

 **Thema: Stöchiometrie**

Lernziele resp. Fragengebiete:

- Ab [st-01](#) : Anzahl Elemente
- Ab [st-10](#) : Elementarteilchen (p,n,e bestimmen)
- Ab [st-20](#) : Reaktionsgleichungen erstellen - ausgleichen
- Ab [st-30](#) : Istoype (siehe auch Atombau)
- Ab [st-40](#) : Mol, unit, Molmasse, Anzahl Mol
- Ab [st-60](#) : Verhältnisformel
- Ab [st-70](#) : Rechnen, z.B. 10 g H₂ + 20 g O₂
- Ab [st-80](#) : Ideale Gase
- Ab [st-90](#) : Konzentration, Dichte

Aufgabe: st-01

Was ist der Index resp. der stöchiometrische Koeffizient?

Lösung:

- **Index** besagt, wie viele Atome in einer Verbindung vorkommen, Bsp: die Verbindung Traubenzucker, C₆H₁₂O₆ weist pro Molekül 6 C-Atome, 12 H-Atome und 6 O-Atome auf. Hinweis: diese Zahlen werden unmittelbar NACH dem Atom KLEIN geschrieben.
- Im Gegensatz dazu gibt es den **stöchiometrische Koeffizienten**, GROSS geschrieben, VOR dem Atom (oder der Verbindung).
- **Beispiel:** 7 He heisst, dass 7 Heliumatome vorkommen, 13 Fe heisst, dass total 13 Fe Atome vorliegen.
- Ein Malzeichen muss nicht unbedingt angegeben werden, kann aber. Beide Aussagen sind also identisch (13 Fe resp. 13·Fe).
- Eine Kombination dieser beiden Größen ist auch möglich, z.B. 13 C₆H₁₂O₆ heisst, dass total 13 Traubenzuckermoleküle vorkommen mit jeweils 6 C-Atomen, 12 H-Atomen und 6 O-Atomen. Total also 13·6=78 C-Atomen, 13·12=156 H-Atomen und 13·6=78 O-Atomen.

Aufgabe: st-02

Berechne jeweils die Anzahl aller beteiligten Elemente folgender Ausdrücke. Das erste Beispiel ist schon gelöst.

- a) H₂O: 2·H, 1·O
- b) Kohlendioxid
- c) C₆H₁₂O₆
- d) 7·H₂O
- e) 40·C₆H₁₂O₆
- f) 3 Dutzend NH₃
- g) 7 Millionen O₃ (=Ozon)
- h) 2 mol H₂O
- i) 13 mol N₂

Hinweis: 1 mol entspricht dem grossen Dutzend der ChemikerInnen: 6.022·10²³.

Lösung:

- a) Wasser = H₂O, Anzahl: 2·H, 1·O
- b) Kohlendioxid = CO₂, Anzahl: 1·C, 2·O
- c) C₆H₁₂O₆, Anzahl: 6·C, 12·H, 6·O
- d) 7·H₂O, Anzahl: 14·H, 7·O
- e) 40·C₆H₁₂O₆, Anzahl: 240·C, 480·H, 240·O
- f) 1 Dutzend = 12 Stück, somit: 36 NH₃; Anzahl: 36·N, 108·H
- g) 7 Millionen O₃ = 7·10⁶ O₃ = 21 Millionen O-Atome = 21·10⁶·O = 2.1·10⁷·O
- h) 2 mol H₂O, Anzahl: 4 mol H, 2 mol O (H: 2.4·10²⁴, O: 1.2·10²⁴)

i) 13 mol N₂, Anzahl: 26 mol N (=1.56·10²⁵)

Aufgabe: st-03

Gegeben seien jeweils eine gewisse Anzahl Elemente. Kreiere daraus möglichst viele der gegebenen Verbindungen. Zum Teil kann es sein, dass Elemente übrigbleiben. Falls was übrig bleibt gib an, wieviele und welche Elemente zuviel wären.

- a) H₂O, 8·H, 4·O
- b) H₂O, 100·H, 100·O
- c) CO₂, 20·C, 20·O
- d) C₆H₁₂O₆, 100·C, 100·H, 100·O
- e) NH₃, 200·N, 300·H, 400·C
- f) Fe₂O₃, 33·Fe, 44·O, 55·F

Lösung:

- a) 4·H₂O
- b) 50·H₂O, übrig bleiben 50 O-Atome
- c) 10·CO₂, übrig bleiben 10 C-Atome
- d) 8·C₆H₁₂O₆, übrig bleiben 52·C, 4·H sowie 52·O
- e) 100·NH₃, übrig bleiben 100·N sowie 400·C
- f) 14·Fe₂O₃, übrig bleiben 5·Fe, 2·O, 55·F

Aufgabe: st-10

Berechne die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen

- a) ⁷Li
- b) ¹³C
- c) ²³⁵U
- d) ⁷Li²⁺
- e) ⁸²Br⁻

Lösung:

- a) Wenn Lithium als Elementname definiert ist, so heisst dies automatisch 3 Protonen. Oder anders gesagt: etwas mit drei Protonen muss Lithium heissen, egal wie viele Neutronen und Elektronen vorhanden sind. Aus der Nukleonenzahl (Nukleus = Kern = Protonen und Neutronen) gleich 7 ergibt sich somit die Anzahl Neutronen gleich 4. (3 + x = 7). Da das Element neutral ist (oben rechts neben dem Elementsymbol keine Ladung und somit neutral) ergibt sich die Anzahl der Elektronen = 3.
- b) ¹³C: 6p, 7n, 6e⁻
- c) ²³⁵U: 92p, 143n, 92e⁻
- d) ⁷Li²⁺: 3p, 4n, 1e⁻
- e) ⁸²Br⁻: 35p, 47n, 36e⁻

Aufgabe: st-11

Berechne die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen.

- a) 7·H₂O, mit folgenden Zusammensetzungen: ³H sowie ¹⁵O
- b) 3·C₆H₁₂O₆, mit folgenden Zusammensetzungen: ²H, ¹⁶O, ¹³C

Lösung:

- a) pro ³H: 1p, 1e⁻, 2n, ¹⁵O: 8p, 8e⁻, 7n
1·H₂O somit 10p, 10e⁻, 11n
7·H₂O: 70p, 70e⁻, 77n
- b) pro ¹³C: 6p, 6e⁻, 7n ... pro ²H: 1p, 1e⁻, 1n, ... pro ¹⁶O: 8p, 8e⁻, 8n,

$1 \cdot C_6H_{12}O_6$ somit $6 \cdot 6 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 8 = 96p$, $96e^-$, $6 \cdot 7 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 8 = 102n$

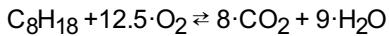
$3 \cdot C_6H_{12}O_6$: $288p$, $288e^-$, $306n$

Aufgabe: st-20

Formuliere die (ausgeglichene) Verbrennungsreaktion eines Oktans (C_8H_{18})

Lösung:

Verbrennen heisst eine Reaktion mit O_2 , nach Möglichkeit entstehen Kohlendioxid und Wasser:



Wie kann dies überhaupt gelöst werden? Willkürlich wird von einem Teilchen C_8H_{18} ausgegangen. Somit sind 8 C-Atome auf der linken Seite der Reaktionsgleichung vorhanden. Damit müssen aber auch 8 C-Atome auf der rechten Seite erscheinen. Da die C-Atome nur in das Kohlendioxid gehen müssen total 8 CO_2 vorhanden sein.

