschikking over $0,100 \text{ M}$ loodnitraatoplossing en een $0,100 \text{ M}$ natriumchlorideoplossing.

- Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als beide oplossingen bij elkaar worden gevoegd.
- Bereken hoeveel mL zij van elk van de beide oplossingen bij elkaar moet voegen om zonder verspilling van grondstoffen de gewenste hoeveelheid loodchloride te krijgen.

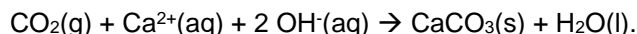
Opgave 3

Het gehalte van koolstofdioxide in lucht is $0,035 \text{ volumeprocent}$. Neem aan dat de normale omstandigheden van 273 K en $p = p_0$ gelden.

- Bereken het massapercentage van koolstofdioxide in lucht.
- Bereken $[\text{CO}_2(\text{g})]$ in mol dm^{-3} .

Uitgeademde lucht bevat veel meer koolstofdioxide.

Om te bepalen hoeveel daarin aanwezig is, blaast Janine 20 dm³ uitgeademde lucht door een oplossing van calciumhydroxide. Alleen koolstofdioxide reageert:



Janine bepaalt vervolgens dat er 220 mg calciumcarbonaat is gevormd.

- 3 Bereken het volumepercentage koolstofdioxide in de uitgeademde lucht ($p = p_0$ en $T = 298 \text{ K}$).

Opgave 4

- 1 Bij deze opgave geldt $V_m = 24,0 \text{ dm}^3\text{mol}^{-1}$.

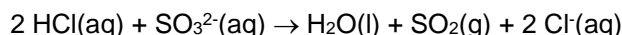
Als je waterstofchloride, $\text{HCl}(\text{g})$, in water oplost, krijg je een oplossing die we zoutzuur, $\text{HCl}(\text{aq})$, noemen.

Geconcentreerd zoutzuur bevat 36,0 massa-% HCl . De dichtheid van deze oplossing is $1,18 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$.

- 2 Bereken de molariteit van deze oplossing.

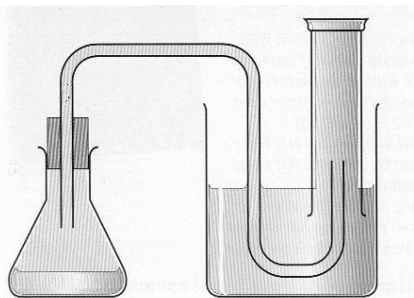
- 3 Bereken hoeveel liter waterstofchloride ($p = p_0$ en $T = 298 \text{ K}$) er in 1 L water moet worden opgelost om geconcentreerd zoutzuur (36,0 massa-% HCl , $\rho = 1,18 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$) te verkrijgen.

Als je zoutzuur met een natriumsulfietoplossing laat reageren, ontstaat zwaveldioxide, volgens de vergelijking:



Een leraar wil met zijn klas een proef doen om te controleren of de verhouding in mol in deze reactievergelijking wel juist is. Groepjes leerlingen moeten volgens zijn aanwijzingen 25,0 ml 0,100 M natriumsulfietoplossing en 25,0 ml 0,250 M zoutzuur bij elkaar voegen.

- 4 Ga met behulp van een berekening na welke stof, waterstofchloride of natriumsulfiet bij het begin van deze proef in overmaat aanwezig is.
- 5 Bereken hoeveel cm³ zwaveldioxide bij deze proef maximaal kan ontstaan.
- 6 Teken de opstelling, die de leerlingen bij deze proef kunnen gebruiken.



De MAC-waarde van zwaveldioxide is $13 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Het lokaal heeft de volgende afmetingen: $7,20 \times 9,00 \times 3,60 \text{ m}$. In het lokaal zijn 8 groepjes aan het werk. Deze voeren tijdens de les de proef allemaal één keer uit.

- 7 Bereken of tijdens deze proef in het lokaal de MAC-waarde van SO_2 wordt overschreden.

Opgave 5

Hard water is water dat veel calciumionen en/of magnesiumionen bevat. De hardheid hangt af van het aantal ionen dat per liter water aanwezig is. Welk soort ionen, calciumionen of magnesiumionen, is daarbij niet van belang.

