Karlsruher Institut für Technologie

Studienkolleg

Schriftliche Feststellungsprüfung Chemie

28.01.2020, 8:30 – 11:30 Uhr **Dauer: 180 Minuten**

Vorname: **Nachname:**

Kurs-Nummer:

Aufgabe	I	II	III	IV	V	VI
maximale Punktzahl	10	10	12	12	4	12
erreichte Punktzahl						

Maximale Gesamtpunktzahl: 60

Erreichte Gesamtpunktzahl:

Note:

Folgendes ist unbedingt zu beachten:

- ***Hilfsmittel:*** ein nicht-programmierbarer Taschenrechner und die Tabellen auf den letzten beiden Seiten
- Schreiben Sie auf dieses Deckblatt Ihren Vornamen, Nachnamen und Ihre Kurs-Nummer.
- Beschriften Sie jedes Blatt, das Sie abgeben, mit Ihrem Namen.
- Schalten Sie Ihr Handy/Smartphone/iPhone, Notebook, Tablet/iPad etc. vor dem Beginn der Prüfung aus und erst nach dem Ende der Prüfung wieder ein.
- Die Lösungswege müssen klar ersichtlich und lesbar sein.
- Lesen Sie zuerst sorgfältig alle Aufgaben und Hinweise durch.

Aufgabe I: Atomstruktur und chemische Bindung (10 Punkte)

a. SO_2 hat eine gewinkelte molekulare Geometrie statt eine trigonale Geometrie wie BF_3. Erklären Sie dies mit Hilfe des VSEPR-Modells.

b. Zeichnen Sie die Bindungsorbitale, die die Bildung von σ- und π-Bindungen in das Molekül $H_2C{=}C{=}NH$ bestimmen, und zeigen Sie deutlich, wie sich die Orbitale überlappen, um die Bindungen zu bilden. Kennzeichnen Sie alle Orbitale, σ- und π-Bindungen und bindenden und nichtbindenden Elektronen. Zeichnen Sie die Überlappung der Orbitale für die Bildung von σ- und π-Bindungen separat.

c. Identifizieren Sie die intermolekularen Anziehungskräfte der folgenden Substanzen und wählen Sie die Substanz mit dem höchsten Siedepunkt aus. Begründen Sie Ihre Auswahl: i) CH_3CH_3, ii) CH_3OH, iii) CH_3CH_2OH

Aufgabe II: Chemisches Gleichgewicht (10 Punkte)

a. Betrachten Sie das folgende Gleichgewichtsystem: $NH_4CO_2NH_2(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + CO_2(g)$ Bei 25°C beträgt der Gesamtdruck im Gleichgewicht 0,116 atm. Berechnen Sie die Partialdrücke und die Konzentrationen im Gleichgewichtszustand.

b. Gegeben ist das folgende Gleichgewichtsystem: $HF(aq) \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-(aq)$. Erklären Sie, wie sich die Mengen von allen drei beteiligten Reaktionspartnern ändern, wenn der pH-Wert der Lösung erhöht wird.

c. Gegeben ist das Gleichgewichtsystem: $A(s) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g)$. Beginnend mit reinem A, wie groß ist die Gleichgewichtskonstante (K_p), wenn der Gesamtdruck im Gleichgewicht 0,969 atm beträgt?

d. Die Gleichgewichtkonstante für $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ beträgt 100. Wie ändert sich die Konstante für die Bildung von 1 mol NO_2?

e. SO_2, O_2 und SO_3 wurden in einem Behälter eingebracht. Die Partialdrücke betragen 0,286, 0,414 und 1,28 atm. Nach einiger Zeit hat sich das folgende Gleichgewicht $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ($K_p = 86\ atm^{-1}$) eingestellt. Berechnen Sie die Partialdrücke im Gleichgewichtzustand.

