

Klausur zur Physikalischen Chemie für Pharmazeuten

erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner
PeriodensystemName:
Punkte:Prof. Dr. Günter Gauglitz
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie
Auf der Morgenstelle 8
D-72076 Tübingen

1. Welcher der angegebenen Prozesse ist reversibel?

- ☐ Vermischen von Wasser und Alkohol
- ☒ Freie atmosphärische Verbrennung von Erdgas
- ☐ Auflösen von Kochsalz in Wasser
- ☐ Ausströmen von Sauerstoff aus einer Druckgasflasche
- ☐ Keine der vorstehenden Aussagen trifft zu

Punkte: 0

2. Gebe die chemische Definition einer reinen und einer Mischphase.

Reine Phase: ein reiner Stoff liegt vor

Mischphase: 2 Stoffe sind in einer Phase

Punkte: 1/2

3. Eine Druckgasflasche, gefüllt mit einem näherungsweise idealen Gas, weist bei 17 °C einen Fülldruck von 58 bar auf. Nach Temperaturerhöhung auf 22 °C beträgt der Druck etwa

- ☐ 45 bar
- ☐ 57 bar
- ☒ 59 bar
- ☐ 63 bar

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}$$

Punkte: 1,5

4. Ein Wetterballon, der von Meereshöhe bei 13 °C gestartet wird, hat dort einen Durchmesser von 0,5 m. Er dehnt sich auf einen Durchmesser von 3 m aus, wenn er auf eine bestimmte Höhe gestiegen ist, bei der die Temperatur -17 °C beträgt. Wie gross ist hier der Druck?

Punkte:

5. Welche der folgenden Aussagen treffen zu?

Vergleicht man Sauerstoff und Stickstoff im (praktisch idealen) Gaszustand bei gleicher Temperatur und bei gleichem Druck, so gilt näherungsweise, daß Sauerstoff

- (a) Die gleiche Dichte aufweist
- (b) Im gleichen Volumen eine größere Stoffmenge enthält
- (c) Bei gleicher Masse ein kleineres Volumen ausfüllt

- ☐ nur a
- ☒ nur c
- ☐ nur a und c
- ☐ nur b und c
- ☐ a bis c (alle)

Punkte: 1,5

6. Skizziere kurz ein Diagramm, das die Beziehung $\frac{p}{T} = \text{konst}$ und eines, das die Beziehung $p \cdot T = \text{konst}$ veranschaulicht.

Punkte: 2

7. Ein geschlossenes Gefäß enthält 2 mol Helium unter einem Druck von 1 bar bei 20 °C. Dann wird ein mol Wasserstoff von 100 °C dazugepumpt. Wie gross ist der Partialdruck des Heliums, wenn das Gefäß wieder auf die ursprüngliche Temperatur abgekühlt ist?

- ☐ $\frac{2}{3}$ bar
- ☒ 1 bar
- ☐ $\frac{4}{3}$ bar
- ☐ 2 bar
- ☐ 3 bar

Punkte: 1

WS 02/03

8. In einem Kolben werden 2 mol Helium und 1 mol Argon gemischt und so komprimiert, daß sich ein Gesamtdruck von 6 bar einstellt. Wie gross ist dann der Partialdruck des Heliums?

$$x_H = \frac{n_H}{n_H + n_A} = \frac{2}{3}$$

$$p_H = x_H \cdot p = 4 \text{ bar}$$

Punkte: 7

9. In einer Stahlflasche mit $v = 40 \text{ l}$ Inhalt befinden sich 8500g Sauerstoff bei 25°C . $a = 1.382 \text{ l}^2 \cdot \text{bar/mol}^2$; $b = 0.03186 \text{ l/mol}$. Man berechne den Druck in der Flasche

1.) nach der idealen Zustandsgleichung

$$p = \frac{nRT}{v} = \frac{246,64 \text{ mol} \cdot 8,3145 \text{ J/mol K} \cdot 298 \text{ K}}{0,04 \text{ m}^3} = 16154,64 \text{ Pa}$$

2.) nach der van der Waals-Zustandsgleichung.

$$(p + (n^2 \frac{a}{v^2})) (v - nb) = nRT$$

$$p = \frac{nRT}{v - nb} - (n^2 \frac{a}{v^2}) = 2428,77 \text{ kPa}$$

Punkte: 2

10. Welche Aussagen treffen zu?

Durch die Wand eines Vakuumisoliiergefäßes (Dewar-Gefäß) strömt umso mehr Wärmeenergie pro Zeiteinheit

