

Thema: Thermodynamik, nur Aufgaben

Lernziele resp. Fragengebiete:

- Ab [thermo-01](#) : Joule
- Ab [thermo-10](#) : Enthalpie - Entropie
- Ab [thermo-30](#) : Einstein, Massenverlust
- Ab [thermo-40](#) : Gibbs, Siedepunkte

Aufgabe: thermo-01

Angenommen, man hätte 1 Joule zur Verfügung. Was kann damit alles gemacht werden?

Aufgabe: thermo-02

Angenommen, man hätte 1 kJ (1000 Joule) zur Verfügung.

- Um wieviel Grad Celsius kann ein Liter Wasser damit erwärmt werden.
Hinweis: Um 1 Gramm Wasser um 1 Grad Celsius zu erwärmen, benötigt man etwa 4.18 Joule.
- Wie lange brennt eine Glühbirne mit der Angabe 100 Watt?
- Welche Masse kann von 0 m/s auf 1 m/s beschleunigt werden. $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- Wieviele Herzschläge resp. wie lange kann das Herz pochen? Annahme: die Leistung des Herzens betrage 1 Watt.
- Bei einer späteren Aufgabe ('Pentanexplosion') werden 6.8 kJ freigesetzt. Um wieviele Meter könnte ein Chemielehrer mit dieser Energie hochgehoben werden?

Aufgabe: thermo-03

Um den Eiffelturm zu besteigen, muss Energie aufgewendet werden, die dem Körper durch Nahrung zugeführt werden kann. Wie viele Gummibärchen muss man also essen, um die Energie zu kompensieren, die für den Aufstieg auf den Eiffelturm benötigt wird?
Hinweis: Unbekannte Größen sollen selber nachgeschlagen werden.

Aufgabe: thermo-04

- Wie viele Kilojoule Wärme werden erzeugt, wenn ein 1000 kg schweres Auto vom 95 km/h komplett abgebremst wird?
- Wie viel kg Wasser könnte man von 10°C auf 60°C mit der Energiemenge der vorhergehenden Aufgabe erwärmen?
- Ein Wassertropfen fällt aus einer Wolke. Um wieviel Grad Celsius erwärmt er sich dabei theoretisch aufgrund der Energieumwandlung

Aufgabe: thermo-05

Man mischt 1 kg schmelzendes Eis und 1 kg siedendes Eis. Welche Temperatur hat die Mischung, wenn alles Eis geschmolzen ist?

Aufgabe: thermo-06

Bestimme den Heizwert von Brennsprit ('Spiritus') aus folgenden Angaben: 500 Gramm Wasser werden durch 1 Gramm Brennsprit von 20.4°C auf 22.7°C erwärmt.

Hinweis: Der Heizwert H wird in Joule (resp. kJ) pro kg angegeben

Aufgabe: thermo-07

Folgendes Experiment: eine Haselnuss erwärme Wasser in einem Glasgefäß. Gib eine Gleichung an, worin der in der Nuss 'gespeicherte' Brennwert abgegeben wird.

Aufgabe: thermo-10

Wie berechnet sich die Reaktionsenthalpie einer beliebigen Reaktion?

Aufgabe: thermo-11

Überlege Dir für jeden der folgenden Vorgänge, ob jeweils eine Zunahme oder eine Abnahme der Entropie sowie der Enthalpie des chemischen Systems zu erwarten ist (z.B. $\Delta H_R^\circ > 0$ etc.):

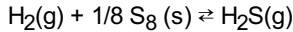
- $\text{CO}_2(\text{s})$ sublimiert zu $\text{CO}_2(\text{g})$
- Erwärmung von $\text{CaCO}_3(\text{s})$
- $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$
- $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 0.5 \cdot \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
- $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \cdot \text{NH}_4\text{SCN}(\text{s}) \rightarrow \text{Ba}(\text{SCN})_2 + 2 \cdot \text{NH}_3(\text{g}) + 2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$

Aufgabe: thermo-12

Gegeben sei das Molekül C_2H_6 sowie CH_4 . Welches dieser beiden Verbindungen weist eine höhere Entropie auf. Begründe deine Wahl.

Aufgabe: thermo-13

Berechne die Standard-Reaktionsenthalpie folgender Reaktion:



Aufgabe: thermo-14

Beim Umsatz von 60 Gramm Traubenzucker werden x kJ frei. Berechne daraus die ΔH_f° .

Aufgabe: thermo-15

Glucose ($C_6H_{12}O_6$) kann unterschiedlich umgesetzt werden: aerob (mit O_2) sowie anaerob (ohne O_2).

Formuliere für beide Reaktionen die Reaktionsgleichung und berechne jeweils die Standard-Reaktionsenthalpie.

Hinweis I: falls die ΔH_f° unbekannt sind, dann rechne allgemein mit x, y etc.