Analog mit den Wasserstoffatomen: auf der linken Seite kommen vom Oktan total 18 H-Atome. Die gehen alle zum Wasser, welches pro Molekül 2 H-Atome benötigt. Somit können maximal 9 Wassermoleküle gebildet werden.

Somit sind alle Koeffizienten auf der rechten Seite bestimmt. Damit ergibt sich aber auch die totale Anzahl der O-Atome, nämlich $8 \cdot 2 + 9 \cdot 1 = 25$ O-Atome. Die kommen schlussendlich vom O_2 auf der linken Seite. Total lassen sich daraus $12.5 \cdot O_2$ Moleküle bilden.

Aufgabe: st-21

Formuliere für die folgenden Aufgaben die ausgeglichene Reaktionsgleichung

- Traubenzucker wird verbrannt.
- Stelle Wasser aus den Elementen dar.
- Stelle Ammoniak (NH_3) aus den Elementen dar.

Lösung:

- $C_6H_{12}O_6 + 6 \cdot O_2 \rightleftharpoons 6 \cdot CO_2 + 6 \cdot H_2O$
- $2 \cdot H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 \cdot H_2O$
- $3 \cdot H_2 + 1 \cdot N_2 \rightleftharpoons 2 \cdot NH_3$

Aufgabe: st-24

Eine Substanz wurde verbrannt und man erhält pro unbekanntem Molekül 9 Wasser- sowie 9 Kohlendioxidmoleküle. Um welche Substanz handelt es sich? Hinweis zur gesuchten Substanz: Die allgemeine Summenformel lautet C_xH_{2x} , wobei x zu bestimmen wäre.

Lösung:

Wasser: H_2O , Kohlendioxid: CO_2

Formulierung der Verbrennungsreaktion: $9 \cdot H_2O + 9 \cdot CO_2 \rightleftharpoons C_9H_{18} + 13.5 \cdot O_2$

Unbekannte Substanz also C_9H_{18} resp. $x = 9$

Aufgabe: st-25

Gleiche folgende Reaktionsgleichungen aus. Die Lösungen sollen ganze Zahlen enthalten

- $NaBr \rightleftharpoons Na + Br_2$
- $H_2 + O_2 \rightleftharpoons H_2O$
- $N_2 + H_2 \rightleftharpoons NH_3$
- $Al + Br_2 \rightleftharpoons AlBr_3$
- $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$
- $CO + NO \rightleftharpoons CO_2 + N_2$
- $C_8H_{18} + O_2 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$
- $Fe_2O_3 + C \rightleftharpoons Fe + CO_2$
- $Fe_2O_3 + CO \rightleftharpoons Fe + CO_2$
- $S + O_2 \rightleftharpoons SO_2$

- k) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$
 l) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$
 m) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{MgO}$
 n) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3$
 o) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

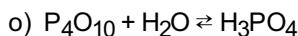
Lösung:

- a) $\text{NaBr} \rightleftharpoons \text{Na} + \text{Br}_2$
 $2 \cdot \text{NaBr} \rightleftharpoons 2 \cdot \text{Na} + 2 \cdot \text{Br}_2$
 b) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
 $2 \cdot \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 c) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$
 $\text{N}_2 + 3 \cdot \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NH}_3$
 d) $\text{Al} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{AlBr}_3$
 $2 \cdot \text{Al} + 3 \cdot \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{AlBr}_3$
 e) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \cdot \text{O}_2 \rightleftharpoons 6 \cdot \text{H}_2\text{O} + 6 \cdot \text{CO}_2$
 f) $\text{CO} + \text{NO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{N}_2$
 $2 \cdot \text{CO} + 2 \cdot \text{NO} \rightleftharpoons 2 \cdot \text{CO}_2 + \text{N}_2$
 g) $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $2 \cdot \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \cdot \text{O}_2 \rightleftharpoons 16 \cdot \text{CO}_2 + 18 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 h) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CO}_2$
 $2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \cdot \text{C} \rightleftharpoons 4 \cdot \text{Fe} + 3 \cdot \text{CO}_2$
 i) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CO}_2$
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \cdot \text{CO} \rightleftharpoons 2 \cdot \text{Fe} + 3 \cdot \text{CO}_2$
 j) $\text{S} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2$
 $\text{S} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2$
 k) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$
 $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$
 l) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$
 m) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{MgO}$
 $2 \cdot \text{Mg} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{MgO}$
 n) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3$
 $4 \cdot \text{Fe} + 3 \cdot \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
 o) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
 $2 \cdot \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Aufgabe: st-26

Gleiche folgende Reaktionsgleichungen aus. Die Lösungen sollen ganze Zahlen enthalten

- a) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$
 c) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{H}_2$
 d) $\text{K} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{KCl}$
 e) $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{O}_2$
 f) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$
 g) $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 h) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{LiOH}$
 i) $\text{NH}_3 + \text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 j) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 k) $\text{PCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HCl}$
 l) $\text{P}_4 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{P}_4\text{O}_{10}$
 m) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_3$
 n) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Lösung:

- a) $2\cdot\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\cdot\text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{N}_2 + 3\cdot\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\cdot\text{NH}_3$
- c) $2\cdot\text{Na} + 2\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\cdot\text{NaOH} + \text{H}_2$
- d) $2\cdot\text{K} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\cdot\text{KCl}$
- e) $2\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\cdot\text{H}_2 + \text{O}_2$
- f) $2\cdot\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\cdot\text{SO}_3$
- g) $\text{CH}_4 + 2\cdot\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- h) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\cdot\text{LiOH}$
- i) $4\cdot\text{NH}_3 + 6\cdot\text{NO} \rightleftharpoons 5\cdot\text{N}_2 + 6\cdot\text{H}_2\text{O}$
- j) $2\cdot\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- k) $\text{PCl}_3 + 3\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\cdot\text{HCl}$
- l) $\text{P}_4 + 5\cdot\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{P}_4\text{O}_{10}$
- m) $4\cdot\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\cdot\text{HNO}_3$
- n) $2\cdot\text{C}_2\text{H}_6 + 7\cdot\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\cdot\text{CO}_2 + 6\cdot\text{H}_2\text{O}$
- o) $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\cdot\text{H}_3\text{PO}_4$

Aufgabe: st-30

Berechne die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen.

- a) $7\cdot\text{H}_2\text{O}$, gegeben seien die Isotope ^3H sowie ^{15}O
- b) $3\cdot\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, Isotope: ^2H , ^{16}O , ^{13}C

Lösung:

- a) pro ^3H : 1p, 1e⁻, 2n, ^{15}O : 8p, 8e⁻, 7n
 $1\cdot\text{H}_2\text{O}$ somit 10p, 10e⁻, 11n
 $7\cdot\text{H}_2\text{O}$: 70p, 70e⁻, 77n
- b) pro ^{13}C : 6p, 6e⁻, 7n ... pro ^2H : 1p, 1e⁻, 1n, ... pro ^{16}O : 8p, 8e⁻, 8n,
 $1\cdot\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ somit $6\cdot 6 + 12\cdot 1 + 6\cdot 8 = 96$ p, 96e^- , $6\cdot 7 + 12\cdot 1 + 6\cdot 8 = 102$ n
 $3\cdot\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$: 288p, 288e⁻, 306n

Aufgabe: st-40

Was ist ein Mol?

