

ENTHALPIEBERECHNUNG

- Lies den Text → Zusammenfassung „Kapitel 4“ Punkt 3: „Berechnungen der Energie“ genau durch.
- Beim Heizen mit einem Propangaskocher entsteht bei der Verbrennung von Propan (C₃H₈) das Gas Kohlendioxid CO₂(g) und Wasser (g). Erstelle die Reaktionsgleichung.
- In folgender Tabelle findest du die Bildungsenthalpien der beteiligten Stoffe: (wieso ist Sauerstoff nicht aufgeführt?)

	C ₃ H ₈ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)
ΔH _f ⁰ [kJ/mol]	-104	-394	-241

Berechne die Reaktionsenthalpie ΔH⁰.

- Hausaufgabe: (sofern du nicht fertig wirst)
Du verwendest einen Propangaskocher, um Wasser für deinen Tee zu erhitzen. Wie viel g Propan brauchst du, wenn du 200 g Wasser von 20°C auf 100°C erhitzen willst? (lies genau die Information zur Kalorimetrie durch: → Experimentieren „Kalorimetrie“)¹⁾
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

¹⁾Zu dieser Berechnung gibt es Hilfekarten.

WOZU WIRD DIE ENERGIE IN CHEMISCHEN REAKTIONEN VERWENDET?

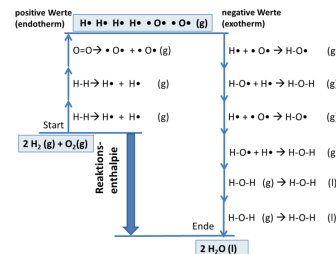
- Lies die Informationen zur Energie in chemischen Prozessen → Zusammenfassung „Kapitel 4: 1) Definitionen und 3) Berechnungen der Energie“ genau durch

Die Energie chemischer Reaktionen kann auf zwei verschiedene Arten berechnet werden:

- Die Differenz der Enthalpien der Edukte und der Produkte
- oder näherungsweise über die einzelnen Energieschritte im Zuge einer Reaktion: (beachte: die Energien zur Bindungsbildung und –trennung sind prinzipiell für die Gasphase tabelliert)

mögliche Energieschritte:	
exotherm:	endotherm:
Bindungsbildung	Brechen von Bindungen
Erstarren	Schmelzen
Kondensieren	Verdampfen
Resublimieren	Sublimieren

Beispiel: Bei der Reaktion 2H₂(g) + O₂(g) → 2H₂O(l) werden folgende Einzelschritte addiert:
2x Trennung H-H; 1x Trennung O=O; 4x Bildung H-O; 2x Kondensation H₂O(g) zu H₂O(l)

Einzelschritte der Reaktion: 2 H₂(g) + O₂(g) → 2 H₂O(l)

- Berechne die Energie der Reaktionen a) b) und c) näherungsweise über die Einzelschritte mit folgenden Werten: (Doppelbindung zählt nicht doppelt)

mittlere Bindungsenergien: (positiver Wert → Trennung ; negativer Wert → Bildung)		
H-H: 436 kJ/mol	O=O: 498 kJ/mol	H-O: 463 kJ/mol
H-C: 413 kJ/mol	C=O: 745 kJ/mol	C-C: 348 kJ/mol
H ₂ O	Schmelzenthalpie (negativer Wert → Erstarren): 6 kJ/mol	Verdampfungsenthalpie (negativer Wert → Kondensieren): 41 kJ/mol

- 2 H₂(g) + O₂(g) → 2 H₂O(g)
 - 2 H₂(g) + O₂(g) → 2 H₂O(l)
 - C₃H₈(g) + 5 O₂(g) → 3 CO₂(g) + 4 H₂O(l)
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

KALORIMETRIE EINER NEUTRALISATIONSREAKTION

Eine Neutralisationsreaktion ist eine exotherme Reaktion zwischen einer Säure und einer Base. Dabei entstehen Wasser und Salz. In diesem Fall reagieren Salzsäure HCl und die Base Natronlauge NaOH zu Wasser und (gelöstem) Kochsalz NaCl.

