EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES **Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT**					
Date :	19.05.23	*Durée :*	08:15 - 10:45	*Numéro candidat :*	
Discipline :	Chimie	*Section(s) :*	GIG		

I. Gleichgewichte und Gehaltsangaben von Lösungen (15P.)

1. Dampfreformierung (4+2+2+4+2+1=15P.)

Wasserstoff wird im industriellen Maßstab größtenteils durch Dampfreformierung hergestellt, ein Verfahren, das von Carl Bosch in den 1920er Jahren entwickelt wurde. Bei diesem Prozess reagiert Methangas mit Wasser zu Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff.

$$CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 3H_{2(g)} + CO_{(g)} \mid \text{endotherm}$$

a. Man gibt 10 mol CH_4 und 30 mol H_2O in einen Behälter von 10 L und erhitzt auf 750°C. Nachdem sich das Gleichgewicht eingestellt hat, befinden sich 8,5 mol CO im Reaktionsgemisch. Berechnen Sie die Konzentrationen von CH_4, H_2O, H_2 und CO im Gleichgewicht.
b. Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K_c bei 750°C.
c. Welchen Einfluss hat eine Druckerhöhung auf die Wasserstoffausbeute? Begründen Sie Ihre Antwort.

Anschließend reagiert das Kohlenstoffmonoxid mit Wasser in der sogenannten Wassergas-Shift-Reaktion zu Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff. Bei 400°C beträgt die Gleichgewichtskonstante $K_c = 12$.

$$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)} \mid \text{exotherm}$$

d. Man gibt 10 mol CO und 12 mol H_2O in einen Behälter und erhitzt auf 400°C. Berechnen Sie die Stoffmengen aller beteiligten Stoffe im Gleichgewicht.
e. Welchen Einfluss hat eine Temperaturerhöhung auf die Position des Gleichgewichts? Begründen Sie Ihre Antwort.

f. Bei der Wassergas-Shift-Reaktion kann ein Eisen(III)-oxid-Katalysator eingesetzt werden. Wie verändert der Einsatz eines Katalysators die Position des Gleichgewichts? Begründen Sie Ihre Antwort.

II. Säure-Base-Reaktionen und Gehaltsangaben von Lösungen (22P.)

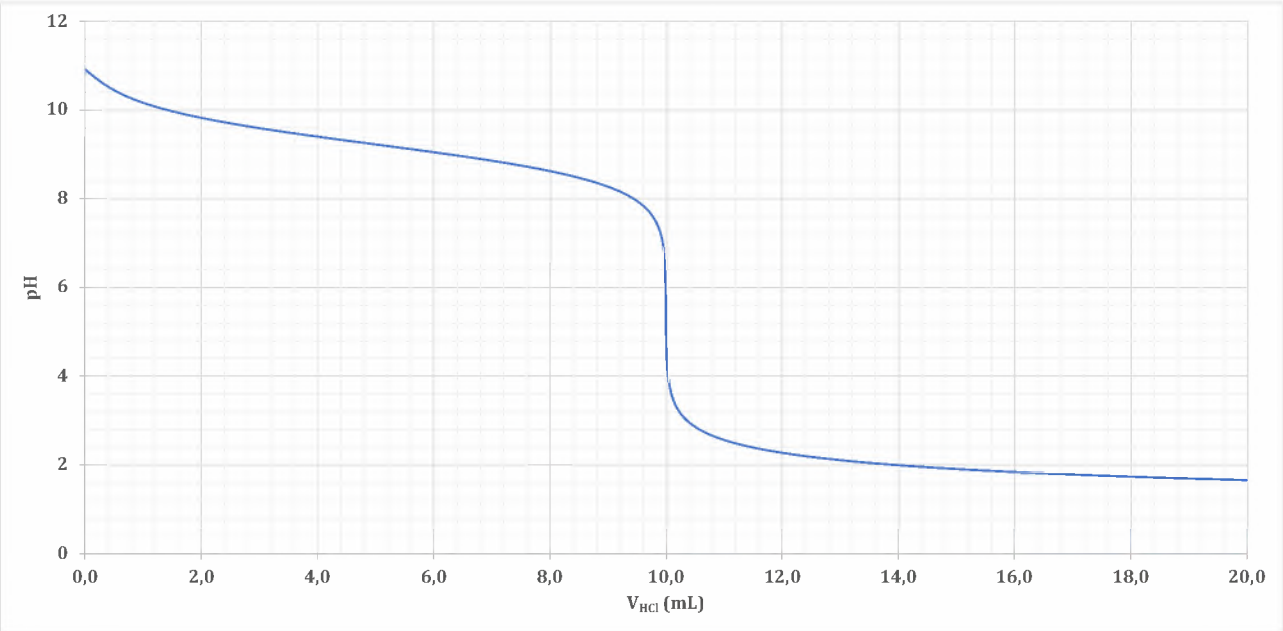
2. Puffersysteme (3+3+3+1=10P.)

In der Biochemie kann zur Reinigung von Zellkulturen eine Lösung mit einem pH=7,4 eingesetzt werden, die Kalium**di**hydrogenphosphat und Natriumhydrogenphosphat enthält.

a. Leiten Sie die Formel zur Berechnung des pH-Werts der Lösung her, ausgehend von der Säurekonstante K_s vom Dihydrogenphosphat-Ion.
b. 100 mL Lösung enthalten 0,01 mol Natriumhydrogenphosphat, berechnen Sie die Stoffmenge an Kaliumdihydrogenphosphat, damit die Lösung einen pH-Wert von 7,4 hat.
c. Zu 100 mL der Lösung wird 1 mL NaOH (c = 1 mol/L) zugegeben. Berechnen Sie die Veränderung des pH-Werts.
d. Wie verändert sich der pH-Wert, wenn 100 mL der Lösung auf 1L verdünnt werden? Begründen Sie Ihre Antwort.