Lösung:

Das Mol ist eine Mengenangabe. Genauer: 1 Mol entspricht $6.022 \cdot 10^{23}$ 'Dingen'. Diese Dinge können Atome, Reiskörner, Elektronen, Moleküle, Gummibärchen etc. sein

Aufgabe: st-41

Was ist die Molmasse, abgekürzt 'M'?

Lösung:

- ▷ Die Molmasse gibt an, wie viel Gramm einer Substanz einem Mol entspricht.
- ▷ Bei Kohlenstoff steht auf dem PSE z.B. 12.0107.
Diese Zahl bedeutet, dass ein Mol Kohlenstoff-Atome (= $6.022 \cdot 10^{23}$ C-Atome) insgesamt 12.0107 g (oder gerundet 12.0 g) wiegen.
- ▷ Gleiche Aussage, aber 'in kurz': $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$.
- ▷ Beachte: wie in der Physik üblich wird auch in der Chemie die Masse 'm' umschrieben.

Aufgabe: st-42

Wie berechnet man die Molmasse 'M', z.B. von Wasser (H_2O)?

Hinweis: Hinweis: Wie das Wort Molmasse schon sagt ... ein Mol beachten.

Lösung:

Dazu wird das Periodensystem ('PSE') benötigt. Berechnung z.B. für Wasser, H_2O .

Bei H steht auf dem PSE 1.00794 (g/mol), bei Sauerstoff 15.9994 (g/mol).

Das heisst also, dass ein mol die Masse von Wasserstoffatome 1.00794 g, und analog ein mol O-Atome 15.9994 g.

Ein (!) einziges Wassermolekül weist 2 Wasserstoffatome und ein Sauerstoffatom auf

Ein mol (!) Wassermoleküle weisen somit 2 mol H-Atome und 1 mol O-Atome auf.

Die Molmasse berechnet sich somit zu $2 \cdot 1.00794 + 1 \cdot 15.9994 = 18.01528$ g oder gerundet 18 g/mol auf.

In Kurzform geschrieben: $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ g/mol

Aufgabe: st-43

Was ist mit 'm' gemeint.

Lösung:

Damit ist die zur Verfügung stehende Masse gemeint.

Oder die Masse, welche auf der Waage eingewogen wird.

Z.B. 90 Gramm Traubenzucker: $m(\text{Traubenzuckers}) = 90$ g.

Aufgabe: st-44

Wie berechnet man die Anzahl Mol n?

Lösung:

Benötigt wird die Masse m ('eingewogene Masse') ...

... sowie die Molmasse ('M').

Danach kann die Frage mit zwei gleichen Ansätzen gelöst werden:

Beispiel: 88 g CO_2 seien vorhanden.

Damit wird $m = 88$ g sowie $M(\text{CO}_2) = 44$ g/mol.

Variante 1: Mit einem Dreisatz kann weiter gerechnet werden: ein Mol CO_2 wiegt 44 Gramm (ja durch die Molmasse gegeben). Nun hat man aber total 88 g. Wie viele Mol sind dies? Dreisatz machen und die Antwort lautet: 2 mol

Variante 2: Mit einer Formel (welche schlussendlich den Dreisatz ausführt) $n = m/M = 88\text{g} / (44\text{g/mol}) = 2$ mol

Aufgabe: st-45

Was ist der Unterschied zwischen g/mol und u ('unit')?

Lösung:

Auf dem Periodensystem ('PSE') sind u.a. die Massen der Atome angegeben. So steht beim Element Brom unter anderem die Angabe 79.904. Diese Angabe ist folgendermassen zu interpretieren: entweder ist gefragt, welche Masse ein einziges Bromatom aufweist (: 79.904 u) oder welche Masse ein Mol Bromatome (: also nicht nur ein einziges Bromatom, sondern ein Mol = $6.022 \cdot 10^{23}$ Bromatome) aufweisen (: 79.904 g).

Ein 'u' ist also eine Massenangabe ($1\text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$), g/mol ist die Massenangabe für 1 mol (oder $6.022 \cdot 10^{23}$).

Aufgabe: st-46

Was ist ein unit ('u')?

Lösung:

Ein unit entspricht ungefähr der Masse eines Protons. und entspricht $1.66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ resp. $1.66 \cdot 10^{-24}\text{ g}$. Die relative Atommasse (offizieller Begriff aber zum Teil verwirrend) auf dem Periodensystem gibt somit üblicherweise zwei Ansichten wieder:

die Masse eines (einzelnen!) Atoms, z.B. beim Kohlenstoff wäre dies 12.0107 u
die Masse eines Mols (also $6.022 \cdot 10^{23}$) Atome, z.B. Kohlenstoff 12.0107 Gramm

Aufgabe: st-47

Diverse Berechnungen zum Thema mol und rechnen mit grossen Zahlen.

- Person A erhält einen Tageslohn von 1000.-, Person B einen Jahreslohn von einem halben Mol Franken. Wer hat den grösseren Jahreslohn? Annahme: Person A arbeite an 365 Tagen im Jahr. Um welchen Faktor verdient die Person mehr als die andere Person?
- Ein mol Franken wird gleichmässig auf die Weltbevölkerung (ca. 8 Milliarden Personen) verteilt. Wieviel Franken erhält jede Person?
- Die Strecke Sonne - Erde beträgt ca. 150 Millionen Kilometer. Wieviele Atome mit einem Durchmesser von jeweils 10^{-10} m wären notwendig, um diese Strecke wie eine Perlenschnur abzulegen. Angabe der benötigten Atome in mol.
- Der pH-Wert gleich sieben heisst, dass pro Liter Wasser(teilchen) 10^{-7} mol speziellere Wasserteilchen (H_3O^+) vorliegen. Wieviele Teilchen sind dies also konkret? Und wieviele 'normale' Wasserteilchen sind eigentlich vorhanden?

Lösung:

Jahresgehalt Person A: $365 \cdot 1000.- = 365'000.- = 3.65 \cdot 10^5$

Jahresgehalt Person B: $0.5 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 3.011 \cdot 10^{23}$

Person B erhält viel mehr Lohn. Faktor: $3.011 \cdot 10^{23} / 3.65 \cdot 10^5 = 8.25 \cdot 10^{17}$

$6.022 \cdot 10^{23}$ Franken / $8 \cdot 10^9 = 7.5 \cdot 10^{13}$ Franken pro Person

Oder in Worten: ca. 75'000 Milliarden Franken pro Person

$150 \text{ Mio km} = 150 \cdot 10^6 \text{ km} = 150 \cdot 10^9 \text{ m}$

$150 \cdot 10^9 \text{ m} / 10^{-10} \text{ m} = 1.5 \cdot 10^{21} \text{ Atome}$

Anzahl mol = $1.5 \cdot 10^{21} / 6.022 \cdot 10^{23} = 0.0025 \text{ mol}$

Oder in Worten: ca 1/400 mol

1 mol H_2O entspricht 18 Gramm, 1 liter Wasser also $1000/18 = 55.5 \text{ mol}$

$10^{-7} \text{ mol} = 10^{-7} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 6.022 \cdot 10^{16}$

Aufgabe: st-48

Berechne die Molmasse folgender Verbindungen:

- Wasser
- Kohlendioxid
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- NaCl
- Fe_2O_3
- CH_4
- H_2SO_4
- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

