

### 1.3. Aufgaben zu chemische Reaktionen

#### Aufgabe 1: Summenformeln

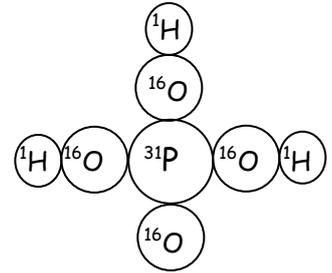
Ergänze gemäß Beispiel a):

- a) Eine Formeleinheit Phosphorsäure  $\text{H}_3\text{PO}_4$  besteht aus 3 Wasserstoff-Atomen  $^1\text{H}$ , 1 Phosphor-Atom  $^{31}\text{P}$  und 4 Sauerstoff-Atomen  $^{16}\text{O}$ .

1 Mol Phosphorsäure = 602,3 Trilliarden Formeleinheiten wiegen also  $3 \cdot 1 \text{ g} + 1 \cdot 31 \text{ g} + 4 \cdot 16 \text{ g} = 98 \text{ g}$ .

1 g Phosphorsäure enthält  $\frac{1}{98}$  Mol = 6,14 Trilliarden

Formeleinheiten.



- b) Eine Formeleinheit Bleisulfat  $\text{PbSO}_4$  besteht aus \_\_\_\_\_-Atom Pb, \_\_\_\_\_-Atom S und \_\_\_\_\_-Atomen O.

1 Mol Bleisulfat = 602,3 Trilliarden Formeleinheiten wiegen also \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ g.

1 g Bleisulfat enthält Mol = \_\_\_\_\_ Trilliarden Formeleinheiten.

- c) Eine Formeleinheit Kaliumnitrat (Salpeter)  $\text{KNO}_3$  besteht aus \_\_\_\_\_-Atom K, \_\_\_\_\_-Atom N und \_\_\_\_\_-Atomen O.

1 Mol Kaliumnitrat = 602,3 Trilliarden Formeleinheiten wiegen also \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ g.

1 g Kaliumnitrat enthält Mol = \_\_\_\_\_ Trilliarden Formeleinheiten.

- d) Eine Formeleinheit Natriumnitrit (Pökelsalz)  $\text{NaNO}_2$  besteht aus \_\_\_\_\_-Atomen Na, \_\_\_\_\_ Atomen N und \_\_\_\_\_-Atomen O.

1 Mol Natriumnitrit = 602,3 Trilliarden Formeleinheiten wiegen also \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ g.

1 g Natriumnitrit enthält Mol = \_\_\_\_\_ Trilliarden Formeleinheiten.

- e) Eine Formeleinheit Dialuminiumtrioxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  besteht aus \_\_\_\_\_-Atomen Al und \_\_\_\_\_-Atomen O.

1 Mol Dialuminiumtrioxid = 602,3 Trilliarden Formeleinheiten wiegen also \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ g.

1 g Dialuminiumtrioxid enthält Mol = \_\_\_\_\_ Trilliarden Formeleinheiten.

### Aufgabe 2: Reaktionsgleichungen

Ergänze die fehlenden Koeffizienten:

- a)  $\_ \text{Cu} + \_ \text{S}_8 \rightarrow \_ \text{Cu}_2\text{S}$
- b)  $\_ \text{Hg} + \_ \text{O}_2 \rightarrow \_ \text{HgO}$
- c)  $\_ \text{P}_4 + \_ \text{O}_2 \rightarrow \_ \text{P}_4\text{O}_{10}$
- d)  $\_ \text{KI} + \_ \text{PbSO}_4 \rightarrow \_ \text{PbI}_2 + \_ \text{K}_2\text{SO}_4$
- e)  $\_ \text{NaCl} + \_ \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \_ \text{HCl} + \_ \text{Na}_2\text{SO}_4$
- f)  $\_ \text{KF} + \_ \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \_ \text{HF} + \_ \text{K}_3\text{PO}_4$
- g)  $\_ \text{KOH} + \_ \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \_ \text{H}_2\text{O} + \_ \text{K}_2\text{CO}_3$
- h)  $\_ \text{KMnO}_4 + \_ \text{HCl} \rightarrow \_ \text{MnO}_2 + \_ \text{KCl} + \_ \text{H}_2\text{O} + \_ \text{Cl}_2$

