



## Test 1 Musterlösung

Name:

Datum: 7. März 2019

### 1. Einheiten/Grundlagen Mathematik

CYFJ8K

- (a)  $T = 48$  K. Geben Sie die Temperatur in Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) an.  
(b)  $\Delta T$  wird in Kelvin angegeben,  $\Delta A$  und  $A$  in Einheiten von  $\text{dm}^2$ . Bestimmen Sie die Einheiten von  $\beta$ .

$$\frac{\Delta A}{A} = \beta \cdot \Delta T$$

- (c) Bestimmen Sie die Lösungsmenge für  $x$

$$x + a = 3 \cdot a - 2 \cdot x$$

- (d) Bestimmen Sie die Lösungsmenge für  $x$

$$3 - 2a \cdot x = a^2 \cdot x$$

### Lösung:

(a)  $T = 48 - 273.15 = -225.15^{\circ}\text{C}$

- (b) Wir betrachten die Einheiten

$$\begin{aligned} \frac{\Delta A}{A} &= \beta \cdot \Delta T \\ \frac{\frac{\text{dm}^2}{\text{dm}^2}}{1} &= \beta \cdot K \\ 1 &= \beta \cdot K \end{aligned}$$

Also hat  $\beta$  die Einheiten  $1/\text{K}$ .

- (c) Wir lösen auf

$$\begin{array}{rcl} x + a & = & 3 \cdot a - 2 \cdot x \quad | \quad -a + 2x \\ 3x & = & 2 \cdot a \quad | \quad : 3 \\ x & = & \frac{2}{3} \cdot a \quad | \quad : 3 \end{array}$$

- (d) Wir lösen auf

$$\begin{array}{rcl} 3 - 2a \cdot x & = & a^2 \cdot x \quad | \quad +2ax \\ 3 & = & a^2 \cdot x + 2a \cdot x \\ 3 & = & \underbrace{(a^2 + 2a)}_{=a \cdot (a+2)} \cdot x \quad | \quad : a \cdot (a+2) \\ x & = & \frac{3}{a \cdot (a+2)} \end{array}$$

Für  $a = 0$  und  $a = -2$  gibt es keine Lösung.

**2. Fluidstatik/Thermodynamik****XSNP7X**

Kennzeichnen Sie die korrekten Sätze mit "korrekt", korrigieren Sie die anderen Sätze (*minimale* Korrektur).

- (a) Gold ist schwer, Styropor ist leicht.
- (b) Die Masse von Brot ist auf dem Mond kleiner, deshalb zeigt dort eine Waage auch nur rund 1/6 der Masse an.
- (c) Wenn es keine Gravitationskraft gibt, herrscht Schwerelosigkeit.
- (d) Druck ist die Kraft, die auf etwas drückt.
- (e) Je tiefer man im Meer taucht, desto kleiner wird der Schweredruck.
- (f) Je tiefer ein Flugzeug fliegt, desto grösser wird die Dichte der Luft.
- (g) Um 1 kg Wasser von 0°C auf 100°C aufzuwärmen braucht es rund 4182 J.
- (h) Beim idealen Gasgesetz müssen Temperaturdifferenzen in Kelvin angegeben werden.
- (i) In einem Wasserkocher nimmt die Wärmenergie des Wassers beim Erhitzen zu.
- (j) Beim Nullpunkt der Temperatur (0 °C), ist der Druck in einem idealen Gas  $p = 0$  bar.

**Lösung:**

- (a) Gold hat eine grosse Dichte ~~ist schwer~~, Styropor hat eine kleine Dichte ~~ist leicht~~.
- (b) Die ~~Gewichtskraft~~ Masse von Brot ist auf dem Mond kleiner, deshalb zeigt dort eine Waage auch nur rund 1/6 der Masse an.
- (c) Wenn es keine Gravitationskraft gibt, herrscht Schwerelosigkeit. (korrekt)
- (d) Druck ist die Kraft, die auf eine Fläche ~~etwas~~ drückt.
- (e) Je tiefer man im Meer taucht, desto ~~grösser~~ ~~kleiner~~ wird der Schweredruck.
- (f) Je tiefer ein Flugzeug fliegt, desto grösser wird die Dichte der Luft. (korrekt)
- (g) Um 1 kg Wasser von 0°C auf 100°C aufzuwärmen braucht es rund 4182 J.
- (h) Beim idealen Gasgesetz müssen Temperaturendifferenzen in Kelvin angegeben werden.
- (i) In einem Wasserkocher nimmt die Wärmenergie des Wassers beim Erhitzen zu. (korrekt)
- (j) Beim Nullpunkt der Temperatur (~~0°C~~) (0 K), ist der Druck in einem idealen Gas  $p = 0$  bar.