Lösung:

a) $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot M(\text{H}) + 1 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18 \text{ g/mol}$

b) $M(\text{CO}_2) = 1 \cdot M(\text{C}) + 2 \cdot M(\text{O}) = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g/mol}$

c) $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot M(\text{C}) + 12 \cdot M(\text{H}) + 6 \cdot M(\text{O}) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180 \text{ g/mol}$

d) $M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}^+) + M(\text{Cl}^-) = 23.0 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$

e) $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 55.9 + 3 \cdot 16 = 159.8 \text{ g/mol}$

f) $M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g/mol}$

g) $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 \cdot 16 = 98 \text{ g/mol}$

h) $M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 3 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 16 = 58 \text{ g/mol}$

Aufgabe: st-49

Berechne die Anzahl der Mole folgender Massen:

- a) 9 g Wasser
- b) 88 g Kohlendioxid
- c) 900 g C₆H₁₂O₆
- d) 175.5 g NaCl
- e) 320 g Fe₂O₃
- f) 9 kg CH₄
- g) 2 Tonnen H₂SO₄
- h) 2 g C₃H₆O

Lösung:

Die Anzahl der Mole n berechnet sich mit $n=m/M$

- a) $n(H_2O) = m(H_2O)/M(H_2O) = 9g/18g/mol = 0.5 \text{ mol}$
- b) $n(CO_2) = m(CO_2)/M(CO_2) = 88g/44g/mol = 2 \text{ mol}$
- c) $n = m/M = 900/180 = 5 \text{ mol}$
- d) $n = m/M = 175.5/58.5 = 3 \text{ mol}$
- e) $n = 320/159.8 = 2 \text{ mol}$
- f) $n = 9000/16 = 562.5 \text{ mol}$
- g) $n = 2000000/98 = 20'408.16 \text{ mol}$
- h) $n = 2/58 = 0.0344 \text{ mol}$

Aufgabe: st-60

Gegeben seien folgende Verbindungen. Berechne die prozentuale Massenanteile (Massenprozente) der Elemente folgender Moleküle:

- a) Wasser
- b) Kohlendioxid
- c) CH₄
- d) NH₃
- e) C₂H₆O
- f) C₆H₁₂O₆
- g) H₂SO₄
- h) C₃H₆O

Lösung:

Die Berechnung explizit für Wasser:

$$\begin{aligned} \cdot M(H_2O) &= 18 \text{ g/mol} \\ \cdot H: 2 \cdot 1/18 &= 0.111 \rightarrow 11.1\% \\ \cdot O: 1 \cdot 16/18 &= 0.888 \rightarrow 88.8\% \\ \cdot M(CO_2) &= 44 \text{ g/mol} \\ \cdot C: 12 / 44 &= 0.273 \rightarrow 27.3\% \\ \cdot O: 2 \cdot 16/44 &= 0.727 \rightarrow 72.7\% \end{aligned}$$

Alle Resultate in tabellarischer Form:

Verbindung	M[g/mol]	C[%]	H[%]	O[%]	N[%]	S[%]
H ₂ O	18	-	11.1	88.9	-	-
CO ₂	44	27.3	-	72.7	-	-
CH ₄	16	75.0	25.0	-	-	-
NH ₃	17	-	17.6	-	82.4	-
C ₂ H ₆ O	46	52.2	13.0	34.8	-	-
C ₆ H ₁₂ O ₆	180	40.0	6.7	53.3	-	-
H ₂ SO ₄	98	-	2.0	65.3	-	32.7

C ₃ H ₈ O	58	62.1	10.3	27.6	-	-
---------------------------------	----	------	------	------	---	---

Aufgabe: st-70

Wie funktioniert Stöchiometrie? Auf was muss man sich besonders achten, bei einer Stöchiometrie Rechnung? Wie funktionieren die Textaufgaben bei der Stöchiometrie schon wieder? \$stop ... stop\$ Gibt es da ein Anwendungsmuster? (Anzahl Moleküle berechnen, wieviel Gramm entstehen, wieviel Gramm braucht es etc.)

Lösung:

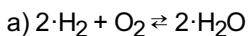
Um die Fragen zu klären, müssen die Begriffe wie Molmasse sowie Anzahl mol bekannt sein. Wenn nicht bitte in dieser Rubrik an einer anderen Stelle sich informieren. Die Frage und deren Antwort lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

Die wichtigste Erkenntnis bei der Stöchiometrie ist, dass die Anzahl der beteiligten Atome/Moleküle zentral ist. Die Anzahl der beteiligten Atome muss auf beiden Seiten des Reaktionspfeil identisch sein, es gehen keine Atome verloren oder kommen hinzu.
Beginne mit den Molekülen welche via Masse m gegeben sind und berechne daraus die Anzahl Mole n.
Aufgrund der (ausgeglichenen) stöchiometrischen Gleichung kann nun zuerst auf die Anzahl Mol 'n' rückgeschlossen werden.
Aufgrund der Anzahl Mole 'n' sowie der jederzeit berechenbaren Molmassen 'M' kann nun die Massen m der unbekannten Substanzen berechnet werden: aus n=m/M folgt m=n·M

Aufgabe: st-71

Es sollen 100 Gramm Wasser hergestellt werden. Stelle

- a) ... die Reaktionsgleichung auf
- b) ... berechne wie viel Gramm der einzelnen Komponenten benötigt werden

Lösung:

b) Tabelle:

Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
H ₂ O	18	100	100/18= 5.55
H ₂	2	2·5.55 = 11.1	5.55
O ₂	32	32·2.77 = 88.9	5.55 / 2 = 2.77

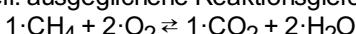
Aufgabe: st-72

Es werden 64 Gramm Methan verbrannt (CH₄). Wie viel Gramm der verschiedenen Produkte entstehen?

Hinweis: Verbrennen heisst Reaktion mit O₂, nach Möglichkeit (sofern C und O im Edukt) entstehen CO₂ und H₂O

Lösung:

1. Teil: ausgeglichene Reaktionsgleichung aufstellen:



2. Teil: Tabelle aufstellen:

Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
CH ₄	16	64	64/16= 4
CO ₂	44	176	4
H ₂ O	18	144	2·4=8

Hinweis: nicht verlangt, aber die benötigte Menge O₂ berechnet sich folgendermassen:

Gemäss Reaktionsgleichung braucht es doppelt so viele Teilchen O₂ wie CH₄, also total 8 mol. M(O₂) = 32 g/mol. Somit total 8·32 = 256 Gramm O₂ notwendig.

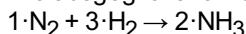
Aufgabe: st-73

Stelle 51 Gramm Ammoniak (NH₃) aus den Elementen her, wie viel Gramm der einzelnen Edukte werden benötigt?

Hinweis: Hinweis: Da Ammoniak = NH₃, somit wären die Edukte H₂ und N₂

Lösung:

Die ausgeglichene Reaktionsgleichung lautet:



Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
NH ₃	17	51	3
H ₂	2	9	3/2 · 3 = 4.5
N ₂	28	42	3/2 = 1.5

Es werden somit 9 Gramm H₂ sowie 42 Gramm N₂ benötigt.

Aufgabe: st-74

Bei einer Reaktion entstehen 54 Gramm Wasser. Welches Volumen nimmt das Wasser ...