Aufgabe III: Säure und Base (12 Punkte)

a. 4,92 g einer monoprotonigen schwachen Säure (HA) ist in 500 mL Wasser gelöst und gegen 0,5 mol/L NaOH titriert. Nach Zugabe von 16 mL wurde einen pH-Wert von 4,25 beobachtet. Der Äquivalenzpunt wurde nach Zugabe von 80 mL NaOH erreicht. Berechnen Sie die folgenden Größen:
i) die molare Masse der Säure
ii) den Ks-Wert der Säure
iii) den pOH-Wert der Anfangslösung
iv) den pH-Wert der Lösung nach Zugabe von 40 mL NaOH-Lösung
v) den pH-Wert am Äquivalenzpunkt

b. Ein Becherglas enthält 100 mL Essigsäurepufferlösung mit einem pH-Wert von 5 (pKs= 4,75). Die Gesamtkonzentration der Pufferlösung beträgt 0,1 mol/L. Wie groß ist der pH-Wert nach Zugabe von 7,3 mL 0,36 mol/L HCl-Lösung?

c. Wie viel Milliliter einer HCl-Lösung der Konzentration 1 mol/L müssen zu 250 ml reinem Wasser addiert werden, um eine Lösung mit einem pH-Wert 2 zu erhalten? Wie groß ist die Konzentration von Hydroxidionen in der Lösung vor bzw. nach der Addition von HCl? Vernachlässigen Sie die Volumenänderung.

d. Eine 0,5 L Pufferlösung einer schwachen Säure (HA, pKs = 4,75) und ihrer konjugierten Base (A^-) mit einer Gesamtkonzentration von 0,8 mol/L hat einen pH-Wert von 4,75. Wie ändert sich der pH der Lösung nach Zugabe von 0,1 mol HCl-Lösung?

Aufgabe IV: Elektrochemie (12 Punkte)

a. Die Elektrolyse einer Natriumchloridschmelze liefert festes Natrium und Chlorgas, während die von einer Natriumchlorid-Losung nur Chlorgas bildet. Begründen und erklären Sie diese Tatsache.

b. i) Ein Becherglas wird mit $CuSO_4$- Lösung und das andere wird mit $AgNO_3$-Lösung befüllt. In das erste Becherglas wird ein Eisen-Nagel und in das zweite ein Cu-Streifen eingetaucht. Beschreiben Sie ausführlich, was man in den Bechergläsern beobachtet. Stellen Sie die Reaktionsgleichungen auf und begründen Sie dies.

ii) Kupfermetall löst sich in HCl-Lösung nicht, aber in Salpetersäure (HNO_3). Stellen Sie die möglichen Reaktionsgleichungen auf und erklären Sie dies mit Hilfe den Standard-Zellpotentialen.

c. Chlorid-Ionen (Cl^-) können nur in einem stark sauren Medium mit einem pH-Wert ≈ 0 durch Permanganat Ionen (MnO_4^-) oxidiert werden (die MnO_4^--Ionen werden zu Mn^{2+} reduziert). Iodid-Ionen können aber sogar in neutralem Medium oxidiert werden. Erklären Sie dies durch Berechnung der entsprechenden Zellpotentialen.

d. Ihnen stehen 0,15 mol/L Ag^+ -Lösung, 0,2 mol/L Zn^{2+}-Lösung, ein Zink- und ein Silberblech zur Verfügung. Nutzen Sie die Reaktion zwischen Silberionen und Zink in einer Batterie.

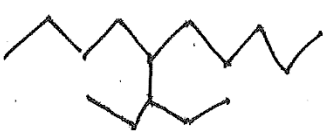
i) Zeichnen Sie schematisch eine entsprechende Anordnung mit Halbzellen.

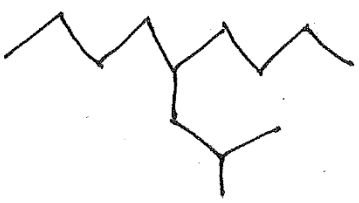
ii) Stellen Sie die Gesamtreaktionsgleichung auf.

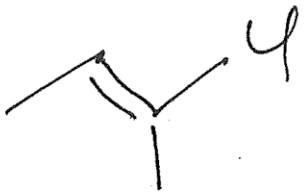
iii) Berechnen Sie die EMK der Zelle.