### Aufgabe 3: Reaktionsgleichungen

Wie viel Liter Chlorgas  $\text{Cl}_2$  werden für die Umsetzung von 60 g Natriummetall Na benötigt? Wie viel g Natriumchlorid (Kochsalz) NaCl lassen sich damit herstellen? Ergänze zunächst die fehlenden Koeffizienten.

$$\begin{array}{l} \_ \text{Na} + \_ \text{Cl}_2 \rightarrow \_ \text{NaCl} \quad | \cdot 1 \text{ Mol} \\ \_ \text{ Mol Na} + \_ \cdot \text{ Mol Cl}_2 \rightarrow \_ \cdot \text{ Mol NaCl} \quad | \text{ in g bzw. Liter umrechnen} \\ \_ \text{ g Na} + \_ \cdot 22,4 \text{ Liter Cl}_2 \rightarrow \_ \text{ g NaCl} \quad | \text{ vereinfachen} \\ \_ \text{ g Na} + \_ \text{ Liter Cl}_2 \rightarrow \_ \text{ g NaCl} \quad | : \_ \text{ (auf 1 g Na umrechnen)} \\ \_ \text{ g Na} + \_ \text{ Liter Cl}_2 \rightarrow \_ \text{ g NaCl} \quad | \cdot \_ \text{ (auf 60 g Na umrechnen)} \\ 60 \text{ g Na} + \_ \text{ Liter Cl}_2 \rightarrow \_ \text{ g NaCl} \end{array}$$

### Aufgabe 4: Reaktionsgleichungen

Wie viel Liter Sauerstoffgas  $\text{O}_2$  werden für die Umsetzung von 100 g Kaliummetall K benötigt? Wie viel g Dikaliumoxid  $\text{K}_2\text{O}$  lassen sich damit herstellen?

$$\begin{array}{l} \_ \text{K} + \_ \text{O}_2 \rightarrow \_ \text{K}_2\text{O} \quad | \cdot 1 \text{ Mol} \\ \_ \text{ Mol K} + \_ \cdot \text{ Mol O}_2 \rightarrow \_ \cdot \text{ Mol K}_2\text{O} \quad | \text{ in g bzw. Liter umrechnen} \\ \_ \text{ g K} + \_ \text{ Liter O}_2 \rightarrow \_ \text{ g K}_2\text{O} \quad | \text{ vereinfachen} \\ \_ \text{ g K} + \_ \text{ Liter O}_2 \rightarrow \_ \text{ g K}_2\text{O} \quad | : \_ \text{ (auf \_ g \_ umrechnen)} \\ \_ \text{ g K} + \_ \text{ Liter O}_2 \rightarrow \_ \text{ g K}_2\text{O} \quad | \cdot \_ \text{ (auf \_ g \_ umrechnen)} \\ 100 \text{ g K} + \_ \text{ Liter O}_2 \rightarrow \_ \text{ g K}_2\text{O} \end{array}$$

### Aufgabe 5: Reaktionsgleichungen

Wie viel g Calciummetall werden für die Umsetzung von 20 Liter Fluorgas  $\text{F}_2$  benötigt? Wie viel g Calciumdifluorid  $\text{CaF}_2$  lassen sich damit herstellen?

$$\begin{array}{l} \_ \text{Ca} + \_ \text{F}_2 \rightarrow \_ \text{CaF}_2 \quad | \cdot 1 \text{ Mol} \\ \_ \text{ Mol Ca} + \_ \cdot \text{ Mol F}_2 \rightarrow \_ \cdot \text{ Mol CaF}_2 \quad | \text{ in g bzw. Liter umrechnen} \\ \_ \text{ g Ca} + \_ \text{ Liter F}_2 \rightarrow \_ \text{ g CaF}_2 \quad | \text{ vereinfachen} \\ \_ \text{ g Ca} + \_ \text{ Liter F}_2 \rightarrow \_ \text{ g CaF}_2 \quad | : \_ \text{ (auf \_ umrechnen)} \\ \_ \text{ g Ca} + \_ \text{ Liter F}_2 \rightarrow \_ \text{ g CaF}_2 \quad | \cdot \_ \text{ (auf \_ umrechnen)} \\ \_ \text{ g Ca} + 20 \text{ Liter F}_2 \rightarrow \_ \text{ g CaF}_2 \end{array}$$

### Aufgabe 6: Reaktionsgleichungen

Wie viel g Aluminiummetall Al und wie viele Liter Sauerstoffgas benötigt man für die Herstellung von 50 g Dialuminiumtrioxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ? Ergänze zunächst die fehlenden Koeffizienten.