- (a) je größer die Temperaturdifferenz zwischen Innenraum und Umgebung ist
(b) je besser die Oberfläche der Wand verspiegelt ist
(c) je dicker das Wandmaterial ist

☒ nur a

☐ nur b

☐ nur a und b

☐ nur b und c

☐ a bis c (alle)

Punkte: 7

11. Ein Dewar-Gefäß ist mit 1,3 l Wasser gefüllt. Man führt durch Heizen eine Energie von 1,3 kJ zu und stellt eine Temperaturerhöhung um 0,21 K fest ($C_{H_2O} = 4.18 \text{ J/gK}$). Welche Wärmekapazität hat das Dewargefäß?

$$C_{gs} = \frac{Q}{\Delta T} = 6,19 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$m_{H_2O} = 1300 \text{ g}$$

Punkte: 7,5

$$C_{Gefäß} = C_{ges} - C_{H_2O} = 6,19 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} - (4,18 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot 1300 \text{ g})$$

$$= 6,19 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} - 5,434 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$= 0,756 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

12. Aus folgendem Grund weist ein feuchtes Tuch an einer Wäscheleine eine niedrigere Temperatur auf als seine Umgebung:

- ☐ Die Siedetemperatur des Wassers ist höher als jene von flüssiger Luft
☐ Seine mittlere Dichte ist größer als die der Umgebung
☐ Die spezifische Wärmekapazität des Wassers ist größer als die der Luft
☐ Die Wärmeleitfähigkeit von nassem Stoff ist größer als die Wärmeleitung von Luft
☒ Bei der Verdunstung des Wassers wird Wärmeenergie verbraucht

Punkte: 7

13. Wie groß ist die Reaktionsenthalpie für die Reaktion $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ bei 498 K und 1 atm

Gegeben:

$$c_p(T) = a + bT + \frac{c}{T^2} \quad [\text{J/molK}], \quad \Delta H = \int \Delta c_p(T) dT$$

mit folgenden Konstanten

	ΔH_{298}° [J/mol]	a	b [K ⁻¹]	c [K ²]
CaO	-635.100	49.953	0.004627	-820433
H ₂ O	-241.830	28.521	0.012668	113856
Ca(OH) ₂	-986.100	105.54	0.01200	-1921100

$$\Delta c_p(T) = c_p(\text{Ca(OH)}_2) - (c_p(\text{CaO}) + c_p(\text{H}_2\text{O}))$$

$$= 105,54 - (49,953 + 28,521) = 27,066 \text{ J/molK}$$

$$\Delta H = \Delta H_{298}^\circ - (\Delta a_{298} + \Delta b_{298}) + \Delta c_p$$

$$= -986,100 - (-635,100 - 241,830) + 27,066 \cdot 198 = -379,6 \text{ kJ/mol}$$

Punkte: 0,5

14. Wie groß ist die Reaktionsentropie für die Reaktion $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ bei 498 K und 1 atm

Gegeben:

$$\Delta S = \Delta S^\circ + \int \Delta c_p(T) dT$$

$$c_p(T) = a + bT \quad [\text{J/molK}],$$

mit folgenden Konstanten

	ΔS_{298}° [J/mol-K]	a	b [10 ⁻³ K ⁻¹]
NO	210.75	27.82	6.024
O ₂	205.15	26.81	8.599
NO ₂	240.17	29.49	27.10

Punkte:

15. $A + B \rightleftharpoons C$ A,B,C gasförmig

Bei 600 K ist für diese Reaktion $\Delta H = -33,9 \text{ kJ/mol}$ und $\Delta S = -56,5 \text{ J/mol K}$.

In welche Richtung verläuft diese Reaktion freiwillig?

Punkte:

$$\Delta G = \Delta H - \Delta S T$$

$$= 0$$

Reaktion befindet sich im Gleichgewicht.
verläuft nach beiden Seiten gleich

16. Während einer chemischen Reaktion, die bei 25 °C abläuft, steigt der Partialdruck eines Gases von 1 auf 1.5 bar. Wie groß ist die Änderung des chemischen Potentials dieses Gases?

$$\Delta \mu = -RT \ln \frac{p}{p^\circ} = -1004,63 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \quad \text{Punkte: } 1,5$$

17. Berechnen Sie die Entropiezunahme bei isothermer Mischung von 2l O₂ mit 4l N₂ (bei jeweils 1 atm und 273 K).

$$\Delta S = -n_1 R \ln \frac{V_1}{V_{A1}} + (-n_2 R \ln \frac{V_2}{V_{A2}}) = \quad \text{Punkte: } 0,5$$

18. Ein ideales Gas werde reversibel isotherm expandiert. Welche der folgenden Aussagen treffen zu?

- (a) Die Temperatur ist konstant
(b) Das Volumen steigt
(c) Die Entropie steigt

- ☐ Keine
☐ nur a
☐ nur c
☒ nur a und b
☒ a bis c (alle)

Punkte: 1

19. 2 m³ Edelgas werden adiabatisch reversibel auf 3 m³ expandiert. Der Anfangsdruck ist 1 atm, die Anfangstemperatur 0°C.