- a) ... im flüssigen Zustand ein?
- b) ... im gasförmigen Zustand bei Normalbedingungen ein?
- c) ... im gasförmigen Zustand bei einem Druck von 3 bar und 70°C ein?

Lösung:

- a) Annahme: 1 Liter entspricht 1 kg (Dichte = 1.0 g/cm³). Somit 1000 ml 1000 Gramm. Also 54 Milliliter.
- b) Bei Normalbedingungen (0°C und Normaldruck) nimmt ein beliebiges Gas (auch Wasser in Form von Wasserdampf) pro Mol 22.4 Liter ein. Mit $n = m/M(\text{H}_2\text{O}) = 54 / 18 = 3$ mol ergibt sich ein Volumen von $3 \cdot 22.4 = 67.2$ Litern.
- c) Mit $pV=nRT$ ergibt sich für ($n = 1$ mol) ein $V = nRT/p = (1 \text{ mol} \cdot 8.314 \text{ JmolK} \cdot (273+70)\text{K}) / (3 \cdot 101300 \text{ N/m}^2) = 0.00938 \text{ m}^3$ resp. 9.38 Liter (pro mol) und somit für 3 mol (siehe Aufgabe b) ein Volumen von 28.2 Liter.

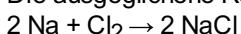
Aufgabe: st-75

Rund um die Herstellung von Kochsalz.

Zur Herstellung von 150 g Kochsalz werden 70 g Natrium bereitgestellt, die mit Chlor zu Natriumchlorid reagieren sollen. Welche Masse bleibt vom Natrium nach (stöchiometrischem) Einsatz übrig?

Lösung:

Die ausgeglichene Reaktionsgleichung lautet:



Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
NaCl	58.5	150	150 / 58.5 = 2.56
Na	23	58.9	2.56
Cl ₂	71	91.0	2.56 / 2 = 1.28

Es werden 58.9 g Na gebraucht, übrig bleiben also $70 - 58.9 = 11.1$ Gramm

Zusatzinformation: es werden insgesamt 91 Gramm Chlorgas, Cl₂, für die Reaktion benötigt.

Aufgabe: st-76

Diverse Aufgaben rund um das chemische Rechnen.

Leichte Aufgaben

- Die Formel für Methylalkohol ist CH_3OH . Welche Molekülmasse besitzt ein solches Molekül?
- Wie viele Sauerstoffatome enthalten 1 g O_2 -Moleküle?
- Wie viele Atome enthält 1g Heliumgas?
- Wie viel Gramm entsprechen 1 mol Schwefel, 1 mol Natrium und 1 mol Wasser?
- Wie gross ist die Masse von:
 - 0.5 mol Kohlenstoffdioxid (Formel CO_2)
 - 0.1mol Schwefelsäure (Formel H_2SO_4)?
- Wie gross ist die Molekülmasse einer Substanz, wenn 0.87 mol von ihr 24.36 g wiegen?
- Wieviel C-Atome enthalten 24 g Kohlenstoff?
- Wie viele Sauerstoffatome enthalten 1 g Ozon (O_3)? Angabe in Mol (n) und 'wirkliche' Anzahl

Halbschwere Aufgaben

- Wieviel Gramm Wasser bildet sich bei der Verbrennung von 100 g Methan (CH_4)?
- Mennige (Pb_3O_4) lässt sich aus Bleioxid (PbO) durch Oxidation mit Sauerstoff darstellen. Berechne die Masse an Bleioxid, die zur Herstellung von 100 kg Mennige erforderlich ist.
- Alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) wird üblicherweise durch Vergären von Glukose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dargestellt, entsprechend der Reaktionsgleichung :



Wieviel kg Alkohol lassen sich aus 2 kg Glukose gewinnen?

Schwere Aufgaben

- Wieviel Gramm Zinksulfid(ZnS) erhalten wir bei der Umsetzung von 200 g Zink mit 1000 g Schwefel (S_8)?

Lösung:

Leichte Aufgaben

- $m(\text{CH}_3\text{OH}) = 12 \text{ u} + 3 \cdot 1 \text{ u} + 16 \text{ u} + 1 \text{ u} = 32 \text{ u}$
- $n(\text{O}_2) = m(\text{O}_2)/M(\text{O}_2) = 1 \text{ g} / 32 \text{ g/mol} = 1/32 \text{ mol}$
 $n(\text{O}) = 1/16 \text{ mol} (= 3.76 \cdot 10^{22})$
- $n(\text{He}) = m(\text{He})/M(\text{He}) = 1 \text{ g} / 4 \text{ g/mol} = 0.25 \text{ mol} (= 1.5 \cdot 10^{23})$
- 1 mol S = 32 g, 1 mol Na = 23 g, 1 mol H_2O = 18 g
- 1 mol CO_2 = 44 g, 0.5 mol: 22 g
 1 mol H_2SO_4 : 98 g, 0.1 mol: 9.8 g
- $n=m/M; M = m/n = 24.36 \text{ g} / 0.87 \text{ mol} = 28 \text{ g/mol resp. } 28 \text{ u}$
- $n=m/M; n(\text{C}) = m(\text{C})/M(\text{C}) = 24 \text{ g} / 12 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol} (= 1.2 \cdot 10^{24})$
- $n(\text{O}_3) = m(\text{O}_3)/M(\text{O}_3) = 1 / 48 \text{ mol}$
 $n(\text{O}) = 3/48 \text{ mol} = 1/16 \text{ mol} (= 3.76 \cdot 10^{22})$

Halbschwere Aufgaben

- $\text{CH}_4 + 2 \cdot \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 siehe untenstehende Tabelle !
 Es werden also $18 \cdot 12.5 = 225$ Gramm Wasser gebildet.
- $6 \cdot \text{PbO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{Pb}_3\text{O}_4$
 siehe untenstehende Tabelle !
 Es werden also ca. 97.6 kg PbO benötigt
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \cdot \text{CO}_2$
 siehe untenstehende Tabelle !
 Es werden ca. 1.02 kg Ethanol erhalten

Schwere Aufgaben

- $8 \cdot \text{Zn} + \text{S}_8 \rightleftharpoons 8 \cdot \text{ZnS}$
 - Die Aufgabe ist überbestimmt, zwei Situationen ausrechnen
 - siehe untenstehende Tabelle !
 - I-1: nur mit (200) g Zink
 - I-2: nur mit (1000g) Schwefel
 - Beachte, dass mit 200 g Zink und gleichzeitig 1000 g S gestartet wird
 - Variante I-2 würde 2043 g Znk benötigen, vorhanden sind aber nur 200 g
 - Variante I-1 würde alles Zink aufbrauchen, jedoch bleibt S_8 übrig

Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
i) C_4H	16	100	$100/16=6.25$

i) CO ₂	18	225	2·6.25 = 12.5
j) Pb ₃ O ₄	685.6	100'000	100'000/685.6=145.9
j) PbO	223.2	97'605	3·145.9=437.6
k) C ₆ H ₁₂ O ₆	180	2000	11.11
k) C ₂ H ₅ OH	46	1022	2·11.11 = 22.22
l-1) Zn	65.4	200	3.05
l-1) S ₈	256	97.6	3.05/8=0.38
l-1) ZnS	97.4	297.04	3.05
l-2) S ₈	256	1000	3.9
l-2) Zn	65.4	2043	8·3.9=31.25
l-2) ZnS	97.4	3043	31.25

Aufgabe: st-77

Ein Auto verbraucht auf 100 km 10 Liter Diesel.

a) Berechne die Masse des entstehenden Kohlendioxids.

