

Klausuraufgaben zur Thermodynamik

Name:

Don., den 23. Juni 2005, 14h ct.

Punktezahl für die Aufgaben: 50% der möglichen Punkte sollten erreicht werden

1. Aufg.	2. Aufg.	3. Aufg.	4. Aufg.	5. Aufg.	6. Aufg.	7. Aufg.	8. Aufg.	Σ
2 + 2	2	3	2	2	1	1 + 1	1 + 2	19

erreichte Punktezahl:

Aufg. 1 Thermodynamische Potentiale

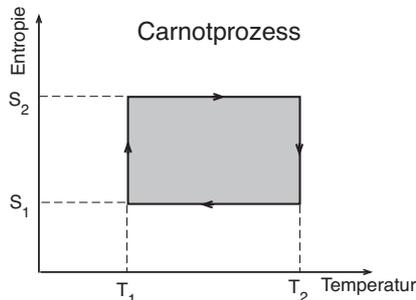
- a) Notieren Sie die Thermodynamischen Potentiale

Entropie S , Innere Energie U , Freie Energie F GIBBS'sches Potential G & Enthalpie H mit ihren "natürlichen" Variablen für Gase und Flüssigkeiten zusammen mit ihren Differentialen dU , dS , dF , dG und dH . (2 Punkte)

- b) Wie sind Sie Potential U und F , U und H mit Hilfe der LEGENDRETRANSFORMATIONEN verknüpft? (2 Punkte)

Aufg. 2 Kreisprozess

Die CARNOTMASCHINE kann man am einfachsten in einen (T, S) -Diagramm wie in der Abbildung beschreiben werden.



Notieren Sie die vier verschiedenen Prozesse, die in einem CARNOTZYKLUS vorkommen, z.B. indem Sie sie in der Abbildung eintragen. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad $\eta = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Wärme}}$ ebenfalls mit dieser Abbildung. Wodurch sind Arbeit und Wärme dort definiert? (2 Punkte)

Aufg. 3 Clausius–Clapeyron Gleichung

- a) Für den Anstieg des Dampfdruck $p(T)$ mit der Temperatur T gilt die CLAUSIUS–CLAPEYRON Gleichung

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T(V_{\text{dampf}} - V_{\text{flüss}})} \quad (*)$$

die diesen Anstieg mit meßbare Größen wie der "latente" Wärme L oder der Verdampfungswärme verknüpft und die Volumenänderung $V_{\text{dampf}} - V_{\text{flüss}}$ verknüpft. Geben Sie eine Ableitung dieser Gleichung. (3 Punkte)

Aufg. 4 Formel für den Dampfdruck

- b) Die folgende empirische Formel

$$p(T) = p_0 \cdot \exp\left(\frac{L}{R} \cdot \frac{T - T_0}{T_0 T}\right)$$

zeigt den exponentiellen Anstieg des Dampfdruck $p(T)$ als Funktion der Temperaturdifferenz $T - T_0$, wobei man für Wasserdampf die Werte von p_0 und T_0 für den Gefrierpunkt nehmen würde. Zeigen Sie, daß diese Formel für den Dampfdruck der CLAUSIUS-CLAPEYRON Gleichung, (*) Aufg.3, erfüllt. Allerdings muß man einige zusätzliche Annahmen machen, welche sind dies außer der Annahme, daß V_{dampf} der idealen Gasgleichung genügen soll? (2 Punkte)

Aufg. 5 Anstieg der Entropie?

Zwei Körper mit unterschiedlichen Temperaturen T_1 und T_2 werden in Kontakt gebracht, so daß sich die Temperaturen angleichen können. Gemeinsam bilden die Körper ein abgeschlossenes System, so daß die Gesamtenergie E sich nicht ändern kann. Zeigen Sie, daß die Entropie

$$S(E) = S_1(E_1) + S_2(E_2) \quad \text{mit} \quad E_1 + E_2 = E$$

als Funktion der Zeit t sich vergrößern wird

$$dS/dt > 0 ,$$

wenn man die plausible Annahme macht, daß der wärmere Körper Energie beim Temperaturausgleich verliert.

Hinweis: Berechnen Sie dS/dt und benutzen Sie Beziehung $dS_i/dE_i = 1/T_i$ für die beiden Körper. (2 Punkte)

Aufg. 6 Dritter Hauptsatz der Thermodynamik

Nennen Sie zwei äquivalente Formulierungen für den 3. Hauptsatz oder das NERNSTsche Wärmetheorem (z.B. eine Textform und eine mathematische Formulierung). (1 Punkt)

Aufg. 7 Shannon-Entropie

- a) Wie lautet die Formel für die SHANNONentropie für die Wahrscheinlichkeiten p_i , deren Summe $\sum_{i=1}^N p_i = 1$ ist? (1 Punkt)
- b) Welche Form hat diese Entropieformel für den speziellen Fall, daß alle N Wahrscheinlichkeiten p_i gleich sind? Für welche "Gesamtheit" oder bei welchen "ensemble" benutzt diese Art der Mittelung mit gleichen Gewichten p_i in der Thermodynamik? (1 Punkt)

Aufg. 8 "van der Waals"- Gleichung

- a) Notieren Sie die van der Waals Gleichung und skizzieren Sie die dazugehörigen Isothermen in ein PV -Diagramm. (1 Punkt)
- b) Mit welchen Isothermen kann man den Übergang gasförmig zu flüssig beschreiben. Wie legt man den Koexistenzbereich zwischen Gas und Flüssigkeit fest? (2 Punkte)