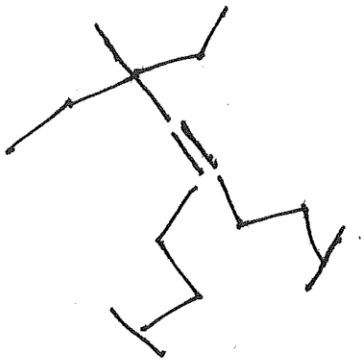
Aufgabe V: Organische Chemie: Nomenklatur (4 Punkte)

a. Benennen Sie nach der IUPAC-Nomenklatur folgende vier Verbindungen:

i) 

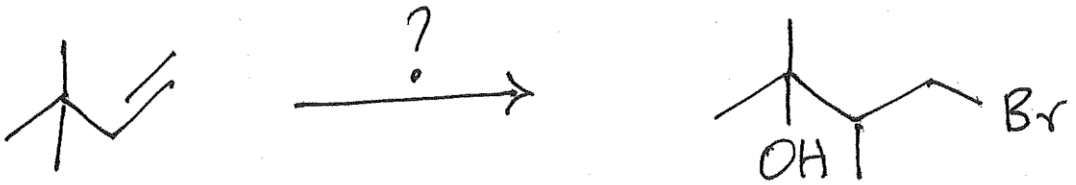
ii) 

iii) 

iv) 

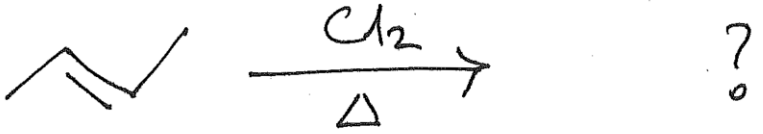
Aufgabe VI: Organische Chemie: Reaktionen (12 Punkte)

1. Unterwelchen Bedingungen kann das folgende Produkt gebildet werden? Stellen Sie einen geeigneten Mechanismus auf. Zeigen Sie die Elektronenbewegung mit Pfeilen.



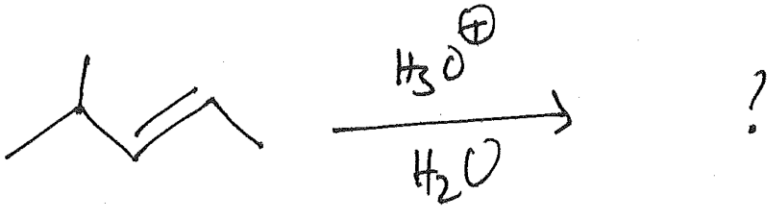
2. a) Stellen Sie die räumliche Anordnung der drei Produkte auf, die durch die folgende Reaktion gebildet werden.

   b) Stellen Sie den geeigneten Reaktionsmechanismus auf.



3. Erklären Sie mit Hilfe eines Reaktionsmechanismus, wie man beginnend mit Benzol al Ausgangstoff *m*-Brombenzoesulfonsäure herstellt.

4. Benennen Sie das Produkt in folgender Reaktion. Stellen Sie einen entsprechenden Reaktionsmechanismus auf.



Säure- und Basekonstanten einiger Verbindungen

	pK_s	Säure + H_2O		H_3O^+ + Base	pK_b	
sehr stark	−10	$HClO_4$	⇌	ClO_4^-	24	**sehr schwach**
	−10	HI	⇌	I^-	24	
	−6	HCl	⇌	Cl^-	20	
	−3	H_2SO_4	⇌	HSO_4^-	17	
	−1,3	HNO_3	⇌	NO_3^-	15,3	
stark	0,00	H_3O^+	⇌	H_2O	14,00	
	1,92	HSO_4^-	⇌	SO_4^{2-}	12,08	
	2,13	H_3PO_4	⇌	$H_2PO_4^-$	11,9	
	2,22	$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$	⇌	$[Fe(OH)(H_2O)_5]^{2+}$	11,78	
	3,14	HF	⇌	F^-	10,86	
schwach	3,75	HCOOH	⇌	$HCOO^-$	10,25	
	4,75	CH_3COOH	⇌	CH_3COO^-	9,25	**schwach**
	4,8	$[Al(H_2O)_6]^{3+}$	⇌	$[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$	9,15	
	6,5	H_2CO_3	⇌	HCO_3^-	7,5	
	6,9	H_2S	⇌	HS^-	7,1	
	7,2	$H_2PO_4^-$	⇌	HPO_4^{2-}	6,8	
	9,3	NH_4^+	⇌	NH_3	4,8	
	9,4	HCN	⇌	CN^-	4,6	
	10,4	HCO_3^-	⇌	CO_3^{2-}	3,6	
sehr schwach	12,4	HPO_4^{2-}	⇌	PO_4^{3-}	1,6	
	13	HS^-	⇌	S^{2-}	1,0	**sehr stark**
	14	H_2O	⇌	OH^-	0,0	
	23	NH_3	⇌	NH_2^-	− 9	

