

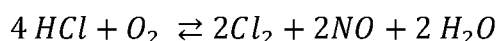
EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES
Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT

Date :	17.05.23	Durée :	08:15 - 10:45	Numéro candidat :	
Discipline :	Chimie	Section(s) :	GA3D		

1. Massenwirkungsgesetz (15P)

1.1. Stoßmodell und Gleichgewichtskonstante (2+4+2 = 8P)

- 1.1.1. Erläutern Sie den Begriff „dynamisches Gleichgewicht“. (2P)
- 1.1.2. Nennen Sie zwei Faktoren, die einen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit haben und erläutern Sie diesen anhand des Stoßmodells. (4P)
- 1.1.3. Erstellen Sie das Massenwirkungsgesetz für folgende Reaktion und geben Sie die Einheit der Gleichgewichtskonstante an. (2P)



1.2. Essigsäure (4+1+2= 7P)

(2mol) Essigsäure (CH_3COOH) reagiert mit (5mol) 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.

- 1.2.1. Berechnen Sie die Stoffmengen aller beteiligten Stoffe im Gleichgewicht ($K_C = 4$). (4P)
- 1.2.2. Erläutern Sie, wie sich K_C bei einer Erhöhung des Drucks verändert. (1P)
- 1.2.3. Erläutern Sie, wie sich die Ausbeute an Ester erhöhen lässt, ohne die Eduktkonzentrationen zu erhöhen. (2P)

2. Säuren und Basen (20P)

2.1. Natriumhydrogenphosphat (2+2 = 4P)

Es werden 12g Natriumdihydrogenphosphat (NaH_2PO_4) in 100mL Wasser gelöst.

- 2.1.1. Bestimmen Sie den Charakter der Lösung. Begründen Sie ihre Antwort. (2P)
- 2.1.2. Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung. (2P)

2.2. Essigsäure / Acetat (2+2+4 = 8P)

500mL einer wässrigen Lösung enthalten 2,3 mol Essigsäure und 1,4 mol Acetat.

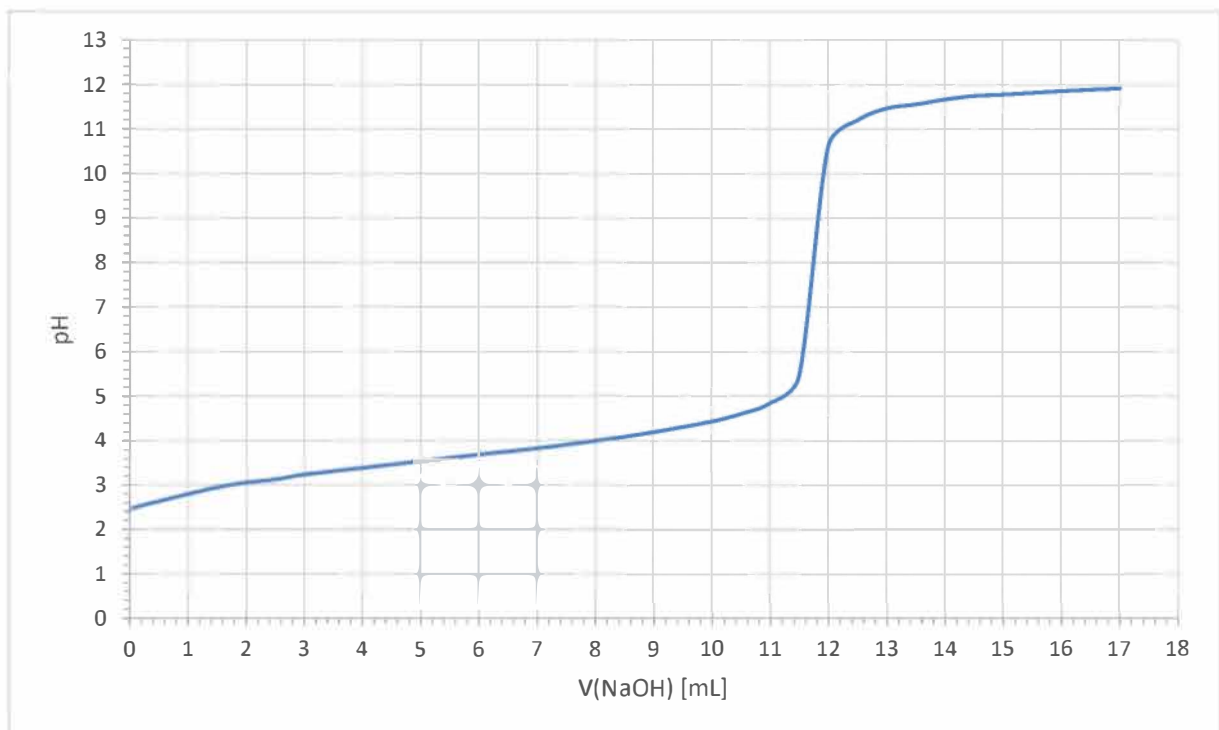
2.2.1. Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung. (2P)

