

14.05.2013

Physikalische Chemie II

Übungsblatt 3

1. Isotherme Expansion eines idealen Gases

Bei der Expansion kann ein Gas Arbeit leisten (sogenannte Volumenarbeit). Der Betrag hängt dabei von der Art der Prozessführung ab. Geben Sie diesen Betrag an für eine isotherme Expansion eines idealen Gases von V_1 nach V_2 für die 3 verschiedenen Fälle:

- Im ständigen Gleichgewicht, d.h. der äußere Druck auf den Kolben entspricht jeweils dem Druck des Arbeitsgases.
- Gegen konstanten äußeren Druck (z.B. Luftdruck) für den Fall, dass der Enddruck (p_2) gerade dem äußeren Luftdruck entspricht.
- Wenn das Gas (zum Beispiel durch Öffnen eines Ventils im Zylinder des beweglichen Kolbens) in des Volumen V_2 ausströmt.

Diskutieren Sie die 3 Fälle im Hinblick auf die Reversibilität/Irreversibilität der entsprechenden Prozessführungen. (6 Punkte)

2. Mechanisches Wärmeäquivalent

Ein Meteorit der Masse 1 kg taucht mit einer Geschwindigkeit von 20000 km/h in die Erdatmosphäre ein und wird durch Reibung auf 1000 km/h abgebremst. Wie heiß wird der Meteorit, wenn dessen Material eine spezifische Wärmekapazität von $c = 2.0 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ besitzt. Was verändert sich für einen Meteoriten der Masse 2 kg? (3 Punkte)

3. Druckluftspeicher

Das Energieproblem ist nicht zuletzt ein Problem der Speicherung von Energie. In Norddeutschland wurde vor einigen Jahren ein Druckluft-Energiespeicher realisiert. Dazu wird ein nahezu kugelförmiger Hohlraum in einem Salzstock ($R = 42 \text{ m}$) mit Luft auf einen Druck von 70 bar aufgeladen.

- Berechnen Sie die gespeicherte Energie unter der Annahme isothermer Kompression.
- Welchen Gewinn macht der Betreiber, wenn er den Speicher mit billigem Nachtstrom auflädt (0.05 €/kWh) und die (durch vollständiges Entladen) erzeugte elektrische Energie in Spitzenzeiten zu einem Betrag von 0.20 €/kWh in das Netz einspeist?
- Welche Wärmemenge wird bei isothermer, reversibler Prozessführung an den Salzstock abgegeben?

Anmerkung: Die Aufladung ist in der Praxis nicht isotherm. Den anderen Grenzfall adiabatischer Aufladung dürfen Sie im nächsten Aufgabenblatt berechnen. (4+2+1= 7 Punkte)

4. Austausch von Wärme und spezifische Wärmekapazität

Wenn 45 g eines Metalls von 70°C zu 24 g Wasser von 10°C gegeben werden, stellt sich eine Temperatur von 20°C ein. Berechnen Sie die ausgetauschte Wärmemenge und die spezifische Wärmekapazität des Metalls ($1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$) (3 Punkte)