

1	1	H	Wasserstoff 1,0079 u 1	2	Ordnungszahl 78 Name: Platin Atomgewicht: 195,09 u 2/8/18/ 32/17/1 Elektronenhüllen	Symbol: Pt Serie	Ordnungszahl schwarz = nicht radioaktiv gelb = radioaktiv Symbol schwarz = fest blau = flüssig rot = gasförmig durchgehend = natürliche Elemente schraffiert = künstliche Elemente	Serie Alkalimetalle Erdalkalimetalle Übergangsmetalle Lanthanoide Actinoide Metalle Halbmetalle Nichtmetalle Halogene Edelgase	13	14	15	16	17	2	He	Helium 4,0026 u 2							
2	3	Li	4 Be	Lithium 6,941 u 2/1	5 Na	6 Mg	Natrium 22,99 u 2/8/1	7 Ti	8 V	9 Cr	10 Mn	11 Fe	12 Co	13 Ni	14 Cu	15 Zn	16 B	17 C	18 O	19 F	20 Ne		
3	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
4	19	K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr
5	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
6	55	Cs	56 Ba	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89-103	104
7	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125

Chemisches Rechnen für Bauingenieure

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Lanthan														
138,91 u														
140,12 u		140,91 u	144,24 u	146,9 u	150,35 u	151,96 u	157,7							
2/8/18/		2/8/18/	2/8/18/	2/8/18/	2/8/18/	2/8/18/	2/8/18/							
18/9/2		19/9/2	21/8/2	22/8/2	23/8/2	24/8/2	25/8/2							
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm							
Actinium		Thorium	Protaktin.	Uran	Neptunium	Plutonium	Americium							
(227 u)		232,04 u	231,04 u	238,03 u	237,05 u	(244,1 u)	(243,1 u)							
2/8/18/32/		2/8/18/32/	2/8/18/32/	2/8/18/32/	2/8/18/32/	2/8/18/32/	2/8/18/32/							
18/9/2		18/10/2	20/9/2	21/9/2	22/9/2	24/8/2	25/8/2							

PD Dr. Martin Denecke
Sprechstunde: Freitag, 13.30 – 14.30
martin.denecke@uni-due.de
++49 201 183 2742
Raum: V15 R05 H18

