

Chemisch rekenen

versie 27-01-2017

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, ppb en ppm (bovenbouw)	2
Bepaling verhoudings- en molecuulformules (bovenbouw)	3
Rekenen aan reacties (bovenbouw)	4

Omrekenen volume ↔ massa ↔ mol ↔ volume, ppb en ppm (bovenbouw)

Opgave 1 1 volume ↔ massa ↔ mol ↔ volume

- 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 Zwaveligzuur

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 Zoutzuur (1)

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 Nagellakremover

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 5 Zoutzuur (2)

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 $75,00 \text{ mL}$ van deze HCl -oplossing.

Opgave 6 Gassen

Onder bepaalde omstandigheden (p , T) weegt $1,00 \text{ L}$ stikstof $0,800 \text{ g}$.

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

Opgave 7 Fosgeen

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 8 Chloroform

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 9 Zwavel in benzine

In Nederland wordt per jaar ongeveer $5,1 \cdot 10^9$ liter benzine verbrand. De dichtheid van benzine is $0,72 \cdot 10^3\text{ kg m}^{-3}$. Wanneer deze benzine een zwavelgehalte heeft van 250 ppm, dan wordt per jaar via de benzine $9,2 \cdot 10^5\text{ kg}$ zwavel verbrand. Door een verlaging van het zwavelgehalte van 250 ppm naar 50 ppm zal er veel minder zwaveldioxide ontstaan (1 ppm zwavel = 1 mg zwavel per kg benzine).

- 1 Laat door berekening zien dat per jaar in Nederland via de benzine $9,2 \cdot 10^5\text{ kg}$ zwavel wordt verbrand bij gebruik van benzine met een zwavelgehalte van 250 ppm.
- 2 Bereken hoeveel kg zwaveldioxide er per jaar minder ontstaat als het zwavelgehalte van benzine 50 ppm is in plaats van 250 ppm.

Opgave 10 Chlorofyl in spinazie

Spinazie is een bladgroente met een donkergroene kleur. Deze kleur wordt vooral veroorzaakt door vier pigmenten: chlorofyl-a, chlorofyl-b, β -caroteen en luteïne. Verse spinazie bevat 93,0 massaprocent water. Het overige deel is 'drooggewicht'. Het gehalte chlorofyl-a is 6,48 gram per 1,00 kilogram drooggewicht.

- 15 Bereken het massa-ppm chlorofyl-a in verse spinazie

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

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.
- 2 Bereken hoe groot V_M (het volume van 1 mol onder deze omstandigheden is).
De dichtheid van de gasvormige verbinding is 1,06 g dm⁻³.
- 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).

Rekenen aan reacties (bovenbouw)

Opgave 1

Men wil uitgaande van aluminium en chloor aluminiumchloride maken. Men heeft 20 dm³ chloorgas bij standaardomstandigheden, 0 °C en 1 atm.

- 1 Geef de reactievergelijking.
- 2 Hoeveel gram chloorgas heeft men.
Men wil 23,5 gram aluminiumchloride maken.
- 3 Hoeveel gram aluminium en hoeveel dm³ chloorgas heeft men nodig.

Opgave 2

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

- 1 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als beide oplossingen bij elkaar worden gevoegd.
- 2 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 volumeprocent. Neem aan dat de normale omstandigheden van 273 K en $p = p_0$ gelden.

- 1 Bereken het massapercentage van koolstofdioxide in lucht.

Opgave 4

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.

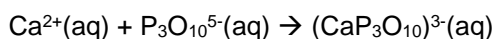
In Den Haag bevat het leidingwater $1,921 \cdot 10^{-3}$ mol calciumionen per liter. Er zijn geen magnesiumionen aanwezig. In een folder van het waterleidingbedrijf moet dit vermeld worden in Duitse hardheidsgraden, aangegeven als °D.

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 5

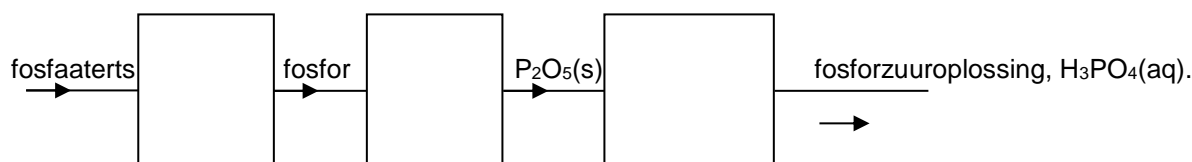
Fosfor komt voor als witte en als rode fosfor. Meestal worden beide vormen geschreven als $\text{P}(\text{s})$. Dat witte fosfor echter niet bestaat uit éénatomige moleculen, is af te leiden uit metingen aan de damp van witte fosfor.

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.

Opgave 6 Kolenvergassing

De samenstelling van een bepaalde soort steenkool is in de volgende tabel weergegeven:

element	massapercentage
C	85
H	5,0
N	1,9
S	0,96
O	7,0
overige elementen	< 0,1

Bij kolenvergassing ontstaat een mengsel van koolstofmono-oxide en waterstof. Dit mengsel wordt ook wel synthegas genoemd.

- 1 Bereken hoeveel kg koolstofmono-oxide maximaal ontstaat bij de vergassing van $2,0 \cdot 10^6$ kg steenkool. Maak hierbij gebruik van de bovenstaande tabel.

Het synthegas bevat nog een aantal verontreinigingen, waaronder ammoniak (NH_3). Om het ammoniakgas te scheiden van synthegas wordt het synthegas door water geleid. Ammoniak lost in water op en synthegas niet.

- 2 Geef de naam van de gebruikte scheidingsmethode.

Het gezuiverde synthegas bevat koolstofmono-oxide en waterstof in de molverhouding 2 : 1. In de gasturbine wordt dit mengsel verbrand.

- 4 Geef de verbranding van synthegas in de gasturbine in één reactievergelijking weer.

Opgave 7 Energielabel

Het energielabel (brandstofverbruiksetiket) voor nieuwe personenauto's bevat gegevens over het brandstofverbruik, de zuinigheidscategorie en de CO_2 -uitstoot van de auto.

In onderstaande tabel staan de gegevens vermeld die horen bij energielabel B.

Liters benzine per 100 km:	5,1	energielabel: B
Rijdt 1-op:	19,6	
Uitstoot CO_2 (g/km):	123	

- 1 Controleer of het brandstofverbruik per 100 km overeenkomt met 19,6 km per L brandstof.
- 2 Bereken de hoeveel gram benzine er per km wordt verbruikt.
Neem voor de formule van benzine C_8H_{18} .
- 3 Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van benzine.
- 4 Bereken hoeveel gram CO_2 er per km vrijkomt.
- 5 Bereken hoeveel dm^3 CO_2 bij deze verbranding ontstaat.

Opgave 8 Oplossingen samenvoegen

Men voegt een ijzer(III)sulfaatoplossing samen met een bariumchlorideoplossing. Hierbij ontstaat een neerslag

- 1 Geef de reactievergelijking.

Men nam 150 mL 0,50 M ijzer(III)sulfaatoplossing en voegde hier een aantal mL 0,35 M bariumchlorideoplossing aan toe.

- 2 Bereken hoeveel mL 0,35 M bariumchlorideoplossing nodig was om precies met het ijzer(III)sulfaat aanwezig in 150 mL 0,50 M oplossing te reageren.

Wordt vervolgd