

Fach Chemie	<u>Schriftliche Prüfung zur Feststellung der Hochschuleignung</u> <u>Musterklausur</u>	T
----------------	---	---

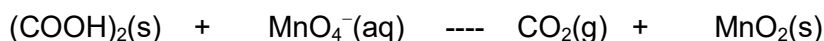
Von den vier Aufgabenvorschlägen sind **drei** vollständig zu bearbeiten.
Alle Antworten sind durch Rechnungen oder kurze Texte zu begründen.

Bearbeitungszeit : 180 Minuten

Erlaubte Hilfsmittel: Periodensystem der Elemente,
Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig)

Vorschlag 1: (Redoxreaktion - Thermodynamik)

Kaliumpermanganat reagiert mit Oxalsäure ((COOH)₂; Ethandisäure) in saurem Medium in einer Redoxreaktion nach folgendem Schema:



- Geben Sie beide Teilreaktionen an.
- Vervollständigen Sie die Reaktionsgleichung (Bestimmung der Koeffizienten).
- Bestimmen Sie die freie Standardreaktionsenthalpie ΔG° für die obenstehende Reaktion.
- In welche Richtung läuft die Reaktion freiwillig ab? Begründen Sie die Antwort.
- Kennzeichnen sie Oxidation und Reduktion.
- Wie groß ist das Standardelektrodenpotenzial einer Kohlenstoffdioxid-Oxalsäure-Halbzelle? ($E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) = 1,68 \text{ V}$)
- Wie viel Gramm Kaliumpermanganat muss man einsetzen, um ein Liter Kohlenstoffdioxid zu erhalten (vollständige Umsetzung vorausgesetzt)?
- Berechnen Sie das Elektrodenpotenzial für das Paar $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2$ bei 25 °C und den folgenden Konzentrationen: pH = 4; $c(\text{MnO}_4^-) = 10^{-6} \text{ mol/l}$.
- Welche Elektrode bildet bei den Bedingungen aus h) die Anode und welche die Kathode (Kohlenstoffdioxid-Oxalsäure-Elektrode Standard, **Begründung**)? Wie groß ist das Redoxpotenzial eines aus diesen Elektroden gebildeten galvanischen Elements?

	CO ₂ (g)	(COOH) ₂ (s)	H ₂ O(l)	MnO ₂ (s)	MnO ₄ ⁻ (aq)
$\Delta_B H^\circ$ in kJ·mol ⁻¹	-393	-754	-285	-519,7	-518
S° in J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹	214	120	70	53	190

Vorschlag 2: (Säure-Base-Reaktionen - Stereochemie- optische Aktivität)

2,2,4-Trichlor-3-methylhexansäure ($pK_S = 3,7$) ist eine einprotonige Säure.

- Markieren Sie alle asymmetrischen Kohlenstoffatome in der 2,2,4-Trichlor-3-methylhexansäure. (Begründen Sie Ihre Auswahl)
- Zeichnen Sie die Strukturformel **eines** Stereoisomers der 2,2,4-Trichlor-3-methylhexansäure in der Fischer-Projektion auf.
- Bestimmen Sie für das Stereoisomer aus Teil b) die absolute Konfiguration anhand der R,S-Nomenklatur.
- Erläutern Sie die Begriffe Stereoisomer, Diastereomer und Enantiomer und geben sie Beispiele für die Verbindung aus b) .
- Sie haben 150 ml einer 2,2,4-Trichlor-3-methylhexansäure, im Folgenden kurz Säurelösung genannt, ($c(\text{HA}) = 0,2 \text{ mol/l}$) und 350 ml einer Lösung des Natriumsalzes der 2,2,4-Trichlor-3-methylhexansäure, im Folgenden kurz Salzlösung genannt ($c(\text{NaA}) = 0,1 \text{ mol/l}$): (Sie können bei Ihren Rechnungen für die Säure die Abkürzung HA und für das Säureanion die Abkürzung A^- verwenden)
 - Berechnen Sie den pH-Wert der Säurelösung.
 - Wie groß ist die Konzentration der H_3O^+ -, OH^- - und der Säureanionen sowie der undissoziierten Säure in der Salzlösung?
 - Welcher pH-Wert ergibt sich, wenn man die beiden Lösungen zusammengießt?
 - Welcher pH-Wert ergibt sich nach Zugabe von 100 ml Natronlauge ($c(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ mol/l}$) zu der Pufferlösung aus e) III) (**Reaktionsgleichung**)? Wie groß ist die Konzentration der Natriumionen?

Vorschlag 3: (Elementaranalyse- Isomerie - Gasgesetz)

Bei der Verbrennung von 7,3 g einer organischen Verbindung, die nur aus Kohlenstoff, Sauerstoff Stickstoff und Wasserstoff besteht, entstehen 13,2 g CO_2 , 6,3 g H_2O und 1,22 l N_2 bei Standarddruck und 22 °C.

