

Übungen zur Vorlesung Physikalische Chemie II (WS 20011/2012)

Übung 3

Aufgabe 8:

Der Satz von Schwarz besagt, dass für jedes von zwei Variablen abhängige totale Differential $df(x,y)$, gilt:

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)_y = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)_x$$

Die Reihenfolge der Differentiation (erst nach x , dann nach y ; oder umgekehrt) hat also keinen Einfluss auf das Ergebnis. Die Anwendung des Satzes von Schwarz ermöglicht es zu prüfen, ob ein Differential ein totales ist, und somit, ob die entsprechende Größe eine Zustandsgröße ist.

a) Überprüfen Sie folgende Funktionen, und bilden Sie ggf. das totale Differential:

$$f(x, y) = x^2 y^2 - \sin(y)/x$$

$$f(x, y) = axy^3 + b \ln|x|e^y$$

b) Überprüfen und ggf. berechnen Sie das totale Differential von $V = f(p, T)$ für ein ideales Gas.

Aufgabe 9:

1 mol eines idealen, einatomigen Gases wird auf zwei verschiedenen Wegen von einem Zustand ($V_1 = 22.4 \text{ L}$, $p_1 = 1 \text{ bar}$, T_1) in einen anderen ($V_2 = 74.4 \text{ L}$, $p_2 = 0.3 \text{ bar}$, $T_2 = T_1$) überführt.

Weg 1: isotherme Expansion.

Weg 2: erst isobare Expansion von V_1 auf V_2 , danach isochore Abkühlung bis $T_2 = T_1$.

a) Skizzieren Sie ein pV -Diagramm für beide Wege und tragen Sie Anfangs- und Endzustand, für Weg 2 auch den Zwischenzustand, ein.

b) Berechnen Sie die Temperatur im Anfangs-, Zwischen- und Endzustand.

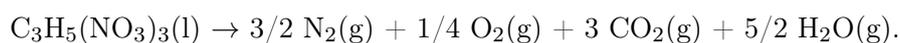
c) Berechnen Sie die Arbeit W , die ausgetauschte Wärme Q und die Änderung der Inneren Energie U und der Enthalpie H für beide Wege. Leistet das Gas Arbeit oder wird Arbeit am Gas verrichtet?

Anleitung: Benutzen Sie für den isobaren Vorgang: $Q = nC_{p,m}\Delta T$, mit $C_{p,m} = 5/2R$ und für den isochoren Vorgang: $Q = nC_{v,m}\Delta T$ mit $C_{v,m} = 3/2R$.

Aufgabe 10:

Die zerstörerische Wirkung von Sprengstoffen beruht darauf, dass innerhalb kurzer Zeit der Stoff ein großes Volumen einnimmt. Dies führt zu einer starken Druckwelle.

Nitroglycerin ($\text{O}_2\text{NOCH}_2\text{-CHNO}_3\text{-CH}_2\text{ONO}_2$) zerfällt nach Erschütterung sehr schnell in viele Gas-moleküle:



Berechnen Sie das Volumen eines mols flüssigem Nitroglycerin, wieviele mole Gas entstehen, und wieviel Volumen diese bei Normaldruck (1bar) einnehmen (Annahme ideales Gas). Berechnen Sie die Arbeit, die das Gas bei der Explosion/Expansion verrichtet, wenn diese bei normalem Druck ($p = 1$ bar) abläuft. Wie hoch könnte ein 40 Tonnen schwerer LKW durch die Explosion angehoben werden (potentielle Energie $E = mgh$, mit $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)?

Hinweis: Vernachlässigen Sie in der Abschätzung die entstehende Wärme. Eine Explosion ist natürlich auch kein Gleichgewichtsvorgang und daher im Detail nicht mit den bisher behandelten Konzepten aus der Thermodynamik zu verstehen.

Die Dichte von flüssigem Nitroglycerin ist $\rho \approx 1892 \text{ kg/m}^3$.