

Liebe Schülerinnen und Schüler der Klasse FA19a,

da sich die Bewältigung zumindest der Aufgabe 8/22 scheinbar als sehr schwierig erwies, anbei die Lösungen. Die Zusendung der Ergebnisse setze ich hiermit aus.

Mittlerweile sind wir auch als Physikgruppe auf Discord unter nachstehendem Link erreichbar. Dort gibt es ab sofort alle Infos. Dies hier ist die letzte Nachricht für Physik auf der Schulwebseite!!!

<https://discordapp.com/channels/691264643116695593/691264643116695596/695174214268878899>

oder direkt: <https://discord.gg/ZXVWh9y>

Aufgabe bis Dienstag:

Seiten 190-196 im Duden Physik durcharbeiten, versuchen zu begreifen, insbesondere den Wirkungsgrad!!! Arbeitsblatt mache ich fertig und stelle es online (discord). Dienstag besprechen wir die Theorie und dann gibt es neue Aufgaben.

Wir treffen uns unter dem obigen Link am Dienstag, 07.04.2020 um 10:00 Uhr mit aufgeschlagenem Duden Seite 190. Ich erwarte Vollständigkeit bei der Teilnahme.

# Lösungen der Aufgaben 8/18, 8/19, 8/20 und 8/22

## 8/18

1) Isochorer Vorgang

$$W_1 = c_v m \Delta T; \quad m = \rho_n V_n$$

$$W_1 = c_v \rho_n V_n \Delta T$$

$$W_1 = 0,719 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 1,293 \text{ gdm}^{-3} \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ K}$$

$$W_1 = 930 \text{ J}$$

2) Isobarer Vorgang

$$W_2 = c_p m \Delta T$$

$$W_2 = c_p \rho_n V_n \Delta T$$

$$W_2 = 1,015 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 1,293 \text{ gdm}^{-3} \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ K}$$

$$W_2 = 1310 \text{ J}$$

3)  $\Delta V = \gamma V_n \Delta T$

$$\Delta V = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1} \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ K}$$

$$\Delta V = 3,66 \text{ dm}^3$$

$$W_{\text{mech}} = p \Delta V$$

$$W_{\text{mech}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 3,66 \text{ dm}^3$$

$$W_{\text{mech}} = 371 \text{ J}$$

$$W_2 - W_1 = 381 \text{ J}$$

Ursache für die Abweichung sind experimentell ermittelte Werte für  $c_v$  und  $c_p$ .

4)  $W_2 = \Delta U + W_{\text{mech}}; \quad W_{\text{mech}} = W_2 - W_1$

$$\rightarrow \Delta U = W_1 = c_v m \Delta T$$

## 8/19

$$1) \frac{V p_1}{T_1} = \frac{V p_2}{T_2}; \quad V = \text{konst.}$$

$$p_2 = 4 p_1$$

$$T_2 = T_1 \frac{4 p_1}{p_1} = 4 T_1$$

$$T_2 = 4 \cdot 293,14 \text{ K}$$

$$T_2 = 1173 \text{ K} \quad \vartheta_2 = 899^\circ \text{ C}$$

### ausführlich

2) Isochorer Prozeß

→ keine mechanische Arbeit wird verrichtet ( $N_2$ -Molekül: 5 Freiheitsgrade)

$$\rightarrow W = \Delta U + 0 = \frac{5}{2} \frac{m}{m_{\text{mol}}} R \Delta T$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad \Delta T = 3 T_1$$

$$W = \frac{15}{2} \frac{m}{m_{\text{mol}}} R T_1$$

$$W = \frac{15}{2} \frac{200 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{28 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$W = 130 \text{ kJ}$$

### einfach

$$W = m \cdot c_v \cdot \Delta T = 3 \cdot m \cdot c_v \cdot T_1$$

$$= 3 \cdot 200 \text{ g} \cdot 0,741 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}$$

$$W = 130 \text{ kJ}$$

## 8/20

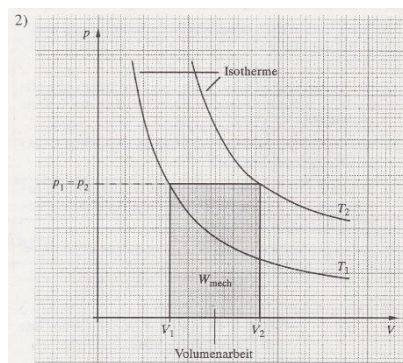
1)  $W_{\text{mech}} = p \cdot \Delta V$

$$W_{\text{mech}} = p(V_2 - V_1) \quad \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1}$$

$$W_{\text{mech}} = p V_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

$$W_{\text{mech}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \left( \frac{473 \text{ K}}{295 \text{ K}} - 1 \right)$$

$$W_{\text{mech}} = 1220 \text{ J} = 1,22 \text{ kJ}$$



## 8/22 (nur für Experten!!!)

1) Isochorer Prozeß  $p = 1,0133 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 $V_1 = V = \text{const.}; \quad V = V_1 = 100 \text{ dm}^3$   
 $p_1 = 4 p; \quad p_1 = 4,052 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 $T = 353,15 \text{ K}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p V}{T} \quad T_1 = 4 T; \quad T_1 = 1412,6 \text{ K}$$