- Erstelle die Reaktionsgleichung
- Lies genau die Information zu Kalorimetrie durch: → Experimentieren „Kalorimetrie“

Vorsicht! Natronlauge und Salzsäure sind ätzend! Schutzbrille tragen! Etikett beachten!

- Am Arbeitsplatz findest du ein 250 ml Becherglas (isoliert), zwei 100 ml Bechergläser, 1,0 molare Salzsäure, Schutzbrillen, ein Thermometer, zwei Plastikpipetten und eine Waage. Die 1,0 molare Natronlauge beim Lehrer holen!
Bestimme die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von 50,0 g Salzsäure (1,0 M) mit 50,0 g Natronlauge (1,0 M). (Für die Stoffmenge der Edukte kannst du näherungsweise 0,05 mol annehmen.)
- Welche Vereinfachungen und Näherungen wurden in diesem Versuch verwendet?
- Lösungsblatt mit Versuchsbeschreibung und Skizze in die Mappe einheften.

MASSENERHALT IN CHEMISCHEN REAKTIONEN

Vor und nach einer chemischen Reaktion muss die Masse der beteiligten Stoffe gleich sein, da die Atome nur umgruppiert werden. So lässt sich bei Reaktionen mit Gasentwicklung die Masse des entstandenen Gases über den Massenverlust der flüssigen bzw. festen Phase bestimmt werden.

- Berechne, wie viel Hydratwasser¹⁾ das Salz Kupfersulfat (CuSO₄) gebunden hat: Beim Erhitzen gibt Kupfersulfat-Hydrat (CuSO₄·x H₂O) das Hydratwasser als Wasserdampf ab:
CuSO₄·x H₂O → CuSO₄ + x H₂O
Wenn man 2,5 g blaues Kupfersulfat-Hydrat längere Zeit erhitzt, so bleiben 1,6 g eines grauen Pulvers zurück (wasserfreies Kupfersulfat). Berechne wie viele Wassermoleküle auf ein Kupfersulfat kommen.²⁾
- Methanhydrat ist ein Gemisch aus Eis und dem Hauptbestandteil des Erdgases: Methan (CH₄). Diese hauptsächlich auf dem Meeresboden in großen Mengen zu findende Substanz könnte zu einem wichtigen Energielieferanten der Zukunft werden. Methanhydrat ist nur unter hohen Drücken und tiefen Temperaturen stabil. Wenn man 5,00 g Methanhydrat bei Raumtemperatur und Normaldruck lagert, schmilzt das Gemisch und es bleiben 4,33 g Wasser zurück. Wie viel mol Wasser kommen auf ein mol Methan?
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

¹⁾ HYDRATE :

Manche Salze wie z.B. Calciumchlorid können mit Wasser auskristallisieren. Z.B. Calciumchlorid-Hexahydrat (CaCl₂·6 H₂O) kristallisiert jeweils mit 6 („hexa“) Wassermolekülen aus. D.h. im Salzkristall sind die Ionen (bevorzugt die Kationen) von Wassermolekülen umgeben. Siehe auch Station 4 in Kapitel 3 (Lösungswärme).

²⁾Zu dieser Berechnung gibt es Hilfekarten.

