

## 2. Probearbeit – Wärmelehre

**Aufgabe 1**

Temperatur ist eine statistische Größe. Angeblich ist nur die mittlere Geschwindigkeit der Atome von Bedeutung. Was heißt das? (schwerer freiwilliger Zusatz: Was wäre, wenn die Atome alle genau gleich schnell wären? Hier gibt es einen Widerspruch!)

**Das bedeutet, dass die Atome um ihre Plätze im Atomgitter „zittern“. Dieses Zittern ist nicht gleichgroß, sondern es wird wie bei Billardkugeln ständig Geschwindigkeit übertragen. Im Mittel sind sie bei einer hohen Temperatur aber viel schneller als bei einer niedrigeren Temperatur.**

**Wenn alle genau gleich schnell wären und man würde mit einem Fahrrad an ihnen vorbeifahren, würden sie ja ruhen! Das bedeutet dann aber 0 Kelvin, also absolut keine Temperatur mehr. Das wäre Quatsch!**

**Aufgabe 2**

Es gibt eine Formel zum Umrechnen von der Fahrenheit- in die Celsius-Skala. Sie lautet

$$\text{Fahrenheit} = ((\text{Celsius} \times 9) / 5) + 32$$

- Rechne 30°C in Fahrenheit um!
- Was bedeuten 451 Fahrenheit? Dies ist der Titel eines Buches von Ray Bradbury.
- Kannst du eine Formel sagen, die Fahrenheit direkt in Celsius umrechnet?
- Gibt es einen Wert in Celsius, der genau der gleiche ist auf der Fahrenheit-Skala?

**Zu a): Wir setzen 30 in die Formel ein und erhalten  $30 \cdot 9 = 270$ . Das durch 5 ist 54. Plus 32 ist 86. Also sind 30°C genau 86° Fahrenheit!**

**Zu b): Entweder man probiert etwas, oder besser, man löst gleich Aufgabe c)! Das machen wir!**

**Zu c): Wir nennen Fahrenheit  $y$  und Celsius  $x$ , dann ist die Formel diese:**

$$y = 9x/5 + 32$$

**Diese Formel lösen wir nun nach  $x$  auf:**

$$y = 9x/5 + 32 \quad | -32$$

$$y - 32 = 9x/5 \quad | \cdot 5$$

$$5(y - 32) = 9x \quad | \text{ausmultiplizieren links!}$$

$$5y - 160 = 9x \quad | :9$$

**Und wir erhalten  $Celsius = (5 \cdot Fahrenheit - 160) / 9$ .**

**Damit ist b) gelöst:  $y=451$  ist also als Celsius etwa 233. Also  $T=233^\circ C$ !**

**Zu d): Die Frage ist, ob es einen Wert  $x$  in der Formel gibt, der nach verrechnen wieder zu  $x$  wird! Wir suchen also ein  $x$ , welches  $x = 9x/5 + 32$  löst!**

**Man formt um:**

$$x = 9x/5 + 32 \quad | \cdot 5$$

$$5x = 9x + 160 \quad | -9x$$

$$-4x = 160 \quad | :(-4)$$

$$x = -40$$

**Also bei  $T=-40^\circ C$  ist auf  $-40 F$ ! Probe:  $y = 9 \cdot (-40) / 5 + 32 = -360 / 5 + 32 = -72 + 32$  und das passt!**

### **Aufgabe 3**

Bei der Erwärmung eines Stoffes dehnt dieser sich normalerweise aus.

- a) Beschreibe ein Experiment, bei dem wir dies beobachten konnten.

**Der Versuch mit der Eisenkugel und dem Ring, durch den die Kugel nach Erhitzen nicht mehr gepasst hat. Siehe dein Heft!**

### **Aufgabe 4**

Welche Aggregatzustände kennst du? Bei welchen Übergängen benötigst du Energie?

**Neben Plasma gibt es fest, flüssig und gasförmig. Dabei braucht man von links nach rechts Energie, da Bindungen zwischen den Atomen gelöst werden müssen.**

### **Aufgabe 5**

Es gibt eine Flüssigkeit in Wärmekissen, die sich durch das Knicken eines Metallstücks, welches sich ebenfalls im Kissen befindet, verfestigt („kristallisiert“). Dabei wird Wärme frei.

- a) Wieso wird Wärme frei?  
b) Was kann man tun, um die Kristalle wieder zu verflüssigen?

**Zu a): Siehe A4! Wenn man von fest zu flüssig Energie benötigt, wird in umgekehrter Richtung wohl Energie frei!**

**Zu b): Das Kissen legt man in ein heißes Wasserbad!**

## Aufgabe 6

Was ist eine Kältemischung?

