

ANWEISUNGEN

- Schreiben Sie Ihren Namen auf jedes Blatt und nummerieren Sie diese.
- Sie haben 3 Stunden Zeit, um die Aufgaben zu lösen. Beginnen Sie erst, wenn das **START**-Signal gegeben wird.
- Beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt.
- Schreiben Sie alle notwendigen Berechnungen leserlich auf.
- Stecken Sie am Ende der Prüfung Ihre Blätter in den bereitgelegten Umschlag. Kleben Sie den Umschlag nicht zu.
- Sie müssen Ihre Arbeit sofort unterbrechen, wenn das **STOP**-Signal gegeben wird.
- Verlassen Sie Ihren Sitzplatz nur, wenn Sie die Erlaubnis dazu erhalten haben.
- Nur **Antworten, welche auf die Antwortblätter geschrieben** werden, können berücksichtigt werden.
- Diese Prüfung hat 17 Seiten.

Viel Erfolg!
Bonne chance!
Buona fortuna!
Good luck!

KONSTANTEN UND FORMELN

Avogadro-Konstante	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Ideale Gasgleichung	$pV = nRT$
Gaskonstante	$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	Gibbs-Energie	$G = H - TS$
Faraday-Konstante	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$	$\Delta_r G^0 = -RT \cdot \ln(K) = -nFE_{\text{Zelle}}^0$	
Planck-Konstante	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	Nernst-Gleichung	$E = E^0 + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \left(\frac{c_{\text{ox}}}{c_{\text{red}}} \right)$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	Energie eines Photons	$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$
Temperatur	$0^\circ \text{C} = 273.15 \text{ K}$	Lambert-Beer Gesetz	$A = \log \left(\frac{I_0}{I} \right) = \epsilon \cdot c \cdot L$

Bei der Berechnung von Gleichgewichtskonstanten sind alle Konzentrationen auf die Standardkonzentration $1 \text{ mol dm}^{-3} = 1 \text{ mol l}^{-1}$ bezogen. Behandeln Sie in der gesamten Prüfung alle Gase als ideale Gase, sofern in der Aufgabe nicht anders beschrieben.

Periodensystem der Elemente

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01															9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30															17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38						
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc –	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57–71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po –	85 At –	86 Rn –
87 Fr –	88 Ra –	89–103	104 Rf –	105 Db –	106 Sg –	107 Bh –	108 Hs –	109 Mt –	110 Ds –	111 Rg –	112 Cn –						
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 140.24	61 Pm –	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97			
89 Ac –	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np –	94 Pu –	95 Am –	96 Cm –	97 Bk –	98 Cf –	99 Es –	100 Fm –	101 Md –	102 No –	103 Lr –			

AUFGABE 1 - VERSCHIEDENE FRAGEN

9.5 PUNKTE

- a) Wie viele Fluoratome sind vorhanden in 1 mol Kryolith ($\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$)?
- b) Ein Liter einer 0.1mol l^{-1} NaBr Lösung wird mit einem Liter einer 0.1mol l^{-1} NaI Lösung gemischt. In welchen Konzentrationen liegen die einzelnen Ionen in der Mischung vor?
- c) Gib die stöchiometrischen Koeffizienten der folgenden Verbrennungsreaktion von Ammoniak an:
- $$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- d) Gib bei den folgenden Paaren von Substanzen diejenigen an, welche jeweils einen tieferen pK_s Wert hat:
- HCl / HF HNO_3 / CH_3COOH (Essigsäure) H_2S / H_2O NH_3 / H_2O
- e) Berechne das Volumen von 1.00 mol Wasserdampf bei Standarddruck (1 bar) und 100°C .
- f) Zeichne die dreidimensionale Struktur der folgenden Moleküle:
- CO_2 , H_2O , CH_4 , SF_4 , SF_6
- g) Gib die Reaktionsgleichung an für die Reaktion von Wasser mit Kalium.

AUFGABE 2 - SÄUREN UND BASEN**8 PUNKTE**

Berechne die pH-Werte folgender wässriger Lösungen:

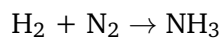
- a) 0.1 mol HCl in 1 l Wasser.
- b) 10 mmol HI in 100 ml Wasser.
- c) 1 mmol KOH in 100 ml Wasser.
- d) 1 g Essigsäure (CH_3COOH , $\text{pK}_s = 4.75$) in 100 ml Wasser.
- e) 1 g Pyridin ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$, $\text{pK}_b = 8.7$) in 100 ml Wasser.
- f) 1 g Essigsäure (CH_3COOH , $\text{pK}_s = 4.75$) und 1 g Natriumacetat (CH_3COONa) in 100 ml Wasser.