REAKTIONSGLEICHUNGEN

H ₂ F ₂ Fluorwasserstoff	SiO ₂ Quarzglas
C ₆ H ₁₂ O ₆ Traubenzucker	CO ₂
NaBF ₄ Natriumtetrafluorborat	
NaBH ₄ Natriumborhydrid	B ₂ H ₆ Diboran
O ₃ Ozon	BF ₃
	SIF ₄

- Lies die Informationen → *Zusammenfassung* „Kapitel 4“ Punkt 2 „Die chemische Gleichung“ durch.
- Erstelle folgende Reaktionsgleichungen:
 - $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 + \text{KCl}$
 - $\text{P}_4\text{O}_{10} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
 - $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AsCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - Pflanzen erzeugen in der Photosynthese Traubenzucker und Sauerstoff. dazu verwenden sie neben Wasser Kohlendioxid aus der Luft.
 - Flusssäure wird verwendet um Glas zu ätzen. Dabei entsteht Siliciumtetrafluorid und Wasser.
 - Leitet man Bortrifluorid in eine Lösung aus Natriumborhydrid ein, entsteht Diboran und Natriumtetrafluorborat.
 - Stratospheric ozone is able to remove damaging UV-radiation from sunlight. In this reaction the radiation is absorbed and molecular oxygen is formed. Write the balanced equation for this process.
 - Bei der Verbrennung von Benzin (hier als C₈H₁₈) entsteht Kohlendioxid und Wasser.
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

ENDOTHERM, ABER EXERGONISCH... .

- Ob eine Reaktion freiwillig („spontan“) abläuft (d.h. $\Delta G < 0$), hängt von zwei Faktoren ab:
- exotherme Reaktionen (Energie wird abgegeben) $\Delta H < 0$ begünstigen einen spontanen Ablauf; endotherme Reaktionen $\Delta H > 0$ hingegen nicht
 - eine Zunahme der Entropie („Unordnung“) $\Delta S > 0$ begünstigt einen spontanen Ablauf, eine Abnahme $\Delta S < 0$ hingegen nicht.
- Eine starke Zunahme an Entropie findet z.B. bei Reaktionen mit Gasentwicklung statt.

Wenn beide Faktoren gegen einen spontanen Ablauf stehen $\Delta H > 0$ und $\Delta S < 0$, wird die Reaktion sicher nicht freiwillig ablaufen: $\Delta G > 0$ (und umgekehrt: wenn $\Delta H < 0$ und $\Delta S > 0$ dann gilt $\Delta G < 0$)

Wenn einer der beiden Faktoren für und einer gegen einen spontanen Ablauf steht, kommt es darauf an, wer überwiegt.

	ΔG	ΔH	ΔS
positiver Wert:	Reaktion läuft nicht freiwillig ab	Energieaufnahme	Unordnung nimmt zu
negativer Wert:	Reaktion läuft freiwillig ab	Energieabgabe	Unordnung nimmt ab

- Lies genau die Information zu ΔG , ΔH und ΔS durch → *Zusammenfassung*: „Kapitel 4“ Punkt 5 „Die Entropie ΔS – die Gibbs-Energie ΔG “ .

Vorsicht! Bei diesem Versuch Schutzbrille tragen, da Natriumcarbonat augenreizend ist! Etikett beachten!

- An deinem Platz befindet sich eine Waage, Spatel, Wägebepapier, ein 50 ml Becherglas, Messgerät mit Temperaturfühler, Natriumcarbonat-Decahydrat (Na₂CO₃*10H₂O) und Zitronensäure (H₃Citrat; vereinfachte Formel). Gib 5,0 g Zitronensäure und 5,0 g Natriumcarbonat-Decahydrat in das Becherglas und vermische die beiden Substanzen* vorsichtig mit dem Temperaturfühler.
- Beobachte genau den Reaktionsablauf. Gib an welcher der Werte ΔH , ΔS und ΔG positiv bzw. welcher negativ ist und begründe deine Zuordnung.
- Lösungsblatt mit Versuchsbeschreibung und Skizze in die Mappe einheften.

*Hinweis: Es läuft eine sogenannte Säure-Base-Reaktion ab.

