# Hinweis

Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:
https://www.physics-and-stuff.com/

**Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.**

Physik Blatt 4

Lukas Kümpel
Jonas Wilkenloh
Marvin Zanke

7/8

~~23/25~~

23/24

Nr. 1

$$\left(p+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-bn)=nRT$$

$$\Leftrightarrow p(V)=\frac{nRT}{V-bn}-\frac{an^2}{V^2}$$ ✓

Hinweis: WP bestimmen

$$\frac{\partial p}{\partial V}=0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial^2 p}{\partial V^2}=0$$ ✓

$$\rightarrow \frac{\partial p}{\partial V}=\frac{(-1)nRT_k}{(V-bn)^2}+2\frac{an^2}{V^3}$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}=\frac{2nRT_k}{(V-bn)^2}-6\frac{an^2}{V^4}$$

$$\frac{\partial p}{\partial V}=0=\frac{(-1)nRT_k}{(V-bn)^2}+2\frac{an^2}{V^3}$$

$$\Leftrightarrow a=\frac{V^3RT_k}{2n(V-bn)^2}$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}=0=\frac{2nRT_k}{(V-bn)^2}-6\frac{an^2}{V^4}$$

a einsetzen
$$\Leftrightarrow \frac{2nRT_k}{(V-bn)^2}=6\frac{V^3RT_k n^2}{2n(V-bn)^2V^4}$$

$$\Leftrightarrow b=\frac{1}{3n}V \Leftrightarrow V=3bn$$

$\rightarrow$ $V_{krit}$ einsetzen

$$\rightarrow a=\frac{(3bn)^3RT_k}{2n(3bn-bn)^2}$$

$$\Leftrightarrow a=\frac{27}{8}RbT_k$$

$$\Leftrightarrow T_k=\frac{8a}{27Rb}$$

$\rightarrow$ einsetzen in $p(V)$

$$\rightarrow p(V)=\frac{nRT_k}{2bn}\cdot\frac{8a}{27Rb}-\frac{an^2}{9b^2n^2}$$ mit $V=3bn$ ✓

$$\rightarrow p_k=\frac{a}{27b^2}$$

$$\Leftrightarrow a=27b^2p_k$$

ebenfalls gilt: $a=\frac{27}{8}RbT_k$ ✓

$$\rightarrow \frac{27}{8}RbT_k=27b^2p_k$$

$\rightarrow b = \frac{RT_K}{8p_K}$ ✓

$\rightarrow a = \frac{27}{8} R \frac{RT_K}{8p_K} T_K$ ✓

$H_2O$: $a = 56132 \cdot 10^{-5}$
$b = 3{,}09 \cdot 10^{-5}$

Luft: $a = 13756 \cdot 10^{-5}$
$b = 3{,}7 \cdot 10^{-5}$

$CO_2$ $a = 37081 \cdot 10^{-5}$
$b = 4{,}34 \cdot 10^{-5}$

$NH_3$ $a = 42451 \cdot 10^{-5}$
$b = 3{,}73 \cdot 10^{-5}$

✓ Einheiten!

Nr. 4 (2/7)

$V = 2l$ ; $5g$ $NH_3$ Gas ($m_M = 17{,}03 \frac{g}{mol}$) $T = 135°C$

a) $a = 42451 \cdot 10^{-5}$
$b = 373 \cdot 10^{-3}$

$n = \frac{M}{n_{mol}} = 0{,}2936\,mol$

$b = 0{,}0373 \frac{l}{mol}$

$V_{mol} = \frac{V}{n} = 6{,}812 \frac{l}{mol}$ ✓

$\rightarrow$ Anteil: $\frac{b}{V_{mol}} \cdot 100 = 0{,}55\%$ ✓

b) $P(V) = \frac{nRT}{V - bn} - \frac{an^2}{V^2}$

$= 5 \cdot 10^5 Pa - 9 \cdot 10^3 Pa = 4{,}92\,bar$ ✓

Binnendruck $= \frac{an^2}{V^2}$

$P_{Binnen} = 9148\,Pa$

Verhältnis: $100 \cdot \frac{P_B}{P} \cancel{\%} a\ 1{,}8\%$

c) $p = \frac{nRT}{V} = 4{,}98\,bar$ ✓

(5/5)

a) Formen des Wärmetransports: Wärmeleitung (Konduktion)
Wärmestrahlung (
Wärmeströmung (Konvektion)

