

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

Date :	03.06.24	Horaire :	08:15 - 10:45	Durée :	150 minutes	
Discipline :	CHIMI	Type :	écrit	Section(s) :	GIG	
					Numéro du candidat :	

1 Gleichgewichte und Gehaltsangaben von Lösungen (5 + 8 = 13 Punkte)**1.1 Die Wasser-Gas-Shift-Reaktion (WGSR) (0,5+1+2+1,5=5P)**

Die Wasser-Gas-Shift-Reaktion (WGSR) wird häufig in der Industrie eingesetzt, insbesondere in der Wasserstoffproduktion und bei der Reduzierung von CO₂-Emissionen. In Verbindung mit anderen Prozessen kann sie dazu beitragen, Wasserstoff als saubere Energiequelle zu gewinnen. Das Gleichgewicht spielt eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung der optimalen Bedingungen, um die gewünschte Menge an Wasserstoff zu produzieren.

Die Gleichung für diese Reaktion lautet: $\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)}$ | exotherm

Die Gleichgewichtskonstante (K_c) für diese Reaktion beträgt 3,0 bei einer bestimmten Temperatur.

1.1.1 Formulieren Sie das Massenwirkungsgesetz für die Wasser-Gas-Shift-Reaktion (0,5P)

1.1.2 In einem Industriereaktor werden zu Beginn der Reaktion 2 mol CO, 1 mol H₂O, 3 mol CO₂ und 2 mol H₂ in einem 10-Liter-Reaktor eingeschlossen. Berechnen Sie K_c und bestimmen Sie, ob das System im Gleichgewicht ist oder ob es einen Überschuss an Edukten oder Produkten gibt. (1P)

1.1.3 Formulieren Sie das Prinzip von Le Chatelier! (2P)

1.1.4 Welchen Einfluss hat eine Temperaturerhöhung auf die Position des Gleichgewichts und die Ausbeute von Wasserstoff? Begründen Sie ihre Antwort. (1,5P)

1.2 Veresterung (4+1+1+2=8P)

Die Esterbildung ist eine wichtige chemische Reaktion, die oft in der Herstellung von Duftstoffen, Aromen und Kunststoffen verwendet wird.

(2mol) Essigsäure (CH₃COOH) reagieren mit (5mol) Ethanol (C₂H₅OH) in einer umkehrbaren Reaktion zu Essigsäureethylester (CH₃COOC₂H₅) und Wasser. Alle Stoffe sind flüssig.

- 1.2.1** Berechnen Sie die Stoffmengen aller beteiligten Stoffe im Gleichgewicht ($K_C = 4$). (4P)
- 1.2.2** Erklären Sie, wie sich K_C bei einer Verringerung des Druckes verändert. (1P)
- 1.2.3** Erklären Sie, wie sich K_C durch den Einsatz eines Katalysators verändert. (1P)
- 1.2.4** Erläutern Sie, wie sich die Ausbeute an Ester erhöhen lässt, ohne die Konzentrationen der Edukte zu erhöhen. (2P)

2 Säure-Base-Reaktionen und Gehaltsangaben von Lösungen (9 + 6 + 7 = 22 Punkte)

2.1 Natriumformiat (3,5+1,5+2,5+1,5=9)

Durch Zugabe von Natriumformiat in Wasser entstehen 320 mL einer Lösung der Massenkonzentration $\beta = 47,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

- 2.1.1** Berechnen Sie den pH-Wert der Natriumformiat-Lösung. (3,5P)
- 2.1.2** Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der OH^- -Ionen in dieser Natriumformiat-Lösung. (1,5P)
- 2.1.3** Berechnen Sie die Konzentration einer Natriumformiat-Lösung mit $\text{pH} = 8,2$. (2,5P)
- 2.1.4** Auf welches Volumen (in L) müssen die 320 mL der ursprünglichen Natriumformiat-Lösung verdünnt werden, um eine Lösung mit $\text{pH} = 8,2$ zu erhalten? (1,5P)