$$V = \text{const.} \rightarrow W_{\text{mech}_1} = 0$$

$$\rightarrow \Delta U = Q_1 + W_{\text{mech}_1} \quad (1. \text{ Hauptsatz})$$

$$\Delta U = Q_1$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{m_{\text{mol}}} R \Delta T; \quad R = 8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

$$\downarrow \quad \Delta T = T_1 - T = 1059 \text{ K}$$

$$\frac{m}{m_{\text{mol}}} = \frac{\rho V_n}{\rho V_{\text{mol}_n}}$$

Volumina im Normzustand

$$\frac{V_n p_n}{T_n} = \frac{V p_n}{T} \quad V_n = \frac{V T_n}{T}; \quad V_n = 77,3 \text{ dm}^3$$

$$V_{\text{mol}_n} = 22,414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{77,3 \text{ dm}^3}{22,414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 1059 \text{ K}$$

$$\Delta U = 45,55 \text{ kJ}$$

Die Wärmemenge  $Q_1 = 45,55 \text{ kJ}$  wird dem Gas zugeführt und bewirkt die Vergrößerung der inneren Energie  $\Delta U$ .

2) Isothermer Prozeß  $V_1 = 100 \text{ dm}^3$   
 $T_1 = T_2 = \text{const.}; \quad T_1 = T_2 = 1412,6 \text{ K}$   
 $V_2 = 3 V_1; \quad V_2 = 300 \text{ dm}^3$

$$\frac{V_2 p_2}{T_2} = \frac{V_1 p_1}{T_1}$$

$$p_2 = \frac{V_1 p_1}{V_2}; \quad p_2 = \frac{p_1}{3}; \quad p_2 = 1,351 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

## Weiter 8/22

$$T = \text{const.} \rightarrow U = \text{const.}$$

$$\rightarrow \Delta U = 0 \quad (1. \text{ Hauptsatz})$$

$$\Delta U = 0 = Q_2 + W_{\text{mech}_2}$$

$$Q_2 = -W_{\text{mech}_2}$$

$W_{\text{mech}_2}$  ist die vom Gas verrichtete Expansionsarbeit.

$Q_2$  ist die von außen zugeführte Wärmeenergie

$$Q_2 = \frac{m}{m_{\text{mol}}} \cdot RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$Q_2 = \frac{V_n}{V_{\text{mol}_n}} \cdot RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$Q_2 = \frac{77,3 \text{ dm}^3 \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 1412,6 \text{ K}}{22,414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} \cdot \ln 3$$

$$Q_2 = 44,50 \text{ kJ}$$

### 3) Isochorer Prozeß

$$V_1 = V_3;$$

$$V_2 = V_3 = 300 \text{ dm}^3$$

$$T_3 = T;$$

$$T_3 = 353,15 \text{ K}$$

$$p_2 = 1,351 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_2 = 1412,6 \text{ K}$$

$$\frac{V_2 p_3}{T} = \frac{V_2 p_2}{T_2}$$

$$p_3 = \frac{p_2 T}{T_2} \quad p_3 = 3,377 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$V = \text{const.} \rightarrow W_{\text{mech}_3} = 0$$

$$\rightarrow \Delta U = Q_3 + W_{\text{mech}_3} \quad (1. \text{ Hauptsatz})$$

$$\Delta U = Q_3$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{m_{\text{mol}}} R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{V_n}{V_{\text{mol}_n}} R (T_3 - T_2)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{77,3 \text{ dm}^3 \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}}{22,414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} (353,15 \text{ K} - 1412,6 \text{ K})$$

$$\Delta U = -45,56 \text{ kJ}$$

Die Abnahme der inneren Energie  $\Delta U$  entspricht der Abgabe der Wärmeenergie  $Q_3$  nach außen.

### 4) Isothermer Prozeß

$$T_4 = T_3 = T;$$

$$T_3 = T_4 = 353,15 \text{ K}$$

$$V_4 = V;$$

$$V_4 = 100 \text{ dm}^3$$

$$V_3 = 300 \text{ dm}^3$$

$$p_3 = 3,377 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$p_4 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\frac{V_4 p_4}{T} = \frac{V_3 p_3}{T}$$

$$p_4 = \frac{V_3 p_3}{V_4}$$

$$T = \text{const.} \rightarrow U = \text{const.}$$

$$\rightarrow \Delta U = 0 \quad (1. \text{ Hauptsatz})$$

$$\Delta U = 0 = Q_4 + W_{\text{mech}_4}$$

$$Q_4 = -W_{\text{mech}_4}$$

$$W_{\text{mech}_4} = \frac{m}{m_{\text{mol}}} \cdot RT_4 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$W_{\text{mech}_4} = \frac{77,3 \text{ dm}^3 \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 353,15 \text{ K}}{22,414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} \cdot \ln \frac{1}{3}$$

$$W_{\text{mech}_4} = -11,13 \text{ kJ}$$

Da die Änderung der inneren Energie  $\Delta U = 0$  ist, wird die Wärmeenergie  $Q_4$  abgegeben, wenn am Gas Kompressionsarbeit verrichtet wird.

5)

$$W = W_{\text{mech}_2} - W_{\text{mech}_4}$$

$$W = 33,37 \text{ kJ}$$

$W$  ist die nach außen abgegebene Arbeit

