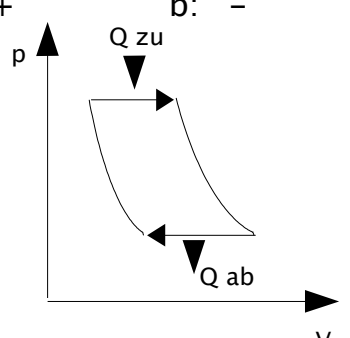


Aufgaben zur Thermodynamik

- 1.) Vergleichen Sie das Modell des idealen Gases mit realen Gasen! [3]
- 2.) Erläutern Sie die Vorgänge im zweiten Takt (Verdichten) und im dritten Takt (zur Vereinfachung: Ausdehnung nach abgeschlossener Verbrennung) bei einem Dieselmotor!
Gehen Sie dabei auf die wesentlichen Zustandsgrößen und die Energiebilanz ein!
Welche Art von Zustandsänderung ist es jeweils? [8]
- 3.) Weshalb unterscheidet man bei Gasen die spezifischen Wärmekapazitäten c_p und c_v ? [3]
Weshalb wird diese Unterscheidung bei Flüssigkeiten und festen Körpern nicht vorgenommen? [1]
- 4.a) Welche Temperatur ergibt sich, wenn 150 ml Wasser von 75°C und 40 ml Wasser von 18°C gemischt werden?
(Die Wärmeabgabe an die Umgebung soll vernachlässigbar sein.) [3]
b) Welche Temperaturerhöhung des Wassers ergibt sich, wenn 5 Gramm flüssiges Blei (Schmelztemperatur) in 0,5 Liter Wasser(20°C) fallen? [7]
- 5.) In welchen Bereichen der Physik ist der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik nicht anwendbar?
Begründen Sie, weshalb das so ist! [4]
- 6.) Unter welchen Bedingungen sind bei einem Gas Volumen und Temperatur proportional? [2]
- 7.) Für isobare Zustandsänderungen gilt die Gleichung: $E_{th,2} - E_{th,1} = Q + W$
 - a) Welches Vorzeichen muss für zugeführte Wärme gelten? [1]
 - b) Welches Vorzeichen hat die Arbeit, die beim Ausdehnen des Gases verrichtet wird? [2]
 - c) Welche Besonderheiten bei dieser Gleichung gelten für isochore Zustandsänderungen? [2]
- 8.a) Skizzieren Sie in einem p–V–Diagramm einen Kreisprozess aus zwei isobaren und zwei adiabatischen Zustandsänderungen! [4]
b) Markieren Sie die Teilprozesse, bei denen Wärme zu- oder abgeführt wird! [2]
c) Bei einem Gasturbinen–Prozess erreicht das Gas eine maximale Temperatur von 520 °C, es wird letztlich bis auf 120 °C abgekühlt.
Wie groß ist der theoretisch mögliche Wirkungsgrad unter diesen Bedingungen? [3]
- 9.**) Auf welche Temperatur kühlt sich die Luft in einer Gewitterwolke beim Aufsteigen auf 8000 m ab?
Am Boden beträgt die Temperatur 27 °C und der Druck 1000 hPa, dabei sind in 1 m³ Luft 20 g Wasserdampf enthalten. Der Wasserdampf kondensiert.
[7, davon 3Punkte für die Berechnung ohne das Wasser]

Lösungen:

- 1.) ideales Gas: keine Kräfte zwischen den Teilchen, Teilchen sind Punktmassen, keine Zusammenstöße der Teilchen untereinander, vollkommen elastische Stöße an den Wänden
all das gilt bei realen Gasen nicht oder nur näherungsweise
- 2.) Verdichten: V wird kleiner, p und T werden größer, es wird mechanische Energie zugeführt, in der kurzen Zeit wird praktisch keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht. ---> adiabatische Zustandsänderung
Ausdehnen: V wird größer, p und T werden kleiner, es wird mechanische Energie abgegeben, in der kurzen Zeit wird praktisch keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht. ---> adiabatische Zustandsänderung
- 3.) bei isobarer Erwärmung wird ein Teil der zugeführten Wärme für die Ausdehnung gebraucht, daher ist für gleiche Temperaturerhöhung mehr Wärmezufuhr erforderlich. ---> $c_p > c_v$
- 4.) a) 63°C
b) $Q_{ab} = 0,005\text{kg} \cdot 26\text{ kJ/kg} + 0,005\text{kg} \cdot (600\text{K} - x) \cdot 0,13\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$
 $Q_{zu} = 0,5\text{kg} \cdot (x - 293\text{K}) \cdot 4,186\text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}$
gleichsetzen ergibt $x = 293,16\text{K} = 20,16^\circ\text{C}$ Erwärmung um 0,16K
- 5.) Immer, wenn wenige Teilchen beteiligt sind!
Da dem 2. Hauptsatz letztlich Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Zustände zugrunde liegen und das Auftreten einer deutlichen Nicht-Gleich-Verteilung bei vielleicht nur vier beteiligten Körpern (anstatt sonst vielen Trilliarden) doch eine relativ hohe Wahrscheinlichkeit hat, klappt es halt nicht.
- in der Physik der Elementarteilchen
- fürs Weltall als Ganzes (obwohl er da stimmen müsste, es dauert nur ziemlich lange)
- 6.) $p = \text{konstant}$
- 7.) a: + b: - c: $W=0$
- 8.) a,b: p c: 50,44%
- 
- 9.) nach der barometrischen Höhenformel sinkt der Druck auf 363,3 hPa.
bei einer adiabatischen Abkühlung (an welchen Körper sollte die Wärme auch abgegeben werden!) sinkt die Temperatur der trockenen Luft auf $224,6\text{ K} = -48,4\text{K}$
das kondensierende und auf $x^\circ\text{C}$ abkühlende Wasser gibt aber $Q = 45,2 + 0,02 \cdot 4,19 \cdot (27 - x)\text{kJ}$ (pro m^3 Luft) ab, die Luft nimmt diese $Q = 1,29 \cdot 0,72 \cdot (x - (-48,4))\text{ kJ}$ auf und erwärmt sich.
gleichsetzen ergibt $x = 2,5^\circ\text{C}$