

Thema: Wärmeleitung und ideale Gase

- 1) Ihre Oma besitzt noch alte, einglasige Fenster mit einer Dicke von ca. 3 mm und einer Fläche von 2 m^2 .
 - a) Wie groß ist der Wärmeverlust an einem solchen Fenster, wenn an der Innenseite eine Temperatur von 20°C und auf der Außenseite eine Temperatur von 0°C herrscht? (Die Wärmeleitfähigkeit von Glas ist etwa $\lambda = 1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$)
 - b) Ihre Oma heizt mit Erdgas, welches $0,08 \text{ €/kWh}$ kostet und beim Heizen einen Wirkungsgrad von 70 % hat. Welche Heizkosten entstehen monatlich, um den Wärmeverlust an einem Fenster auszugleichen? (Die Temperaturen seien den gesamten Monat konstant.)
- 2) Der Mensch hat eine Oberfläche von etwa $1,5 \text{ m}^2$.
 - a) Wie groß wäre sein Wärmeverlust P durch Konvektion, wenn er nackt in einem 15°C kalten Raum stünde? (Wärmeübergangskoeffizient $\kappa = 5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, Hauttemperatur $t_H = 33^\circ\text{C}$)
 - b) Außer durch Konvektion verliert der nackte Mensch Wärme auch durch Strahlung. Wie viel?
 - c) Wieviel Gramm der unten stehenden Nährstoffe müsste ein Mensch zu sich nehmen, um den durchschnittlichen Energiebedarf eines erwachsenen Menschen von $9,2 \text{ MJ}$ zu decken? (Anmerkung: Alkohol sollte eigentlich nicht in einer Tabelle mit „Nährstoffen“ auftauchen...)

Nährstoff	Brennwert B in kJ/g
Fette	40
Kohlenhydrate	17
Glukose	16
Eiweiße	17
Alkohol	30

- 3) Das menschliche Herz kann vereinfacht als Pumpe angesehen werden, die bei jedem Schlag ein Volumen von 75 cm^3 bei einem Druck von 145 mmHg bewegt.
 - a) Wie groß ist die verrichtete Arbeit pro Herzschlag?
 - b) Wie hoch kann das Herz das Pumpvolumen pro Schlag befördern? (Dichte Blut: $\rho_B = 1,06 \text{ kg/l}$)
 - c) Wie groß ist die Leistung bei einem Herzschlagfrequenz von 80 pro Minute? Wie viel Kilokalorien pro Tag entspricht dies? ($1 \text{ kcal} \approx 4,2 \text{ kJ}$)
- 4) Das Atemvolumen eines Menschen betrage 6 Liter in der Minute bei einer Temperatur von 310 K . Der Partialdruck des Sauerstoffs der eingeatmeten Luft ist $197 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

und bei der ausgeatmeten Luft $152 \cdot 10^2$ Pa. Wieviele Mole Sauerstoff werden pro Stunde aufgenommen?

- 5) Durch adiabatische Kompression eines idealen Gases auf $1/10$ seines Volumens bei 20°C erhöht sich dessen Temperatur. Wie groß ist die Temperaturerhöhung, wenn es sich um ein
- einatomiges ideales Gas handelt,
 - zweiatomiges ideales Gas handelt?

- 6) Die Sauerstoffaufnahme von Insekten erfolgt über kleine Röhren, die sog. Tracheen. Der Sauerstoff diffundiert über eine $1,9\text{ mm}$ lange Trachea, wobei angenommen wird, dass die Sauerstoffkonzentration innerhalb des Insektes etwa halb so groß wie die der Umgebungsluft ist. Die Trachea habe eine innere Oberfläche von $1,9 \cdot 10^{-9}\text{ m}^2$. (Die Sauerstoffkonzentration von Luft ist $c = 8,7\text{ mol/m}^3$, die Diffusionskonstante $D = 10^{-5}\text{ m}^2/\text{s}$)

- Wie groß ist der Permeabilitätskoeffizient P ?
- Welcher Sauerstofffluss geht dann durch die Trachea?

- 7) Die Konzentration von isotonischer Kochsalzlösung beträgt $c = 155\text{ mol/m}^3$. Nutzen sie die Gleichung

$$p_{Os} = 2 \cdot g \cdot \frac{n}{V} \cdot R \cdot T \quad ,$$

mit $g = 0,932$, um den osmotischen Druck bei einer Temperatur von $T = 37^\circ\text{C}$ zu berechnen (obige Gleichung ist eine Modifikation der van't Hoff'schen Gleichung für NaCl Lösungen mit größerer Konzentration, der Faktor 2 entsteht, weil beide Ionensorten osmotisch wirksam sind)

- 8) Ein Sporttaucher atmet aus einer Vorratsflasche über einen Druckregler, der den Druck der eingeatmeten Luft automatisch dem der Tauchtiefe entsprechenden Wasserdruck angleicht. Nach einer Einatmung sind in 30 m Tiefe 6 L Luft in seinem Atemtrakt, als er seinen Bleigurt verliert und an die Meeresoberfläche schießt. Etwa welches Volumen nähmen die 6 L Luft ein, wenn sie (bei gleicher Temperatur) sich dem Umgebungsdruck an der Wasseroberfläche angleichen würden?

(A) $1,5\text{ L}$ (B) 2 L (C) 6 L (D) 18 L (E) 24 L

- 9) Der Luftdruck in einer Flugzeugkabine beträgt 80 kPa (bei sehr geringer Luftfeuchtigkeit und ansonsten normaler Zusammensetzung der Luft). Etwa wie groß ist der O_2 - Partialdruck in der Kabine?

(A) 17 kPa (B) 20 kPa (C) 23 kPa (D) 26 kPa (E) 29 kPa

- 10) Eine Druckflasche mit 10 L Innenraum enthält Sauerstoff unter einem Druck von 180 bar . Sie wird nun zur Versorgung eines Patienten eingesetzt, wobei 12 L/min

nahezu unter normalem Umgebungsluftdruck und ohne Temperaturänderung ausströmen. Näherungsweise darf der Sauerstoff als ideales Gas angesehen werden. Etwa wie lange wird der O_2 -Vorrat reichen?

- (A) 15 min (B) 30 min (C) 1 h (D) 2.5 h (E) 5 h

11) Bei einem Patienten wird eine hyperbare Sauerstofftherapie durchgeführt, wobei sich in der Druckkammer als Gas nahezu reiner Sauerstoff bei einem Kammerdruck von 2500 hPa befindet. Um etwa welchen Faktor ist dieser (Sauerstoffpartial-)Druck höher als der Sauerstoffpartialdruck von normaler Luft unter normalem Luftdruck?

- (A) 2 (B) 5 (C) 8 (D) 12 (E) 20

12) Wie groß ist in der zuvor verwendeten Kammer, welche ein freies Volumen von 4.5 m^3 habe, die Stoffmenge an Sauerstoff?

- (A) 50 mol (B) 100 mol (C) 200 mol (D) 300 mol (E) 500 mol

13) Ein Proband atmet Luft mit einer Temperatur von 22°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50% ein. In den Alveolen ist das Gas dagegen bei 37°C mit Wasserdampf gesättigt. Der Sättigungsdampfdruck von Wasser beträgt 26 hPa bei 22°C und 63 hPa bei 37°C , wobei der Wasserdampf als ideales Gas betrachtet werden soll. Um wie viel hPa ist der Partialdruck des Wasserdampfes in den Alveolen größer als in der Einatemluft?

- (A) 15 hPa (B) 18.5 hPa (C) 26 hPa (D) 37 hPa (E) 50 hPa