Übungen zur Experimentalphysik I (Thermodynamik)
Aufgabenblatt 4 von 5
Abgabe im OLAT: Montag, 08.02.2021, 18:00 Uhr

GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

Aufgabe 1: Entropie - beißt nicht, will nur spielen
Gegeben seien zwei feste Körper mit gleicher Masse m und gleicher spezifischer Wärmekapazität c_V (c_V sei temperaturunabhängig). Körper 1 wird auf Temperatur T_1 gebracht, Körper 2 auf T_2, wobei $T_1 > T_2$. Dann werden beide Körper in thermischen Kontakt gebracht, sodass Wärmeenergie von Körper 1 zu Körper 2 fließt bis die Mischtemperatur T_m erreicht ist und keine Wärmeenergie mehr fließt. (Es soll keine Wärmeenergie verloren gehen oder abgestrahlt werden. Die Volumenänderung der Körper ist vernachlässigbar.)
a) Wie groß ist die Mischtemperatur?
b) Wie ändern sich die Entropien der beiden Körper?
c) Wie ist die Entropieänderung ΔS des gesamten Systems?

Aufgabe 2: Immer im Kreis
Ein ideales Gas durchläuft einen Kreisprozess mit zwei Isochoren und zwei Isobaren. Dabei verdoppeln sich jeweils Volumen und Druck.
a) Zeichnen Sie das p-V-Diagramm.
b) Bestimmen Sie das Verhältnis von maximaler und minimaler Temperatur.
c) Betrachten Sie das System als Wärme-Kraft-Maschine und bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Prozesses. (Überlegen Sie: Bei welchen Schritten wird Wärmeenergie aufgenommen / abgegeben und bei welchen wird mechanische Arbeit am / vom System verrichtet?)
d) Vergleichen Sie den Wirkungsgrad mit dem des Carnot-Prozesses mit T_max und T_min.

Aufgabe 3: Mehr Power!
Sie wollen mit Ihrem Fahrrad schneller zur Uni kommen und bauen eine Wärmekraftmaschine ein: Ein ideales Gas, z.B. Helium, das bei 800 K unter dem Anfangsdruck von 1,2 MPa steht, wird zunächst isotherm von 2 Litern auf 12 Litern expandiert (Kontakt mit Wärmebad). Im zweiten Schritt wird es isobar auf das Ausgangsvolumen komprimiert (Verbindung mit Kältebad) und im dritten und letzten Schritt isochor zurück in den Ausgangszustand gebracht (Kontakt mit Wärmebad).
a) Zeichnen Sie das p-V-Diagramm dieses Prozesses.
b) Berechnen Sie die in einem Zyklus aus dem Wärmebad aufgenommene Wärmeenergie und die abgegebene Arbeit (für den zusätzlichen Antrieb vom Fahrrad).
c) Welche Effizienz hat der Motor? Vergleichen Sie diese mit der Effizienz des Carnot-Prozesses.
d*) Zeichnen Sie das T-S-Diagramm dieses Prozesses. Vergleichen Sie mit dem Carnot-Prozess.

Aufgabe 4: Am Ende doch wieder warm
Sie gießen 300 ml des Eistees (ohne Eis) in ein Glas. An der Außenseite des Glases kondensiert Wasser aus der Luft. Schätzen Sie ab: Wie viel ml Wasser schlagen sich an der Außenseite nieder, wenn die dabei frei werdende Energie vollständig dazu genutzt wird, die Temperatur des Eistees um 2 K zu erhöhen?
(Verdampfungsenthalpie von Wasser: 2257 kJ/kg, näherungsweise temperaturunabhängig)