

WS 05/06

1. Klausur zur Physikalischen Chemie für Pharmazeuten und Geowissenschaftler

Datum: 15.12.2005

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Periodensystem

Name: _____

Matrikelnummer _____

Studienfach: _____

Semester: _____

Hinweise:

- Prüfen Sie ob Sie alle Aufgabenblätter haben (20 Seiten)
- Beachten Sie die Innenseite dieses Blattes mit Konstanten und sonstigen Hilfen
- Kennzeichnen Sie deutlich, wenn Sie Aufgaben nicht direkt auf dem Aufgabenblatt in dem dafür vorgesehenen Platz lösen
- Schreiben Sie bitte leserlich und mit einem dokumentenechten Stift

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punkte	/1,5	/2	/4	/3,5	/1	/1,5	/3,5	/3	/1	/1

Aufgabe	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Punkte	/1,5	/2	/2	/2	/2	/1	/1	/1	/1,5	/1

Aufgabe	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Punkte	/2	/1	/2	/1	/2	/1,5	/3	/1	/2	

Punkte gesamt: _____ (53)

Prozent: _____

Konstanten und sonst. Hilfen:

Planck-Konstante $h = 6,626\,0693 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Elementarladung $e = 1,602\,176\,53 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Atomare Masseneinheit $u = 1,660\,538\,86 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Boltzmann-Konstante $k = 1,380\,6505 \cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

Normdruck $p = 101\,325 \text{ Pa}$

Avogadro-Konstante $N_A = 6,022\,1415 \cdot 10^{23} \text{ mol}$

Universelle (molare) Gaskonstante $R = 8,314\,472 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Faraday-Konstante $F = 96\,485,3383 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Vakuumlichtgeschwindigkeit $c = c_0 = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

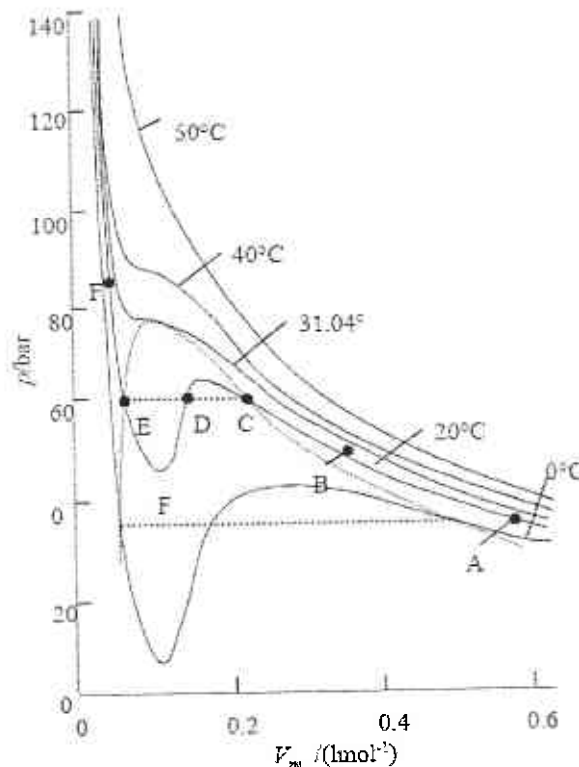
Van-der-Waals-Konstanten von Ethen:

$a = 45,3 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{m}^6\cdot\text{mol}^{-2}$ und $b = 57,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$

Mathematische Hilfsmittel:

$$\int \frac{A}{x-B} dx = A \ln(x-B)$$

1. Berechnen Sie die Masse von gasförmigen Argon, welches bei $p = 10^4$ Pa und $T = 400$ K das gleiche Volumen einnimmt wie $5 \cdot 10^{-3}$ kg Helium bei $p = 10^5$ Pa und $T = 300$ K. (Die Gase Verhalten sich ideal).
2. Gegeben sind die Isothermen eines realen Gases (CO_2) in einem p-V-Diagramm. Die Isothermen wurden mithilfe der VdW-Gleichung berechnet. Zu Anfang befindet sich das gasförmige CO_2 im Zustand A. Nun beginnt man das Gas zu komprimieren.



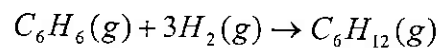
Welche Aggregatzustände liegen in den Punkten B-F vor, wenn man der 20 °C-Isotherme weiter folgt?

Warum folgt man zwischen den Punkten C-D-E nicht der aus der VdW-Gleichung berechneten Isotherme sondern nimmt eine Gerade an? Wie nennt man diese Gerade?

Was ist das besondere bei der 31,04 °C-Isotherme und wie nennt man diese Isotherme?