### Aufgabe 7: Reaktionsgleichungen

Ergänze zunächst die fehlenden Koeffizienten und rechne dann wie in den Aufgaben 3 - 6:

- Wie viel g Zinkmetall Zn und wie viel g Schwefel  $\text{S}_8$  benötigt man für die Herstellung von 30 g Zinksulfid? Die Reaktionsgleichung ist  $\underline{\quad} \text{Zn} + \underline{\quad} \text{S}_8 \rightarrow \underline{\quad} \text{ZnS}$
- Wie viel Liter Sauerstoffgas  $\text{O}_2$  und wie viel Liter Wasserstoffgas  $\text{H}_2$  benötigt man für die Herstellung von 1 Liter flüssigem Wasser  $\text{H}_2\text{O}$ ? Die RG ist  $\underline{\quad} \text{H}_2 + \underline{\quad} \text{O}_2 \rightarrow \underline{\quad} \text{H}_2\text{O}$
- Wie viel Liter Stickstoffgas  $\text{N}_2$  und wie viel Liter Wasserstoffgas  $\text{H}_2$  benötigt man für die Herstellung von 20 Liter Ammoniakgas  $\text{NH}_3$ ?  
Die Reaktionsgleichung ist  $\underline{\quad} \text{N}_2 + \underline{\quad} \text{H}_2 \rightarrow \underline{\quad} \text{NH}_3$ .
- Wie viel g Natriumhydroxid NaOH und wie viel Liter Chlorwasserstoffgas HCl benötigt man für die Herstellung von 50 g Kochsalz NaCl? Wie viel Liter flüssiges Wasser  $\text{H}_2\text{O}$  entstehen dabei? Die Reaktionsgleichung ist  $\underline{\quad} \text{NaOH} + \underline{\quad} \text{HCl} \rightarrow \underline{\quad} \text{NaCl} + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O}$ .
- Wie viel Liter flüssiges Wasser  $\text{H}_2\text{O}$  benötigt man für die Umsetzung von 50 g Aluminiumtrichlorid  $\text{AlCl}_3$ ? Wie viel g Dialuminiumtrioxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und wie viel Liter Chlorwasserstoffgas HCl entstehen dabei?  
Die Reaktionsgleichung ist  $\underline{\quad} \text{AlCl}_3 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O} \rightarrow \underline{\quad} \text{Al}_2\text{O}_3 + \underline{\quad} \text{HCl}$ .

### Aufgabe 8: Energieformen

- Nenne fünf verschiedenen Energieformen
- Nenne zwei Vorgänge, bei denen Wärmeenergie in mechanische Energie umgewandelt wird und umgekehrt.
- Nenne zwei Vorgänge, bei denen chemische Energie in mechanische Energie umgewandelt wird und umgekehrt.
- Nenne die Formen, in denen ein Mensch Energie mit der Umgebung austauscht.
- Welche Energieformen sind beim Entzünden eines Feuerzeugs beteiligt?
- Eine Zündkerze besteht im Wesentlichen aus zwei dicht beieinander liegenden Elektroden, die in den Zylinder ragen. Durch Drehen des Zündschlüssels wird die Spannung der Autobatterie auf die Zündkerze übertragen. Dabei entsteht ein Funken zwischen den beiden Elektroden, der die Benzin-Luft-Mischung im Kolben entzündet. Die Mischung explodiert und drückt dabei den Kolben nach unten. Der Kolben versetzt über einen Pleuel (=drehbarer Hebel) die Motorwelle in Bewegung. Welche Energieformen sind an diesen Vorgängen beteiligt?

