

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES – Sessions 2024**QUESTIONNAIRE**

Date :	17.09.24	Horaire :	08:15 - 10:45	Durée :	150 minutes	
Discipline :	CHIMI	Type :	écrit	Section(s) :	GA3D	
					Numéro du candidat :	

1. Massenwirkungsgesetz (10 + 5 + 2 = 17 Punkte)**1.1 Veresterung Essigsäureethylester (10)**

3 mol Essigsäure (CH_3COOH) reagieren mit 3 mol Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) in einer umkehrbaren Reaktion zu Essigsäureethylester ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) und Wasser. Berechnen Sie die Stoffmengen aller beteiligten Stoffe im Gleichgewicht. Die Gleichgewichtskonstante beträgt $K_c = 4$.

1.2 Gleichgewichtsverlagerung (3+1+1)

Die Reaktion $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)} + \text{HCl}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{Cl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ verläuft exotherm.

1.2.1 Begründen Sie, wie das Gleichgewicht verlagert wird, wenn:

1.2.1.1 Die Temperatur erhöht wird.

1.2.1.2 $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ dem Reaktionsgemisch entzogen wird.

1.2.1.3 Der Druck verringert wird.

1.2.2 Formuliere das Massenwirkungsgesetz über die Gleichgewichtskonstante K_c .

1.2.3 Wie verändert sich K_c , wenn der Druck erhöht wird?

1.3 Eisen(III)-thiocyanat (2)

Betrachten Sie das folgende Gleichgewicht: $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

Je höher die Konzentration der $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ -Ionen, umso intensiver rot wird die Lösung. Senkt man die Temperatur, so erhöht sich die Intensität der Farbe. Ziehen Sie eine Schlussfolgerung aus dieser Beobachtung.

2. Säure-Base-Reaktionen (8 + 6 + 8 = 22 Punkte)

2.1 Buttersäure (8)

Eine Lösung des Butanolat-Anions der Konzentration $c_0(\text{Bu}^-) = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ weist den pH-Wert $\text{pH} = 8,91$ auf. Wie groß ist der pK_S -Wert der korrespondierenden Buttersäure? (Geben Sie alle Näherungen an.)

2.2 Puffersystem (3+3)

500 mL Lösung enthalten 2,80 g gelöstes Natriumhydrogensulfat und 2,53 g gelöstes Natriumsulfat.

2.2.1 Berechnen Sie den pH-Wert dieser Lösung.

2.2.2 Erklären Sie anhand der entsprechenden Protolysegleichung, wieso die Zugabe von 2,5 mL Natriumhydroxid-Lösung ($c_0 = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) den pH-Wert nur geringfügig verändert. Berechnen Sie die pH-Wert-Änderung nach der Zugabe von Natriumhydroxid.

2.3 Titration (1+1+2+2+2)

25 mL einer Ameisensäure-Lösung werden mit Natronlauge der Stoffmengenkonzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ titriert. Der Äquivalenzpunkt wird nach Zugabe von 16 mL Natronlauge erreicht.

- 2.3.1 Berechnen Sie den pH-Wert der Maßlösung.
- 2.3.2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Titration.
- 2.3.3 Bestimmen Sie den pH-Wert am Halbäquivalenzpunkt. Erklären Sie, warum die Probelösung am Halbäquivalenzpunkt eine Pufferlösung ist.
- 2.3.4 Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der Ameisensäure-Lösung vor der Titration.
- 2.3.5 Erklären Sie, warum die Probelösung am Äquivalenzpunkt basisch ist.

3. Elektrochemie (5 + 6 + 6 + 4 = 21 Punkte)

3.1 Galvanisches Element (2+1+1+1)

Ein galvanisches Element wird aus den folgenden Halbelementen hergestellt:

Ein Zinkblech wird in eine Zink(II)-sulfatlösung ($c = 1 \text{ mol/L}$) eingetaucht, Kupferblech wird in eine Kupfer(II)-sulfatlösung ($c = 1 \text{ mol/L}$) eingetaucht.

- 3.1.1 Formuliere die Gleichungen an der Anode und an der Kathode. Benenne die Oxidation und die Reduktion.
- 3.1.2 Notiere die symbolische Schreibweise des gebildeten galvanischen Elementes.
- 3.1.3 Berechne die Spannung (im Standardzustand).
- 3.1.4 Wie nennt man dieses galvanische Element?