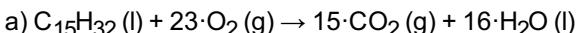
b) Berechne das Volumen welches das entstehende Kohlendioxid einnimmt. Annahme: Standardbedingungen

Annahme: Diesel bestehe aus einer einzigen Komponente: C₁₅H₃₂

Lösung:

1. Hinweis: Es gilt zu beachten, dass die Dichte des C₁₅H₃₂ zu bestimmen wäre. Eine sehr kurze Internetrecherche gibt einen Wert von ca. 0.75 g/ml. Die Angabe macht Sinn, Diesel schwimmt auf dem Wasser.

2. Hinweis: Der Ausdruck '10 Liter Diesel werden verbraucht' gilt es derart zu interpretieren, dass der Diesel verbrannt wird. Dementsprechend gilt es die (ausgeglichene) Reaktionsgleichung aufzustellen. Wie üblich gilt, dass bei Verbrennungsreaktion - sofern möglich - Wasser und Kohlendioxid entstehen.



Mit Dichte(C₁₅H₃₂) = 0.75 g / ml ergeben sich bei 10 Liter: m(C₁₅H₃₂)=7.5 kg

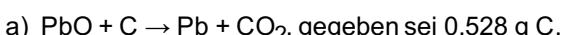
Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
C ₁₅ H ₃₂	212	7500	7500/212 = 35.4
CO ₂	44	23349	15·35.4 = 530.6

Die Rechnung zeigt, dass ca. 23 kg CO₂ entstehen. Unter der Annahme, dass ca. 100 km mit 10 Liter Diesel gefahren werden können ergibt sich pro Kilometer ein CO₂ Ausstoss von ca. 230 Gramm. Das Resultat entspricht ziemlich gut den aktuellen Werten, welche moderne Motoren erbringen können.

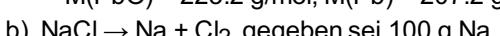
b) Hinweis: Es gilt bei Normalbedingungen, dass irgendein Gas (also auch Kohlendioxid) pro mol 22.4 Liter beansprucht. Somit wäre das Volumen 530.6 · 22.4 = 11885 Liter resp. circa 11.8 m³ resp. einem Würfel mit einer Seitenlänge von ca. 2.3m, komplett gefüllt mit CO₂.

Aufgabe: st-78

Berechne die Massen aller beteiligten Teilchen folgender Reaktionsgleichungen



$$M(PbO) = 223.2 \text{ g/mol}, M(Pb) = 207.2 \text{ g/mol}, M(CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$$



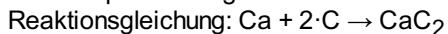
$$M(NaCl) = 58.5 \text{ g/mol}, M(Cl}_2 = 71 \text{ g/mol}$$

c) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$, gegeben sei 100 Tonnen Eisen.

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}, M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159.6 \text{ g/mol}$$

d) Natrium (Na) und Chlorgas (Cl_2) entstehen durch eine Schmelzelektrolyse (besonderes technisches Verfahren) aus Natriumchlorid (NaCl). Stelle die Reaktionsgleichung auf und berechne, wie viel Gramm Natriumchlorid eingesetzt werden müssen, um 100.0 g Natrium zu erhalten.

e) Calciumcarbid (CaC_2) ist eine Festsubstanz, die mit Wasser ein brennbares Gas entwickelt, wurde früher auch für Grubenlampen benötigt.



Wieviel kg CaC_2 erhält man, wenn man 50 kg Ca einsetzt? Wieviel kg Kohlenstoff wird dafür benötigt.

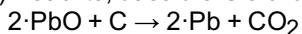
Lösung:

- Es gelten folgende Formeln:

$$n=m/M \text{ resp. } m = n \cdot M$$

- siehe untenstehende Tabelle

a) Beachte, dass die Gleichung noch ausgeglichen werden muss:



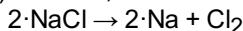
die gesuchten Massen betragen:

$$\cdot m(\text{PbO}) = 19.64 \text{ g}$$

$$\cdot m(\text{Pb}) = 18.23 \text{ g}$$

$$\cdot m(\text{CO}_2) = 1.94 \text{ g}$$

b) Beachte, dass die Gleichung noch ausgeglichen werden muss:

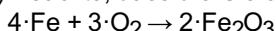


die gesuchten Massen betragen:

$$\cdot m(\text{NaCl}) = 254.4 \text{ g}$$

$$\cdot m(\text{Cl}_2) = 154.4 \text{ g}$$

c) Beachte, dass die Gleichung noch ausgeglichen werden muss:

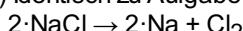


Beachte, dass 100 Tonnen Eisen gegeben sind. Die Rechnung ist in g/mol.

$$m(\text{O}_2) = \text{ca. } 42.9 \text{ Tonnen}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \text{ca. } 142.7 \text{ Tonnen}$$

d) Identisch zu Aufgabe b). Reaktionsgleichung:



e) die gesuchten Massen betragen:

- Beachte, dass die Angaben in kg sind. Umrechnung auf g

$$\cdot m(\text{CaC}_2) = 80 \text{ kg}$$

$$\cdot m(\text{C}) = 30 \text{ kg}$$

Stoff	M(g/mol)	m(g)	n(mol)
a) PbO	223.2	19.64	$2 \cdot 0.044 = 0.088$
a) C	12	0.528	$0.528 / 12 = 0.044$
a) Pb	207.2	18.23	$2 \cdot 0.044 = 0.088$
a) CO ₂	44	1.94	$1 \cdot 0.044 = 0.044$
—	—	—	—
b) NaCl	58.5	254.4	4.35
b) Na	23	100	$100 / 23 = 4.35$
b) Cl ₂	71	154.4	$4.35 / 2 = 2.174$
—	—	—	—
c) Fe	55.9	10^8	$10^8 / 55.9 = 1'788'908$
c) O ₂	32	42'933'810.4	$1'788'908 / 4 \cdot 3 = 1'341'681$
c) Fe ₂ O ₃	159.6	142'754'919.5	$1'788'908 / 2 = 894'454$
—	—	—	—

d) NaCl	58.5	254.4	4.35
d) Na	23	100	$100/23 = 4.35$
d) Cl ₂	71	154.4	$4.35/2 = 2.174$
—	—	—	—
e) Ca	40	50'000	$50'000/4=1250$
e) C	12	30'000	$2 \cdot 1250=2500$
e) CaC ₂	64	80'000	$1 \cdot 1250=1250$

Aufgabe: st-80

Wie lautet die allgemeine (ideale) Gasgleichung und was ist das?

Lösung:

Sie lautet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, wobei ...

- p der Druck (in N/m²)
- T die Temperatur (in Kelvin)
- n die Anzahl Mol
- V das Volumen (in m³)
- und R eine Konstante (8.314 J · mol · K) ist.

Aufgabe: st-81

Wieso spricht man eigentlich von der 'idealen' Gasgleichung?

Lösung:

Es gelten die nicht schlechten Annahmen, dass die Gasteilchen sich voneinander unabhängig bewegen und dass das Eigenvolumen des Gases vernachlässigbar klein ist zum beanspruchten Volumen. Bei Normalbedingungen (Null Grad Celsius sowie Druck auf Meereshöhe) ergibt sich ein Volumen von 22.4 Liter resp. 0.0224 m³

Aufgabe: st-83

Was ist mit dem Molvolumen gemeint?