### Aufgabe 9: Wärmekapazität

- a) Erkläre am Beispiel Wasser die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes und wie man sie bestimmt.
- b) Wie viel Joule benötigt man, um eine Tasse Wasser ( $V = 0,2$  Liter,  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ,  $c = 4,19 \text{ J/K}\cdot\text{g}$ ) von  $20^\circ\text{C}$  auf  $100^\circ\text{C}$  zu erwärmen?
- c) Um wie viel Grad steigt die Temperatur eines Aquariums mit 500 Litern Inhalt, wenn  $1 \text{ kWh} = 360 \text{ kJ}$  an elektrischer Energie zum Heizen aufgewendet wurden?
- d) Um wie viel Grad steigt die Temperatur von Mineralwasser ( $V = 0,7$  Liter,  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ,  $c = 4,19 \text{ J/K}\cdot\text{g}$ ) in einer Flasche, die durch das Stehen an der Sonne eine Energie von  $100 \text{ kJ}$  aufgenommen hat?
- e) Ein  $50 \text{ kg}$  schwerer Junge besteht zu  $60 \%$  aus Wasser ( $c = 4,19 \text{ J/K}\cdot\text{g}$ ). Wie viel Energie benötigt er, um seine Körpertemperatur um bei einer fiebrigen Grippe von  $36,8^\circ\text{C}$  auf  $38,3^\circ\text{C}$  zu erhöhen? Wie viel  $\text{g}$  Kartoffeln (Brennwert  $3 \text{ kJ pro g}$ ) oder wie viel  $\text{g}$  Schokolade ( $23 \text{ kJ pro g}$ ) müsste er essen, um diesen Energieverlust wieder auszugleichen?
- f) Ein ausgekühlter Wanderer sitzt in einer Berghütte. In der Berghütte befinden sich noch  $100 \text{ m}^3$  kalte Luft ( $\vartheta = 10^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 1 \text{ g/dm}^3$ ,  $c = 1 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ ) und ein Propangaskocher mit  $200 \text{ g}$  Propan (Brennwert  $32,5 \text{ kJ pro g}$ ). Um wie viel Grad erwärmt sich (theoretisch!) die Luft in der Hütte, wenn er den Propangaskocher als Heizung verwendet?
- g) Vor der Hütte des Wanderers aus f) steht ein Faß, das mit  $10^\circ\text{C}$  kaltem Regenwasser gefüllt ist ( $c = 4,19 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ ). Wie viel Liter Regenwasser kann er mit dem Propangaskocher auf  $90^\circ\text{C}$  erwärmen und als Teewasser verwenden? Welche Methode ist sinnvoller, um wieder warm zu werden?

### Aufgabe 10: Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

Gibt man  $1 \text{ Mol}$  Zink  $\text{Zn (s)}$  und  $1 \text{ Mol}$  Iod  $\text{I}_2 \text{ (s)}$  in einen Liter Wasser, so erhält man eine  $1$ -molare Lösung von Zinkiodid  $\text{ZnI}_2 \text{ (aq)}$  in Wasser. Führt man die Reaktion in einem wärmeisolierten Gefäß durch, so erhöht sich die Temperatur der Lösung dabei um  $\Delta T = 63,2 \text{ K}$ . Als Wärmekapazität kann  $c = 4,18 \text{ J/K}\cdot\text{g}$  angenommen werden. Um die Ausgangsstoffe vollständig wieder zurück zu gewinnen, muss die Lösung  $t = 3$  Stunden,  $40$  Minuten und  $15$  Sekunden lang mit der Spannung  $U = 20 \text{ V}$  und der Stromstärke  $I = 1 \text{ A}$  elektrolysiert werden. Hinweis: Die elektrische Arbeit ist  $W = U \cdot I \cdot t$ .

- a) Zeichne das Energiediagramm für die Reaktion von Zink und Iod zu Zinkiodid.
- b) Welche Richtung ist exotherm und welche ist endotherm?
- c) In welcher Form wird die Energie abgegeben bzw. aufgenommen?
- d) Berechne die molare Reaktionsenthalpie  $\Delta H$  für die Bildung von Zinksulfid aus den Elementen