Jeanine heeft een oplossing van calciumchloride en een oplossing van magnesiumchloride. Van beide zouten is evenveel gram per liter opgelost.

- 1 Beredeneer welke van beide oplossingen de grootste hardheid heeft.

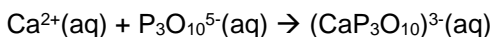
In Den Haag bevat het leidingwater $1,921 \cdot 10^{-3}$ mol calciumionen per liter. Er zijn geen magnesiumionen aanwezig. In een folder van het waterleidingbedrijf moet dit vermeld worden in Duitse hardheidsgraden, aangegeven als °D.

De hardheid is 1 °D als het water 7,1 mg $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ bevat.

- 2 Bereken de hardheid van Haags leidingwater, uitgedrukt in °D.

De aanwezigheid van calciumionen in water heeft hinderlijke gevolgen. Bij wassen met zeep reageren de calciumionen met steeraationen uit de zeep, zodat een neerslag ontstaat. Op verwarmingselementen kan een kalkaanslag ontstaan.

Om dit te voorkomen voegt de fabrikant aan het wasmiddel een onthardingsmiddel toe, zoals natriumpolyfosfaat, $\text{Na}^+\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}(\text{s})$. De polyfosfaationen reageren met de calciumionen:



Een wasmiddel bevat 25 massaprocent natriumpolyfosfaat.

- 3 Bereken hoeveel gram van het wasmiddel nodig is om 10 liter Haags leidingwater geheel te ontharden.

Opgave 6

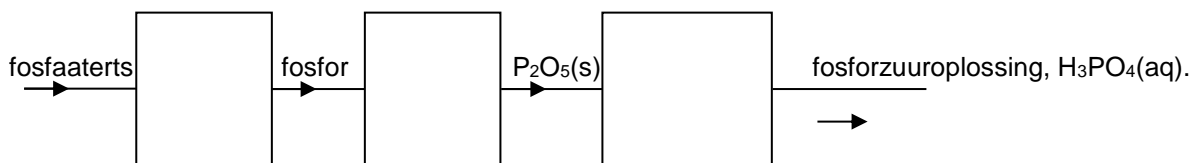
Fosfor komt voor als witte en als rode fosfor. Meestal worden beide vormen geschreven als $\text{P}(\text{s})$. Dat witte fosfor echter niet bestaat uit éénatomige moleculen, is af te leiden uit metingen aan de damp van witte fosfor.

Een meting wijst uit dat 1,00 g damp van witte fosfor bij $p = p_0$ en 230°C een volume heeft van 334 cm^3 . Het molaire volume van gassen bij deze omstandigheden is $41,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Stel dat de formule voor de damp van witte fosfor $\text{P}_n(\text{g})$ is.

- 1 Bereken de grootte van n .

In een fosforfabriek wordt fosfaaterts omgezet in een oplossing van fosforzuur. Dat gebeurt in een aantal stappen. Hieronder volgt een schematische weergave daarvan:



Om de stof fosfor te maken moet fosfaaterts reageren met zand, $\text{SiO}_2(\text{s})$, en cokes, $\text{C}(\text{s})$. Fosfaaterts bevat onder andere calciumfosfaat. Calciumfosfaat, zand en cokes reageren in de molverhouding 1 : 3 : 5. Bij de reactie, die bij hoge temperatuur plaats heeft, ontstaat behalve fosfor, ook calciumsilicaat, $\text{Ca}^{2+}\text{SiO}_3^{2-}(\text{s})$, en koolstofmonoxide.

- 2 Schrijf van deze reactie de vergelijking op. Schrijf daarin fosfor als $\text{P}(\text{s})$.

Voor de reactie worden fosfaaterts, zand en cokes gemengd in de massaverhouding 100 : 30 : 10. Neem aan dat zand zuiver siliciumdioxide is en cokes zuivere koolstof.

- 3 Laat door een berekening zien of zand en cokes voor deze reactie in de goede massaverhouding gemengd zijn.

Wordt vervolgd