STÖCHIOMETRIE

Unter Stöchiometrie versteht man das „chemische Rechnen“. D.h. wenn man wissen will, wie viel Stoff wird entstehen, oder wie viel muss man einsetzen um eine bestimmte Menge herzustellen. Für diese Berechnungen braucht man eine ausgeglichene Reaktionsgleichung. Daraus ergeben sich zwei Informationen:

- aus der **Summenformel** lässt sich die **molare Masse** der Substanzen berechnen
 - aus den „**stöchiometrischen Faktoren**“ (= die Zahlen vor den Summenformeln) bekommt man das **Verhältnis der Stoffmengen (mol)** der Substanzen. D.h. um von einer Substanz auf eine andere in einer Reaktion zu rechnen, braucht man die immer die Stoffmenge in mol.
- Lies genau die Information zur Stöchiometrie durch → *Zusammenfassung*: „Kapitel 4“ Punkt 7 „Die Stöchiometrie“
 - In der russischen Sojus-Raumkapsel wurde das von den Kosmonauten ausgeatmete Kohlendioxid mit Kaliumhyperoxid in Sauerstoff umgewandelt: $4 \text{ KO}_2 + 2 \text{ CO}_2 \rightarrow 2 \text{ K}_2\text{CO}_3 + 3 \text{ O}_2$
 - Wie viel mol Sauerstoff entstehen aus 3 mol KO₂?
 - Wie viel g K₂CO₃ entstehen aus 3 mol KO₂?
 - Wie viel Gramm Kaliumhyperoxid benötigt man pro Tag, wenn die Kosmonauten am Tag 240 l CO₂ produzieren?
 - Lösungsblatt mit *nachvollziehbaren* Rechnungen und Arbeitsblatt in die Mappe einheften.

BIOCHEMISCHE KATALYSATOREN: ENZYME

- Lies die Information zum Thema Katalysator → *Zusammenfassung*: „Kapitel 4“ Punkt 4 „Die Aktivierungsenergie E_A – Der Katalysator“ genau durch.
Vorsicht! Wasserstoffperoxidlösung und die Kupfersulfatlösung sind gesundheitsschädlich! Etikett beachten!
- An deinem Platz befinden sich zwei RGG, ein RGG-Ständer, Kartoffeln mit Messer, 5%ige Wasserstoffperoxidlösung, 1 molare Kupfersulfatlösung. Schneide zwei gleich große würfelförmige Stücke Kartoffel (ca. 0,5 cm Kantenlänge) zurecht.
Lege eines der beiden Stücke für 5 Minuten in die Kupfersulfatlösung ein. (direkt in das Kupfersulfatgefäß)
Gib anschließend beide Stücke in je ein RGG. Fülle dann ca. 3 cm hoch in beide RGG Wasserstoffperoxidlösung und beobachte genau.
- Lies folgenden Text genau durch:

Enzyme

Die chemischen Reaktionen, die in deinem Körper ablaufen (Energiegewinnung aus Nahrung, Vermehrung von Körpersubstanz, Abbau schädlicher und unbrauchbarer Stoffe usw...) nennt man „Stoffwechsel“. Diese Reaktionen werden von einer Vielzahl (ca. 1000) an Katalysatoren ermöglicht. Diese Katalysatoren nennt man „Enzyme“. Dies sind sehr große Eiweißmoleküle mit einer molaren Masse zwischen 10.000 und 1.000.000 g/mol. Jedes dieser Moleküle ermöglicht ganz bestimmte Reaktionen mit hoher Geschwindigkeit. So können von 100 bis zu 10.000.000 Moleküle pro Minute umgesetzt werden. Die Reaktionen laufen immer an einer bestimmten Stelle des Enzyms, den aktiven Zentren, ab. Aufgrund der Form des Enzyms können nur ausgewählte Stoffe zu diesen aktiven Zentren gelangen. Dieses Prinzip der Stoffauswahl wird auch Schlüssel-Schloss-Prinzip genannt. Wird allerdings diese Form der Enzyme beeinträchtigt, wie z.B. durch Hitze, pH-Wert-Änderung oder Schwermetalle, verlieren die Enzyme ihre Wirksamkeit. Das ist zum Beispiel die Ursache dafür, warum hohes Fieber (mit Körpertemperaturen über 40°C) oder Schwermetalle (Quecksilber, Kupfer, Blei, Cadmium...) gesundheitsgefährdend sind.