### Aufgabe 11: Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

1. Berechne die Reaktionswärme, die bei der Verbrennung von 10 g des angegebenen Brennstoffes frei werden.
  2. Gib an, um wie viel Grad man 5 Liter Wasser mit der freigesetzten Wärmemenge erwärmen kann ( $c = 4,19 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ ).
- a) Methan  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -889,5 \text{ kJ/Mol}$
- b) Ethan  $2 \text{C}_2\text{H}_6 + 7 \text{O}_2 \rightleftharpoons 4 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -2330,6 \text{ kJ/Mol}$
- c) Propan  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightleftharpoons 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -1431,8 \text{ kJ/Mol}$
- d) Butan  $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightleftharpoons 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -3393,0 \text{ kJ/Mol}$
- e) Methanol  $2 \text{CH}_3\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -1452,0 \text{ kJ/Mol}$
- f) Ethanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -972,6 \text{ kJ/Mol}$
- g) Wasserstoff:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$  mit  $\Delta H = -571,2 \text{ kJ/Mol}$

### Aufgabe 12: Katalysatoren

Beschreibe die Wirkung des Abgaskatalysators im Auto mit Hilfe eines Energiediagramms und auf Teilchenebene.

Die Reaktionsgleichung ist  $2 \text{CO} + 2 \text{NO} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{N}_2$  mit  $\Delta H = -750 \text{ kJ/mol}$ .

### Aufgabe 13: Reaktionsgeschwindigkeit und Feuer

- a) Beschreibe mit Hilfe des Buches auf S. 95, wie man durch Beeinflussung der Sauerstoffversorgung (2 Punkte), des Wärmehaushaltes (2 Punkte) und des Zerteilungsgrades (1 Punkt) der Brennstoffe ein großes Lagerfeuer anzünden und erhalten kann.
- b) In welcher Hinsicht unterscheidet sich die Löschwirkung von Wasser, Erde, Sand und  $\text{CO}_2$ -Schaumlöcher?
- c) Bei welchen Bränden darf kein Wasser zum Löschen verwendet werden?

### 1.3. Lösungen zu den Aufgaben zu chemischen Reaktionen

#### Aufgabe 2: Reaktionsgleichungen

- a)  $16 \text{ Cu} + \text{S}_8 \rightarrow 8 \text{ Cu}_2\text{S}$   
b)  $2 \text{ Hg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ HgO}$   
c)  $\text{P}_4 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$   
d)  $2 \text{ KI} + \text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbI}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$   
e)  $2 \text{ NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{ HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
f)  $3 \text{ KF} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3 \text{ HF} + \text{K}_3\text{PO}_4$   
g)  $2 \text{ KOH} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3$   
h)  $2 \text{ KMnO}_4 + 8 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ MnO}_2 + 2 \text{ KCl} + 4 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ Cl}_2$

#### Aufgabe 3: Reaktionsgleichungen

- $2 \text{ Mol } ^{23}\text{Na} + 1 \text{ Mol } \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{ Mol } ^{23}\text{Na}^{35,5}\text{Cl}$  | in g und Liter umrechnen  
 $2 \cdot 23 \text{ g Na} + 1 \cdot 24 \text{ Liter } \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \cdot (23 + 35,5) \text{ g NaCl}$  | vereinfachen  
 $46 \text{ g Na} + 24 \text{ Liter } \text{Cl}_2 \rightarrow 117 \text{ g NaCl}$  | : 46 (auf 1 g Na umrechnen)  
 $1 \text{ g Na} + 0,52 \text{ Liter } \text{Cl}_2 \rightarrow 2,54 \text{ g NaCl}$  | · 60 (auf 60 g Na umrechnen)  
 $60 \text{ g Na} + \underline{31,3 \text{ Liter } \text{Cl}_2} \rightarrow \underline{152,6 \text{ g NaCl}}$

#### Aufgabe 4: Reaktionsgleichungen

- $4 \text{ Mol } ^{39}\text{K} + 1 \text{ Mol } \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ Mol } ^{39}\text{K}_2^{16}\text{O}$  | in g und Liter umrechnen  
 $4 \cdot 39 \text{ g K} + 1 \cdot 24 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 2 \cdot (2 \cdot 39 + 16) \text{ g K}_2\text{O}$  | vereinfachen  
 $156 \text{ g K} + 24 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 188 \text{ g K}_2\text{O}$  | : 156 (auf 1 g K umrechnen)  
 $1 \text{ g K} + 0,154 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 1,205 \text{ g K}_2\text{O}$  | · 100 (auf 100 g K umrechnen)  
 $100 \text{ g K} + \underline{15,4 \text{ Liter } \text{O}_2} \rightarrow \underline{120,5 \text{ g K}_2\text{O}}$