AUFGABE 3 - STÖCHIOMETRIE

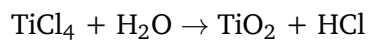
5 PUNKTE

Finde die stöchiometrischen Koeffizienten von folgenden Reaktionen.

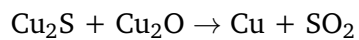
a)



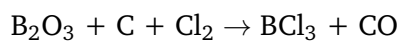
b)



c)

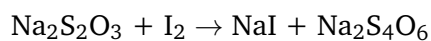


d)

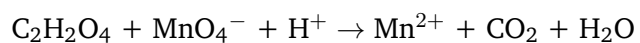


Schreibe für die folgenden Redoxreaktionen die stöchiometrisch ausgeglichenen Halbreaktionen sowie die stöchiometrisch ausgeglichene Gesamtreaktion auf.

e)



f)



AUFGABE 4 - TITRATION

7 PUNKTE

Wir haben 1 l Lösung von NaCl und Na₂SO₄ in einem unbekannten Verhältnis der beiden Substanzen. Dieses möchten wir mit zwei Titration bestimmen. Beachte dafür, dass BaSO₄ und AgCl in Wasser praktisch unlöslich sind.

In einem ersten Schritt entnehmen wir der Gesamtlösung eine Probe von 10 ml und verdünnen sie mit Wasser auf 100 ml. Diese Probe wird mit einer 0.1 mol l⁻¹ BaCl₂ Lösung titriert, bis sich kein neuer Niederschlag mehr bildet. Das gemessene Titrationsvolumen ist 7.8 ml.

- a) Schreibe die Titrationsgleichung für die Titration mit BaCl₂ auf.
- b) Berechne die Konzentration von Na₂SO₄ in der verdünnten titrierten Probelösung.
- c) Berechne die Menge an Na₂SO₄ in der ursprünglichen Lösung.

Nach der ersten Titration wird der Niederschlag durch Filtration abgetrennt. Das Filtrat wird mit Wasser auf 120 ml aufgefüllt und dann mit einer 0.2 mol l⁻¹ AgNO₃ Lösung titriert, bis sich kein neuer Niederschlag mehr bildet. Das gemessene Titrationsvolumen ist 13.2 ml.

- d) Schreibe die Titrationsgleichung für die Titration mit AgNO₃ auf.
- e) Berechne die Konzentration von NaCl in der verdünnten titrierten Probelösung.
- f) Berechne die Menge an NaCl in der ursprünglichen Lösung.

AUFGABE 5 - LÖSLICHKEITSPRODUKT

4 PUNKTE

- a) Berechne mithilfe der Löslichkeitskonstanten $K_{L, \text{Ag}_2\text{S}} = 5.5 \cdot 10^{-51} \text{ mol}^3 \text{ l}^{-3}$ und $K_{L, \text{CuS}} = 8 \cdot 10^{-37} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$, ob Ag_2S oder CuS besser löslich ist.
- b) Welche Konzentration an $\text{Ni}(\text{OH})_2$ löst sich in einem Liter Natronlauge mit $\text{pH} = 12.34$? Die Löslichkeitsprodukt von $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ist $K_{L, \text{Ni}(\text{OH})_2} = 1.6 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^3 \text{ l}^{-3}$.

AUFGABE 6 - REDOXCHEMIE

5.5 PUNKTE

Gegeben sei die folgende Standardzelle



mit den Standardreduktionspotentialen $E_{\text{Sn}}^{\circ} = -0.136 \text{ V}$ und $E_{\text{Pb}}^{\circ} = -0.126 \text{ V}$.

- Gib die beiden ablaufenden Halbzellenreaktionen sowie die Gesamtreaktionsgleichung an.
- Berechnen Sie E° der Zelle.
- Wenn die Zelle arbeitet, erhöht sich die Sn^{2+} Konzentration, während die Pb^{2+} Konzentration abnimmt. Zu Beginn sind die Konzentrationen beider Ionen 1 mol l^{-1} und in gleicher Menge vorhanden. Wie hoch sind beide Ionen-Konzentrationen, wenn das elektrochemische Gleichgewicht erreicht wird?

AUFGABE 7 - CHEMISCHES GLEICHGEWICHT

5 PUNKTE

Gasförmiges SO_3 dissoziiert nach



Wir geben 0.060 mol SO_3 in ein 1 l Gefäss und erwärmen dieses auf 1000 K. Bei dieser Temperatur dissoziiert 36.7% des SO_3 .