2.2 Puffersystem (1,5+1+3,5=6)

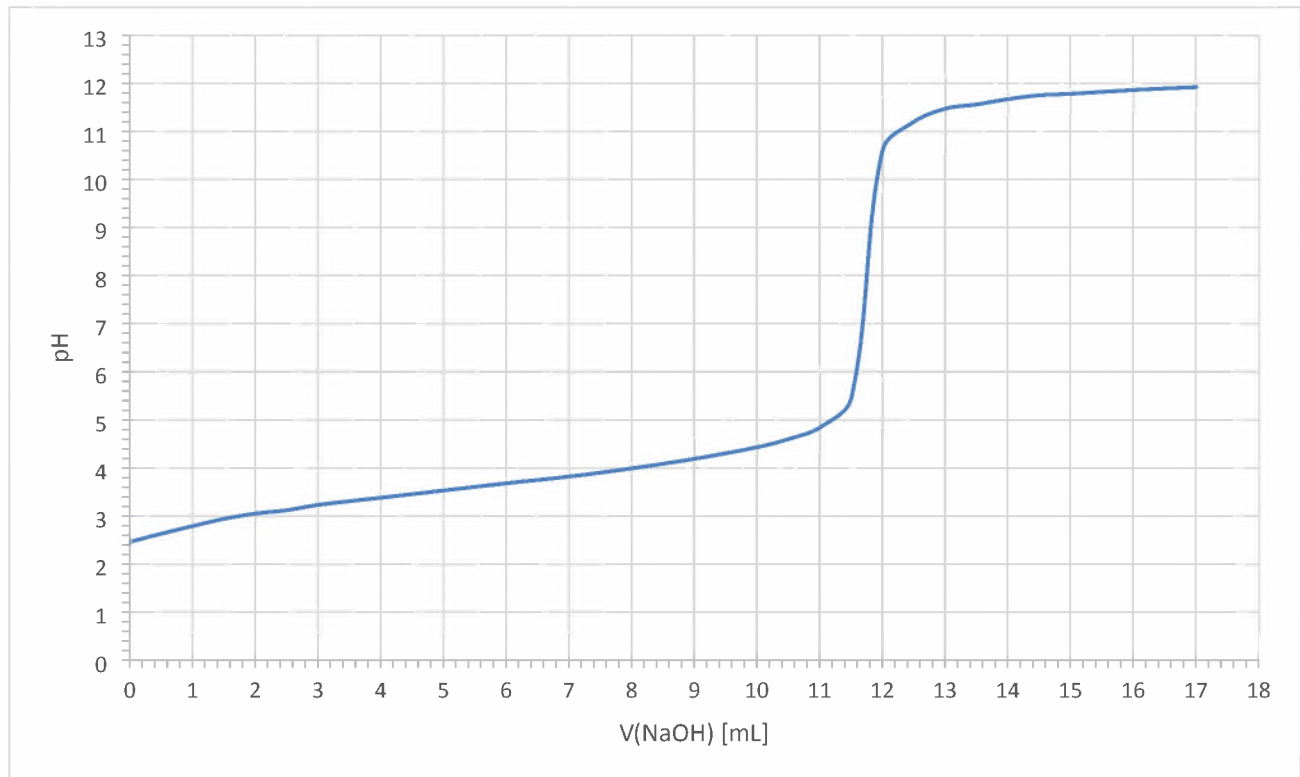
Eine Pufferlösung enthält 0,75 mol Natriumdihydrogenphosphat und 0,75 mol Natriumhydrogenphosphat.

Dieser Lösung werden 0,25 mol Oxonium-Ionen zugesetzt.

- 2.2.1** Schreiben Sie die Gleichungen vom Lösen der Salze im Wasser. Geben Sie an, welche Teilchen im Puffer als Säure HA bzw. als Base A^- wirken. (1,5P)
- 2.2.2** Formulieren Sie die Reaktion, die abläuft, wenn zur Pufferlösung Oxonium-Ionen zugesetzt werden. (1P)
- 2.2.3** Wie stark verändert sich der pH-Wert nach der Zugabe von den Oxonium-Ionen? Berechnen Sie die pH-Änderung. (3,5P)

2.3 Titration (2+2+2+1=7)

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 (Koordinaten angeben). (2P)
- 2.3.2** Um welche Säure handelt es sich? Begründen Sie Ihre Vorgehensweise ausführlich. (2P)
- 2.3.3** Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration und den pH-Wert der Säure vor der Titration. (2P)
- 2.3.4** Bestimmen Sie anhand der vorhandenen Ionen den Charakter der Lösung am Äquivalenzpunkt. (1P)

3 Organische Chemie (6 + 10 + 9 = 25 Punkte)

3.1 Hexan (3+1+2=6P)

- 3.1.1** Geben Sie die Skelettformeln für drei verzweigte Isomere des Hexans an und benennen Sie diese nach den IUPAC-Regeln. (3P)
- 3.1.2** Formulieren Sie mittels Strukturformeln die Gesamtgleichung für die Reaktion von Hexan mit Chlor (nur Monosubstitution). Geben Sie die Namen der Reaktionsprodukte an. (1P)
- 3.1.3** Unter welchen Bedingungen läuft diese Reaktion ab? Erklären Sie wieso diese Bedingungen erforderlich für diese Reaktion sind und geben Sie den entsprechenden Schritt im Reaktionsmechanismus an. (2P)

3.2 Alkohole $C_4H_{10}O$ (4+2+4=10P)

Vier Alkanole mit der Summenformel $C_4H_{10}O$ werden untersucht und zunächst mit den Buchstaben A, B, C und D bezeichnet. Alle Alkanole werden mit heißem Kupfer(II)-oxid in Kontakt gebracht. D reagiert nicht mit Kupfer(II)-oxid. Aus A und B erhält man zwei verschiedene Aldehyde. Aus C erhält man ein Alkanon. Das Alkanol A siedet bei 118°C, Alkanol B bei 108°C, Alkanol C bei 99°C und Alkanol D bei 83°C.