Periodensystem der Elemente

Periodensystem der Elemente

Periode	Gruppe																		18	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
1	1 H Wasserstoff 1,0079 u 1	2 Li Lithium 6,941 u 2/1	3 Be Beryllium 9,0122 u 2/2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	He Helium 4,0026 u 2		
2	11 Na Natrium 24,99 u 2/8/1	12 Mg Magnesium 24,305 u 2/8/2	19 K Kalium 39,098 u 40,08 u 2/8/8/1	20 Ca Calcium 40,08 u 2/8/8/2	21 Sc Scandium 44,956 u 2/8/9/2	22 Ti Titan 47,90 u 2/8/10/2	23 V Vanadium 50,942 u 2/8/11/2	24 Cr Chrom 54,938 u 2/8/13/1	25 Mn Mangan 55,847 u 2/8/13/2	26 Fe Eisen 56,933 u 2/8/14/2	27 Co Kobalt 58,931 u 2/8/15/2	28 Ni Nickel 58,71 u 2/8/16/2	29 Cu Kupfer 63,546 u 2/8/18/1	30 Zn Zink 65,38 u 2/8/18/2	31 Ga Gallium 69,735 u 72,59 u 2/8/18/3	32 Ge Germanium 78,966 u 79,904 u 2/8/18/4	33 As Arsen 74,922 u 78,966 u 2/8/18/5	34 Se Selen 78,966 u 79,904 u 2/8/18/6	35 Br Brom 83,80 u 83,948 u 2/8/18/8	36 Kr Krypton 83,80 u 83,948 u 2/8/18/8
3	37 Rb Rubidium 85,458 u 87,62 u 2/8/18/ 8/1	38 Sr Strontium 88,906 u 91,22 u 2/8/18/ 8/2	39 Y Yttrium 88,906 u 91,22 u 2/8/18/ 9/2	40 Zr Zirkonium 92,906 u 95,94 u 2/8/18/ 10/2	41 Nb Niob 92,906 u 95,94 u 2/8/18/ 12/1	42 Mo Molybdän 98,91 u 101,07 u 2/8/18/ 13/1	43 Tc Technetium 98,91 u 101,07 u 2/8/18/ 13/2	44 Ru Ruthenium 102,91 u 104,6 u 2/8/18/ 15/1	45 Rh Rhodium 106,4 u 107,87 u 2/8/18/ 16/1	46 Pd Palladium 106,4 u 107,87 u 2/8/18/ 16/0	47 Ag Silber 107,87 u 112,41 u 2/8/18/ 18/1	48 Cd Cadmium 112,41 u 114,82 u 2/8/18/ 18/2	49 In Indium 114,82 u 118,69 u 2/8/18/ 18/3	50 Sn Zinn 118,69 u 121,75 u 2/8/18/ 18/4	51 Sb Antimon 121,75 u 127,60 u 2/8/18/ 18/5	52 Te Tellur 127,60 u 126,90 u 2/8/18/ 18/6	53 I Iod 131,30 u 131,30 u 2/8/18/ 18/7	54 Xe Xenon 131,30 u 131,30 u 2/8/18/8		
4	55 Cs Cäsium 132,91 u 137,33 u 2/8/18/ 18/8/1	56 Ba Barium 137,33 u 137,33 u 2/8/18/ 18/8/2	57-71 siehe unten	72 Hf Hafnium 178,49 u 180,95 u 2/8/18/ 32/10/2	73 Ta Tantal 183,85 u 190,2 u 2/8/18/ 32/11/2	74 W Wolfram 183,85 u 190,2 u 2/8/18/ 32/12/2	75 Re Rhenium 186,21 u 190,2 u 2/8/18/ 32/13/2	76 Os Osmium 190,2 u 192,22 u 2/8/18/ 32/14/2	77 Ir Iridium 192,22 u 192,22 u 2/8/18/ 32/15/2	78 Pt Platin 195,09 u 195,09 u 2/8/18/ 32/17/1	79 Au Gold 196,97 u 196,97 u 2/8/18/ 32/18/1	80 Hg Quecksilber 200,59 u 204,37 u 2/8/18/ 32/18/2	81 Tl Thallium 204,37 u 207,19 u 2/8/18/ 32/18/3	82 Pb Blei 207,19 u 208,98 u 2/8/18/ 32/18/4	83 Bi Wismut 208,98 u 208,98 u 2/8/18/ 32/18/5	84 Po Polonium (210 u) 208,98 u 2/8/18/ 32/18/6	85 At Astatin (212 u) 208,98 u 2/8/18/ 32/18/7	86 Rn Radon (222 u) 208,98 u 2/8/18/ 32/18/8		
5	87 Fr Francium (223 u) 226,03 u 2/8/18/32/ 18/8/1	88 Ra Radium 226,03 u 2/8/18/32/ 18/8/2	89-103 siehe unten	104 Rf Rutherford. (261 u) 2/8/18/32/ 32/10/2	105 Ha Hahnium (262 u) 2/8/18/32/ 32/11/2	106 Sg Seaborgium (263 u) 2/8/18/32/ 32/12/2	107 Bh Bohrium (265 u) 2/8/18/32/ 32/13/2	108 Hs Hassium (266 u) 2/8/18/32/ 32/14/2	109 Mt Meitnerium (266 u) 2/8/18/32/ 32/15/2	110 Ds Darmstadt. (269 u) 2/8/18/32/ 32/17/1	111 Rg Röntgenium (272 u) 2/8/18/32/ 32/18/1	112 Uub Ununbium (277 u) 2/8/18/32/ 32/18/2	113 Ut Ununtrium (287 u) 2/8/18/32/ 32/18/3	114 Uuu Ununquadium (288 u) (289 u) 2/8/18/32/ 32/18/4	115 Uup Ununpent. (288 u) (289 u) 2/8/18/32/ 32/18/5	116 Uuh Ununhex. (288 u) (289 u) 2/8/18/32/ 32/18/6				
6	57 La Lanthan 138,91 u 2/8/18/ 18/9/2	58 Ce Cer 140,12 u 2/8/18/ 19/9/2	59 Pr Praseodym 140,91 u 2/8/18/ 21/8/2	60 Nd Neodym 144,24 u 2/8/18/ 22/8/2	61 Pm Promethium 146,9 u 2/8/18/ 23/8/2	62 Sm Samarium 150,35 u 2/8/18/ 24/8/2	63 Eu Europium 151,96 u 2/8/18/ 25/8/2	64 Gd Gadolinium 157,25 u 2/8/18/ 27/8/2	65 Tb Terbium 158,93 u 2/8/18/ 28/8/2	66 Dy Dysprosium 162,50 u 2/8/18/ 28/8/2	67 Ho Holmium 164,93 u 2/8/18/ 29/8/2	68 Er Erbium 167,26 u 168,93 u 2/8/18/ 30/8/2	69 Tm Thulium 168,93 u 173,04 u 2/8/18/ 31/8/2	70 Yb Yterbium 173,04 u 174,97 u 2/8/18/ 32/9/2						
7	89 Ac Actinium (227 u) 232,04 u 2/8/18/32/ 18/9/2	90 Th Thorium 231,04 u 238,03 u 2/8/18/32/ 20/9/2	91 Pa Protaktin. 231,04 u 238,03 u 2/8/18/32/ 21/9/2	92 U Uran 237,05 u 244,1 u 2/8/18/32/ 22/9/2	93 Np Neptunium 237,05 u 244,1 u 2/8/18/32/ 24/8/2	94 Pu Plutonium 244,1 u 248,2 u 2/8/18/32/ 25/8/2	95 Am Americium (243,1 u) 247,1 u 2/8/18/32/ 26/8/2	96 Cm Curium (243,1 u) 247,1 u 2/8/18/32/ 25/9/2	97 Bk Berkelium (247,1 u) 247,1 u 2/8/18/32/ 27/8/2	98 Cf Californium (251,1 u) (254,1 u) 2/8/18/32/ 28/8/2	99 Es Einsteinium (254,1 u) (257,1 u) 2/8/18/32/ 29/8/2	100 Fm Fermium. (257,1 u) 257,1 u 2/8/18/32/ 30/8/2	101 Md Mendelev. (258 u) 258 u 2/8/18/32/ 31/8/2	102 No Nobelium (259 u) 259 u 2/8/18/32/ 32/8/2	103 Lr Lawrencium (260 u) 260 u 2/8/18/32/ 32/9/2					