- Wie gross sind die Gleichgewichtskonzentrationen der drei beteiligten Substanzen?
- Wie gross ist K_c für diese Reaktion bei 1000 K?
- In welche Richtung verschiebt sich das Gleichgewicht, wenn wir das Volumen des Gefässes verkleinern und dabei die Temperatur konstant halten (mit kurzer Begründung)?
- Wie gross ist K_p für diese Reaktion bei 1000 K?

AUFGABE 8 - IDEALES GAS: KÜHLSCHRANK**6 PUNKTE**

Nachdem man einen Kühlschrank geöffnet und wieder geschlossen hat, kann man für eine kurze Zeit den Kühlschrank nicht mehr öffnen. Mit Thermodynamik können wir dieses Phänomen erklären. In dieser Aufgabe betrachten wir einen Kühlschrank mit Länge von 0.5 m, einer Breite von 0.4 m und einer Höhe von 1 m. Hinweis: Wir nehmen an, dass sich Luft wie ein ideales Gas verhält.

- Nimm an, dass der Kühlschrank solange offen ist, bis die Luft bei Raumdruck (1 bar) und Raumtemperatur (22 °C) ist. Berechne die Molmenge n der Luft im geöffneten Kühlschrank.
- Luft besteht ungefähr aus 80 Volumen-% N_2 und 20 Volumen-% O_2 . Berechne mit diesem Verhältnis die Masse an N_2 und O_2 im geöffneten Kühlschrank.
- Nun wird der Kühlschrank verschlossen und die eingeschlossene Luft darin auf 5 °C abgekühlt. Nimm an, dass der Kühlschrank ein geschlossenes System bildet: Es gibt keinen Luftaustausch zwischen der Umwelt und dem Inneren des Kühlschranks. Berechne den Druck, der nun im Kühlschrank vorhanden ist.
- Berechne Mithilfe des Druckunterschiedes zwischen der Raumluft und der abgekühlten Kühlschrankluft die Kraft, die auf die Kühlschranktür (0.5 m²) wirkt.

Damit man die Kühlschranktür wieder öffnen kann, haben Kühlschranktüren luftdurchlässige Membrane, durch welche mehr Luft in den Kühlschrank gelangt, bis der Druck ausgeglichen ist.

AUFGABE 9 - BILDUNGSENTHALPIEN, SATZ VON HESS

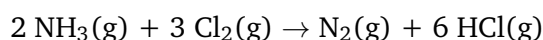
7 PUNKTE

- a) Die Bildungsenthalpie ist die Enthalpie, die benötigt wird, um ein Molekül oder eine Substanz aus ihren reinen Elementen herzustellen. Per Definition hat ein Mol eines reinen Elementes wie z.B. $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{O}_2(\text{g})$, $\text{Cl}_2(\text{g})$ oder $\text{Fe}(\text{s})$ eine Standardbildungsenthalpie $\Delta_B H^0 = 0 \text{ kJ mol}^{-1}$. Die hochgestellte 0 zeigt dabei Standarddruck an. In der gesamten Aufgabe wird eine Temperatur von 25°C angenommen.

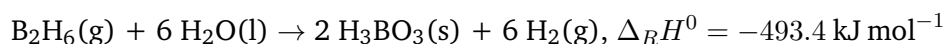
Die Standardreaktionsenthalpie $\Delta_R H$ einer Reaktion kann dann berechnet werden als Summe der Standardbildungsenthalpien der Reaktanden multipliziert mit ihren stöchiometrischen Koeffizienten (in dieser Formulierung sind die stöchiometrischen Koeffizienten der Edukte negativ). Mit den (allesamt positiven) stöchiometrischen Koeffizienten ν aus der Reaktionsgleichung hat man somit

$$\Delta_R H^0 = \sum \nu \cdot \Delta_B H^0(\text{Produkte}) - \sum \nu \cdot \Delta_B H^0(\text{Edukte})$$

- i) Berechne die Standardreaktionsenthalpie der Reaktion



- ii) Berechne die Standardbildungsenthalpie von Diboran (B_2H_6) mithilfe von

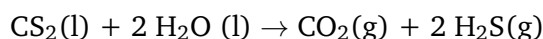


Benutze dafür die Daten folgender Tabelle:

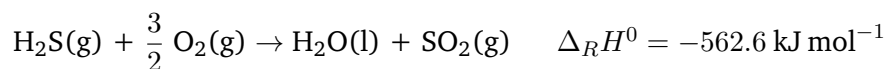
Verbindung	$\Delta_B H^0$
$\text{NH}_3(\text{g})$	$-46.2 \text{ kJ mol}^{-1}$
$\text{HCl}(\text{g})$	$-92.3 \text{ kJ mol}^{-1}$
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$-285.9 \text{ kJ mol}^{-1}$
$\text{H}_3\text{BO}_3(\text{s})$	$-1088.7 \text{ kJ mol}^{-1}$

- b) Der Satz von Hess besagt, dass Zustandsgrössen wie z.B. die Enthalpieänderung ΔH einer Reaktion konstant ist, also unabhängig davon, ob sie in einem Schritt oder über mehrere Reaktionen abläuft.