3. 1 m^3 (422,93 mol) Ethen werde bei 300 K isotherm-reversibel von 10^6 Pa auf 10^5 Pa expandiert. Das Endvolumen beträgt $10,496 \text{ m}^3$. Bestimmen Sie die dabei verrichtete Arbeit unter Anwendung der van-der-Waalsschen Zustandsgleichung. Wie groß ist die Abweichung vom idealen Verhalten (relativer Fehler)?

4. Berechnen Sie die Standard-Reaktionsenthalpie $\Delta_R H_{298}^0$ und $\Delta_R H_{400}^0$ der Reaktion:



Standard-Verbrennungsenthalpien:

$$\Delta H_{298}^0(H_2) = -241,8 \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H_{298}^0(C_6H_6) = -3171,6 \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H_{298}^0(C_6H_{12}) = -3691,1 \frac{kJ}{mol}$$

Molwärmen im Temperaturbereich 290 K – 400 K:

$$H_2(g) : C_p = 28,9 \frac{J}{K \cdot mol}$$

$$C_6H_6(g) : C_p = \left(11,7 + 0,247 \frac{T}{K} \right) \frac{J}{K \cdot mol}$$

$$C_6H_{12}(g) : C_p = \left(10,9 + 0,402 \frac{T}{K} \right) \frac{J}{K \cdot mol}$$

5. Schreiben Sie die kalorische Zustandsgleichung als totales Differenzial (entweder bei konstantem p oder V).
6. Aus welchen Schritten besteht ein Carnotscher Kreisprozess? Zeichnen Sie für ein ideales Gas (c_v und c_p seien konstant) schematisch einen Carnotschen Kreisprozess in den Koordinaten $S_{(U)}$.
7. 1 Mol N_2 durchlaufe folgenden Kreisprozess:
- 1 → 2: isotherme Expansion ($T = 273,15 \text{ K}$)
 - 2 → 3: isochore Abkühlung
 - 3 → 1: adiabatische Kompression
- Zeichnen Sie ein $S_{(T)}$ -Diagramm.
Bestimmen Sie die Temperatur T_2
Bestimmen Sie p_1 , p_2 und p_3 .
8. Skizzieren Sie das Phasendiagramm für Wasser und benennen Sie die einzelnen Phasen und die zwei „charakteristischen Punkte“.
Warum unterscheiden sich die Temperaturen von Gefrierpunkt und Tripelpunkt beim Wasser und um wie viel?

9. Unter dem Wirkungsgrad ϵ einer Maschine versteht man:

- (a) geleistete Arbeit pro aufgenommene Wärme
 (b) aufgenommene Wärme pro geleisteter Arbeit

(c)
$$\epsilon = \frac{|q_{warm}| - |q_{kalt}|}{|q_{warm}|}$$

(d)
$$\epsilon_{reversibel} = 1 - \frac{|T_{kalt}|}{|T_{warm}|}$$

- ☐ a und c
☐ a und d
☐ b und c
☐ b und d
☐ a, c und d
☐ b, c und d

10. Geben Sie eine ausformulierte Definition des chemischen Potentials.

11. Wie sind ΔG und ΔG^0 miteinander verknüpft? Was ist somit der Unterschied zwischen ΔG und ΔG^0 ? Erklären Sie, was der Index „0“ bedeutet.

12. Mischt man bei 35 °C Aceton (Dampfdruck 0,46 bar) und Schwefelkohlenstoff (Dampfdruck 0,68 bar), so nimmt der Gesamtdampfdruck zu. Den höchsten Dampfdruck von $p_{ges} = 0,87$ bar besitzt das Gemisch bei einer molaren Zusammensetzung der flüssigen Phase von 67 % CS_2 und 33 % Aceton. Hier besitzt CS_2 einen Partialdruck von 0,58 bar.

Wie groß ist der Partialdruck des Acetons bei dieser Zusammensetzung?