Chemie im Netz

<http://www.arnold-chemie.de/downloads/molrechnen.pdf>

<http://www.arnold-chemie.de/downloads/VOC-rechnen.pdf>

<http://www.arnold-chemie.de/downloads/waessrige-loesungen.pdf>

<http://cicum92.cup.uni-muenchen.de/puchinger/>

Stoffmenge, Teilchen und Masse I

n = Stoffmenge, Einheit ist mol, $n = m/M$

m = Masse, Einheit ist g

M = molare Masse, Einheit ist g/mol

„M“ wird auch als Adjektiv „molar“ gebraucht
2,5 M ist dann 2,5 molar oder 2,5 mol/L

c = Stoffmengenkonzentration (Molarität), Einheit ist mol/L

$$C = n/V$$

Stoffmenge, Teilchen und Masse II

N = Teilchenzahl, $N = N_A * n$

N_A = Avogadrosche Zahl = $6,02205 * 10^{23}$ Teilchen/mol

u = atomare Masseneinheit, Einheit ist g

**1u = 1/12 der Masse eines C-Atoms
(Definition der Atommassenkommission 1961)**

$$1u = \frac{1}{12} * \frac{12,011 \text{ [g/mol]}}{6,02205 * 10^{23} \text{ [mol}^{-1}]} = 1,66056 * 10^{-24} \text{ g}$$

Stoffmenge, Teilchen und Masse III

Die Molmasse ist eine grundlegende Eigenschaft der Moleküle, ohne die in der Chemie keine Berechnungen durchgeführt werden können.

Das Molgewicht/die Molmasse ist das Gewicht von 1mol Teilchen einer individuellen Teilchensorte, etwa Kohlendioxid CO_2 .

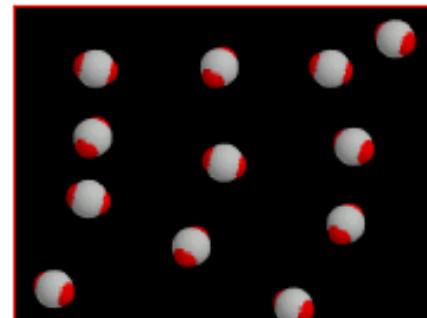
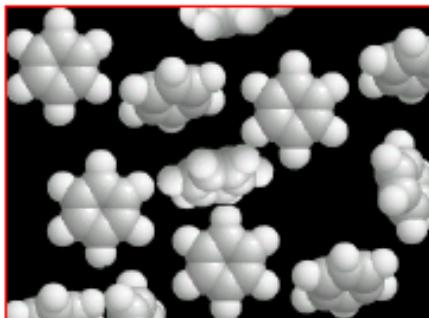
Was ist ein mol?