**Eine Kältemischung (mit NaCl, es gibt auch andere!) ist eine Mischung aus Eis und Kochsalz. Während das Eis schmilzt, wird Energie von der Umgebung „verbraucht“. Das ist der normale Kühlungseffekt von Eis. Nun löst sich aber noch das Salz im Wasser. Dabei wird das NaCl in  $\text{Na}^+$  und  $\text{Cl}^-$  aufgespalten. Auch das kostet Energie! Hier haben wir eine Temperatur von  $-18^\circ\text{C}$  erreicht, bis zu  $-21^\circ\text{C}$  ist theoretisch möglich!**

## Aufgabe 7

Ein Tauchsieder hat laut Hersteller 2000 Watt.

- Erläutere, was das zu bedeuten hat.
- Wieviel elektrische Energie wird „verbraucht“, wenn man diesen 1h laufen lässt?
- Auf wieviel Grad wird sich ein  $20^\circ\text{C}$ -Wasserbad von  $1\text{m}^3$  erwärmen, wenn der Tauchsieder diese Stunde hineingehalten wird? Wie lange müsste man ihn hineinhalt, damit das Wasser verdampft? ( $c_w=4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ )

**Zu a): Watt ist die Einheit der Leistung, die „Arbeit pro Zeit“ ist oder anders gesagt „Energieumwandlung pro Zeit“. Bei 2000 Watt werden in einer Sekunde immerhin 2000 Joule umgesetzt.**

**Zu b): Eine Stunde hat 3600s. Also  $P=W/t$  also  $W=Pt$  schreiben und einsetzen:  $W=2000*3600 \text{ Joule} = 7.200.000 \text{ J}$  bzw. 7200 kJ.**

**Zu c):  $W=c_w m \Delta T$ , wobei wir alles kennen, außer  $\Delta T$ . Man teilt also 7.200.000 durch 4.2 und durch die Masse von  $1\text{m}^3$  Wasser in Gramm. Das sind 1000 Liter, also 1000 kg bzw. 1.000.000 g. Es ergibt sich ein Temperaturunterschied von  $1,7^\circ\text{C}$ . Nicht viel! Um das Wasser zu verdampfen, muss man um  $80^\circ\text{C}$  erhöhen. Dabei sehen wir davon ab, dass die Energie dann auch fürs Aufbrechen der Bindungen verbraucht wird. 47mal  $1,7^\circ\text{C}$  sind  $80^\circ\text{C}$ . Also muss man 47mal so lange warten. 47h sind knappe 2 Tage!**

## Aufgabe 8

Du mischst 1 Liter  $20^\circ\text{C}$  warmes Wasser mit 300ml Eiswasser ( $T=3^\circ\text{C}$ ).

- Welche Mischtemperatur stellt sich ein?

**$T = ( 1,0*20+0,3*3 ) / 1,3 = 16^\circ\text{C}$  gerundet.**

## Aufgabe 9

Alkohol besitzt eine spezifische Wärmekapazität von etwa  $c_A=2,43 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ .

- Wieviel Energie ist nötig, um 100g Alkohol um  $10^\circ\text{C}$  zu erhitzen?
- Wieviel Energie ist nötig, um die gleiche Menge Wasser um  $10^\circ\text{C}$  zu erwärmen?
- Vergleiche die beiden Werte und leite daraus ab, wieso man Wasser als „guten Wärmespeicher“ bezeichnet!

**Zu a): Wieder verwenden wir die Formel von oben:  $W=c_A m \Delta T$ . Wir setzen auf der rechten Seite alle Werte ein und erhalten  $W=2430\text{J}$ .**

**Zu b): Das geht genauso wie in a), nur dass  $c$  jetzt wieder  $4,2$  ist.  $W=4200\text{J}$ .**

**Zu c): In Wasser „versteckt“ man deutlich mehr Energie, wenn man die Temperatur erhöht. Damit speichert Wasser besser Wärme!**

## Aufgabe 10

Afrikanische Elefanten besitzen sehr große Ohren, Mammuts hatten kleine Ohren. Erläutere diesen Unterschied als Physiker!

**Da Elefanten viel Volumen bei relativ wenig Oberfläche besitzen, haben sie Probleme damit, Wärme auszutauschen. Der Elefant würde einfach überhitzen! Um mehr Oberfläche für den Wärmeaustausch zur Verfügung zu haben, müssen zusätzliche Hautlappen her! Und da bieten sich die Ohren an und wer genau schaut, erkennt, dass ein Elefant auch „Runzelhaut“ hat, die wieder eine viel größere Fläche hat als eine „glatte“ Haut.**

**Die Mammuts hingegen lebten in einer sehr kalten Region. Den Nachteil, den ein so großes Tier in warmen Gebieten hat, wird hier zu einem großen Vorteil. Die Ohren bleiben klein!**