KLAUSUR PHYSIKALISCHE CHEMIE I (12.07.2003)

BITTE BENUTZEN SIE FÜR JEDE AUFGABE EIN NEUES BLATT UND VERMERKEN SIE IHREN NAMEN UND DEN STUDIENGANG DARAUF

Konstanten:
$R=8.314 JK^{-1}mol^{-1}$; $k_B=1.381*10^{-23}JK^{-1}$; $g=9.81ms^{-2}$; $N_A=6.022*10^{23}mol^{-1}$

Aufgabe 1:

a) In einem Gefäß mit einem Volumen von 1l befinden sich 40mg eines unbekannten idealen Gases bei einer Temperatur von 25°C und einem Druck von 0.03bar. Wie groß ist die Molmasse des Gases?

b) Eine kleine Gasblase aus N_2 besitzt bei einem Druck von 1bar und 25°C einen Durchmesser von 10^{-6}m. Wieviele N_2-Moleküle befinden sich in der Gasblase? ($V=(4p/3)R^3$)

c) In einem Gefäß befinde sich 1mol eines ideales Gas bei T=273K. Der mittlere Abstand der Moleküle beträgt $5*10^{-7}$m. Man schätze den Druck im Gas ab. (Für den mittleren Abstand nehme man die Kantenlänge eines Würfels.)

Aufgabe 2:

a) Nennen Sie zwei der wichtigsten Annahmen, die im Rahmen der vereinfachten kinetischen Gastheorie zum idealen Gasgesetz führen.

b) Wie groß ist das Verhältnis der mittleren Geschwindigkeiten und der mittleren kinetischen Energien von N_2- und H_2-Molekülen bei 20°C? Wie ändert sich dieses Verhältnis als Funktion der Temperatur?

Aufgabe 3:

a) Welche Wärmemenge muss einem mol eines idealen Gases zugeführt werden, damit es bei isothermer Expansion (T=290K) ein Gewicht von 5kg um 1m nach oben bewegt? Um welchen Faktor ändert sich dabei das Volumen des Gases?

b) 1mol eines einatomigen idealen Gases wird auf das dreifache seines Ausgangsvolumen expandiert (T_{Anfang}=300K, P_{Anfang}=1bar). Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie, der Enthalpie und die umgesetzte Wärme für den Fall dass die Expansion i) isotherm und ii) gegen einen konstanten Aussendruck von 1bar durchgeführt wird.

c) Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie, die geleistete Arbeit und die umgesetzte Wärme für den Fall einer isochoren Druckverminderung auf den Enddruck der isothermen Expansion aus Teil b).

Aufgabe 4:

Der Stirling-Prozess ist ein Kreisprozess, der aus folgenden Schritten besteht:

1→2: isotherme Expansion bei T_W ($=T_1=T_2$)
2→3: isochore Druckverminderung
3→4: isotherme Kompression bei T_K
4→1: isochore Druckerhöhung

a) Stellen Sie diesen Prozess qualitativ in einem PV-Diagramm dar.

b) Berechnen Sie die bei der hohen Temperatur T_W aufgenommene Wärme Q_W ($=Q_{12}$) und für jeden Teilschritt die geleistete Arbeit.

c) Wie groß ist der Wirkungsgrad ?=-W/Q_W?

Aufgabe 5:

a) Warum wird in thermochemischen Berechnungen hauptsächlich von Enthalpien statt von inneren Energien ausgegangen?

b) Aus den Standardreaktionsenthalpien der Reaktionen

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2 \qquad \Delta_R H^\ominus = -819.29 \text{ kJ/mol}$$

$$Na_2O + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 \qquad \Delta_R H^\ominus = 243.50 \text{ kJ/mol}$$

berechne man $\Delta_R H^\ominus$ für die Zersetzung von Na_2CO_3 in Na_2O.

c) Wie ändert sich $\Delta_R H^\ominus$ bei einer Temperaturerhöhung von T_1 auf T_2? Wie vereinfacht sich der entsprechende Ausdruck, wenn die Wärmekapazitäten der Reaktionsteilnehmer als temperaturunabhängig angenommen werden können?

Aufgabe 6:

a) Wie ändert sich die Entropie eines geschlossenen physikalischen Systems, wenn ein reversibler Prozess abläuft? Was gilt im Falle eines irreversiblen Prozesses?

b) Wie ändert sich die Entropie eines idealen Gases (1mol), wenn es isotherm auf das fünffache Volumen expandiert wird?

c) Zwei Metallwürfel gleicher Masse und gleichen Materials unterscheiden sich nur in ihren Temperaturen T_1? T_2. Diese Würfel werden in einem thermisch isolierten Behälter in Kontakt gebracht, so dass sie eine gemeinsame Temperatur annehmen. Zeigen sie, dass für die Entropiezunahme des Gesamtsystems gilt: $\Delta S = C_P \ln[(T_1 + T_2)^2 / (4T_1T_2)]$.

Aufgabe 7:

a) Man beweise, dass für ein ideales Gas gilt: $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = \left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = 0$.

b) Ausgehend von der Definition von F und der Gleichung dU=TdS-PdV leite man einen Ausdruck für dF her.

c) Welche Größen erhält man aus den partiellen Ableitungen $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V$ und $\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$?

Aufgabe 8:

a) Für eine gegebene chemische Reaktion ist K_x(300K)=0.4. Bei welcher Temperatur nimmt K_x den Wert K_x(T)=0.7 an, wenn $\Delta_R G^\ominus$ als temperaturunabhängig angenommen werden kann?

b) Man betrachte die sogenannte Boudouard-Reaktion

$$2CO \ ? \ C + CO_2$$

Welchen Wert hat die Gleichgewichtskonstante K_x bei 298K? In welche Richtung wird die Reaktion verlaufen? Was bedeutet das für die Stabilität von CO?
$\Delta_B G^\ominus(CO_2)$=-394.2kJmol^{-1}, $\Delta_B G^\ominus(CO)$=-173.0kJmol^{-1}, $\Delta_B G^\ominus(C)$= 0.