**3. Bahngeleise****XSJIRT**

Eine Eisenbahnschiene aus Eisen hat bei 18°C eine Länge von exakt 52.0 m.

- (a) Berechnen Sie die Temperaturunterschied zu 31.5°C.

- (b) Welcher Längenunterschied **in mm** ergibt sich? Rechnen Sie mit  $\alpha_{\text{Fe}} = 11.8 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ .
- (c) Welcher Längenunterschied ergibt sich, wenn die Schiene auf 222.7 K gekühlt wird?

**Lösung:**

- (a)  $\Delta T = (31.5 - 18)^\circ\text{C} = 13.5 \text{ K}$
- (b)  $dl = l \cdot \alpha \cdot \Delta T = 0.0080 \text{ m} = 8 \text{ mm}$ .
- (c)  $dl = l \cdot \alpha \cdot [222.7 - (18 + 273.15)] = -0.0420 \text{ m} = -42 \text{ mm}$ .

**4. Ofen****S3CFJX**

Sie öffnen die Türe des Ofens relativ lange, weil Sie den Kuchen hineinstellen. Dann schliessen Sie die Türe wieder. Nach einiger Zeit hat der Ofen wieder seine Back-Temperatur von  $200^\circ\text{C}$  erreicht.

- (a) Schätze den Überdruck ab. Rauminhalt 75 Liter, Raumtemp.  $20^\circ\text{C}$
- (b) Welche Kraft wirkt auf die Türe, wenn der Ofen absolut dicht ist?  
Türe:  $50 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ .

**Lösung:**

Zwei Zustände: Türe offen (Zustand 1), Türe zu + Equilibrierung (Zustand 2)

	Zustand 1	Zustand 2
$T \text{ [K]}$	$20+273.15$	$200+273.15$
$V \text{ [l]}$	75	75
$p \text{ [bar, absolut]}$	1	$p_2$

Abolutes Gasgesetz

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2} = \frac{1 \cdot 473.15 \cdot 75}{293.15 \cdot 75} \cdot \frac{\text{bar} \cdot \text{l} \cdot \text{K}}{1 \cdot \text{K}} = 1.61 \text{ bar}$$

Der Überdruck ist also 0.61 bar. Die resultierende Kraft ist

$$F = A \cdot p_2 = 0.1228 \cdot 10^5 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{Pa}}{\text{bar}} = 12.2 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Auch korrekt:  $p_1 = 1.01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . ( $p_2 = 1.635 \text{ bar}$ ,  $F=12.443 \cdot 10^4 \text{ N}$ )

**5. Wasserspeicher****3PSMTG**

Wir betrachten einen Wasserspeicher (2000 l,  $80^\circ\text{C}$ ) und ein Haus mit einer Masse von 150 t bei  $16^\circ\text{C}$ . (Wärmekapazität Beton  $800 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ).

- (a) Welches ist die maximale Temperatur, auf die das Haus geheizt werden kann?

- (b) Benennen Sie die physikalischen Gesetze, die Sie bei der Berechnung benutzen.  
(c) Welche Annäherungen werden bei dieser Rechnung gemacht?  
(d) Welches ist die maximale Temperatur, wenn der Speicher aus 2000 kg Beton bestehen würde?

**Lösung:**

- (a) (A):

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

- (B):

$$(T_m - T_{1,B}) \cdot c_B \cdot m_B + (T_m - T_{1,W}) \cdot c_W \cdot m_W = 0$$

aufgelöst nach  $T_m$ :

$$T_m = \frac{T_{1,B} \cdot c_B \cdot m_B + T_{1,W} \cdot c_W \cdot m_W}{c_B \cdot m_B + c_W \cdot m_W} = 20.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- (b) (A) Energieerhaltung, (B) Definition spezifische Wärmekapazität  
(c) Wir vernachlässigen, die Abstrahlung und andere Wärmeverluste. Ausserdem besteht das Haus sicher nicht nur aus Beton, und die effektive Wärmekapazität müsste berechnet werden.  
(d) Formel oben

$$T_m = 16.84^\circ\text{C}$$