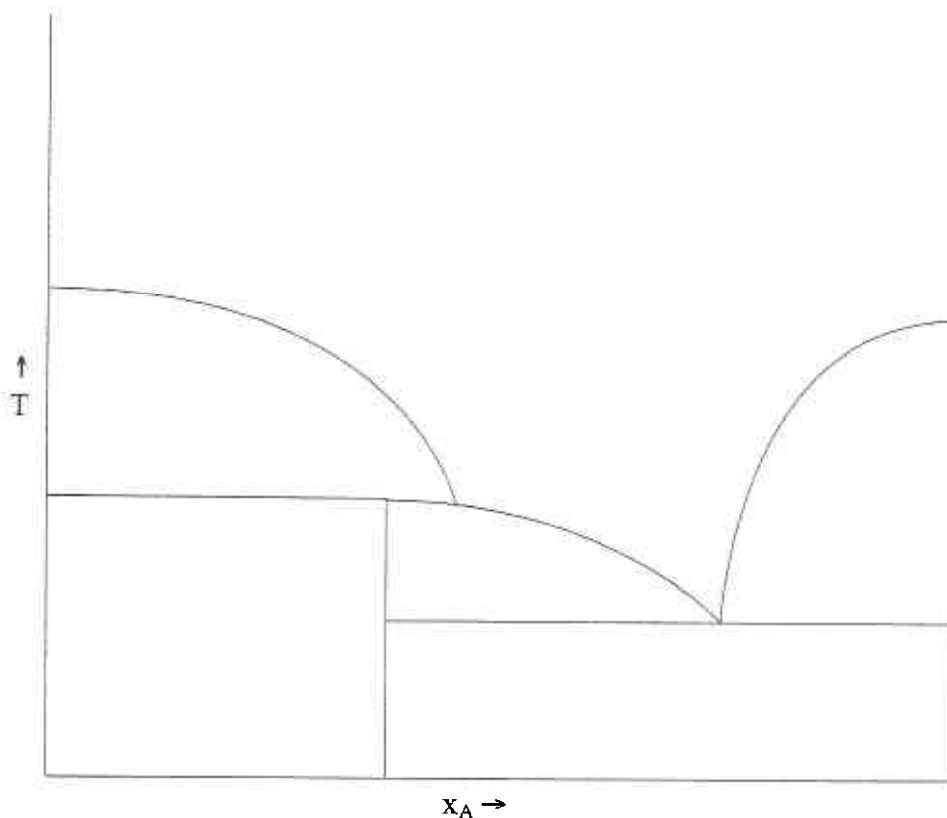
Wie groß sind die Aktivitätskoeffizienten der Komponenten bei dieser Zusammensetzung?

Wie groß ist bei dieser Zusammensetzung der Anteil von Aceton in der Dampfphase?

Lässt sich solch ein Gemisch destillativ wieder trennen? Begründen Sie ihre Antwort.

13. Wie kalt muss eine wässrige Magnesiumchlorid-Lösung sein, damit sie gefriert. 1 l Lösung enthält 2,3 g Magnesiumchlorid. Die molare Schmelzenthalpie von Wasser beträgt $\Delta h_m = 6,01 \frac{kJ}{mol}$. Interionische Wechselwirkungen seien vernachlässigbar.

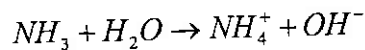
14. Was sind Perpetuum Mobile 1. und 2. Art? Geben Sie je ein (theoretisches) Beispiel für ein Perpetuum Mobile 1. und 2. Art.
15. Das folgende Phasendiagramm zeigt ein 2-Komponentensystem. Es wird eine inkongruent schmelzende Verbindung AB_2 gebildet. Die festen Phasen beider Komponenten sind fast nicht ineinander löslich.



Geben Sie für alle Bereiche die Zusammensetzung und die Anzahl und Art der Phasen an. Bitte im Diagramm direkt einzeichnen. Wo ist das Eutektikum zu finden?

16. Was ist das Prinzip von Le Chatelier? Welche 3 wichtigen Einflussgrößen spielen dabei eine Rolle?
17. Was besagt das Nernstsche Wärmetheorem?

18. Gegeben ist folgende Reaktion:



Wie groß ist die Anzahl der Freiheitsgrade des Systems, wenn es sich um eine homogene Lösung handelt?

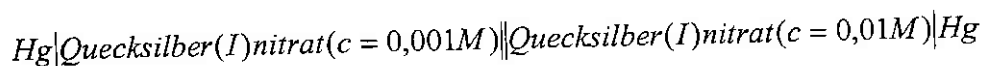
19. Ein Rotationsverdampfer ist an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen. Mithilfe eines Rotationsverdampfers kann durch verringerten Druck das Lösungsmittel abgezogen werden, wenn der Siedepunkt (bzw. Dampfdruck) des Lösungsmittels viel geringer ist als der darin gelösten Substanz. Wie hoch ist der minimale Druck, der durch eine Wasserstrahlpumpe erzeugt werden kann?
(Die Temperatur des Leitungswassers betrage $T = 15^\circ\text{C}$, die Verdampfungsenthalpie des Wassers beträgt $\Delta h_v = 44 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. In der Umgebung herrscht Standarddruck)

20. (Für) das Raoult'sche Gesetz gilt:

- (a) Die relative Erniedrigung des Dampfdrucks des Lösungsmittels ist gleich dem Molenbruch des gelösten Stoffes.
- (b) Die relative Erniedrigung des Dampfdrucks des gelösten Stoffes ist gleich dem Molenbruch des Lösungsmittels.
- (c) Für ideale Mischungen
- (d) Für reale Lösungen