2.2.2. Die Lösung wird mit destilliertem Wasser auf 2L verdünnt. Berechnen Sie die Änderung des pH-Wertes. (2P)

2.2.3. Der anfänglichen Lösung werden 10mL Natronlauge (NaOH, $c = 3\text{M}$) zugesetzt. Berechnen Sie den neuen pH-Wert der Lösung. (4P)

2.3. Titration (2+3+2+1=8P)

25 mL einer unbekannten Säure wurden mit Natronlauge (NaOH, 0,2M) titriert. Dabei wurde folgende Titrationskurve erhalten.



2.3.1. Bestimmen Sie graphisch den Äquivalenzpunkt und den Halbäquivalenzpunkt. (2P)

2.3.2. Um welche Säure handelt es sich. Erläutern Sie ihre Vorgehensweise. (3P)

2.3.3. Berechnen Sie den pH-Wert der Säure vor der Titration. (2P)

2.3.4. Bestimmen Sie den Charakter der Lösung am Äquivalenzpunkt anhand der protochemischen Reihe. (1P)

3. Elektrochemie (18P)**3.1. Die galvanische Zelle (4+1+2=7P)**

Eine galvanische Zelle besteht aus einer Halbzelle mit einer Kupfer-Elektrode in einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung (1M) und einer Halbzelle mit einer Eisen-Elektrode in einer Eisen(II)-sulfat-Lösung (1M).

- 3.1.1. Zeichnen Sie ein beschriftetes dieser galvanischen Zelle und geben Sie die symbolische Schreibweise für diese galvanische Zelle an. (4P)
- 3.1.2. Berechnen Sie die Spannung für diese galvanische Zelle. (1P)
- 3.1.3. Erläutern Sie, weshalb eine Referenzhalbzelle bei der Bestimmung von Standardredoxpotentialen verwendet wird. (2P)

3.2. Vorhersagen von Reaktionen. (2+2+2=6P)

Im Labor werden folgende Versuche durchgeführt:

- 3.2.1. Ein Zinnblech wird in eine Kupfer(I)-sulfat-Lösung getaucht.
- 3.2.2. Brom wird zu einer Natriumchlorid-Lösung getropft.
- 3.2.3. Quecksilber wird zu einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung gegeben.

Bestimmen Sie mit Hilfe der elektrochemischen Reihe, welche Reaktionen ablaufen können, und begründen Sie ihre Antwort. Formulieren Sie die Oxidations-, die Reduktions- und die Gesamtgleichung für die Reaktionen, die ablaufen.

3.3. Korrosion (1+2+2=5P)

- 3.3.1. Erläutern Sie, weshalb ein Schiffsrumpf (hauptsächlich Eisen) keine Kupfer-Einschlüsse (kleine Kupferteilchen) enthalten soll. Benennen Sie diese Art von Aufbau und beschreiben Sie was passiert. (1P)
- 3.3.2. Geben Sie die Teilgleichungen und die Gesamtgleichung für die Reaktionen an, die ablaufen. (2P)
- 3.3.3. Welches Metall könnte bei einem Schiffsrumpf als Opferanode verwendet werden? Begründen Sie ihre Antwort. (2P)

4. Umweltchemie (7P)

4.1. Saurer Regen (5+2=7P)

- 4.1.1. Erläutern Sie anhand von Reaktionsgleichungen wie saurer Regen entsteht.
(5P)
- 4.1.2. Erklären Sie wie saurer Regen die Statuen aus Kalkstein an Gebäuden schädigt. Geben Sie sowohl die nötigen Reaktionsgleichungen wie auch schriftliche Erklärungen an. (2P)

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⁺ + 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
Co	Co 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(II)-Ion	[Fe(H ₂ O) ₆] ³⁺	[Fe(OH)(H ₂ O) ₅] ²⁺	Pentaqua-hydroxo-Eisen(II)-Ion	11,78
3,14	Fluorwasserstoffsäure (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	Hydrosulfat-Ion	HSO ₃ ⁻	SO ₃ ²⁻	Sulfat-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	Alizarin Gelb R	gelb	10,1 - 12,1	rot