Lösung:

Bei Null Grad Celsius und Normaldruck (101'325 N/m²) beansprucht jedes ideale Gas ein Volumen von 0.0224 m³ resp. 22.4 Liter.

Dieser Wert kann aber auch berechnet werden:

- $V = n \cdot R \cdot T / p$ mit ...
- $n=1$ mol, $R=8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$,
- $T=273\text{K}$, $p=101300\text{N}/\text{m}^2$ ergibt
- sich ein Volumen von 0.0224 m³ resp. 22.4 Litern.

Aufgabe: st-84

Diverse Berechnungen

- Eine Gasprobe nimmt bei einem Druck von 75 kPa ein Volumen von 360 ml ein. Welches Volumen nimmt die Probe bei der gleichen Temperatur unter einem Druck von 100 kPa ein ?
- Das Volumen einer Gasprobe beträgt 462 ml bei 35 °C und 115 kPa. Welches ist das Volumen bei Normalbedingungen ?
- Wieviel Liter CO (g) bei Normalbedingungen gemessen, werden benötigt, um 1.0 kg Rost (Fe₂O₃) folgendermassen umzusetzen:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

- d) Ein Mol eines Gases beansprucht bei Normalbedingungen 22.4 Liter. Berechne die Seitenlänge des Mol-Würfels.
 e) Wieviel Kilogramm Luft sind in einem Schulzimmer?

Annahmen: 180 m³, 20 °C 100'000 Pa, Luft 80% N₂, 20% O₂

Lösung:

Beachte, dass die Gasgleichung folgendermassen umformuliert werden kann:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow p \cdot V / T = n \cdot R$$

Beachte, dass nach dieser Umformung der Term n·R auf einer Seite steht. Da es sich um konstante Werte handelt, bleibt somit der Wert, egal wie gross p, V und T sein mögen, immer gleich und folgende praktisch Gleichung resultiert:

$$p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$$

Die Werte 1 resp. 2 sollen darauf Hinweisen, dass es sich um die Situation 1 resp. 2 handelt.

- a) Es gelte $p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$ mit ...

$$p_1 = 75 \text{ kPa}, V_1 = 360 \text{ ml}, p_2 = 100 \text{ kPa}, T_2 = T_1$$

$$V_2 = p_1 \cdot V_1 \cdot T_1 / (p_2 \cdot T_1) = p_1 \cdot V_1 / p_2$$

$$V_2 = 75 \text{ kPa} \cdot 360 \text{ ml} / 100 \text{ kPa} = 270 \text{ ml}$$

- b) Es gelte $p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$ mit ...

$$p_1 = 115 \text{ kPa} = 115'000 \text{ Pa}, V_1 = 462 \text{ ml}, T_1 = 35^\circ\text{C} = 308 \text{ K}$$

$$p_2 = 103'000 \text{ Pa}, T_2 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$V_2 = p_1 \cdot V_1 \cdot T_2 / (p_2 \cdot T_1)$$

$$V_2 = 115'000 \text{ Pa} \cdot 462 \text{ ml} \cdot 273 \text{ K} / (308 \text{ K} \cdot 101'000 \text{ Pa}) = 466 \text{ ml}$$

- c) Auggleichen der Reaktionsgleichung:



$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m/M = 1000/159.6 = 6.27 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}) = 3 \cdot 6.27 = 18.8 \text{ mol}$$

1 mol (bei Standardbedingungen) entspricht 22.4 L

18.8 mol : 421 Liter

- d) $x^3 = 22.4 \text{ L} = 22.4 \text{ dm}^3 = 0.0224 \text{ m}^3$

$$x = \sqrt[3]{0.0224 \text{ m}^3} = 0.28 \text{ Meter}$$

- e) Es gelte $p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$ mit ...

$$p_1 = 101'300 \text{ Pa}, V_1 = 22.4 \text{ L}, T_1 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$p_2 = 100'000 \text{ Pa}, T_2 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$V_2 = p_1 \cdot V_1 \cdot T_2 / (p_2 \cdot T_1)$$

$$V_2 = 101300 \cdot 22.4 \cdot 293 / (273 \cdot 100'000) = 24.35 \text{ L}$$

$$\text{Dichte(Luft)} = (0.8 \cdot 28 + 0.2 \cdot 32) / 24.35 = 1.18 \text{ g/L}$$

$$1.18 \text{ g/L} = 1.18 \text{ kg/m}^3$$

$$180 \text{ m}^3 \rightarrow 212.4 \text{ kg}$$

Aufgabe: st-90

Diverse Berechnungen rund um die Konzentration.

- a) 5 Gramm Kochsalz wird in ein Liter Wasser gegeben. Welche Konzentration hat die Lösung?
 b) 18 g C₆H₁₂O₆ werden in 120 ml Wasser gelöst. Welche Konzentration hat die Lösung?
 c) 10 ml einer 0.02 mol/l Vitamin C Lösung wurden produziert. Welche Masse hatte die eingewogene Masse?
 Hinweis: M(Vitamin C) = 176.13 g/mol
 d) Es sollen 100 ml einer Magnesiumbromidlösung (MgBr₂) mit der Konzentration von c = 0.02 mol/L hergestellt werden.
 Wie kann diese Lösung im Chemielabor hergestellt werden?
 e) Ein Liter einer Kochsalzlösung wiegt 1.34 kg. Welche Konzentration hat die Lösung?

Zur Erinnerung: $c = n/V = m/MV$

Lösung:

Das Volumen muss in Liter angegeben werden.

- a) $c = m(\text{NaCl})/M(\text{NaCl})/V = 5\text{g}/58.5\text{g/mol}/1.0 \text{ L} = 0.085 \text{ mol/l}$
 b) $c = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)/M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)/V = 18\text{g}/180\text{g/mol}/0.12\text{L} = 0.833 \text{ mol/l}$
 c) $c = n/V = m/M/V \rightarrow m = c \cdot V \cdot M$
 $m = 0.02 \text{ mol/l} \cdot 0.01 \text{ l} \cdot 176.13 \text{ g/mol} = 0.035 \text{ g}$

d) $c = n/V = m/M/V \rightarrow m = c \cdot V \cdot M$

$M(\text{MgBr}_2) = 184.3 \text{ g/mol}$

$m = 0.02 \text{ mol/L} \cdot 0.1 \text{ L} \cdot 184.3 \text{ g/mol} = 0.3686 \text{ g}$

Es müssen also 0.3686 Gramm MgBr_2 eingewogen werden und soviel Wasser hinzugefügt werden, dass das Schlussvolumen 100 ml beträgt.

e) Annahme: 1 Liter Wasser sei 1.0 kg, der Rest also Kochsalz: 340 Gramm

$n=m/\text{M}(NaCl) = 340\text{g}/58.5 \text{ g/mol} = 5.81 \text{ mol}$

$c = n/V = 5.81 \text{ mol} / 1.0 \text{ L} = 5.81 \text{ mol/L}$

Aufgabe: st-92

1 Gramm Gold soll auf die Weltmeere verteilt werden. Wieviele Goldatome befinden sich pro Liter.

Hinweis: Annahmen: diverse resp. abschätzen.