- mol = Stoffmengenangabe
- Atommasseneinheit = u (unit)
- makroskopische Masseneinheit = g
- Umrechnungsfaktor: $6,022 \cdot 10^{23}$ (N_A)
- $1 \text{ g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ u}$ (Avogadro-Zahl)

Stoffmenge, Teilchen und Masse IV

Ein Mol ist...

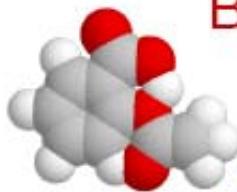
- ✓ ... eine Stoff**mengen**angabe
- ✓ Ein Mol enthält $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen.



Gleiche Molmenge, unterschiedliche Masse!

Das linke Bild enthält 12 Benzolmoleküle, das rechte 12 Moleküle Kohlendioxid. Die Molmenge ist gleich, obgleich die Masse der beiden Stoffmengen unterschiedlich ist.

Stoffmenge, Teilchen und Masse V



Beispiel Aspirin $C_9H_8O_4$

Summenformel: $C_9H_8O_4$

10,811	12,011	14,007	15,999	18,996
B	C	N	O	F
5	6	7	8	9
26,982	28,086	30,974	32,064	35,453
Al	Si	P	S	Cl
13	14	15	16	17
69,72	72,59	74,922	78,96	79,909
Ga	Ge	As	Se	Br
25				

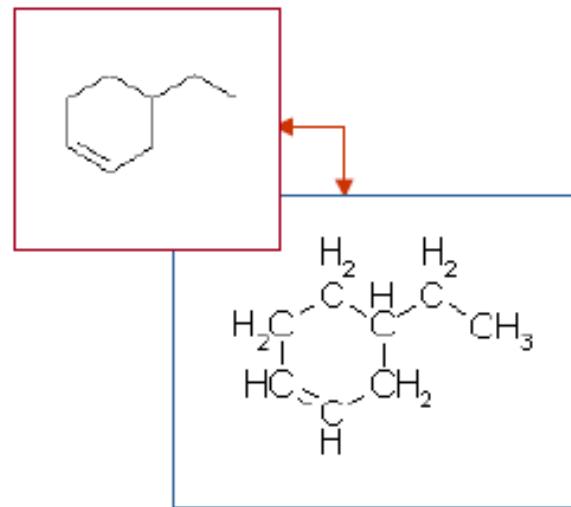
Atom	Molmasse	Anzahl	gesamt
C	12 g/ mol	9	108
H	1 g/ mol	8	8
O	16 g/ mol	4	64
Summe:			180 g/ mol

Die Molmasse wird berechnet, indem die Massen der einzelnen am Molekül beteiligten Atome zusammengezählt wird. Diese kann man einem Periodensystem der Elemente oder einer Molekulargewichtstabelle entnehmen.

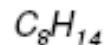
Stoffmenge, Teilchen und Masse VI

Von der Struktur- zur Summenformel

- ✓ Strukturformeln sind *Skelettformeln*
- ✓ Die Wasserstoffatome an Kohlenstoffatomen fehlen



4-Ethyl-Cyclohexen



Stoffmenge, Teilchen und Masse VII

Welches Volumen nehmen Gase ein?

Was ist ein Konversionsfaktor?

Der Konversionsfaktor ist ein Umrechnungsfaktor zwischen **massen**- und **volumen**basierten Mengenangaben von Gasen.

Massen: g/ m³, mg/ m³

Volumen: l/ m³, ml/ m³ (= ppm)

ppm in der Gasphase bedeutet:

- 1 ml/m³ oder
- 1 Gasteilchen von 1.000.000

Die Angaben sind gleichbedeutend.

Stoffmenge, Teilchen und Masse VIII

Konversionsfaktoren

Satz des Avogadro: In einem bestimmten Gasvolumen sind bei gleichen äußenen Bedingungen (Druck, Temperatur) immer gleich vielezählbare Einheiten (Teilchen) enthalten, unabhängig um welches Gas es sich handelt.



Stoffmenge, Teilchen und Masse IX

Molvolumen:

- ✓ In einem gegebenen Gasvolumen sind immer gleich viele Teilchen
- ✓ 1 Mol sind immer gleich viele Teilchen



- ✓ 1 Mol Gas nimmt immer das gleiche Volumen ein!