Katalase

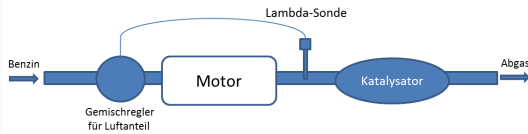
Im menschlichen Körper, in tierischen Organismen und in Pflanzen wird Wasserstoffperoxid H₂O₂ als Abfallprodukt des Stoffwechsels gebildet. Da es lebende Zellen schädigt, verfügen die Zellen über eine Schutzvorrichtung gegen Wasserstoffperoxid: Das Enzym „Katalase“. Das Enzym baut Wasserstoffperoxid zu ungefährlichen Verbindungen ab: $2 \text{ H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2$

- Welchen Zusammenhang haben diese Texte mit deinem Versuch?
- Lösungsblatt mit Versuchsbeschreibung und Skizze in die Mappe einheften.

DER ABGASKATALYSATOR

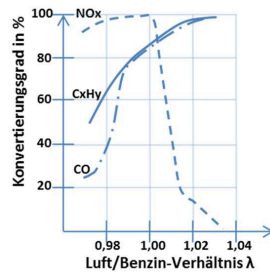
Heutzutage findet sich in jedem Auto ein sogenannter „3-Wege-Katalysator“ um den Schadstoffausstoß bei Benzinautos zu verringern:

Der Schadstoff Kohlenmonoxid CO (Atemgift) wird zu Kohlendioxid verbrannt, unverbranntes Benzin C_xH_y (Kohlenwasserstoffverbindungen verschiedener Zusammensetzung, zum Teil krebserregend) wird zu Kohlendioxid und Wasser verbrannt, Stickoxide NOx (schädigen die Atemwege, Mitverursacher des sauren Regens) reagieren mit Kohlenmonoxid zu molekularem Stickstoff und Kohlendioxid. Der eigentliche Katalysator sind kleine Platin- und Rhodiumteilchen, die auf einem Keramik- oder Metallträger aufgebracht sind. Vor der Umsetzung im Katalysator wird der Sauerstoffgehalt im Abgas über die „Lambda-Sonde“ kontrolliert.



1. Erstelle die 3 Reaktionsgleichungen (ersetze in den Gleichungen NOx durch NO_2 und C_xH_y durch C_8H_{18})
2. Welche Reaktionen laufen bei hohem Sauerstoffanteil im Abgas gut ab?
3. Wieso muss der Luftanteil im Benzin reguliert werden?
4. Welchen Bereich für Lambda würdest du für den Gemischregler einstellen?
5. Lösungsblatt in die Mappe einheften.

Die Umsetzung der Abgase bei verschiedenen Luft-Benzin-Verhältnissen ist in folgendem Diagramm dargestellt:


ÜBERBLICKSWISSEN ZUM KAPITEL 3:
BINDUNGSARTEN / PERIODENSYSTEM

1. Welche Strukturformel haben C_2H_6 , C_2H_4 , und CNO (C-N-O)?
2. Von welchen zwei Energiebeträgen hängt die Lösungswärme eines Salzes ab?
3. Welcher Energiebetrag ist bei einem exothermen Löseprozess eines Salzes größer: Jener der Gitterenergie oder der Hydratationsenergie?
4. Wie lässt sich eine übersättigte Lösung herstellen?
5. Wovon hängt die elektrische Leitfähigkeit bei Salzlösungen ab?
6. Wie viel Moleküle Wasser sind in einem Liter (= ca. 1kg)?
7. Wie hängt die Elektronenhülle der Atome mit dem Aufbau des PSE zusammen?
8. Welche Stoffe sind mischbar und welche nicht? (mit Begründung)
9. Lösungsblatt in die Mappe einheften.