3.2 Vorhersage einer möglichen Reaktion (2+2+2)

Man führt folgende Versuche durch:

3.2.1 Eisenblech wird in eine wässrige Lösung von Nickel(II)-sulfat getaucht.

3.2.2 Wasserstoff wird in eine wässrige Lösung von Natriumiodid geleitet.

3.2.3 Zinkpulver wird zu Salzsäure gegeben

Bestimme mit Hilfe der elektrochemischen Spannungsreihe, welche Reaktionen ablaufen können, und begründe deine Antwort. Formuliere die Gleichungen für die Oxidation und die Reduktion sowie die Redoxreaktion.

3.3 Elektrolyse (4+2)

Man führt die Elektrolyse einer wässrigen Kupfer(II)-bromidlösung durch.

3.3.1 Formuliere die Oxidation und die Reduktion sowie die Gesamtgleichung. Geben Sie dabei ebenfalls die Polung der Elektroden an und benennen Sie diese.

3.3.2 Berechnen Sie die benötigte Zersetzungsspannung.

3.4 Korrosionsschutz von Eisen (2+2)

Eisen kann durch einen Zinküberzug und durch einen Zinnüberzug gegen Korrosion geschützt werden.

3.4.1 Auf welchem Prinzip beruht jeweils die Schutzwirkung?

3.4.2 Welche Risiken birgt eine dieser Schutzmaßnahmen?

Das Periodensystem der Elemente																		
Haupt -		gruppen																
1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
1,0 1 H																		4,0 2 He
6,9 3 Li	9,0 4 Be	Nebengruppen										10,8 5 B	12,0 6 C	14,0 7 N	16,0 8 O	19,0 9 F	20,2 10 Ne	
23,0 11 Na	24,3 12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	27,0 13 Al	28,1 14 Si	31,0 15 P	32,1 16 S	35,5 17 Cl	39,9 18 Ar	
39,1 19 K	40,1 20 Ca	45,0 21 Sc	47,9 22 Ti	50,9 23 V	52,0 24 Cr	54,9 25 Mn	55,8 26 Fe	58,9 27 Co	58,7 28 Ni	63,5 29 Cu	65,4 30 Zn	69,7 31 Ga	72,6 32 Ge	74,9 33 As	79,0 34 Se	79,9 35 Br	83,8 36 Kr	
85,5 37 Rb	87,6 38 Sr	88,9 39 Y	91,2 40 Zr	92,9 41 Nb	95,9 42 Mo	99 43 Tc	101,1 44 Ru	102,9 45 Rh	106,4 46 Pd	107,9 47 Ag	112,4 48 Cd	114,8 49 In	118,7 50 Sn	121,8 51 Sb	127,6 52 Te	126,9 53 I	131,3 54 Xe	
132,9 55 Cs	137,3 56 Ba	57 bis 71 La-Lu	178,5 72 Hf	180,9 73 Ta	183,8 74 W	186,2 75 Re	190,2 76 Os	192,2 77 Ir	195,1 78 Pt	197,0 79 Au	200,6 80 Hg	204,4 81 Tl	207,2 82 Pb	209,0 83 Bi	209 84 Po	210 85 At	222 86 Rn	
223 87 Fr	226 88 Ra	89 bis 103 Ac-Lr	261 104 Rf	262 105 Db	263 106 Sg	262 107 Bh	265 108 Hs	268 109 Mt	269 110 Uun	272 111 Uuu	277 112 Uub		289 114 Uuq		289 116 Uuh		293 118 Uuo	
Lanthanoide		138,9 57 La	140,1 58 Ce	140,9 59 Pr	144,2 60 Nd	147 61 Pm	150,4 62 Sm	152,0 63 Eu	157,3 64 Gd	158,9 65 Tb	162,5 66 Dy	164,9 67 Ho	167,3 68 Er	168,9 69 Tm	173,0 70 Yb	175,0 71 Lu		
Actinoide		227 89 Ac	232 90 Th	231 91 Pa	238 92 U	237 93 Np	244 94 Pu	243 95 Am	247 96 Cm	247 97 Bk	251 98 Cf	252 99 Es	257 100 Fm	258 101 Md	259 102 No	260 103 Lr		