Stoffmenge, Teilchen und Masse X

Molvolumen idealer Gase

1 Mol eines idealen Gases nimmt bei 1013 mbar das folgende Volumen ein:

bei 273 K (~ 0 °C)	22,414 l/ mol
bei 288 K (~ 15 °C)	23,65 l/ mol
bei 293 K (~ 20 °C)	24,06 l/ mol

Stoffmenge, Teilchen und Masse XI

Rechenbeispiel für einen Konversionsfaktor

Beispiel CO_2 in der Atmosphäre:

$M = 44 \text{ g/mol}$, $T = 293 \text{ K}$, $V_m = 24,06 \text{ l/mol}$

Volumen%	0,04 vol% sind wie viel g/m^3 ?
Volumen	$0,4 \text{ l/m}^3 = 400 \text{ ml/m}^3$
Mol/ m^3	$(0,4 \text{ l/m}^3)/(24,06 \text{ l/mol}) = 0,017 \text{ mol/m}^3$
g/m^3	$44 \text{ g/mol} * 0,017 \text{ mol/m}^3 = 0,75 \text{ g/m}^3$
Faktor	$1 \text{ ml/m}^3 = 0,75/400 \text{ g/m}^3 = 0,0019 \text{ g/m}^3$

Beispiele

1. Welche Masse haben 1 mol H₂-Moleküle (H = 1,01 g/mol)?

Lösung:

$$m(H_2) = 2 * m(H)$$

$$m(H) = n(H) * M(H)$$

$$m(H_2) = 2 * n(H) * M(H)$$

$$m(H_2) = 2 * 1 \text{ mol} * 1,01 \text{ g/mol} = \mathbf{2,02 \text{ g}}$$

2. Welche Masse haben 0,7 mol Glukose (C₆H₁₂O₆) (C = 12,01 g/mol, O = 16 g/mol)?

Lösung:

$$\begin{aligned}m(C_6H_{12}O_6) &= 6 * 12,01 + 12 * 1,01 + 6 * 16,0 = 72,06 + 12,12 + 96,0 \\&= 180,18 * 0,7 = \mathbf{126,12 \text{ g}}\end{aligned}$$

3. Welche Masse haben 0,37 mol Essigsäure (CH₃COOH)

Lösung:

$$m(CH_3COOH) = 2 * 12,01 + 4 * 1,01 + 2 * 16,0 = 60,06 * 0,37 = \mathbf{22,22 \text{ g}}$$

Beispiele

4. Welche Masse haben 0,24 mol Methanol CH₃OH?

Lösung:

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 * 12,01 + 4 * 1,01 + 1 * 16,0 = 32,05 * 0,24 = 7,69 \text{ g}$$

5. Welche Masse hat ein mol Wasser?

Lösung:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2 * 1,01 + 1 * 16,0 = 18,02 \text{ g}$$

6. Wie viel mol Wasser enthält ein L Wasser?

Lösung:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g/mol}, 1 \text{ L} = 1.000 \text{ g}, 1.000 \text{ g} / 18,02 \text{ g/mol} = 55,49 \text{ mol}$$

7. Wie viel g NaCl sind in 3 L einer 1,5 M Lösung?

Lösung:

$$M(\text{NaCl}) = 58,4 \text{ g/mol}, 1,5 \text{ mol/L} * 58,44 \text{ g/mol} = 87,66 \text{ g/L}, 3 \text{ L} * 87,66 \text{ g/L} = 262,98 \text{ g}$$

Beispiele

8. Wie viel g NaCl muss man für eine 1,7 M Lösung einwiegen bei 370 mL Volumen (Na = 22,99 g/mol, Cl = 35,45 g/mol)?

Lösung:

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}, \quad 58,44 * 1,7 = 99,34 \text{ g/L}, \quad 99,34 * 0,37 = 36,75 \text{ g}$$

9. Wie viel g Glukose muss man für eine 0,76 M Lösung einwiegen bei 1,56 L Volumen? Glukose = C₆H₁₂O₆

Lösung:

$$M \text{ Glukose} = 6 * 12 + 12 * 1 + 6 * 16 = 180 \text{ g/mol}; \quad 180 * 0,76 = 136,8 \text{ g/L}; \\ 136,8 * 1,56 = 213,4 \text{ g}$$

10. Wie viel g Essigsäure sind in 1,5 L einer 0,34 M Lösung?

Essigsäure = CH₃COOH

Lösung:

$$M (\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 * 12 + 4 * 1 + 2 * 16 = 60 \text{ g/mol}; \quad 60 * 0,34 = 20,4 \text{ g/L}; \quad 20,4 * 1,5 = 30,6 \text{ g}$$

