

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.

Dieses Werk von [Marvin Zanke](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

4/5

1) $\Delta Q = 20,9 \text{ J}$ $p = \text{const} = 1,01 \text{ bar} = 101000 \text{ Pa}$
 a) $V_0 = 50 \text{ cm}^3$, $V_1 = 100 \text{ cm}^3$ $\Delta V = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$20,9 \text{ J} \quad p \Delta V = 101000 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 5,05 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \Delta U = 15,85 \text{ J} \quad \checkmark$$

b) $C = \frac{Q}{\Delta T}$, $C_M = \frac{C}{n} = \frac{Q}{\Delta T \cdot n} = \frac{n R Q}{p \Delta V n} = \frac{p Q}{p \Delta V} = 34,41 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

* $pV = nRT \Leftrightarrow \Delta T = \frac{p \Delta V}{nR}$ mit $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ \checkmark

c) $C_p - C_v = R \Leftrightarrow C_v = C_p - R = 34,39 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ \checkmark

2) $V_{\text{max}} = 250 \text{ cm}^3 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ $\chi = \frac{C_p}{C_v} = 1,40$

6/9

$p_1 = 101000$, $p_2 = 405000 \text{ Pa}$

$T_1 = 20^\circ \text{C} = 293,15 \text{ K}$

a) $p_1 V_1^\chi = p_2 V_2^\chi \Leftrightarrow V_2 = \sqrt[\chi]{\frac{p_1 V_1^\chi}{p_2}} = 9,271 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 92,71 \text{ cm}^3$ \checkmark

b) $p \cdot V = nRT$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\chi-1}{\chi}} \Leftrightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\chi-1}{\chi}} = 435,93 \text{ K} = 162,78^\circ \text{C}$$
 \checkmark

c) $p \cdot \Delta V = \int_{V_1}^{V_2} p dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV$ $pV^\chi = \text{const}$
 insgesamt folgt:

$$= \frac{p_1 V_1}{\chi-1} (1 - \Delta T) = 0,5523 \text{ J} \quad \checkmark$$

d) $M_{\text{Luft}} = 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $V_{\text{Luft}} = N \cdot V_{\text{max}} = 50 \cdot 0,00025 \text{ m}^3$
 $= 0,0125 \text{ m}^3$

1 Mol Luft benötigt ein Volumen von 22,4 l (Gesetz von Avogadro)
 bei 0°C und 1013 hPa

$\Rightarrow \frac{V_{\text{Luft}}}{V_{\text{Luft}}} \cdot M_r = 16,1808$ bemerk: ideal $pV = nRT$ benutz

e) Die von außen zugeführte Energie wird in Wärme umgewandelt. ✓

3) $T = 200 \text{ K}$, $V = 1 \text{ m}^3$, $p = 2500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ [A] a) $p \cdot V = nRT$
 $V = 3 \text{ m}^3$, $p = 7500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ [B] $\Leftrightarrow n = \frac{pV}{RT} = 1,5035 \text{ mol}$ ✓
 $V = 3 \text{ m}^3$, $p = 2500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ [C]

b) $p \cdot V = nRT \Leftrightarrow T = \frac{pV}{nR}$ ✓ $\frac{p \cdot V}{T} = \text{const}$
 $T_B = 600 \text{ K}$ ↗ ↘
 $T_C = 1800 \text{ K}$

c) $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ $\Delta Q = \frac{p \cdot \Delta V}{2}$
 $= \frac{2 \text{ m}^3 \cdot 5000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{2} = 5000 \text{ J}$ ✓

4) Einatomiges Gas: Translation $f = 3$ ✓ (1/5)
 2-atom. Gas: Transl. + Schwingung $f = 5$ ✗
 Mehratom. Gas: Transl. + Schw. + Rotation $f = 7$ ✗

b) $f = 3 \Rightarrow C_v = \frac{3}{2} R = 12,471 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ✓
 $f = 5 \Rightarrow C_v = \frac{5}{2} R = 20,785 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ✗
 $f = 7 \Rightarrow C_v = \frac{7}{2} R = 29,099 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ✗

c) Die theoretischen Werte bilden nur eine obere Schranke für das einatomige Molekül. Es zeigen bei den realen Gasen noch weitere Zwangsbedingungen für weniger Freiheitsgrade
 welche? ✓