Allgemeine Gaskonstante:	$R = 8{,}31\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
	$0{,}082\ atm\ L\ mol^{-1}\ K^{-1}$
Avogadro Konstante:	$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$
Planck´sche Konstante	$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ J\ s$
Faraday-Konstante:	$F = 96485\ C\ mol^{-1}$
Elementarladung:	$e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\ C$

Ausgewählte Normalpotentiale bei Standardbedingungen

Halbzelle			E° / V
$F_2 + 2\ e^-$	⟶	$2\ F^-$	2,85
$O_3 + 2\ H^+ + 2\ e^-$	⟶	$O_2 + H_2O$	2,07
$S_2O_8^{2-} + 2\ e^-$	⟶	$2\ SO_4^{2-}$	2,06
$Co^{3+} + e^-$	⟶	Co^{2+}	1,84
$MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^-$	⟶	$Mn^{2+} + 4\ H_2O$	1,52
$Au^{3+} + 3\ e^-$	⟶	Au	1,50
$BrO_3^- + 6\ H^+ + 6\ e^-$	⟶	$Br^- + 3\ H_2O$	1,44
$Au^{3+} + 3\ e^-$	⟶	Au	1,42
$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ e^-$	⟶	$2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$	1,36
$Cl_2 + 2\ e^-$	⟶	$2\ Cl^-$	1,36
$O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^-$	⟶	$2\ H_2O$	1,23
$Br_2 + 2\ e^-$	⟶	$2\ Br^-$	1,07
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^-$	⟶	$NO + 2H_2O$	0.96
$Pd^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Pd	0,92
$NO_3^- + 2H^+ + e^-$	⟶	$NO_2 + H_2O$	0.80
$Hg^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Hg	0,85
$Ag^+ + e^-$	⟶	Ag	0,80
$Fe^{3+} + e^-$	⟶	Fe^{2+}	0,77
$O_2 + 2\ H^+ + 2\ e^-$	⟶	H_2O_2	0,68
$I_2 + 2\ e^-$	⟶	$2\ I^-$	0,54
$Cu^+ + e^-$	⟶	Cu	0,52
$Cu^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Cu	0,34
$Sn^{4+} + 2\ e^-$	⟶	Sn^{2+}	0,15
$2\ H^+ + 2\ e^-$	⟶	**H_2**	**0,00**
$Pb^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Pb	- 0,13
$Sn^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Sn	- 0,14
$Ni^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Ni	- 0,25
$Co^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Co	- 0,28
$Cd^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Cd	- 0,40
$Cr^{3+} + e^-$	⟶	Cr^{2+}	- 0,41
$Fe^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Fe	-0,44
$Fe^{3+} + 3\ e^-$	⟶	Fe	-0,04
$Cr^{3+} + 3\ e^-$	⟶	Cr	-0,74
$Zn^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Zn	-0,76
$PO_4^{3-} + 2e^-$	⟶	HPO_3^-	-1,05
$Mn^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Mn	-1,05
$HPO_3^- + 2e^-$	⟶	$H_2PO_2^-$	-1,65
$Al^{3+} + 3\ e^-$	⟶	Al	-1,67
$H_2 + 2\ e^-$	⟶	$2\ H^-$	-2,24
$Mg^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Mg	- 2,34
$Na^+ + e^-$	⟶	Na	-2,71
$Ca^{2+} + 2\ e^-$	⟶	Ca	-2,87
$K^+ + e^-$	⟶	K	-2,92