Lösung:

- Idee: ca. 60% der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt, Erdradius ca. 6000 km, durchschnittliche Wassertiefe ca. 3 km
- all diese Annahmen liefern ein Volumen von $0.814 \cdot 10^9 \text{ km}^3$
- Wikipedia hat fast das gleiche Volumen:
 $V = 1.338 \cdot 10^9 \text{ km}^3 = 1.338 \cdot 10^{21} \text{ Liter}$
im folgenden wird mit dem Wikipedia-Wert weitergerechnet
- $1 \text{ g Au} \rightarrow n(\text{Au}) = 1 \text{ g} / 197 \text{ g/mol} = 1 / 197 \text{ mol}$
- $1 / 197 \text{ mol} \cong 3.057 \cdot 10^{21} \text{ Au-Atome}$
- $3.057 \cdot 10^{21} / 1.338 \cdot 10^{21} = 2.28 \text{ Atome pro Liter}$

Aufgabe: st-93

Berechne die Stoffmengenkonzentration von Saccharose (Haushaltszucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$), in einer Tasse Kaffee (150 ml), wenn darin ein Würfelzucker ($m = 7.7 \text{ g}$) aufgelöst wird.

Zusatz: Wie viele Moleküle Koffein ($C_8H_{10}N_4O_2$) befinden sich nach einem Kaffee im Körper, wenn in einer Tasse Kaffee 80 mg davon aufgelöst waren?

Lösung:

- $c = n/V = m/M/V$
 $M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 \text{ g/mol}$
 $c = 7.7 \text{ g} / 342 \text{ g/mol} / 0.15 \text{ L} = 0.15 \text{ mol/L}$
- Zusatzaufgabe:
 - $n = m/M$
 $M(C_8H_{10}N_4O_2) = 194 \text{ g/mol}$
 - $n = 0.08 / 194 = 0.000412 \text{ mol} = 4.12 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
 - $1 \text{ mol} = 6.022 \cdot 10^{23}$
 - $4.12 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \rightarrow 2.48 \cdot 10^{20}$

Aufgabe: st-94

Diverse Berechnungen rund um die Konzentration.

a) Zu 150 ml einer Lösung mit $c = 0.3 \text{ mol/l}$ werden 200 ml Wasser gegeben. Welche Konzentration

b) Zu 300 ml einer Lösung mit $c = 0.3 \text{ mol/l}$ werden 200 ml einer (gleichen) Lösung mit $c = 0.5 \text{ mol/L}$ gegeben. Welche Konzentration hat die Lösung jetzt?

c) Gegeben sei 1.5 L einer Kochsalzlösung mit $c = 0.15 \text{ mol/L}$.

Nun sollen aber 2.0 L einer Kochsalzlösung mit $c = 0.3 \text{ mol/L}$ hergestellt werden. Wie viele Gramm Kochsalz sowie Wasser muss zur gegebenen Kochsalzlösung noch zusätzlich dazugegeben werden.

Lösung:

a) $c = n/V$ resp. $n = c \cdot V$

$n(\text{Lösung}) = c \cdot V = 0.3 \text{ mol/l} \cdot 0.15 \text{ l} = 0.045 \text{ mol}$

neues Volumen: $150 \text{ ml} + 200 \text{ ml} = 350 \text{ ml}$ resp. 0.35 L

$$c = n/V = 0.045 \text{ mol} / 0.35 \text{ L} = 0.129 \text{ mol/L}$$

b) $c = n/V$ resp. $n = c \cdot V$

$$n_1(\text{Lösung}) = c_1 \cdot V_1 = 0.3 \text{ mol/l} \cdot 0.3 \text{ l} = 0.09 \text{ mol}$$

$$n_2(\text{Lösung}) = c_2 \cdot V_2 = 0.5 \text{ mol/l} \cdot 0.2 \text{ l} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\text{neue } n: n_1 + n_2 = 0.19 \text{ mol}$$

neues Volumen: $300 \text{ ml} + 200 \text{ ml} = 500 \text{ ml}$ resp. 0.55 L

$$c = n/V = 0.19 \text{ mol} / 0.55 \text{ L} = 0.38 \text{ mol/L}$$

c) Zusätzliches Volumen: $2.0 \text{ L} - 1.5 \text{ L} = 0.5 \text{ L}$

$$n_1(1.5 \text{ L Lösung}) = c_1 \cdot V_1 = 0.15 \text{ mol/l} \cdot 1.5 \text{ L} = 0.225 \text{ mol}$$

$$n_2(2.0 \text{ L Lösung}) = c_2 \cdot V_2 = 0.3 \text{ mol/l} \cdot 2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol}$$

$$\text{mit } n=m/M \text{ resp. } m(\text{NaCl}) = n \cdot M(\text{NaCl})$$

$$M(\text{NaCl}) = 58.5 \text{ g/mol}$$

$$m_1(\text{NaCl}) = 0.225 \text{ mol} \cdot 58.5 \text{ g/mol} = 13.16 \text{ g}$$

$$m_2(\text{NaCl}) = 0.6 \text{ mol} \cdot 58.5 \text{ g/mol} = 35.1 \text{ g}$$

Zusätzlichge Menge NaCl = $35.1 - 13.16 = \text{ca. 22 Gramm}$

Aufgabe: st-95

Eine Lösung hat eine Masse von 120 Gramm. Ihr Volumen beträgt 110 ml. Berechne ihre Dichte.

Lösung:

- Dichte = m/V
- $d = 120 \text{ g} / 110 \text{ ml} = 1.09 \text{ g/ml}$

Aufgabe: st-96

Berechne folgende Dichten:

a) Berechne die Dichte folgender Gase: O₂, N₂ und CO₂ bei Normalbedingungen

b) Berechne die Dichte der Luft

c) Erkläre, wieso ein Feuer mit einem CO₂-Löscher gelöscht werden kann.

Lösung:

Hinweis: Normalbedingungen bei Gasen heisst: ein mol beansprucht 22.4 L

Somit gilt: $n = 1$, $V = 22.4 \text{ L}$

Aus Dichte = m/V und $n=m/M$ folgt: $D=n \cdot M/V$

a) Dichte = $m/V = n \cdot N/V$

$$\text{Dichte(CO}_2\text{)} = 1 \text{ mol} \cdot M(\text{CO}_2) / 22.4 \text{ L} = 44 / 22.4 = 1.96 \text{ g/L}$$

$$\text{Dichte(O}_2\text{)} = 32 / 22.4 = 1.43 \text{ g/L}$$

$$\text{Dichte(N}_2\text{)} = 28 / 22.4 = 1.25 \text{ g/L}$$

b) Luft bestehe zu 80% aus N₂ sowie 20% O₂

Bestandteil N₂: 80% eines mols: 0.8 mol

Bestandteil O₂: 20% eines mols: 0.2 mol

$$\text{Dichte(Luft)} = (0.8 \cdot M(\text{N}_2) + 0.2 \cdot M(\text{O}_2)) / 22.4 = (0.8 \cdot 28 + 0.2 \cdot 32) / 22.4 = 1.29 \text{ g/L}$$

c) Die Dichte von CO₂ beträgt 1.96 g/L, von der Luft 1.29 g/L. Somit ist CO₂ 'schwerer' wie die Luft und verdrängt somit das

'leichtere' O₂ (Dichte 1.43 g/L), die Flamme erstickt, da kein Sauerstoff zur Kerzenflamme dringen kann.