Red	Ox + z e ⁻	Standard potential E ⁰ (in Volt)
2 F ⁻	F ₂ + 2 e ⁻	+ 2,87
2 SO ₄ ²⁻	S ₂ O ₈ ²⁻ + 2 e ⁻	+ 2,00
4 H ₂ O	H ₂ O ₂ + 2 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 1,78
PbSO ₄ + 5 H ₂ O	PbO ₂ + HSO ₄ ⁻ + 3 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 1,69
MnO ₂ + 6 H ₂ O	MnO ₄ ⁻ + 4 H ₃ O ⁺ + 3 e ⁻	+ 1,68
Mn ²⁺ + 12 H ₂ O	MnO ₄ ⁻ + 8 H ₃ O ⁺ + 5 e ⁻	+ 1,49
Pb ²⁺ + 6 H ₂ O	PbO ₂ + 4 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 1,46
Au	Au ³⁺ + 3 e ⁻	+ 1,42
2 Cl ⁻	Cl ₂ + 2 e ⁻	+ 1,36
2 Cr ³⁺ + 21 H ₂ O	Cr ₂ O ₇ ²⁻ + 14 H ₃ O ⁺ + 6 e ⁻	+ 1,33
6 H ₂ O	O ₂ + 4 H ₃ O ⁺ + 4 e ⁻	+ 1,23
Mn ²⁺ + 6 H ₂ O	MnO ₂ + 4 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 1,21
Pt	Pt ²⁺ + 2 e ⁻	+ 1,20
I ₂ + 18 H ₂ O	2 IO ₃ ⁻ + 12 H ₃ O ⁺ + 10 e ⁻	+ 1,20
2 Br ⁻	Br ₂ + 2 e ⁻	+ 1,07
NO + 6 H ₂ O	NO ₃ ⁻ + 4 H ₃ O ⁺ + 3 e ⁻	+ 0,96
Hg	Hg ²⁺ + 2 e ⁻	+ 0,85
Ag	Ag ⁺ + e ⁻	+ 0,80
2 Hg	Hg ₂ ²⁺ + 2 e ⁻	+ 0,80
Fe ²⁺	Fe ³⁺ + e ⁻	+ 0,77
H ₂ O ₂ + 2 H ₂ O	O ₂ + 2 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 0,68
MnO ₂ + 4 OH ⁻	MnO ₄ ⁻ + 2 H ₂ O + 3 e ⁻	+ 0,59
2 I ⁻	I ₂ + 2 e ⁻	+ 0,54
Cu	Cu ⁺ + e ⁻	+ 0,52
4 OH ⁻	O ₂ + 2 H ₂ O + 4 e ⁻	+ 0,40
2 Ag + 2 OH ⁻	Ag ₂ O + H ₂ O + 2 e ⁻	+ 0,34
Cu	Cu ²⁺ + 2 e ⁻	+ 0,34
2 Hg + 2 Cl ⁻	Hg ₂ Cl ₂ + 2 e ⁻	+ 0,27
Ag + Cl ⁻	AgCl + e ⁻	+ 0,22
H ₂ SO ₃ + 5 H ₂ O	SO ₄ ²⁻ + 4 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 0,20
Cu ⁺	Cu ²⁺ + e ⁻	+ 0,16
H ₂ S + 2 H ₂ O	S + 2 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	+ 0,14
Ag + Br ⁻	AgBr + e ⁻	+ 0,07
H ₂ + 2 H ₂ O	2 H ₃ O ⁺ + 2 e ⁻	0
Fe	Fe ³⁺ + 3 e ⁻	-0,04
Pb	Pb ²⁺ + 2 e ⁻	-0,13
Sn	Sn ²⁺ + 2 e ⁻	-0,14
H ₂ O ₂ + 2 OH ⁻	O ₂ + 2 H ₂ O + 2 e ⁻	-0,15
Ag + I ⁻	AgI + e ⁻	-0,15
Ni	Ni ²⁺ + 2 e ⁻	-0,23
Pb + SO ₄ ²⁻	PbSO ₄ + 2 e ⁻	-0,36
Cd	Cd ²⁺ + 2 e ⁻	-0,40
Fe	Fe ²⁺ + 2 e ⁻	-0,41
Zn	Zn ²⁺ + 2 e ⁻	-0,76
H ₂ + 2 OH ⁻	2 H ₂ O + 2 e ⁻	-0,83
SO ₃ ²⁻ + 2 OH ⁻	SO ₄ ²⁻ + H ₂ O + 2 e ⁻	-0,92
N ₂ H ₄ + 4 OH ⁻	N ₂ + 4 H ₂ O + 4 e ⁻	-1,16
Al	Al ³⁺ + 3 e ⁻	-1,66
Mg	Mg ²⁺ + 2 e ⁻	-2,38
Na	Na ⁺ + e ⁻	-2,71
Ca	Ca ²⁺ + 2 e ⁻	-2,76
Ba	Ba ²⁺ + 2 e ⁻	-2,90
K	K ⁺ + e ⁻	-2,92
Li	Li ⁺ + e ⁻	-3,02

