

Ass.Prof. Dr. R.A. Wilhelm  
wilhelm@iap.tuwien.ac.at

TU Wien - Einführung in das Physikstudium (130.005) 2023S

02.03.2023

## Aufgabe 1.1 - 3 Pkt.

Die Abbildung zeigt das Druck-Volumen-Diagramm eines Carnot-Prozesses für ein ideales Gas mit konstanter spezifischer Wärme  $\gamma$ . Er setzt sich zusammen aus zwei Isothermen und zwei Adiabaten und läuft zwischen den Temperaturen  $T_1$  und  $T_3$  ab.  
(a) Berechnen Sie für die einzelnen Teilprozesse  $W$ ,  $Q$  und  $\Delta U$ .  
(b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad  $\eta$ .

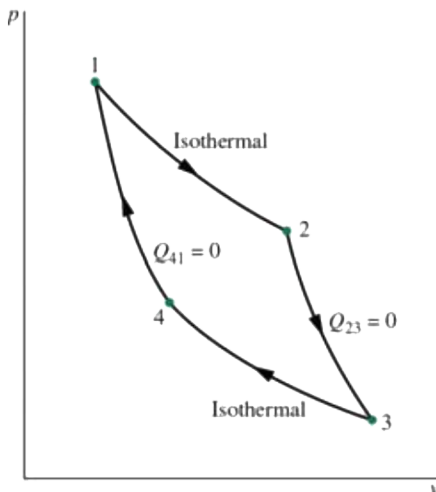


Figure 1: Carnot-Prozess

**Lösung:** (b)  $\eta = \frac{T_1 - T_3}{T_1}$

## Aufgabe 1.2 - 2 Pkt.

Ein einatomiges ideales Gas ( $\kappa = 5/3$ ) ist thermisch isoliert und wird langsam auf ein Drittel seines Anfangsvolumens komprimiert. Anfangs herrsche die Temperatur  $T_0$  und der Druck  $p_0$ .

- (a) Bestimmen Sie den Enddruck  $p_1$  und die Endtemperatur  $T_1$  des Gases.  
(b) Berechnen Sie  $p_1$  (in Pa) und  $T_1$  (in K) für  $p_0 = 1 \text{ bar}$  und  $T_0 = 100^\circ\text{C}$ .

**Lösung:** (b)  $p_1 = 6.24 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = 775.8 \text{ K}$ .

## Aufgabe 1.3 - 2 Pkt.

Ein Gas, das bei einem Druck von  $p_0 = 760 \text{ Torr}$  und der Temperatur  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  ein Volumen von  $V_0 = 830 \text{ l}$  einnimmt, wird komprimiert. Für die Kompression wird eine Arbeit  $W = 166770 \text{ J}$  verrichtet.

Berechnen Sie den nach der Kompression vorliegenden Wert des Volumens, des Druckes und der Temperatur unter der Annahme, dass das Gas bei der Kompression dem Gesetz  $pV^\kappa = \text{const.}$  folgt, wobei  $\kappa = 5/4$  ist.

**Lösung:**  $V = 0.166 \text{ m}^3$ ,  $p = 0.76 \text{ MPa}$ ,  $T = 438.3 \text{ K}$

## Aufgabe 1.4 - 1 Pkt.

Man berechne den Anstieg der Schmelzdruckkurve des Systems Eis - Wasser im Phasengleichgewicht bei  $0^\circ\text{C}$ , wenn für die spezifische Dichte von Wasser gilt  $(\rho_{Fl})^{-1} = 1.0 \text{ cm}^3/\text{g}$ , für jene des Eises  $(\rho_E)^{-1} = 1.0907 \text{ cm}^3/\text{g}$  und für die spezifische Schmelzwärme  $\lambda_S = 332.8 \text{ kJ/kg}$ .

- (a) Welcher Druck ist erforderlich, damit Eis bei  $-5^\circ\text{C}$  schmilzt?  
(b) Welcher Druck muss vom Körpergewicht eines Eisläufers unter den Kufen eines Schlittschuhs lokal erzeugt werden, damit Eis bei  $-10^\circ\text{C}$  schmilzt? Wie groß ist die wirksame Kontaktfläche zwischen Eis und Schlittschuhkufen bei einer Körpermasse von  $m = 70 \text{ kg}$ .

**Lösung:** (a)  $672 \text{ bar}$ , (b)  $1343 \text{ bar}$  bzw.  $5.11 \text{ mm}^2$ .

### Aufgabe 1.5 - 2 Pkt.

In einem Behälter ( $V = 2 \text{ l}$ ) werden  $5 \text{ g}$  Ammoniak-Gas bei einer Temperatur von  $135^\circ\text{C}$  aufbewahrt. Für das Gas soll die van-der-Waals Gleichung gelten.

$$a = 0.422 \cdot 10^6 \text{ Jm}^3/\text{kmol}^2$$

$$b = 37.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}$$

Molmasse:  $m_M = 17.03 \text{ g/mol}$

(a) Welches Volumen  $V_m$  nimmt ein Mol des Gases ein, und welcher Anteil davon entfällt auf das molare Eigenvolumen?

(b) Welchen Druck hat das Gas im Behälter? Berechne auch den prozentualen Anteil des Binnendrucks am Druck.

(c) Wie groß ist der Druck bei einer Betrachtung des Gases als ideales Gas?

**Lösung:** (a)  $6.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$  und  $0.55\%$ , (b)  $4.9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  und  $1.8\%$ , (c)  $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

### Aufgabe 1.6 - 2 Pkt.

Heißes Wasser wird mit Eiswasser vermischt.

(a) Welche Temperatur  $T_{\text{mix}}$  stellt sich ein, wenn gilt:

Heißes Wasser:  $m_{W1} = 60 \text{ g}$ ,  $T_1 = 80^\circ\text{C}$

Eiswasser:  $m_{\text{Eis}} = 10 \text{ g}$  und  $m_{W2} = 20 \text{ g}$ ,  $T_2 = 0^\circ\text{C}$

(b) Berechnen Sie die dabei auftretende Entropieänderung

(Die spezifische Wärme von Wasser beträgt  $c_w = 4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , die Schmelzwärme von Eis beträgt  $\lambda_S = 330000 \text{ J kg}^{-1}$ )

**Lösung:** (a)  $317.6 \text{ K}$ , (b)  $4.6 \text{ J/K}$