3. Titration (1+1+2+2+3+1+2=12P.)

40 mL einer alkalischen Lösung A werden auf 100 mL verdünnt. Eine Probe von 25 mL der verdünnten Lösung wird mit HCl (c = 0,1 mol/L) titriert.



a. Enthält die Lösung A eine schwache oder eine starke Base? Begründen Sie Ihre Antwort.
b. Bestimmen Sie graphisch den Äquivalenzpunkt.
c. Bestimmen Sie graphisch den Halbäquivalenzpunkt. Um welche Base könnte es sich handeln? Begründen Sie Ihre Antwort.
d. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der Lösung A.
e. Leiten Sie, ausgehend von der Basenkonstante K_B einer schwachen Base, die Formel zur Berechnung des pH-Werts der Lösung A her. Geben Sie die entsprechenden Näherungen an und begründen Sie diese.
f. Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung A.
g. Begründen Sie den pH-Wert am Äquivalenzpunkt anhand der in der Lösung vorhandenen Ionen.

III. Organische Chemie (23P.)

4. Verbindungsklassen und ihre Eigenschaften (5+5+3+2=15P.)

a. Geben Sie die Halbstrukturformeln **und** Skelettformeln folgender Moleküle:
   - Propansäure
   - Butan-1-ol
   - Pentan
   - 2,2-Dimethylpropan
   - Butanal

b. Ordnen Sie die Moleküle aus a. nach steigender Siedetemperatur. Begründen Sie Ihre Antwort.

c. Für eines der Moleküle aus a. fällt die Tollensprobe positiv aus. Geben Sie die Teilgleichungen für Oxidation und Reduktion sowie die Gesamtgleichung der Reaktion an. Geben Sie die sich verändernden Oxidationszahlen an.

d. Bei der Reaktion von Propansäure mit Butan-1-ol entsteht eine Substanz, die unter anderem in Äpfeln vorkommt. Geben Sie die Reaktionsgleichung und benennen Sie das Produkt.

5. Additionsreaktionen (6+2=8P.)

Bei der Reaktion von Bromwasserstoff mit Propen entstehen zwei Produkte.

a. Formulieren Sie den ausführlichen Reaktionsmechanismus für diese Reaktion und benennen Sie die Produkte. Erklären Sie, warum ein Haupt- und ein Nebenprodukt gebildet wird.

b. Vergleichen Sie die Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktion aus a. mit der Addition von Bromwasserstoff auf Chlorethen. Begründen Sie Ihre Antwort.

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_2SO_4	HSO_4^-	Hydrogensulfat-Ion	
	Oxonium-Ion	H_3O^+ ($H^+ + H_2O$)	H_2O	Wasser	
	Salpetersäure	HNO_3	NO_3^-	Nitrat-Ion	
1,88	Schwefelige Säure	H_2SO_3	HSO_3^-	Hydrogensulfit-Ion	12,12
1,92	Hydrogensulfat-Ion	HSO_4^-	SO_4^{2-}	Sulfat-Ion	12,08
2,13	Phosphorsäure	H_3PO_4	$H_2PO_4^-$	Dihydrogenphosphat-Ion	11,87
2,22	Hexaqua-Eisen(III)-Ion	$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$	$[Fe(OH)(H_2O)_5]^{2+}$	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_3COOH	CH_3COO^-	Acetat-Ion (Ethanoat-Ion)	9,25
4,85	Hexaqua-Aluminium-Ion	$[Al(H_2O)_6]^{3+}$	$[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$	Pentaqua-hydroxo-Aluminium-Ion	9,15
6,52	Kohlensäure	H_2CO_3 / $H_2O + CO_2$	HCO_3^-	Hydrogencarbonat-Ion	7,48
6,92	Schwefelwasserstoff Säure	H_2S	HS^-	Hydrogensulfid-Ion	7,08
7,00	Hydrogensulfit-Ion	HSO_3^-	SO_3^{2-}	Sulfit-Ion	7,00
7,20	Dihydrogenphosphat-Ion	$H_2PO_4^-$	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	$[Zn(H_2O)_6]^{2+}$	$[Zn(OH)(H_2O)_5]^+$	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	Hydrogensulfid-Ion	HS^-	S^{2-}	Sulfid-Ion	1,00
Keine Protonenabgabe	Wasser	H_2O	OH^-	Hydroxid-Ion	Vollständige Protonenaufnahme
	Methanol	CH_3OH	CH_3O^-	Methanolat-Ion	
	Ethanol	CH_3CH_2OH	$CH_3CH_2O^-$	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
Alizaringelb R	gelb	10,1 - 12,1	rot

Das Periodensystem der Elemente

	Haupt- 1 IA	2 IIA	Nebengruppen 3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
1	1,0 1 H																	4,0 2 He	1
2	6,9 3 Li	9,0 4 Be											10,8 5 B	12,0 6 C	14,0 7 N	16,0 8 O	19,0 9 F	20,2 10 Ne	2
3	23,0 11 Na	24,3 12 Mg											27,0 13 Al	28,1 14 Si	31,0 15 P	32,1 16 S	35,5 17 Cl	39,9 18 Ar	3
4	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	4
5	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	5
6	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	6
7	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	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