#### Aufgabe 5: Reaktionsgleichungen

- $1 \text{ Mol } ^{40}\text{Ca} + 1 \text{ Mol } \text{F}_2 \rightarrow 1 \text{ Mol } ^{40}\text{Ca}^{19}\text{F}_2$  | in g und Liter umrechnen  
 $1 \cdot 40 \text{ g Ca} + 1 \cdot 24 \text{ Liter } \text{F}_2 \rightarrow 1 \cdot (40 + 2 \cdot 19) \text{ g CaF}_2$  | vereinfachen  
 $40 \text{ g Ca} + 24 \text{ Liter } \text{F}_2 \rightarrow 78 \text{ g CaF}_2$  | : 24 (auf 1 Liter  $\text{F}_2$  umrechnen)  
 $1,67 \text{ g Ca} + 1 \text{ Liter } \text{F}_2 \rightarrow 3,25 \text{ g CaF}_2$  | · 20 (auf 20 Liter  $\text{F}_2$  umrechnen)  
 $\underline{33,3 \text{ g Ca}} + 20 \text{ Liter } \text{F}_2 \rightarrow \underline{65 \text{ g CaF}_2}$

#### Aufgabe 6: Reaktionsgleichungen

- $4 \text{ Mol } ^{27}\text{Al} + 3 \text{ Mol } \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ Mol } ^{27}\text{Al}_2^{16}\text{O}_3$  | in g und Liter umrechnen  
 $4 \cdot 27 \text{ g Al} + 3 \cdot 24 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 2 \cdot (2 \cdot 27 + 3 \cdot 16) \text{ g Al}_2\text{O}_3$  | vereinfachen  
 $108 \text{ g Al} + 72 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 204 \text{ g Al}_2\text{O}_3$  | : 204 (auf 1 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$  umrechnen)  
 $0,529 \text{ g Al} + 0,353 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 1 \text{ g Al}_2\text{O}_3$  | · 50 (auf 50 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$  umrechnen)  
 $\underline{26,5 \text{ g Al}} + \underline{17,6 \text{ Liter } \text{O}_2} \rightarrow 50 \text{ g Al}_2\text{O}_3$

#### Aufgabe 7: Reaktionsgleichungen

- a)  $8 \text{ Mol } ^{65}\text{Zn} + 1 \text{ Mol } ^{32}\text{S}_8 \rightarrow 8 \text{ Mol } ^{65}\text{Zn}^{32}\text{S}$  | in g und Liter umrechnen  
 $8 \cdot 65 \text{ g Zn} + 8 \cdot 32 \text{ g S} \rightarrow 8 \cdot (65 + 32) \text{ g ZnS}$  | vereinfachen  
 $520 \text{ g Zn} + 256 \text{ g S} \rightarrow 776 \text{ g ZnS}$  | : 776 (auf 1 g ZnS umrechnen)  
 $0,67 \text{ g Zn} + 0,33 \text{ g S} \rightarrow 1 \text{ g ZnS}$  | · 30 (auf 30 g ZnS umrechnen)  
 $\underline{20,1 \text{ g Zn}} + \underline{9,9 \text{ g S}_8} \rightarrow 30 \text{ g ZnS}$   
b)  $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$   
 $48 \text{ Liter } \text{H}_2 + 24 \text{ Liter } \text{O}_2 \rightarrow 36 \text{ g H}_2\text{O} = 0,036 \text{ Liter H}_2\text{O}$   
 $\underline{1333,3 \text{ Liter H}_2} + \underline{666,7 \text{ Liter O}_2} \rightarrow 1000 \text{ g H}_2\text{O} = 1 \text{ Liter H}_2\text{O}$   
c)  $\text{N}_2 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3$   
 $24 \text{ Liter } \text{N}_2 + 72 \text{ Liter } \text{H}_2 \rightarrow 48 \text{ Liter NH}_3$   
 $\underline{6,7 \text{ Liter N}_2} + 20 \text{ Liter } \text{H}_2 \rightarrow \underline{13,3 \text{ Liter NH}_3}$   
d)  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 $40 \text{ g NaOH} + 24 \text{ Liter HCl} \rightarrow 58,5 \text{ g NaCl} + 18 \text{ g H}_2\text{O}$   
 $\underline{34,2 \text{ g NaOH}} + \underline{20,5 \text{ Liter HCl}} \rightarrow 50 \text{ g NaCl} + \underline{15,4 \text{ g H}_2\text{O}}$   
e)  $2 \text{ AlCl}_3 + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{ HCl}$   
 $267 \text{ g AlCl}_3 + 54 \text{ g H}_2\text{O} \rightarrow 102 \text{ g Al}_2\text{O}_3 + 144 \text{ Liter HCl}$   
 $50 \text{ g AlCl}_3 + \underline{10,1 \text{ g H}_2\text{O}} \rightarrow \underline{19,1 \text{ g Al}_2\text{O}_3} + \underline{30,0 \text{ Liter HCl}}$