- Bestimmen Sie die Verhältnisformel der Verbindung.
- Wie lautet die Summenformel, wenn die Verbindung eine molare Masse von 146 g/mol besitzt?
- Geben Sie drei verschiedene kettenförmige Verbindungen (systematischer Name und Strukturformeln) mit der in b) berechneten Summenformel an, die unterschiedlich lange Hauptketten haben und die zu verschiedenen Stoffklassen gehören, d.h. sie haben verschiedene funktionelle Gruppen.
- Formulieren Sie die Gleichung der obengenannten Verbrennungsreaktion.

Vorschlag 4: (Säure-Base - Komplexverbindungen – Löslichkeitsprodukt)

- a) Gegeben ist eine Iodäurelösung (HIO_3 in Wasser gelöst, $c(\text{HIO}_3)=0,25 \text{ mol/l}$):
- I) Die Iodsäure ist in der angegebenen Lösung zu 55 % dissoziiert. Berechnen Sie den pH-Wert der Iodsäurelösung und bestimmen Sie die Säurekonstante der Iodsäure.
 - II) Wie viel Gramm Natriumhydroxid benötigt man, um 300 ml der Iodsäurelösung vollständig zu neutralisieren?
- b) Zink(II)-iodat ist ein schwerlösliches Salz mit dem Löslichkeitsprodukt $K_L = 8,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^3/\text{l}^3$.
- I) Bestimmen Sie die Masse des gelösten Zink(II)-iodats in 400 ml einer gesättigten wässrigen Zink(II)-iodatlösung.
 - II) Man gibt zu der Lösung aus b) I) festes Natriumcarbonat (es löst sich vollständig) hinzu. Überschreitet die zugegebene Menge $0,4 \mu\text{g}$, so fällt festes Zinkcarbonat (ZnCO_3) aus. Bestimmen Sie das Löslichkeitsprodukt von Zinkcarbonat. (Die Volumenänderung durch das Natriumcarbonat können Sie vernachlässigen) (**Reaktionsgleichung**)
- c) Gibt man 200 ml Zinksulfatlösung ($c=0,2 \text{ mol/l}$) und 200 ml Kaliumcyanidlösung ($c=0,8 \text{ mol/l}$) zusammen, entstehen Tetracyanidozincat(II)-Ionen. Die zusammengegebene Lösung enthält 10^{-5} mol freie Zink-Ionen. Bestimmen Sie die Komplexzerfallskonstante von Tetracyanidozincat(II). (**Reaktionsgleichung**)

Gutachten über die Feststellungsprüfung (T-OK)

Fach: Chemie

Prüfungsdatum:

Seite 1

Anlage zur Prüfungsarbeit von:

Nr. 1	Erwartungshorizont	Punkte		Bemerkungen
		erreicht	max	
a)	Red: $2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 6 \text{e}^- + 8 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{MnO}_2 (\text{s}) + 4 \text{H}_2\text{O}$		5	
	Ox: $3 (\text{COOH})_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{e}^- + 6 \text{H}^+ (\text{aq})$		5	
b)	$2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 3 (\text{COOH})_2 (\text{s}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{MnO}_2 (\text{s}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 6 \text{CO}_2 (\text{g})$		2	
c)	$\Delta H^\circ = -1239,4 \text{ kJ/mol}$; $\Delta S^\circ = 930,0 \text{ J/mol/K}$		6	
	$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = -1516,5 \text{ kJ/mol}$		2	
d)	nach rechts, $\Delta G^\circ < 0$		1	
e)	siehe a)		2	
f)	$E^\circ = -\Delta G^\circ / (zF) = 1516,5 / (6 \cdot 96,485 \text{ kC/mol}) = 2,62 \text{ V}$, $E^\circ (\text{CO}_2 / (\text{COOH})_2) = 1,68 \text{ V} - E^\circ = -0,94 \text{ V}$		4	
g)	$n(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{3} pV(\text{CO}_2) / (RT) = 1,36 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$; $m(\text{KMnO}_4) = 1,36 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 158 \text{ g/mol} = 2,15 \text{ g}$		5	
h)	$E(\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2) = E^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg(c(\text{ox})/c(\text{red}))/z = 1,25 \text{ V}$		4	
i)	$E(\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2) = 1,25 \text{ V} \Rightarrow$ Kathode $E^\circ (\text{CO}_2 / (\text{COOH})_2) = -0,94 \text{ V} \Rightarrow$ Anode $E = E(\text{Kathode}) - E(\text{Anode}) = 2,19 \text{ V}$, $E^\circ (\text{CO}_2 / (\text{COOH})_2) < E(\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2)$		4	
Summe:		0	40	

Gutachten über die Feststellungsprüfung (T-OK)

Fach: Chemie

Prüfungsdatum:

Seite 2

Anlage zur Prüfungsarbeit von:

Nr. 2	Erwartungshorizont	Punkte		Bemerkungen
		erreicht	max	
a)	as. C-Atom je 1 P., Begr. 1 P.		3	
b)	Formel		2	
c)	Prioritätenfolge je 2 P.; Name 1 P.		5	
d)	Je Definition ein Punkt, je Beispiel ein Punkt		5	
e) I)	$\text{pH} = (\text{pK}_S - \lg c_0) / 2 = 2,2$		3	
II)	$\text{pOH} = (\text{pK}_B - \lg c_0) / 2 \approx 5,65$, $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 8,35 \Rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) \approx 4,47 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$; $c(\text{HA}) \approx c(\text{OH}^-) \approx 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$; $c(\text{A}^-) \approx 0,1 \text{ mol/l}$		8	
III)	$\text{pH} = \text{pK}_S + \lg(c(\text{A}^-) / c(\text{HA})) = 4 + \lg(0,07 / 0,06) \approx 3,77$		5	
IV)	$\text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{HA} + \text{H}_2\text{O}$; $n(\text{OH}^-) = n(\text{NaOH}) - n_0(\text{HA}) = (0,04 - 0,03) \text{ mol} = 0,01 \text{ mol} \Rightarrow$ $c(\text{OH}^-) = 0,01 \text{ mol} / 0,6 \text{ l} \approx 0,067 \text{ mol/l} \Rightarrow \text{pOH} = 1,78 \Rightarrow$ $\text{pH} = 12,22$; $c(\text{Na}^+) = (0,035 + 0,04) \text{ mol} / 0,6 \text{ l} = 0,125 \text{ mol/l}$		9	
Summe:		0	40	

Nr. 3	Erwartungshorizont	Punkte		Bemerkungen
		erreicht	max	
a)	$n(\text{H}) = 2 \cdot m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 0,7 \text{ mol}$; $n(\text{C}) = m(\text{CO}_2) / M(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ mol}$ $n(\text{N}) = 2 \cdot pV(\text{N}_2) / (RT) = 0,1 \text{ mol}$ $n(\text{O}) = (7,3 \text{ g} - m(\text{H}) - m(\text{C}) - m(\text{N}_2)) / (16 \text{ g/mol}) = 0,1 \text{ mol}$		16	$\Rightarrow \text{C}_3\text{nH}_7\text{nN}_\text{n}\text{O}_\text{n}$
b)	$M(\text{X}) = n \cdot 73 \text{ g/mol} = 146 \text{ g/mol} \Rightarrow n = 2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2$		5	
c)	$2 \text{ C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2 + 17 \text{ O}_2 \rightarrow 14 \text{ H}_2\text{O} + 12 \text{ CO}_2 + 2 \text{ N}_2$		4	
d)	Passende Verbindung (je 2 P.) + Strukturformel und Name (je 3 P.)		15	
Summe:		0	40	

Gutachten über die Feststellungsprüfung (T-OK)

Fach: Chemie

Prüfungsdatum:

Seite 3

Anlage zur Prüfungsarbeit von:

Nr. 4	Erwartungshorizont	Punkte		Bemerkungen
		erreicht	max	
a) I)	$\text{pH}(\text{HIO}_3) = -\lg(0,55 \cdot c_0) = 0,862$		3	
	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{IO}_3^-) = 0,55 \cdot 0,25 \text{ mol/l} = 0,1375 \text{ mol/l}$, $c(\text{HIO}_3) = 0,45 \cdot 0,25 \text{ mol/l} = 0,1125 \text{ mol/l}$, => $K_S = 0,1375^2 / 0,1125 = 0,168 \text{ mol/l}$		6	
II)	$n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,3 \cdot 0,25 \text{ mol} = 0,075 \text{ mol}$; $m(\text{NaOH}) = 0,075 \cdot 40 \text{ g} = 3 \text{ g}$		4	
b) I)	$K_L = c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^2(\text{IO}_3^-)$; $2c(\text{Zn}^{2+}) = c(\text{IO}_3^-)$; => $c(\text{Zn}(\text{IO}_3)_2)_{\text{gel}} = c(\text{Zn}^{2+}) = \sqrt[3]{\frac{1}{4} \cdot 8,3 \cdot 10^{-9}} \text{ mol/l} = 1,275 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ => $m(\text{Zn}(\text{IO}_3)_2)_{\text{gel}} = 1,275 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 0,4 \text{ l} \cdot 415,2 \text{ g/mol} = 211,8 \text{ mg}$		8	
II)	$n(\text{CO}_3^{2-}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,4 \text{ } \mu\text{g} / (106 \text{ g/mol})$ $= 3,77 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \Rightarrow c(\text{CO}_3^{2-}) = 3,77 \cdot 10^{-9} \text{ mol} / 0,4 \text{ l} = 9,43 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$, aus I) $c(\text{Zn}^{2+}) = 1,275 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \Rightarrow$ $K_L(\text{ZnCO}_3) = c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{11} \text{ mol}^2/\text{l}^2$		9	
c)	$c([\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}) = (0,04 - 10^{-5} \text{ mol}) / 0,4 \text{ l} = 0,099975 \text{ mol/l}$ $c(\text{CN}^-) = (0,16 - 4 \cdot 0,03999) / 0,4 \text{ l} = 10^{-4} \text{ mol/l}$ $c([\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}) =$ $c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^4(\text{CN}^-) = 10^{-5} \text{ mol} / 0,4 \text{ l} \cdot 10^{-16} / 0,1 = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ mol}^4/\text{l}^4$		10	
Summe:		0	40	