- 3.2.1** Schreiben Sie Halbstrukturformel von den vier Alkoholen und ordnen Sie ihnen die Buchstaben A, B, C und D zu. Begründen Sie die Zuordnung für jedes Isomer. (4P)
- 3.2.2** Alkanol A reagiert mit Natrium. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln und benennen Sie alle Produkte. (2P)
- 3.2.3** Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln für die Reaktion des Alkanols C mit Kupfer(II)-oxid und zeigen Sie anhand der Oxidationszahlen, dass es sich um eine Redoxreaktion handelt. Benennen Sie alle Stoffe. (4P)

3.3 1-Chlor-2-methylpropan (4+3,5+1,5=9P)

1-Chlor-2-methylpropan soll im Labor herstellen werden. Dieser Stoff kann über zwei verschiedene Synthesen hergestellt werden:

- durch Substitution aus einem entsprechenden Alkohol.
- durch Addition auf ein geeignetes Alken.

- 3.3.1** Formulieren Sie für beide Methoden die Gesamtgleichung mit Halbstrukturformeln. Geben Sie jeweils die Namen der Ausgangsstoffe an. (4P)
- 3.3.2** Geben Sie für die Addition den vollständigen Reaktionsmechanismus an. Geben Sie die Namen der Reaktionsprodukte an. (3,5P)
- 3.3.3** Erklären Sie, warum der Syntheseweg über die Substitution sinnvoller ist als der Syntheseweg über die Addition. (1,5P)

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 ⁺ + H ₂ O)	H ₂ O	Wasser	
	Salpetersäure	HNO ₃	NO ₃ ⁻	Nitrat-Ion	
1.88	Schwefelige Säure	H ₂ SO ₃	HSO ₃ ⁻	Hydrosulfit-Ion	12.12
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
	Methanol	CH ₃ OH	CH ₃ O ⁻	Methanolat-Ion	
	Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ CH ₂ O ⁻	Ethanolat-Ion	

Indikator	Farbe der Säure	pH-Bereich des Farbumschlags	Farbe der Base
Thymolblau	rot	1,2 - 2,8	gelb
Methylorange	rot	3,0 - 4,4	gelb-orange
Bromkresolgrün	gelb	3,8 - 5,4	blau
Methylrot	rot	4,2 - 6,2	gelb
Lackmus	rot	5,0 - 8,0	blau
Bromthymolblau	gelb	6,0 - 7,6	blau
Thymolblau	gelb	8,0 - 9,6	blau
Phenolphthalein	farblos	8,2 - 10,0	purpur
Thymolphthalein	farblos	9,3 - 10,5	blau
Alizarin gelb R	gelb	10,1 - 12,1	rot

Haupt -

Das Periodensystem der Elemente

gruppen

1 IA 2 IIA

13 IIIA 14 IVA 15 VA 16 VIA 17 VIIA 18 VIIIA

1	1,0 1H																	4,0 2He	1
2	6,9 3Li	9,0 4Be	Nebengruppen										10,8 5B	12,0 6C	14,0 7N	16,0 8O	19,0 9F	20,2 10Ne	2
3	23,0 11Na	24,3 12Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	27,0 13Al	28,1 14Si	31,0 15P	32,1 16S	35,5 17Cl	39,9 18Ar	3
4	39,1 19K	40,1 20Ca	45,0 21Sc	47,9 22Ti	50,9 23V	52,0 24Cr	54,9 25Mn	55,8 26Fe	58,9 27Co	58,7 28Ni	63,5 29Cu	65,4 30Zn	69,7 31Ga	72,6 32Ge	74,9 33As	79,0 34Se	79,9 35Br	83,8 36Kr	4
5	85,5 37Rb	87,6 38Sr	88,9 39Y	91,2 40Zr	92,9 41Nb	95,9 42Mo	99 43Tc	101,1 44Ru	102,9 45Rh	106,4 46Pd	107,9 47Ag	112,4 48Cd	114,8 49In	118,7 50Sn	121,8 51Sb	127,6 52Te	126,9 53I	131,3 54Xe	5
6	132,9 55Cs	137,3 56Ba	57 bis 71 La-Lu	178,5 72Hf	180,9 73Ta	183,8 74W	186,2 75Re	190,2 76Os	192,2 77Ir	195,1 78Pt	197,0 79Au	200,6 80Hg	204,4 81Tl	207,2 82Pb	209,0 83Bi	209 84Po	210 85At	222 86Rn	6
7	223 87Fr	226 88Ra	89 bis 103 Ac-Lr	261 104Rf	262 105Db	263 106Sg	262 107Bh	265 108Hs	268 109Mt	269 110Uun	272 111Uuu	277 112Uub		289 114Uuq		289 116Uuh		293 118Uuo	7

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