Beispiele

11. Wie viel % Stickstoff sind in Nitrat (NO_3^-) ($\text{N} = 14 \text{ g/mol}$)?

Lösung:

$$M(\text{NO}_3^-) = 1 * 14 + 3 * 16 = 14 + 48 = 62 \text{ g/mol} \approx 100 \%; 14 \text{ g/mol} \approx 22 \%$$

12. Wie viel g Stickstoff sind in 3,7 mol Nitrat (NO_3^-)?

Lösung:

$$M(\text{NO}_3^-) = 1 * 14 + 3 * 16 = 14 + 48 = 62 \text{ g/mol}; 3,7 * 14 = 51,8 \text{ g}$$

13. Wie viel % Stickstoff sind in Ammonium (NH_4^+)?

Lösung:

$$M(\text{NH}_4^+) = 1 * 14 + 4 * 1 = 18 \approx 100 \%; 14 \text{ g/mol} \approx 77,7 \%$$

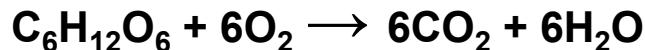
Beispiele

14. Wie viel % Stickstoff sind in Ammoniumnitrat (NH_4NO_3)?

Lösung:

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 2 * 14 + 3 * 16 + 4 * 1 = 80 \text{ g/mol} \approx 100 \text{ %}; 28 \text{ g/mol} \approx 35 \text{ %}$$

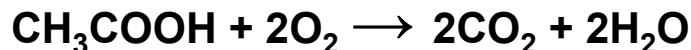
15. Wie viel g Sauerstoff werden für die Oxidation von 100 g Glukose verbraucht?



Lösung:

$$M(\text{Glukose}) = 180 \text{ g/mol}, 100 \text{ g} \approx 0,55 \text{ mol}; 0,55 * 6 = 3,3 \text{ mol O}_2; 1 \text{ mol O}_2 = 32 \text{ g}; 32 * 3,3 = 105,6 \text{ g}$$

16. Wie viel g Sauerstoff werden für die Oxidation von 23 g Essigsäure verbraucht?



Lösung:

$$M(\text{Essigsäure}) = 60 \text{ g/mol}, 23 \text{ g} \approx 0,38 \text{ mol}; 2 * 0,38 = 0,766 \text{ mol O}_2; 1 \text{ mol O}_2 = 32 \text{ g}; 32 * 0,766 = 24,53 \text{ g}$$

Beispiele

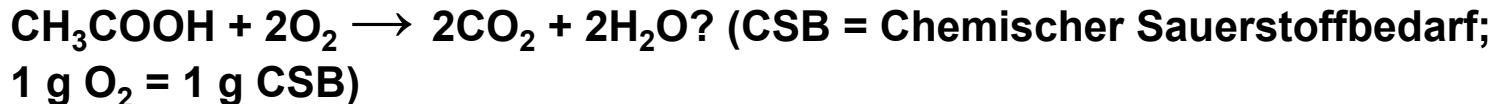
17. Wie viel g Sauerstoff werden für die Oxidation von 5,8 mol Propionsäure verbraucht?



Lösung:

$$\text{M (Propionsäure)} = 74 \text{ g/mol}, 5,8 * 74 = 429,2 \text{ g}; 1 \text{ mol O}_2 = 32 \text{ g}; 3,5 * 32 = 112; 112 * 5,8 = 649,6 \text{ g}$$

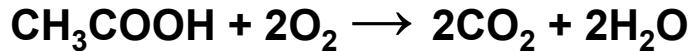
18. Wie viel g CSB entspricht 3,7 mol Essigsäure?



Lösung:

$$\text{M (O}_2\text{)} = 32 \text{ g/mol}, 3,7 * 2 * 32 = 236,8 \text{ g}$$

19. Wie viel g CSB entsprechen 34 g Essigsäure?



Lösung:

$$\text{M (Essigsäure)} = 60 \text{ g/mol}, 34 \text{ g} = 0,56 \text{ mol}; 0,56 * 2 * 32 = 35,84 \text{ g}$$

Beispiele

20. Wie viel % P sind in der Verbindung PO_4^{3-} ($\text{P} = 30,9 \text{ g/mol}$) ?

Lösung:

$\text{M}(\text{P}) = 30,9 \text{ g/mol}$, $\text{M}(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$, $\text{M}(\text{PO}_4^{3-}) = 30,9 + 4 * 16 = 94,9 \text{ g/mol}$,
 $30,9/94,9 * 100 = 32,5 \%$