#### Aufgabe 8: Energieformen

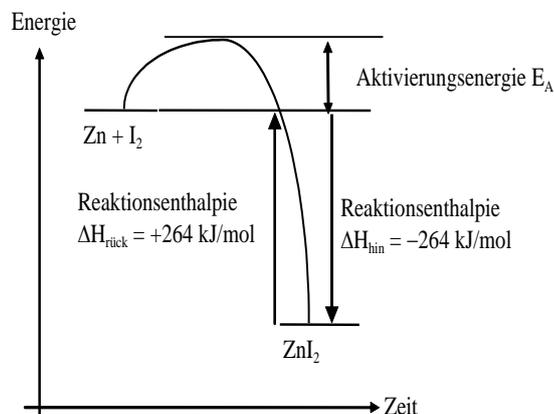
siehe Skript

### Aufgabe 9: Wärmekapazität

- siehe Skript
- $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \approx 67,2 \text{ kJ}$
- $\Delta T = Q/mc \approx 0,17 \text{ K}$
- $\Delta T = Q/mc \approx 34,1 \text{ K}$
- $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 30 \text{ 000 000 J/g} \cdot 4,19 \text{ J/g} \cdot \text{K} \cdot 1,5 \text{ K} \approx 189 \text{ kJ}$  entsprechen 63 g Kartoffeln oder 8,2 g Schokolade
- $\Delta T(\text{Luft}) = Q/mc = 7 \text{ 000 000 J/100 000 g} \cdot 1 \text{ J/g} \cdot \text{K} = 70 \text{ K (!)}$ . Leider wird sich die Sauna nur bei idealer Wärmedämmung realisieren lassen. In Wirklichkeit wird die Wärme durch Luftzug (Konvektion) schnell abgeführt.
- $m(\text{Wasser}) = Q/c \cdot \Delta T = 7 \text{ 000 000 J/4,19 J/g} \cdot \text{K} \cdot 70 \text{ K} \approx 23,8 \text{ kg}$  entsprechen 23,8 Liter Teewasser, die bei möglichst schneller Aufnahme (aber ohne sich die Zunge zu verbrennen) ihre Wärme direkt an den Körper abgeben, der wiederum durch Fett und Kleidung einigermaßen isoliert ist.

### Aufgabe 10: Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

- Energiediagramm: siehe Skizze
- Da sich die Temperatur im Gefäß erhöht, wird Energie abgegeben, d.h. die Hinreaktion  $\text{Zn} + \text{I}_2 \rightarrow \text{ZnI}_2$  ist exotherm und die Rückreaktion  $\text{ZnI}_2 \rightarrow \text{Zn} + \text{I}_2$  ist endotherm.
- Hinreaktion: Abgabe von Wärmeenergie; Rückreaktion, Aufnahme von elektrischer Energie.
- Das genau 1 Mol Formelumsatz eingesetzt wurde, ist  $\Delta H_{\text{hin}} = -W = -c \cdot m \cdot \Delta T = -4,18 \text{ J/K} \cdot \text{g} \cdot 1000 \text{ g} \cdot 63,2 \text{ K} = 264 \text{ kJ/mol}$  und  $\Delta H_{\text{rück}} = W_{\text{el}} = U \cdot I \cdot \Delta t = 20 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} \cdot 13215 \text{ s} = +264 \text{ kJ/mol}$



