

# Ferienkurs Experimentalphysik II Elektro- und Thermodynamik

## Übung zur Thermodynamik Teil II

12. September 2011  
Michael Mittermair

## Aufgabe 1

Ein Mol eines idealen Gases expandiert von Volumen  $V_1$  auf ein Volumen  $V_2 = e \cdot V_1$ . Die Expansion erfolgt isotherm und quasi-statisch. Bestimme die Wärmemenge, die während des Prozesses vom Gas aufgenommen wird.

## Aufgabe 2

Leiten Sie aus dem ersten Hauptsatz, der idealen Gasgleichung und den molaren Wärmekapazitäten  $c_p$  und  $c_V$  mit dem Adiabatenkoeffizienten  $\kappa = \frac{c_p}{c_V}$  die Adiabatenbeziehungen  $PV^\kappa = \text{const}$  und  $TV^{\kappa-1} = \text{const}$  für adiabatische Zustandsänderungen her.

## Aufgabe 3

Ein Physikstudent hat gelernt, dass bei jeder Temperaturangleichung eines heißen mit einem kalten System die Unordnung der Welt zunimmt. Seither hat er beim Kaffeetrinken ein schlechtes Gewissen, wenn er kalte Milch hinzugibt. Er will nun wissen, wie viel Entropie er pro Kaffee erzeugt, um zu entscheiden, ob er das mit seinem Gewissen vereinbaren kann.

a)

Wie viel Entropie erzeugt der Student also, wenn er 200ml Kaffee (200ml 90C warmes Wasser) mit 50 ml Milch (50 ml 5C warmes Wasser) mischt? Zur Vereinfachung wird angenommen, dass der Wärmestrom  $\dot{Q}$  vom Kaffee in die Milch zeitlich konstant und die Temperaturangleichung nach einer bestimmten Zeit  $\Delta t$  abgeschlossen ist.

b)

Welchen unter Umständen noch größeren Entropieerzeugungsprozess hat der Student vergessen?

## Aufgabe 4

Betrachtet werde eine Klimaanlage, die nach dem Prinzip eines linksläufigen Carnotschen Kreisprozesses betrieben wird. Der Carnotprozess arbeitet dabei zwischen einem kalten und einem heißen Reservoir mit den Temperaturen  $T_k$  und  $T_h$ . Je nach Jahreszeit arbeitet die Klimaanlage als Wärmepumpe oder als Kältemaschine.

Hinweis: Bedenken sie, dass die Isothermen eines Carnotprozesses recht gut mit einem T-S-Diagramm betrachtet werden können.

Wie groß ist die Leistungsziffer  $\varepsilon = \frac{Q_{aus}}{W_{ges}}$  für eine Heizung ( $T_h = 298K$ ,  $T_n = 268K$ )?

Wie groß ist  $\varepsilon_0 = \frac{Q_{ein}}{W_{ges}}$  für die Raumkühlung im Sommer ( $T_h = 313K$ ,  $T_n = 298K$ )?

## Aufgabe 5

Der Ottomotor ist eine Wärme-Kraft-Maschine, deren Kreislauf aus einer adiabatischen Kompression, einer isochoren Erhitzung, einer adiabatischen Expansion und einer isochoren Abkühlung besteht. Wie sieht der Modell-Kreisprozess für den Ottomotor im P-V-Diagramm aus?

Wie groß ist sein Wirkungsgrad  $\eta$  in Abhängigkeit der Temperaturen  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  und  $T_4$ .

Wie groß das Verdichtungsverhältnis  $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$  und wie hängt der Wirkungsgrad davon ab?