pK _s	Säure		Korrespondierende Base		pK _B
Vollständige Protonenabgabe	Perchlorsäure	HClO ₄	ClO ₄ ⁻	Perchlorat-Ion	Keine Protonenaufnahme
	Iodwasserstoffsäure	HI	I ⁻	Iodid-Ion	
	Bromwasserstoffsäure	HBr	Br ⁻	Bromid-Ion	
	Salzsäure	HCl	Cl ⁻	Chlorid-Ion	
	Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻	Hydrosulfat-Ion	
	Oxonium-Ion	H ₃ O ⁺	H ₂ O	Wasser	
	Salpetersäure	HNO ₃	NO ₃ ⁻	Nitrat-Ion	
1,92	Hydrosulfat-Ion	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	Sulfat-Ion	12,08
2,13	Phosphorsäure	H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻	Dihydrogenphosphat-Ion	11,87
2,22	Hexaqua-Eisen(III)-Ion	[Fe(H ₂ O) ₆] ³⁺	[Fe(OH)(H ₂ O) ₅] ²⁺	Pentaqua-hydroxo-Eisen(III)-Ion	11,78
3,14	Flusssäure (Fluorwasserstoffsäure)	HF	F ⁻	Fluorid-Ion	10,86
3,35	Salpetrige Säure	HNO ₂	NO ₂ ⁻	Nitrit-Ion	10,65
3,75	Ameisensäure (Methansäure)	HCOOH	HCOO ⁻	Formiat-Ion (Methanoat-Ion)	10,25
4,75	Essigsäure (Ethansäure)	CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻	Acetat-Ion (Ethanoat-Ion)	9,25
4,85	Hexaqua-Aluminium-Ion	[Al(H ₂ O) ₆] ³⁺	[Al(OH)(H ₂ O) ₅] ²⁺	Pentaqua-hydroxo-Aluminium-Ion	9,15
6,52	Kohlensäure	H ₂ CO ₃ / H ₂ O + CO ₂	HCO ₃ ⁻	Hydrogencarbonat-Ion	7,48
6,92	Schwefelwasserstoff Säure	H ₂ S	HS ⁻	Hydrosulfid-Ion	7,08
7,00	Hydrosulfit-Ion	HSO ₃ ⁻	SO ₃ ²⁻	Sulfit-Ion	7,00
7,20	Dihydrogenphosphat-Ion	H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻	Hydrogenphosphat-Ion	6,80
9,25	Ammonium-Ion	NH ₄ ⁺	NH ₃	Ammoniak	4,75
9,40	Blausäure (Cyanwasserstoff Säure)	HCN	CN ⁻	Cyanid-Ion	4,60
9,60	Hexaqua-Zink(II)-Ion	[Zn(H ₂ O) ₆] ²⁺	[Zn(OH)(H ₂ O) ₅] ⁺	Pentaqua-hydroxo-Zink(II)-Ion	4,40
10,40	Hydrogencarbonat-Ion	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Carbonat-Ion	3,60
12,36	Hydrogenphosphat-Ion	HPO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Phosphat-Ion	1,64
13,00	Hydrosulfid-Ion	HS ⁻	S ²⁻	Sulfid-Ion	1,00
Keine Protonenabgabe	Wasser	H ₂ O	OH ⁻	Hydroxid-Ion	Vollständige Protonenaufnahme
	Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ CH ₂ O ⁻	Ethanolat-Ion	
	Ammoniak	NH ₃	NH ₂ ⁻	Amid-Ion	
	Hydroxid-Ion	OH ⁻	O ²⁻	Oxid-Ion	
	Wasserstoff	H ₂	H ⁻	Hydrid-Ion	

pK _s	Indikator	Farbe der Säure	pH-Bereich des Farbumschlags	Farbe der Base
1,70	Thymolblau	rot	1,2 - 2,8	gelb
3,40	Methylorange	rot	3,0 - 4,4	gelb-orange
4,70	Bromkresolgrün	gelb	3,8 - 5,4	blau
5,00	Methylrot	rot	4,2 - 6,2	gelb
6,50	Lackmus	rot	5,0 - 8,0	blau
7,10	Bromthymolblau	gelb	6,0 - 7,6	blau
8,90	Thymolblau	gelb	8,0 - 9,6	blau
9,40	Phenolphthalein	farblos	8,2 - 10,0	purpur
10,00	Thymolphthalein	farblos	9,3 - 10,5	blau
11,20	Alizarinengelb R	gelb	10,1 - 12,1	rot