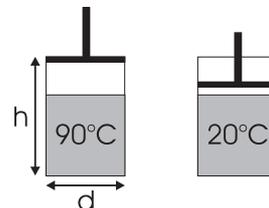


ÜBUNGSAUFGABEN (III)

(Besprechung Donnerstag, 10.11.16)

Aufgabe 1: (5 Punkte)

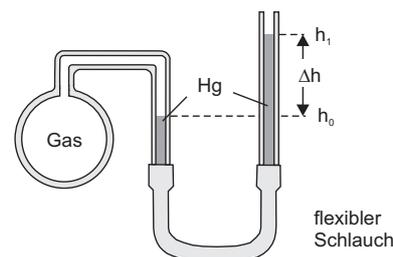
Beim Marmeladeeinkochen haben Sie übersehen, dass Sie für das letzte Glas keinen Deckel mehr übrig haben. Stattdessen verwenden Sie einen luftdicht abschließenden Gummistopfen, den Sie zufällig zur Hand haben. Beim Abkühlen der Marmelade von 90°C auf Raumtemperatur (20°C) wird der Gummistopfen ins Glas gezogen. Am nächsten Tag möchten Sie ihn durch einen richtigen Deckel ersetzen. Wieviel Arbeit W müssen Sie verrichten, um den Gummistopfen aus dem Glas zu ziehen, wenn die Temperatur des eingeschlossenen Gases beim langsamen Hinausziehen des Stopfens konstant bleibt? Leiten Sie dazu einen Ausdruck für W als Funktion thermodynamischer Zustandsgrößen ab.



Hinweise und Zahlenwerte: Das eingeschlossene Gas sei ideal und die Marmelade inkompressibel. Außendruck $P_0 = 1013\text{ hPa}$; Glashöhe $h = 15.0\text{ cm}$; Glasdurchmesser $d = 7.0\text{ cm}$; Füllhöhe der Marmelade $f = 8.0\text{ cm}$; Dicke des Gummistopfens $g = 0.5\text{ cm}$.

Aufgabe 2: (6 Punkte)

Bei einem idealen Gas gilt für Druck P , Volumen V und Temperatur T der einfache Zusammenhang $PV = nRT$ mit Molzahl n und allgemeiner Gaskonstante $R = 8.31\text{ J}/(\text{mol K})$. Diese Zustandsgleichung lässt sich zum Bau eines Gasthermometers ausnutzen. Ein annähernd ideales Gas wird in ein Gefäß gegeben ($T_0 = 20^\circ\text{C}$, $V_0 = 100\text{ cm}^3$) und durch Quecksilber (Hg) in einem U-förmigen Glasrohr (Innendurchmesser 5 mm) eingeschlossen. Das U-Rohr ist aufgrund der Schlauchverbindung in seiner Höhe variabel verstellbar, der Außendruck sei $P_0 = 1013\text{ hPa}$. Die Temperaturänderung ΔT soll entweder durch die Volumenänderung (mittels h_0) bei konstantem Gasdruck P_0 oder durch die Druckänderung (mittels Δh) bei konstantem Volumen V_0 gemessen werden. Wie können diese Fälle für die gezeigte Anordnung jeweils experimentell realisiert werden? Leiten Sie h_0 bzw. Δh als Funktion der Temperatur her und berechnen Sie deren Zahlenwerte für $\Delta T = 1\text{ K}$.



Aufgabe 3: (4 Punkte)

Die Wärmekapazität $C = \delta Q/dT$ eines Körpers ist keine Zustandsgröße, sondern abhängig von den experimentellen Bedingungen, unter denen sie gemessen wird. Es ist daher sehr vorteilhaft, wenn C über eine geeignete Zustandfunktion bestimmt werden kann. Zeigen Sie zunächst unter Verwendung von $dU = \delta Q - P dV$, dass sich die Wärmekapazität bei konstantem Volumen C_V als partielle Ableitung der inneren Energie $U(T, V)$ nach der Temperatur ausdrücken lässt, $C_V = (\frac{\partial U}{\partial T})_V$. Wir suchen dann eine Zustandfunktion $H(T, P)$ mit der sich die Wärmekapazität bei konstantem Druck C_P ebenfalls über eine partielle Ableitung ergibt, also $C_P = (\frac{\partial H}{\partial T})_P$. Zeigen Sie, dass die Funktion $H = U + PV$ genau diese Eigenschaft erfüllt. Bestimmen Sie $H(T, P)$ für ideale Gase und berechnen Sie damit C_P .