Auf dem Weg vom Reservoir zur Dusche findet Wärmeleitung über das Rohr nach außen statt, welches dann einen Teil über Wärmestrahlung abgibt und den Rest im ständigen Austausch mit dem Wasser hat. Außerdem findet Wärmeströmung statt, das warme Wasser wird (Energie von dem Fluid mitgeführt) im Rohr transportiert.

Um die Wassertemperatur bzw. den Transport zu optimieren muss man das Kupferrohr isolieren um die Abgabe der Wärme nach außen zu vermindern oder das Kupferrohr selbst erwärmen oder das Wasser schneller fließen lassen, damit weniger Wärmeaustausch stattfindet. ✓

b) Es ist besser die Milch zuerst reinzukippen, denn ist die Temperaturdifferenz geringer und der Kaffee kühlt langsamer ab als ohne Milch. Bei späterem Reinkippen der Milch ist der Kaffee schon stärker abgekühlt und wird dann nochmal gekühlt durch reinkippen der ~~Kaffees~~ Milch. ✓

3) (4/4)

$E = m \cdot \Delta T \cdot c \qquad m = \rho_{H_2O} \cdot V \quad , V = A \cdot v \cdot t_{Winter}$

$\Rightarrow E = \rho_{H_2O} \cdot A \cdot v \cdot t_{Winter} \cdot \Delta T \cdot c_{H_2O}$ ✓

mit $A = 160000\,m \cdot 1000\,m = 160 \cdot 10^6\,m$

$\rho_{H_2O} = 1000\,\frac{kg}{m^3} \qquad l = v \cdot t_{Winter}$

$v = 5\,km/h = 5000\,\frac{m}{h} \quad , t_{Winter} = 3\,Monate = 90 \cdot 24\,h = 2160\,h$

$l = 10800\,km$

$m_{H_2O} = A \cdot l \cdot \rho = 1{,}728 \cdot 10^{15}\,m^3 \cdot \rho = 1{,}728 \cdot 10^{18}\,kg = 1728 \cdot 10^{15}\,kg$

$E = 1728 \cdot 10^{15}\,kg \cdot c \cdot \Delta T = 4{,}18\,\frac{kJ}{kg\,K} \cdot 1728 \cdot 10^{15}\,kg \cdot (288\,K - 273\,K)$

$= 108345 \cdot 10^{15}\,kJ$

Sonne: $\phi = \sigma T^4 \qquad A_{Sonne} = 4\pi r_S^2 \qquad r_S = 6{,}96 \cdot 10^8$

$P_{Sonne} = \phi \cdot 4\pi r_S^2 = 3{,}91 \cdot 10^{26}\,W$

Anwesenheitsaufgabe 3

$E_{Erde} = \frac{P_{Sonne}}{4\pi r_A^2}$ mit $r_A = 1{,}5 \cdot 10^{11}\,m$ Abstand Sonne Erde

$= 1382\,\frac{W}{m^2} \qquad t_{Winter} = 7776000\,s \qquad A_{Europa} = 10^7\,km^2$

$E^{Winter}_{Europa} = E_{Erde} \cdot A_{Europa} \cdot t_{Winter} = 1{,}382\,\frac{W}{m^2} \cdot 10^{13}\,m^2 \cdot 7776000\,s$

$= 1{,}073 \cdot 10^{23}\,Ws = 1{,}073 \cdot 10^{20}\,kJ$

Dies sind etwa gleichviel wie der Golfstrom liefert.
Also erhalten wir etwa gleich viel Wärmestrahlung durch die Sonne wie der Golfstrom als Wärmeströmung über den Winter transportiert.