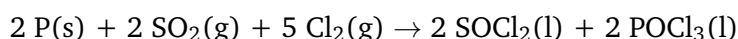
- i) Berechne $\Delta_R H^0$ für folgende Reaktion



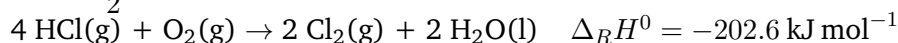
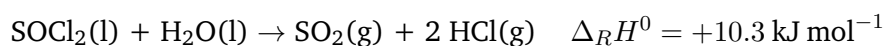
mithilfe von



- ii) Berechne $\Delta_R H^0$ für folgende Reaktion



mithilfe von

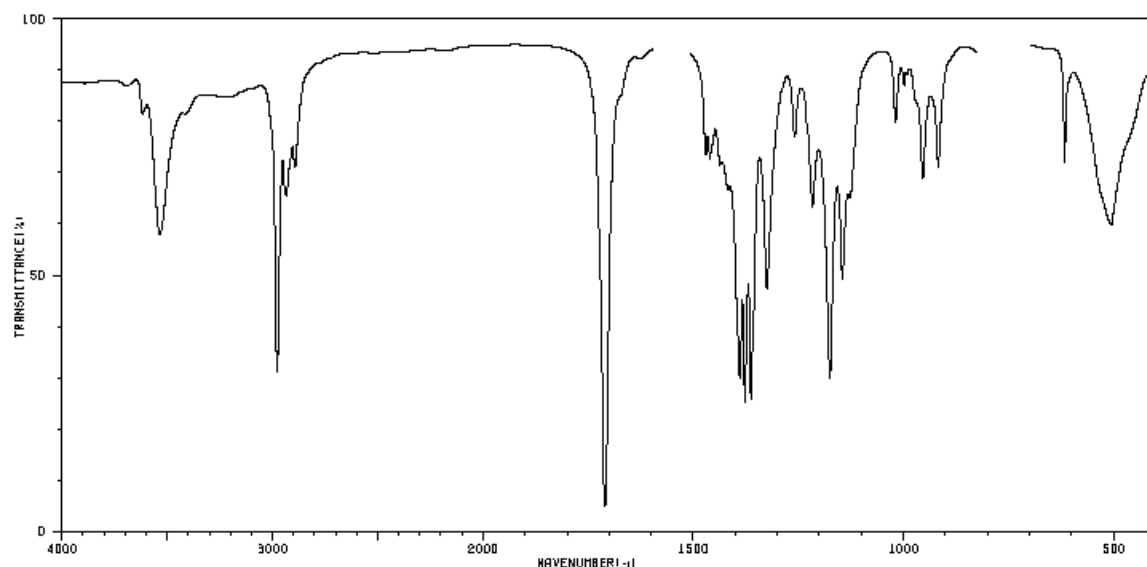


AUFGABE 10 - INFRAROTSPEKTROSKOPIE

5 PUNKTE

Infrarotspektroskopie (IR-Spektroskopie) ist eine alte, aber immer noch häufig verwendete Methode, bestimmte funktionelle Gruppen in Molekülen nachzuweisen. Die Infrarotstrahlung wird von einer funktionellen Gruppe absorbiert, wenn die Frequenz der Infrarotstrahlung gleich der Schwingungsfrequenz der funktionellen Gruppe ist. Das bedeutet, wenn eine gewisse funktionelle Gruppe vorhanden ist, sieht man einen Peak im gemessenen Spektrum.

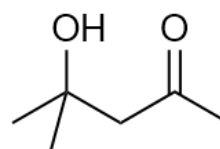
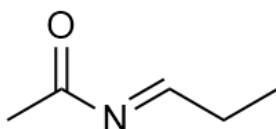
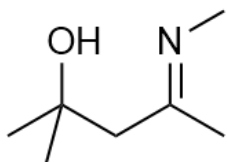
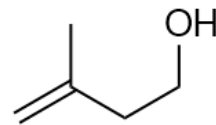
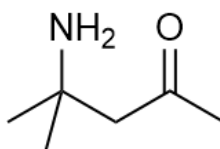
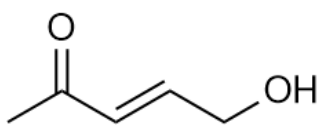
Die Schwingungsfrequenzen sind meistens in gewissen Frequenzbereichen und wurden tabelliert. Die übliche Einheit ist die Wellenzahl cm^{-1} , welche das Inverse der Wellenlänge ist.



