

Kernbeispiele Thermodynamik für 1. Test

1. Zustandsgleichung des idealen Gases: $pV = nRT$

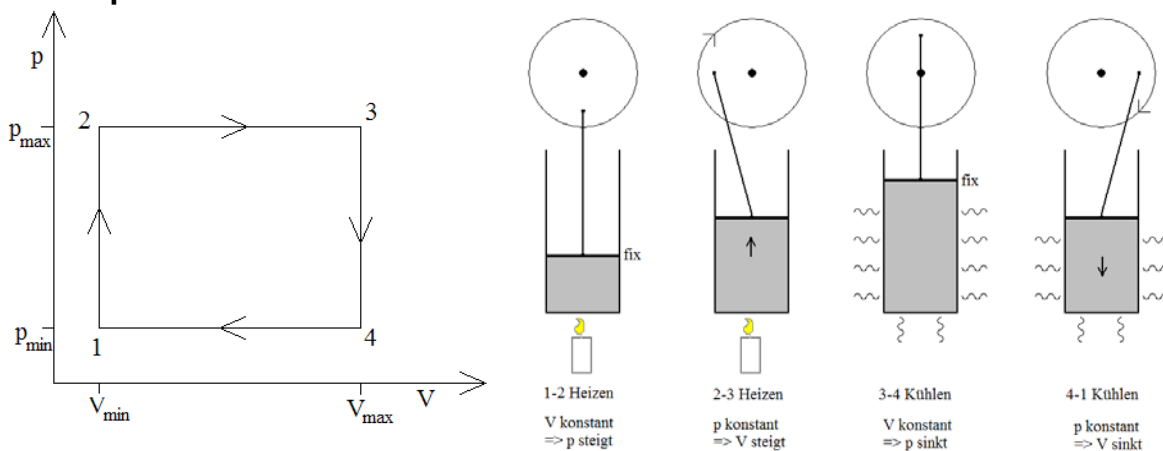
Gegeben ist ein Volumen von 20 dm^3 . Darin befinden sich 3 mol eines idealen Gases. Die Temperatur beträgt 15°C .

- Wie groß ist der Druck?
- Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen, wenn das Gas Helium ist?
- Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit bei Argon?
 $m_{\text{Ar}} = 6,6335 \times 10^{-26} \text{ kg}$ (schweres Edelgas, das in Isoliergasfenstern verwendet wird). Ebenfalls drei Freiheitsgrade.

Hinweis 1: Die Masse der Teilchen geht also mit der inversen Wurzel in die mittlere Geschwindigkeit ein. Das gilt auch für die Schallgeschwindigkeit. (Ist mögliche Frage bei Vorlesungsprüfung.)

Hinweis 2: Bei molekularen Gasen wie etwa N_2 müsste man berücksichtigen, dass mehr Freiheitsgrade f vorhanden sind, aber nur drei in die mittlere Geschwindigkeit eingehen. Es käme also ein Faktor $\sqrt{3/f}$ dazu. Da die Anregungswahrscheinlichkeit der anderen Freiheitsgrade von der Temperatur abhängt, ist die Rechnung aber nicht so einfach.

2. Kreisprozess aus 2 isobaren und 2 isothermen Prozessschritten.



- 1 -> 2: isochore Erhöhung des Drucks von p_{\min} auf p_{\max}
- 2 -> 3: isobare Erhöhung des Volumens V_{\min} auf V_{\max}
- 3 -> 4: isochore Reduzierung des Drucks von p_{\max} auf p_{\min}
- 4 -> 1: isobare Reduzierung des Volumens von V_{\max} auf V_{\min}

Gegeben sind: V_{\min} , p_{\min} , V_{\max} , p_{\max} , T_1 ($= T$ bei V_{\min}, p_{\min}),
sowie Art des Gases (1- od. 2-atomig, wegen C_v , C_p)

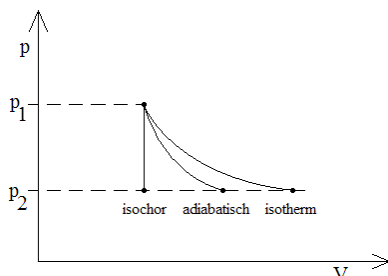
Fragen:

- Wie viele Mol eines idealen Gases beinhaltet das Volumen?
- Wie groß sind die Temperaturen T_2 , T_3 , T_4 ?

- c) In welchen Schritten muss Wärme zugeführt werden, bei welchen wird Wärme abgegeben? (siehe Skizze)
- d) In welchen Schritten leistet das Gas Arbeit ans Schwungrad, in welchen muss ihm Arbeit vom Schwungrad zugeführt werden?
- e) Was ist die gesamte geleistete Arbeit? (Ist beim Kreisprozess immer die eingeschlossene Fläche im pV-Diagramm.)
- f) Wie groß ist der Wirkungsgrad?
 Wirkungsgrad = Betrag von (geleistete Arbeit - aufgenommene Arbeit) / (zugeführte Wärmemenge), die nach außen abgeführte Wärme wird als verloren angenommen
- g) Weitere mögliche Frage: Wenn die Maschine diesen Kreisprozess 2000 Mal pro Minute durchläuft, wie groß ist ihre Leistung? (2,5 kW)

3. Es sollte auch ein isothermer und ein adiabatischer Prozess gerechnet werden, wenigstens als Einzelprozesse:

Eine Stickstoffmenge der Masse $m = 200 \text{ g}$, ($1 \text{ Mol} = 28 \text{ g}$), $\kappa = 1,41$, $c_V = 742 \text{ J/(kgK)}$ wird bei $T_1 = 300 \text{ K}$ (etwa 27°C) und $p_1 = 4,052 \text{ bar}$ einem thermodynamischen Prozess unterzogen, bei dem der Druck auf $p_2 = 3,039 \text{ bar}$ absinkt ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$). Man berechne für einen isochoren, einen adiabatischen und einen isothermen Prozess



- a) welche Wärmemenge Q dabei dem Gas zugeführt wird
- b) welche Arbeit das Gas dabei verrichtet
- c) wie sich seine innere Energie U verändert.