- 1.) Wie gross ist der Druck am Ende des Vorgangs?
2.) Wie gross ist die Temperatur am Ende des Vorgangs?

$$(c_p = \frac{5}{2} R, c_v = \frac{3}{2} R)$$

$$\frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{5}{3}$$

$$p_E = \frac{p_A \cdot V_A^\gamma}{V_E^\gamma} = 515,80,3 \text{ Pa} \quad \text{Punkte: } 3$$

$$T_E = \frac{T_A \cdot V_A^{\gamma-1}}{V_E^{\gamma-1}} = 208,34 \text{ K}$$

20. Einem idealen Gas werde bei konstantem Volumen Wärme zugeführt. Welche der folgenden Aussagen treffen auf diesen Prozess zu?

- (a) Der Prozess verläuft ohne Austausch von Arbeit
(b) Der Prozess ist isochor
(c) Die innere Energie wird erhöht

- ☐ nur b
☐ nur c
☐ nur a und c
☒ nur b und c
☒ a bis c (alle)

Punkte: 1

21. Nenne die vier Hauptsätze der Thermodynamik.

Punkte: 4

22. Zeichne und beschrifte ein Phasendiagramm einer reinen Substanz. Was ist der Tripelpunkt? Beschreibe an einem Beispiel.

Punkte: 1

23. Eine flüssige Mischung enthält 30.0 mol % Oktan (O) ($p_O^\circ = 129,3 \text{ hPa}$) und 70 mol % Hexan (H) ($p_H^\circ = 900,8 \text{ hPa}$). Diese Mischung steht mit ihrem Dampf im Gleichgewicht. Das Gemisch soll sich sowohl in der Flüssig- als auch in der Dampfphase ideal verhalten. Man berechne:

- 1.) Die Partialdrücke der beiden Komponenten und den Gesamtdampfdruck. $p_i = x_i \cdot p_i^\circ$
2.) Die Zusammensetzung des Dampfes in Vol% $x_i = \frac{p_i}{p_{\text{Ges}}}$

Man verwende das Gesetz von Raoult und die Gasgesetze für Gemische.

$$5,8 \text{ Vol\% Oktan, } 94,2 \text{ Vol\% Hexan} \quad \text{Punkte: } 1$$

24. Skizziere und beschrifte die Siede- und Kondensationskurve eines Ethanol - Wasser Gemisches im Mischungsverhältnis x_{EtH} von 0 bis 1. Und beschreibe kurz die wichtigen Punkte der Kurve (Ethanol siedet bei 78°C).

Punkte: 1

25. Skizziere kurz die Schmelzkurve von Gemischen aus Magnesium ($M_{Mg} = 24,3 \text{ g/mol}$; $T_f = 924 \text{ K}$) und Zink ($M_{Zn} = 65,4 \text{ g/mol}$; $T_f = 692 \text{ K}$). Die Schmelzkurve besitzt zwei Minima, das eine bei 641 K und 3,2 Gew. % Mg, das andere bei 620 K und 49 Gew. % Mg. Desweiteren besitzt die Kurve ein Maximum bei 683 K und 15,7 Gew. % Mg. Beschreibe kurz die wichtigsten Punkte der Kurve.

Punkte:

0,5

26. Man beobachtet bei der Auflösung von 1 g Naphthalin, $C_{10}H_8$, in 50 g Dioxan, $C_4H_8O_2$ (Siedepunkt $T_{\text{verd}} = 100,8^\circ\text{C}$) eine Siedepunkterhöhung von $0,494^\circ\text{C}$. Eine Substanz von unbekanntem Molgewicht, von der man 0,8g in 50g des gleichen Lösungsmittels auflöst, zeigt eine Siedepunkterhöhung von $0,2106^\circ\text{C}$. Berechne die Verdampfungsenthalpie für Dioxan und das Molgewicht der unbekannten Substanz.

