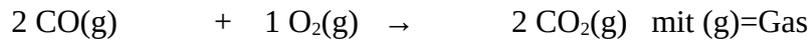


Masse/Volumen bei Reaktionen

molares Volumen $V_m = 22,413996$ l/mol (Liter pro Mol) im Normzustand: $t = 0^\circ$ Celsius = $273,15^\circ$ K (Kelvin), $p = 101,325$ kPa = 101325 Pa (Pascal)



1. 2 mol 1 mol 2 mol 1 mol = $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen
2. 2 mol * 22,4 l/mol 1 mol * 22,4 l/mol 2 mol * 22,4 l/mol Volumen der Gase
3. 2 mol * 28 g/mol 1 mol * 32 g/mol 2 mol * 44 g/mol Massen der Gase

Massenbilanz:- linke Seite 56 g + 32 g = 88 g
- rechte Seite = 88 g

Gesamtmasse links = Gesamtmasse rechts

Volumenbilanz:- linke Seite $2 \cdot 22,4 + 1 \cdot 22,4 = 67,2$ l Volumen der Gase
- rechte Seite $2 \cdot 22,4$ l = 44,8 l

Gesamtvolumen links ungleich Gesamtvolumen rechts

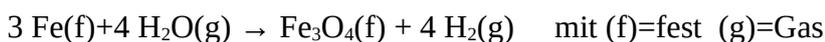
Jedes Gas, was an der Reaktion teilnimmt, hat eine andere Dichte !!
Wenn das Volumen abnimmt (rechts), steigt die mittlere Dichte !!

1 mol (Teilchen) eines beliebigen Gases nimmt im Normzustand **$V_m = 22,4$ l/mol** ein.

Dies kann man nun für chemische Berechnungen benutzen.

Beispiel

Wie viel g Eisen werden für die Herstellung von 100 l Wasserstoff bei Normbedingung benötigt ?



aus dem Periodensystem (PSE) molare Masse $M(\text{Fe}) = 55,85$ g/mol

1. $m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe})$ ist die gesuchte Masse von Fe in Gramm
2. $V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m$ ist das Volumen $V(\text{H}_2) = 100$ l und $V_m = 22,4$ l/mol
3. $n(\text{Fe})/n(\text{H}_2) = 3/4$ ist das Stoffmengenverhältnis (Teilchenverhältnis)

3. in 1. $m(\text{Fe}) = 3/4 \cdot n(\text{H}_2) \cdot M(\text{Fe})$ und mit 2.

$$m(\text{Fe}) = 3/4 \cdot V(\text{H}_2) / V_m \cdot M(\text{Fe}) = 3/4 \cdot 100 \text{ l} / 22,4 \text{ l/mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 186,997 \dots \text{g}$$

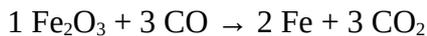
$m(\text{Fe}) = 187$ g

Einheitenkontrolle: $(\text{l/l}) / (\text{l/mol}) \cdot \text{g/mol} = \text{l/l} \cdot \text{mol/mol} \cdot \text{g} = \text{g}$ stimmt also, weil das Ergebnis die Einheit Gramm haben muß

Man rechnet mit Einheiten, wie mit Zahlen und somit kann man eine Formel auf Richtigkeit prüfen, wenn man die Einheiten kennt.

Beispiel

Wie viel l Kohlenmonoxid werden unter Normbedingungen benötigt, um 1 kg Fe₂O₃ zu reduzieren
Wichtig: 1 kg=1000 g weil der Zahlenwert der **relativen Atommasse Ar** und der Zahlenwert der **relativen Molekülmasse M** gleich sind, wenn man in Gramm rechnet.



molare Masse $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 55,85 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16 \text{ g/mol} = 159,7 \text{ g/mol}$ und $V_m = 22,4 \text{ l/mol}$

Wir setzen Fe₂O₃=a ist weniger Schreibarbeit und ist übersichtlicher.

1. $V(\text{CO}) = n(\text{CO}) \cdot V_m$ ist das gesuchte Volumen von CO-Gas
2. $m(a) = n(a) \cdot M(a)$ ergibt die Anzahl der Teilchen (mol) in $m(a) = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
3. $n(a)/n(\text{CO}) = 1/3$ ist das Stoffmengenverhältnis (Teilchenverhältnis)

aus 2. und 3. $n(a) = m(a)/M(a)$ und $n(\text{CO}) = m(a) \cdot 3/M(a)$

in 1. $V(\text{CO}) = m(a)/M(a) \cdot 3 \cdot V_m = 1000 \text{ g} \cdot 3 / 159,7 \text{ g/mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = \mathbf{421 \text{ l}}$ (Liter)

Es werden 421 l CO-Gas benötigt, um 1 kg Fe₂O₃ zu reduzieren.

Einheitenkontrolle: $(\text{g/l}) / (\text{g/mol}) \cdot \text{l/mol} = \text{g/g} \cdot \text{mol/mol} \cdot \text{l} = \text{l}$ stimmt, weil das Ergebnis die Einheit Liter haben muß