

Wärme 2 - Energieumsatz

1.) Energieumsatz mit Bunsenbrenner - Wirkungsgrad

T Führt man Wasser Energie mit einem Bunsenbrenner zu, geht im Allgemeinen ein großer Teil der vom Brenner freigesetzten Energie als Abwärme verloren, der Rest führt zur Erwärmung des Wassers und schließlich zu dessen Verdampfung. Mit folgendem Experiment soll aus der Erwärmung von Wasser jener **nutzbare Anteil** der vom Brenner freigesetzten Energie bestimmt werden, der im Wasser "ankommt" sowie die **Verdampfungswärme von Wasser** bestimmt werden (in kJ / kg). Führe das Experiment wie beschrieben durch und mache sorgfältige Aufzeichnungen für die anschließende Auswertung - lies vorher die gestellten Aufgaben kurz durch !

E Gib etwa 200 ml Wasser mit bekannter Masse und Anfangstemperatur in einen Erlenmeyerkolben und bedecke die Öffnung mit einem Stück Karton. Erhitze das Wasser mit einem Bunsenbrenner, **dessen Flamme während des ganzen Versuchs nicht verändert werden darf**, bis zum Sieden - notiere dabei alle 2 Minuten die Temperatur ! (Wähle einen Brenner mit möglichst voller Gaskartusche !!)
Sobald das Wasser wallend siedet, notiere den Zeitpunkt und lasse genau 4 Minuten lang Wasser verdampfen. Stelle anschließend den Brenner **mit unveränderter Flamme** einige Minuten auf die Analysewaage und ermittle die zeitliche Massenabnahme des Butans bei der Verbrennung. Bestimme anschließend auch die Masse des verbliebenen Wassers und berechne die Masse des entwichenen Dampfes !

Schreibe alle Daten übersichtlich auf ein Datenblatt welches du mit abgibst !!

R a) Entnimm deinen Notizen, um wieviel Grad das Wasser während einer bestimmten Zeit, z.B. 360 Sekunden, erwärmt wurde und berechne daraus die nutzbare Energiezufuhr pro Sekunde durch den Bunsenbrenner - die **"Erwärmungsleistung" des Brenners**:

$$P_{\text{Nutz}} = (m_W \cdot c_W \cdot \Delta T) / t = \dots\dots\dots \text{ W}$$

b) Vergleiche diesen Wert mit der vom Butan (C_4H_{10}) tatsächlich freigesetzten Energie:

Ermittle dazu mit Hilfe deiner Unterlagen aus der Chemie (**Folie bzw. ppt**) die umgesetzten Enthalpien (Reaktionsgleichung), die freiwerdende Energie je Mol und aus dem gemessenen Butan-Massenumsatz je Sekunde die Leistung des Brenners :

$$\Delta H = \dots\dots\dots \text{ kJ / mol} \quad \Delta m / \Delta t = \dots\dots\dots \text{ g / s} = \dots\dots\dots \text{ mol / s}$$

Leistung des Bunsenbrenners daher: $P_{\text{th}} = \dots\dots\dots \text{ W}$



Welcher Prozentsatz der freigesetzten Energie wird also vom Wasser aufgenommen :

$$P_{\text{Nutz}} / P_{\text{th}} = \dots\dots \% \quad \text{Wirkungsgrad der Anlage}$$

c) Aus der Dauer der Verdampfung (240 s) und der gemessenen Erwärmungsleistung des Brenners (P_{Nutz}) läßt sich die bei der Verdampfung des Wassers umgesetzte Energie berechnen : $Q = P_{\text{Nutz}} \cdot t$

Die Division dieser Energiemenge durch die Masse des entwichenen Wasserdampfes ergibt die spezifische **Verdampfungswärme Q_v von Wasser** :

$$Q_v = \dots\dots\dots \text{kJ/kg}$$

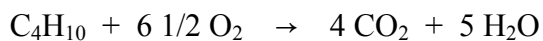


Beilage:

Leistung eines Butangasbrenners

- a) Bestimmung des Massenumsatzes $\Delta m / \Delta t$ während des Verbrennungsvorganges mit Hilfe der Analysenwaage, angegeben z.B. in Gramm pro Sekunde

- b) Reaktionsgleichung



- c) Enthalpien aus thermodynamischen Datenblatt (in **kJ / mol**) :



- d) Bilanz erstellen : $\Sigma \text{End} - \Sigma \text{Anfang} = \Delta H$ (Gesamtänderung der Enthalpie)

Ist diese negativ, läuft die Reaktion exotherm

- e) Umrechnung in Massenangabe : 1 mol C₄H₁₀ $\hat{=}$ 58 g !

- f) Bestimmung der Leistung aus dem bekannten Massenumsatz je Sekunde :

Umgesetzte Energie pro mol : - 2656 kJ / mol

Massenumsatz je Sekunde / 58 = mol - Umsatz je Sekunde

mol - Umsatz je Sekunde \cdot (-2656 kJ) = P_{th} !



2.) Schmelzwärme Q_S beim "Bleigießen"

- E** Bestimme die Schmelzwärme des verwendeten Materials (kein Blei !).
Bestimme zunächst die Masse des verwendeten Festkörpers möglichst genau:

$$m_F = \dots\dots\dots \text{ g}$$

Gib etwa 50 ml Wasser in das Kalorimeter und bestimme seine Masse und Temperatur:

$$m_W = \dots\dots\dots \text{ g} \quad T_W = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

Bringe den Festkörper über der Flamme eines Bunsenbrenners vollständig zum Schmelzen, warte bis die Flüssigkeit wieder zu erstarren beginnt (Bildung einer Haut) und gieße die Schmelze zügig in das Wasser. Beobachte unter ständigem Umrühren die Temperatur und warte, bis sich die Ausgleichstemperatur eingestellt hat:

$$T_A = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

(Kontrolliere eventuell durch nochmaliges Abwiegen des Festkörpers m_F)

<u>Gegeben sind:</u>	Schmelztemperatur des Stoffes	$T_S = 230 \text{ }^\circ\text{C}$
	Spez. Wärmekapazität des Stoffes	$c_F = 0,23 \text{ kJ/kgK}$
	Spez. Wärmekapazität von Wasser	$c_W = 4,18 \text{ kJ/kgK}$

Berechne mit Hilfe der gegebenen Werte, der Meßwerte und der Energiebilanz die spez. Schmelzwärme Q_S des verwendeten Stoffes:

$$\text{Energiebilanz : } m_F \cdot Q_S + m_F \cdot c_F \cdot (T_S - T_A) = m_W \cdot c_W \cdot (T_A - T_W)$$

Erläuterung: Die beim Erstarren des Körpers und bei dessen Abkühlung auf die Ausgleichstemperatur abgegebene Wärme wird vom Wasser bei dessen Erwärmung auf die Ausgleichstemperatur aufgenommen.

Forme nach Q_S um und berechne den Wert :

$$Q_S = \dots\dots\dots \quad Q_S = \dots\dots\dots \text{ kJ/kg}$$

3.) Erstarrungskurve von Stearin

- F** Zeichne das T - t- Diagramm, die Erstarrungskurve, ab, welche der Computer während des Erstarrens von Stearin im Laufe der Stunde aufgezeichnet hat und interpretiere sie kurz:
Was bedeutet der sonderbare Kurvenverlauf und wo liegt der Schmelzpunkt des verwendeten Stearins ?