Hinweis II: Aggregatzustand angeben

Aufgabe: thermo-16

Ein Kältebeutel besteht aus folgenden Zutaten: 25 g NH_4NO_3 (Ammoniumnitrat) und 75 ml Wasser. Nun wird das Ammoniumnitrat in Wasser aufgelöst. Um wie viel Grad Celsius kühlt sich die Mischung ab?

Hinweis 1: Die (spezifische) Wärmekapazität c_w des Wasser beträgt $75.3 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ resp. $4.18 \text{ J/(K}\cdot\text{kg)}$.

Hinweis 2: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Hinweis 3: Das Ammoniumnitrat löst sich in Wasser in seine Ionen auf, der Name gibt einen Hinweis darauf welche.

Aufgabe: thermo-17

Zum Schweißen und Schneiden benötigt man ein Brenngas. Meist nimmt man dazu Ethin (C_2H_2). Wieso nimmt man nicht das billigere Methan (CH_4)?

Hinweis: Formuliere für beide Gase die Verbrennungsreaktion und bestimme pro (!) Molekül C_2H_2 resp. CH_4 die Reaktionsenthalpie!

$$\Delta H_f^\circ(CH_4) = -75 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(C_2H_2) = 227 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(H_2O) = -285 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(CO_2) = -393 \text{ kJ/mol}$$

Aufgabe: thermo-18

Berechne die ΔH_f° von Kohlenmonoxid. Betrachte dazu folgende Reaktion:



Aufgabe: thermo-19

Angenommen, man entscheidet sich für die nicht gesunde Variante, dass die komplette tägliche Energieaufnahme mittels trinken von Alkohol (40% Schnaps) realisiert wird. Es gelten folgende Annahmen und Vorgaben:

Trinkalkohol wäre C_2H_5OH (Ethanol), Dichte von reinem Alkohol sei 0.9 g/ml

Annahme: Der Alkohol wird im Körper veratmet, d.h. mit O_2 umgesetzt.

Hinweis 1: Berechne zuerst die Reaktionsenthalpie, inklusive Aggregatzustand

Hinweis 2: Berechne aus ΔH_R° und der Menge Ethanol pro Liter Schnaps die benötigte Menge, um die Energiezufuhr zu realisieren

Hinweis 3: Der tägliche Energiebedarf betrage 9200 kJ

Hinweis 4: Für die Profis: Die Berechnungsgrundlage ist nicht komplett, eigentlich müsste die freie Reaktionsenthalpie bei Körpertemperatur berechnet werden. Siehe Details nachfolgende Aufgabe thermo-108. Man sieht aber, dass das Resultat sich nur um ca. 10 Prozent verändern würde

Aufgabe: thermo-20

Analoge Aufgabe zu thermo-18. Es soll aber nur die freie Reaktionsenthalpie bei Körpertemperatur für die Veratmung (Verbrennung) von Ethanol berechnet werden.

Aufgabe: thermo-21

In einer Posterrolle (Durchmesser 6 cm, Länge 72 cm) werden wenige Tropfen Pentan (1/4 ml) gegeben und mit das Luft-Pentan-

Gemisch entzündet.

a) Berechne die Reaktionsenthalpie.

b) Experimentell zeigt es sich, dass zuviel Pentan keine bessere Explosion liefert, das Luft-Pentan-Gemisch sollte also optimal sein.

Berechne die maximale Menge an Pentan

Hintergrund: wunderbarer Versuch für den Unterricht.

Hinweis: unbekannte Grössen - Moleküle selber eruieren.

Aufgabe: thermo-30

Bei der Knallgas-Reaktion $2\text{H} + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ wird die Reaktionsenergie von 571.6 kJ/mol frei. Um wieviel reduziert sich die Masse eines (!) Wassermoleküls gemäss Einstein?

Hinweis: $[\text{J}] = [\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}]$

Aufgabe: thermo-31

Auf Wikipedia (https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%84quivalenz_von_Masse_und_Energie&oldid=245822194) steht unter Anwendungen für die Massenumwandlung gemäss Einstein, dass beim Erwärmen um 50 Grad Celsius eines Kubikmeters Wasser (Annahme: Masse 1 Tonne) sich eine Massenzunahme um 2.3 Mikrogramm ergeben. Bestätige mit einer Rechnung diesen Wert.

Aufgabe: thermo-40

Es reagiere $\text{H}_2(\text{g})$ mit $\text{O}_2(\text{g})$. Beurteile mit Hilfe der freien Reaktionsenthalpie ob nun $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ oder $\text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$ gebildet wird. Die Reaktionstemperatur betrage 800 Kelvin.

Aufgabe: thermo-41

Berechne den Siedepunkt des Wassers !

Aufgabe: thermo-42

Berechne ΔG_R^0 für die Temperaturen 298K, 900K sowie 2300K der Verbrennungsreaktion von N_2 zu NO . Die gegebenen Temperaturen von 900 K entsprechen der Temperatur in einem Auspuff resp. im Verbrennungsraum (2300K),

Hinweis: Berechne die Reaktion für 1 Teilchen (resp. 1 mol) NO .