21. Wie viel g Eisen werden zur Fällung von 246 g P (theoretisch) benötigt ($\text{Fe} = 55,8 \text{ g/mol}$)? $\text{Fe}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{FePO}_4 \downarrow$

Lösung:

$\text{M}(\text{P}) = 30,9 \text{ g/mol}$, $\text{M}(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$, $55,8/30,9 = 1,8 \text{ g Fe/g P}$, $1,8 * 246 = 444,2 \text{ g}$

22. Wie viel g Eisen werden zur Fällung von 137 g P benötigt, wenn ein Sicherheitsfaktor von 1,5 dazugerechnet wird?

Lösung:

$\text{M}(\text{P}) = 30,9 \text{ g/mol}$, $\text{M}(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$, $55,8/30,9 = 1,8 \text{ g Fe/g P}$, $1,8 * 137 * 1,5 = 369,9 \text{ g}$

Beispiele

23. Wie viel g Aluminium werden zur Fällung von 234 g P benötigt, wenn ein Sicherheitsfaktor von 1,5 dazugerechnet wird (Al = 26,9 g/mol)?

Lösung:

$$M(P) = 30,9 \text{ g/mol}, M(Al) = 26,9 \text{ g/mol}, 26,9/30,9 = 0,87 \text{ g Al/g P}, 0,87 * 234 * 1,5 = 305,5 \text{ g}$$

24. Wie viel g Sauerstoff werden für die vollständige Nitrifikation von 157 g Ammonium zum Nitrat benötigt?



Lösung:

$$M(\text{NH}_4^+) = 18 \text{ g/mol}, M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}, 157/18 = 8,7 \text{ mol}, 8,7 * 2 * 32 = 556,8 \text{ g}$$

25. Wie viel g Sauerstoff werden für eine unvollständige Nitrifikation von 157 g Ammonium zum Nitrit benötigt?

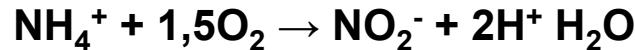


Lösung:

$$M(\text{NH}_4^+) = 18 \text{ g/mol}, M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}, 157/18 = 8,7 \text{ mol}, 8,7 * 3/2 * 32 = 417,6 \text{ g}$$

Beispiele

26. Wie viel % Sauerstoff werden beim ANAMMOX Verfahren gegenüber der vollständigen Nitrifikation eingespart? Beim ANAMMOX Verfahren wird der Stickstoff bis zum Nitrit oxidiert.



Lösung:

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}, 0,5 * 32 = 16 \text{ g}, 2 * 32 = 64 \text{ g}, 16/64 * 100 = 25 \%$$

27. In 465 L Biogas sind 56 % Methan, der Rest ist CO₂. Wie viel g CH₄ bzw. CO₂ sind im Gas bei 20 °C?

Lösung:

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}, M(\text{CH}_4) = 16 \text{ g/mol}, 465 \text{ L}/24,06 \text{ L/mol} = 19,32 \text{ mol Gas},$$
$$19,32 * 0,56 * 16 = 173,1 \text{ g Methan}$$
$$19,32 * 0,44 * 44 = 374,0 \text{ g CO}_2$$

Beispiele

28. Welches Volumen nehmen 27 mol Wasserstoff bei 20°C ein?

Lösung:

$$24,06 \text{ L/mol} * 27 \text{ mol} = 649,6 \text{ L}$$

29. Welche Masse hat 1 m³ Luft bei 20 °C?

Lösung:

Luft hat ca. 20 Vol. % O₂ und 80 Vol. % N₂, M (O₂) = 32 g/mol M (N₂) = 28g/mol,
 $1.000/24,06 = 41,5 \text{ mol}$, $41,5 * 0,2 = 8,3 \text{ mol O}_2$, $8,3 * 32 = 265,6 \text{ g O}_2$,
 $41,5 * 0,8 = 33,2 \text{ mol}$, $33,2 * 28 = 929,6 \text{ g N}_2$, $265,6 + 929,6 = 1.195,2 \text{ g}$

Partialdruck

Der Partialdruck ist der Druck, der in einem Gasgemisch wie der Luft einem bestimmten Gas zugeordnet werden kann. Der Partialdruck entspräche dabei dem Gesamtdruck, den die Komponente beim alleinigen Ausfüllen des gesamten Volumens ausüben würde.

Partialdruck Beispiel

30. Welchen Partialdruck haben Stickstoff (78,09 %), Sauerstoff (20,95 %), Argon (0,97 %) und Kohlendioxyd (0,033 %) unter Normalbedingungen (1013,25 hPa) in der Atmosphäre?