### Aufgabe 11: Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

- $$\begin{array}{l} \text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -889,5 \text{ kJ/Mol} \\ 16 \text{ g CH}_4 + 44,8 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 22,4 \text{ Liter CO}_2 + 36 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -889,5 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g CH}_4 + 28 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 14 \text{ Liter CO}_2 + 22,5 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -555,9 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 555,9 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{555,9 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 26,4 \text{ K}$$
- $$\begin{array}{l} 2 \text{C}_2\text{H}_6 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -2330,6 \text{ kJ/Mol} \\ 60 \text{ g C}_2\text{H}_6 + 156,8 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 89,6 \text{ Liter CO}_2 + 108 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -2330,6 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g C}_2\text{H}_6 + 26,1 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 14,9 \text{ Liter CO}_2 + 18 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -388,4 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 388,4 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{388,4 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 18,5 \text{ K}$$
- $$\begin{array}{l} \text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -1431,8 \text{ kJ/Mol} \\ 44 \text{ g C}_3\text{H}_8 + 112 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 67,2 \text{ Liter CO}_2 + 72 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -1431,8 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g C}_3\text{H}_8 + 25,5 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 15,3 \text{ Liter CO}_2 + 16,4 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -325,4 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 325,4 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{325,4 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 15,5 \text{ K}$$
- $$\begin{array}{l} 2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -3393,0 \text{ kJ/Mol} \\ 116 \text{ g C}_4\text{H}_{10} + 291,2 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 89,6 \text{ Liter CO}_2 + 180 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -3393,0 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g C}_4\text{H}_{10} + 25,1 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 7,2 \text{ Liter CO}_2 + 15,5 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -292,5 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 292,5 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{292,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 13,9 \text{ K}$$
- $$\begin{array}{l} 2 \text{CH}_3\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -1452,0 \text{ kJ/Mol} \\ 64 \text{ g CH}_3\text{OH} + 67,2 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 44,8 \text{ Liter CO}_2 + 72 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -1452,0 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g CH}_3\text{OH} + 10,5 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 7 \text{ Liter CO}_2 + 11,3 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -226,8 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 226,8 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{226,8 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 10,8 \text{ K}$$
- $$\begin{array}{l} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -972,6 \text{ kJ/Mol} \\ 46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} + 67,2 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 44,8 \text{ Liter CO}_2 + 54 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -972,6 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} + 14,6 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 9,7 \text{ Liter CO}_2 + 11,7 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -211,4 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 211,4 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{211,4 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 10,1 \text{ K}$$
- $$\begin{array}{l} 2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -571,2 \text{ kJ/Mol} \\ 4 \text{ g H}_2 + 22,4 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 36 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -571,2 \text{ kJ} \\ 10 \text{ g H}_2 + 56,3 \text{ Liter O}_2 \rightarrow 90 \text{ g H}_2\text{O} \quad \Delta H = -1428 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Rightarrow W = 1428 \text{ kJ und } \Delta T = \frac{W}{c \cdot m} = \frac{1428 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{4,2 \text{ kJ} \cdot 5 \text{ kg}} = 68 \text{ K}$$

**Aufgabe 12: Katalysatoren:** siehe Skript

**Aufgabe 13: Reaktionsgeschwindigkeit und Feuer**

- a) Sauerstoffversorgung: Holzscheite luftig aufscheiten, hineinpusten  
Wärmezufuhr: Feuer nicht zu offen anlegen, um Kühlung durch Wind zu vermeiden, nasses Holz erst **über** dem Feuer trocknen und dann erst **in** das Feuer legen, um Kühlung durch Verdunstungskälte zu vermeiden.  
Zerteilungsgrad: Mit feinen trocknen Brennstoffen wie z.B. trockenen Blättern, Rinde, Reisig beginnen.
- b) Wasser kühlt, erstickt aber nicht (vgl. kalte Dusche!), Erde, Sand und CO<sub>2</sub> ersticken das Feuer.
- c) Wasser ist verboten bei Metallbränden, da heiße unedle Metalle wie z.B. Magnesium mit Wasser reagieren und bei Öl- und Fettbränden, da die Wassertropfen schlagartig verdampfen, das Öl oder Fett auseinander reißen und dadurch die Oberfläche des Brennstoffes vergrößern (Fettexplosion).