- a) Gib für alle funktionellen Gruppen in der untenstehenden Tabelle an, ob sie im Molekül, dessen IR-Spektrum oben wiedergegeben ist, vorhanden sind.

Funktionelle Gruppe	Wellenzahl in cm^{-1}
O-H	3650 – 3500
N-H	3500 – 3300
C-H	3100 – 2850
C=O	1800 – 1650
C=N	1650 – 1550
C=C	1680 – 1630

- b) Welches der unten angegebenen Moleküle passt auf das oben wiedergegebene IR-Spektrum (mit Begründung)?



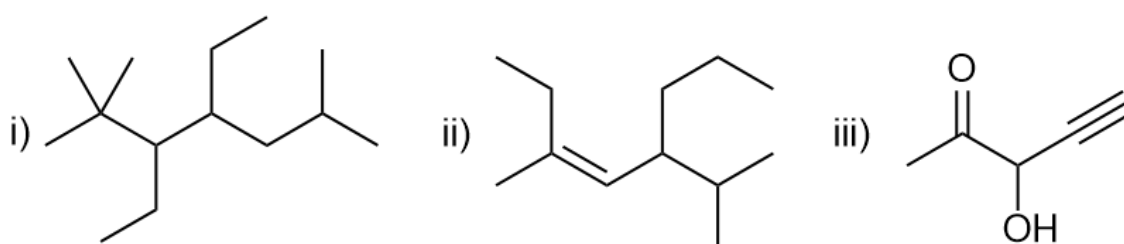
AUFGABE 11 - NOMENKLATUR UND ISOMERIE VON ORGANISCHEN MOLEKÜLEN

12 PUNKTE

a) Zeichne die Strukturformeln der folgenden Moleküle:

- i) 2-Methylbutan
- ii) Pent-2-in
- iii) 1-Chlor-3-ethylcyclohexan
- iv) 3-Methylbutan-2-on
- v) (*E*)-5-Hydroxy-2-methylpent-2-enal
- vi) *m*-(1-Methylethyl)nitrobenzen

b) Benenne die folgenden Moleküle:

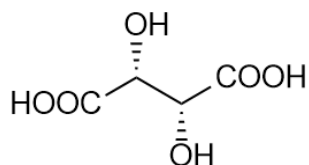


c) Zeichne 8 unterschiedliche Isomere von C_4OH_8 . Markiere klar, welche Moleküle korrigiert werden sollen. Du kannst mehr als 8 Isomere angeben, aber zusätzliche angegebene inkorrekte Isomere führen zu Punktabzügen.

AUFGABE 12 - STEREOCHEMIE

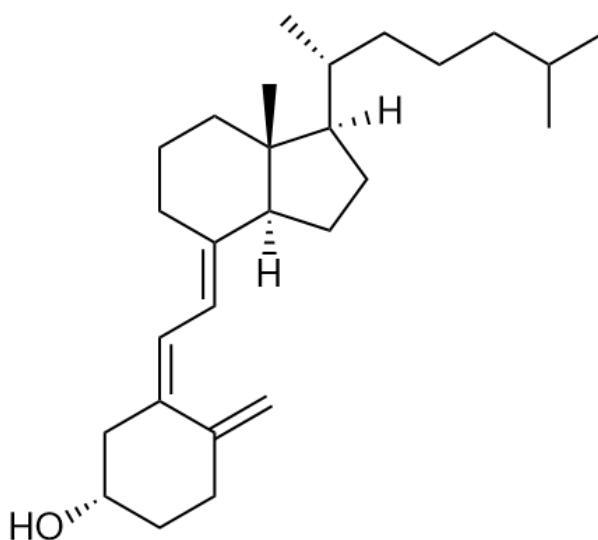
5 PUNKTE

- a) Das folgende Molekül ist ein bestimmtes Stereoisomer der Weinsäure.



Benenne die Stereozentren mit *R/S* und zeichne das Enantiomer.

- b) Unten wiedergegeben ist Cholecalciferol (Vitamin D). Finde alle Stereozentren und benenne sie nach der *E/Z* oder *R/S* Notation.



AUFGABE 13 - ORGANISCHE CHEMIE

7 PUNKTE

Zeichne die Strukturformeln der folgenden Reaktionen (LDA ist eine starke Base):