Lösung:

$$1013,25 * 0,7809 = 791,24 \text{ hPa, N}_2,$$

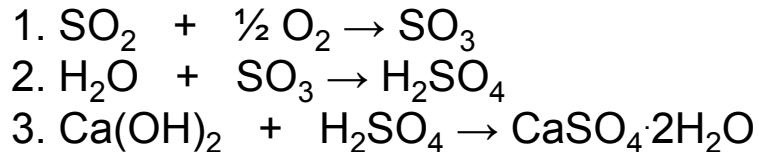
$$1013,25 * 0,2095 = 212,27 \text{ hPa O}_2,$$

$$1013,25 * 0,00927 = 9,39 \text{ hPa Ar},$$

$$1013,25 * 0,00033 = 0,33 \text{ hPa CO}_2$$

Beispiele

31. Bei der Rauchgasreinigung lässt sich SO_2 mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ als $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (=Gips) aus den Rauchgasen entfernen. Folgende Reaktion findet statt:



Wieviel t SO_2 und Gips fallen täglich an, wenn pro Stunde 60,15 m³ SO_2 entstehen ($\text{S} = 32 \text{ g/mol}$)?

Lösung:

$$60,15 \text{ m}^3 = 60.150 \text{ L } \text{SO}_2; 60.150 \text{ L} / 24,06 \text{ L/mol} = 2.500 \text{ mol; } \text{SO}_2 = 64 \text{ g/mol;}$$

$$2.500 * 64 = 160.000 \text{ g}$$

$$160.000 \text{ g/h} = 0,16 \text{ t/h; } 0,16 * 24 = \mathbf{3,84 \text{ t } \text{SO}_2/d}$$

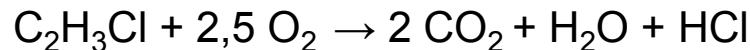
Pro mol SO_2 werden ein mol $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gebildet!

$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 40+32+4*16+2*(2*1+16) = 172 \text{ g/mol; } 172 * 2.500 = 430.000 \text{ g} = 0,43 \text{ t}$$

$$0,43 * 24 = \mathbf{10,32 \text{ t/d}}$$

Beispiele

32. Bei der Verbrennung von PVC (C_2H_3Cl) entsteht Chlorwasserstoff (HCl). Ein PKW enthält ca. 17 kg PVC. Wie viel kg bzw. Liter HCl - Gas entstehen beim Verbrennen eines Autos z. B. in einem Tunnel, oder wenn ein Autowrack direkt eingeschmolzen wird?
Folgende Reaktion findet statt:



$$Cl = 35 \text{ g/mol}$$

Lösung:

$$C_2H_3Cl = 2 * 12 + 3 * 1 + 35 = 62 \text{ g/mol}; 17.000 \text{ g PVC} / 62 \text{ g/mol PVC} = 274,19 \text{ mol}$$

$$HCl = 1 + 35 = 36 \text{ g/mol}; 36 * 274,19 = 9.870,8 \text{ g} = \mathbf{9,87 \text{ kg HCl}}$$

$$274,19 \text{ mol} * 24,06 \text{ L/mol} = 6.597 \text{ L} = \mathbf{6,59 \text{ m}^3 HCl}$$

Beispiele

33. In einem Kraftwerk werden pro Stunde 82 Tonnen (Mg) Steinkohle verbrannt. Die Kohle enthält 1,2 % Schwefel und die Rauchgase werden zu 97 % entschwefelt. Wie viel Mg bzw. $\text{m}^3 \text{SO}_2$ wird pro Tag emittiert?

Folgende Reaktion findet statt: $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

$$\text{S} = 32 \text{ g/mol}$$

Lösung:

$$82 \text{ Mg/h} * 24 = 1.968 \text{ Mg/d}; 1.968 * 0,012 = 23,6 \text{ Mg Schwefel}$$

$$\text{S} = 32 \text{ Mg/Mmol}; 23,6/32 = 0,737 \text{ Mmol Schwefel}$$

$$\text{SO}_2 = 64 \text{ Mg/Mmol}; 0,737 * 64 = 47,2 \text{ Mg} = 47,2 * 0,03 = \mathbf{1,4 \text{ Mg SO}_2}$$

$$1,4 \text{ Mg SO}_2 / 64 \text{ Mg/Mmol} = 0,0218 \text{ Mmol} * 24.060 \text{ m}^3/\text{Mmol} = \mathbf{524,5 \text{ m}^3 \text{ SO}_2}$$