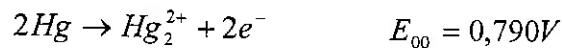
- ☐ nur c
- ☐ nur d
- ☐ a und c
- ☐ a und d
- ☐ b und c
- ☐ b und d

21. Bei der Konzentrationszelle



wird eine elektromotorische Kraft von $E_0 = 0,029\text{ V}$ gemessen. Welche Strukturformel besitzt demnach Quecksilber(I)nitrat? (Tipp: HgNO_3 oder $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ oder $\text{Hg}_3(\text{NO}_3)_3$, Rechenweg zählt)

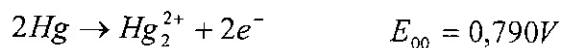
22. Gegeben sind die folgenden Normalpotentiale:



Berechnen Sie hieraus das Normalpotential des Systems $\text{Hg}_2^{2+} / \text{Hg}^{2+}$

23. Das Normalpotential der Kalomelelektrode $\text{Hg}|\text{Hg}_2\text{Cl}_2|\text{Cl}^- (c = 1\text{M})$ beträgt $E_{00} = 0,270\text{ V}$. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von Kalomel (Hg_2Cl_2).

Gegeben sind die folgenden Normalpotentiale:



24. Bei welchem der genannten Prozesse nimmt die Entropie zu?

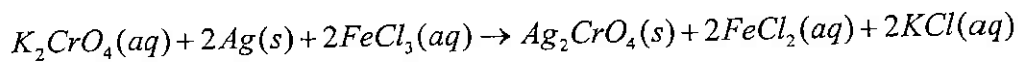
- (a) Zerstampfen einer Limette
- (b) Lösen von Rohrzucker in Limettensaft
- (c) Vermischen von Cachaca („Schnaps“) mit Zucker-Limettensaft
- (d) Zugabe von Eis zum Cocktail
- (e) Rühren

- ☐ a, b und c
- ☐ a, b, c und d
- ☐ a, b, c und e
- ☐ b, c und d
- ☐ keinem
- ☐ allen

25. Skizzieren Sie die Isothermen eines idealen Gases in einem $p(V)$ -Diagramm bei zwei verschiedenen Temperaturen T_1 und T_2 ($T_2 > T_1$), sowie die Isobaren eines solchen Gases in einem $V(T)$ -Diagramm bei zwei verschiedenen Drücken p_1 und p_2 ($p_2 > p_1$).

26. Ein „Sprudelautomat“, mit dem man Wasser mit CO_2 versetzen kann, arbeitet mit 5 bar Druck. Wie groß ist ungefähr die Molalität des CO_2 , die man erreichen kann? Die benötigte Konstante hat einen Wert von 1670 bar.

27. Die freie Standard-Enthalpie der Reaktion



beträgt $-62,5 \frac{kJ}{mol}$ bei 298 K. Wie groß ist die Standard-EMK der entsprechenden elektrochemischen Zelle und wie lauten die Halbreaktionen und wie groß ist das Standard-Reduktionspotential des Redox-Paares $Ag_2CrO_4 / Ag, CrO_4^{2-}$?
(Das Standard-Reduktionspotential des Redox-Paares Fe^{3+}/Fe^{2+} beträgt + 0,77 V)

28. Man reist mit dem Auto von Ort A nach Ort B. Welche der folgenden Größen (bezogen auf die Bewegung von A nach B) sind Zustandsfunktionen der Reise:

- (a) zurückgelegte Entfernung
- (b) Änderung der geographischen Breite
- (c) Höhenunterschied
- (d) Benzinverbrauch
- (e) Reisedauer
- (f) Änderung der geographischen Länge
- (g) Arbeit die benötigt wurde das Auto zu bewegen
- (h) Sauerstoffverbrauch vom Fahrer während der Reise

- ☐ alle
- ☐ keine
- ☐ b und f
- ☐ a, d, g und h
- ☐ h und g
- ☐ b, c und f

29. Ein Heißluftballon hat ein Volumen von 2500 m^3 und ein Startgewicht (Masse) von 250 kg. Die Temperatur am Flugtag beträgt 15°C . Auf welche Temperatur muss die Luft im Inneren des Ballons erwärmt werden, damit der Ballon abhebt?
(Nehmen Sie ideales Verhalten der Luft an. Rechnen Sie mit einer Luftzusammensetzung von 20 % O_2 und 80 % N_2 , Nehmen Sie auch für 15°C ein Molvolumen von $22,4 \text{ l}$ an)