Punkte:

27. Welche der folgenden Aussagen über die Gefrierpunktserniedrigung ΔT_g treffen zu?

- (a) Sie ist nur für gelöste Feststoffe messbar
(b) Sie ist jeweils gleich gross wie die Siedetemperatur ΔT_s .
(c) Die kryoskopische Konstante ist für alle Lösungsmittel gleich.

- ☐ Keine dieser Aussagen trifft zu
☐ nur a
☐ nur b
☒ nur a und c
☐ nur b und c

Punkte:

28. Welche der folgenden Aussagen treffen zu? Der osmotische Druck

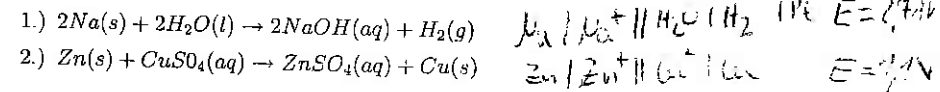
- (a) Kann aus der Steigung in einer Pfefferischen Zelle ermittelt werden
(b) steigt mit der Stoffmengenkonzentration derjenigen gelösten Stoffe, für die die zuständige semipermeable Wand undurchlässig ist
(c) ist von der Temperatur unabhängig

- ☐ nur a
☐ nur b
☐ nur a und b
☐ nur a und c
☒ nur b und c

Punkte:

29. Wie groß ist das Potential E einer basischen Sauerstoffelektrode? Das Pt-Blech taucht in eine KOH mit $\text{pH} = 9,5$, der Partialdruck des Sauerstoffes ist 300 mbar. $E^\circ = 0,401 \text{ V}$, $K_w = 10^{-14}$.

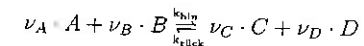
30. Entwerfen Sie Zellen mit folgenden Zellreaktionen



und berechnen Sie die Standardpotentiale der Zellen aus den Standardpotentialen der beteiligten Redoxpaare.

Punkte:

31. Es sei folgende Reaktion gegeben:

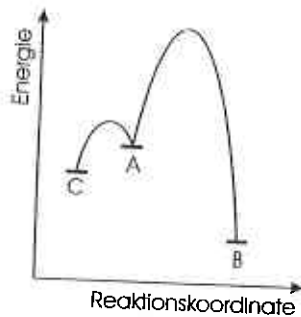


Beschreibe kurz mit obiger Nomenklatur, wie die Gleichgewichtskonstante K von kinetischen Konstanten und thermodynamischen Grössen abhängt.

Punkte:

WS 02/03

32. Ein Stoff A reagiert sowohl zu B als auch zu C und es gilt das folgende Energieschema:



Beschreiben Sie **kurz** den Ablauf der Reaktion, d.h. was entsteht zu welchen Mengen zu welcher Zeit.

Punkte:

33. Die Ordnung einer chemischen Reaktion

- ☒ Ist ein Maß für die auftretende Entropieänderung
- ☐ Ist die Summe der Konzentrationen der beteiligten Reaktanden
- ☐ Kann Werte von $-\infty$ bis ∞ annehmen
- ☐ Keine der obigen Aussagen trifft zu

Punkte: _____

34. Erklären Sie kurz die sogenannte RGT-Regel.

Die Reaktionsgeschwindigkeit verdoppelt sich, bei Erhöhung der Temperatur um 10 K.

$$\ln \frac{k}{k_0} = -\frac{E_a}{RT}$$

Punkte: 0,5

35. Zur Zeit $t=0$ sind von einem radioaktiven Stoff (reiner β -Strahler, einheitliches Nuklid) 5 ng vorhanden. Nach zwei Stunden liegen noch 2,5 ng dieses Stoffes vor. Nach welcher *weiteren* Zeit sind es nur noch 0,625 ng des ursprünglichen Stoffes?

- ☐ 12 h
- ☐ 8 h
- ☐ 6 h
- ☒ 4h
- ☐ 2h

Punkte: 2

36. Beschreiben Sie kurz was ein Katalysator bewirkt. Veranschaulichen Sie dies mit Hilfe eines Energieschemas.

Punkte: 1

37. Was ist ein Freiheitsgrad bei Phasendiagrammen und was in der Spektroskopie?

Punkte: 2

38. Gebe das maximale c_V für ein einatomiges und ein zweiatomiges Atom an.

Punkte: 2

Formeln und Konstanten

Allgemeine Gaskonstante: $R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$

Standardpotentiale:

