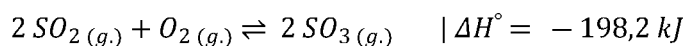


EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES – Sessions 2024**QUESTIONNAIRE**

Date :	18.09.24	Horaire :	14:15 - 16:45	Durée :	150 minutes
Discipline :	CHIMI	Type :	écrit	Section(s) :	GIG
					Numéro du candidat :

I. Équilibres et teneurs des solutions (15 P.)**1. Synthèse du trioxyde de soufre (10 P.)**

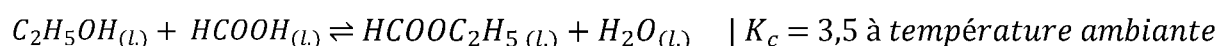
Le trioxyde de soufre est un produit intermédiaire important du procédé dit de contact, qui sert à produire de l'acide sulfurique concentré. Il est synthétisé par la réaction d'équilibre suivante dans ce procédé :



- Dans un récipient de 10 L, 11 mol de dioxyde de soufre et 176g d'oxygène sont mélangés. À la fin de la réaction, il se forme 7 mol de trioxyde de soufre. Déterminez la constante d'équilibre K_c ! (5)
- Formulez le principe de Le Chatelier ! (2)
- La production de trioxyde de soufre s'effectue dans l'industrie à une température assez basse et à une pression élevée. Expliquez pourquoi ces conditions de réaction sont choisies ! (2)
- Dans le procédé de contact, on utilise généralement du pentoxyde de vanadium comme catalyseur. Quelle est l'influence de ce catalyseur sur la constante d'équilibre K_c ? Justifiez votre réponse ! (1)

2. Réaction d'estérification (5 P.)

L'ester méthanoate d'éthyle est souvent utilisé comme aromatisant dans l'industrie alimentaire et résulte de la réaction suivante entre l'éthanol et l'acide méthanoïque :



Dans 2 litres de solution, il y a 2 moles d'éthanol et 3 moles d'acide méthanoïque. Déterminez la concentration molaire de tous les partenaires de la réaction après l'établissement de l'équilibre !

II. Réactions acide-base et teneurs des solutions (21 P.)

3. La teneur des solutions (2 P.)

La potasse fortement concentrée disponible dans le commerce possède une concentration molaire de 13,4 mol/L et une masse volumique de 1,50 g/cm³. Déterminez le rapport massique d'hydroxyde de potassium dans cette solution.

4. Titration d'un acide inconnu (9 P.)

Dans le laboratoire se trouve un erlenmeyer contenant une solution acide dont les indications ont malheureusement été effacées. Afin de pouvoir identifier cet acide faible inconnu (HA), 20mL de cet acide ont été titrés avec de la soude caustique 0,2 mol/L. Le point d'équivalence a été atteint après l'ajout de 28 mL de soude caustique. Le pH après l'ajout de 14 mL de soude caustique est de 9,40.

- Identifiez l'acide faible HA et justifiez à l'aide de l'équation de Henderson-Hasselbalch. (2)
- Établissez l'équation de réaction de ce titrage. (1)
- Calculez la concentration molaire et la concentration massique de la solution acide avant le début du titrage. (3)
- Calculez le pH de la solution acide avant le début du titrage. (1)
- Déterminez et justifiez le caractère de la solution au point d'équivalence ! Donnez l'équation de protolyse correspondante ! (2)

5. Système tampon dans le sang (10 P.)

Pour garantir le bon fonctionnement des organes et des protéines du corps humain, il est nécessaire de maintenir le pH du sang à un niveau constant d'environ 7,40. C'est pourquoi le sang est constitué d'un système tampon complexe dans lequel l'acide carbonique et l'hydrogencarbonate de sodium jouent un rôle principal. Pour simplifier la tâche, le sang est considéré comme un système tampon acide carbonique/hydrogencarbonate de sodium.

- a) Définissez le terme "système tampon" et décrivez les propriétés d'une telle solution après l'ajout d'ions oxonium ou hydroxyde ! (2)
- b) Un être humain contient en moyenne 5 litres de sang, avec une concentration molaire en hydrogencarbonate de sodium de $30 \cdot 10^{-3}$ mol/L. Déterminez la concentration molaire ainsi que la masse d'acide carbonique que le sang (simplifié) doit contenir pour pouvoir respecter la valeur pH de 7,40. (4,5)
- c) La plage normale du pH du sang se situe entre 7,35 et 7,45. Un pH inférieur à 7, ainsi qu'un pH supérieur à 7,8, peuvent être mortels.

Suite à un accident de laboratoire, 5 mL d'acide chlorhydrique ($c = 2$ mol/L) sont introduits dans le sang d'un chercheur. Déterminez le pH du sang après cet accident et expliquez si le chercheur pourrait survivre à cet accident (sans compter les brûlures chimiques). (3,5)

III. Chimie organique (24 P.)

6. Solubilité dans l'eau de substances organiques (3 P.)

- a) Indiquez la formule squelettique de chacune des substances suivantes. (1,5)
 - i) 3,3-diéthylpentane
 - ii) L'acide 2-méthylbutanoïque
 - iii) 4-éthyl-2-méthylhexan-3-one
- b) Laquelle des substances mentionnées sous a) possède la plus grande solubilité dans l'eau ? Justifiez à l'aide des forces intermoléculaires ! (1,5)

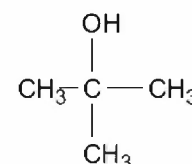
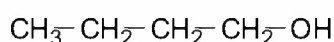
7. Synthèse du 1-chloro-2-méthylpropane (11 P.)

Le 1-chloro-2-méthylpropane est un liquide incolore à forte odeur qui a souvent été utilisé comme intermédiaire pour d'autres synthèses. Cet halogénoalcane peut être produit par différentes méthodes.

- a) Dans la réaction A, on prépare du 1-chloro-2-méthylpropane à partir d'un alcane et d'un halogène.
 - i. Comment s'appelle ce type de réaction ? Dans quelles conditions se produit-elle ? (1)
 - ii. Indiquez le mécanisme de cette réaction à l'aide de formules semi-développées et nommez toutes les particules en présence. (6)
- b) Dans la réaction B, ce produit (1-chloro-2-méthylpropane) est préparé à partir d'un alcène. Nommez les réactifs et formulez l'équation de la réaction à l'aide de formules semi-développées (sans mécanisme) (1,5)
- c) Dans la réaction C, ce produit (1-chloro-2-méthylpropane) est préparé à partir d'un alcool. Nommez les réactifs et formulez l'équation de la réaction à l'aide de formules semi-développées (sans mécanisme) (1,5)
- d) Expliquez pourquoi la réaction C est plus appropriée que la réaction B pour la synthèse du 1-chloro-2-méthylpropane ! (1)

8. Oxydation des alcools (10 P.)

- a) Nommez les deux alcools représentés ici. (1)



- b) Définissez le terme "isomères". Les alcools représentés ci-dessus sont-ils des isomères ? Justifiez votre réponse ! (2)
- c) L'un des alcools a une température d'ébullition de 82°C, tandis que l'autre possède une température d'ébullition de 117,7°C. Associez ces températures d'ébullition à l'alcool approprié en expliquant votre raisonnement en détail. (2)
- d) Si les deux alcools entrent en contact avec de l'oxyde de cuivre (II) chaud, une nouvelle substance à odeur piquante se forme dans le cas de l'un des alcools, alors qu'aucun changement n'est visible dans le cas de l'autre alcool.
Expliquez pourquoi une seule des deux substances réagit et donnez l'équation de réaction correspondante à l'aide de formules semi-développées. (2)
- e) Si l'on ajoute le réactif de Tollens au produit organique obtenu en d), on remarque une couche argentée sur la paroi en verre du tube à essai. Donnez les équations partielles de la réduction, de l'oxydation ainsi que l'équation globale à l'aide de formules semi-développées. Complétez ces équations avec les nombres d'oxydation pertinents. (3)

pK _A	acide		base correspondante		pK _B
Protolyse complète	acide perchlorique	HClO ₄	ClO ₄ ⁻	ion perchlorate	Aucune protolyse
	acide hydriodique	HI	I ⁻	ion iodure	
	acide bromhydrique	HBr	Br ⁻	ion bromure	
	acide chlorhydrique	HCl	Cl ⁻	ion chlorure	
	acide sulfurique	H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻	ion hydrogénosulfate	
	acide nitrique	HNO ₃	NO ₃ ⁻	ion nitrate	
	ion oxonium	H ₃ O ⁺	H ₂ O	eau	
1,92	ion hydrogénosulfate	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	ion sulfate	12,08
2,13	acide phosphorique	H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻	ion dihydrogénophosphate	11,87
2,22	ion hexaqua-fer(III)	[Fe(H ₂ O) ₆] ³⁺	[Fe(OH)(H ₂ O) ₅] ²⁺	ion pentaqua-hydroxo-fer(III)	11,78
3,14	acide fluorhydrique	HF	F ⁻	ion fluorure	10,86
3,35	acide nitreux	HNO ₂	NO ₂ ⁻	ion nitrite	10,65
3,75	acide formique (acide méthanoïque)	HCOOH	HCOO ⁻	ion formiate (méthanoate)	10,25
4,75	acide acétique (acide éthanoïque)	CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻	ion acétate (éthanoate)	9,25
4,85	ion hexaqua-aluminium	[Al(H ₂ O) ₆] ³⁺	[Al(OH)(H ₂ O) ₅] ²⁺	ion pentaqua-hydroxo-aluminium	9,15
6,52	acide carbonique	H ₂ CO ₃	HCO ₃ ⁻	ion hydrogénocarbonate	7,48
6,92	acide sulfhydrique	H ₂ S	HS ⁻	ion hydrogénosulfure	7,08
7,00	ion hydrogénosulfite	HSO ₃ ⁻	SO ₃ ²⁻	ion sulfite	7,00
7,20	ion dihydrogénophosphate	H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻	ion hydrogénophosphate	6,80
9,25	ion ammonium	NH ₄ ⁺	NH ₃	ammoniaque	4,75
9,40	acide cyanhydrique	HCN	CN ⁻	ion cyanure	4,60
9,60	ion hexaqua-zinc(II)	[Zn(H ₂ O) ₆] ²⁺	[Zn(OH)(H ₂ O) ₅] ⁺	ion pentaqua-hydroxo-zinc(II)	
10,40	ion hydrogénocarbonate	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	ion carbonate	3,60
12,36	ion hydrogénophosphate	HPO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	ion phosphate	1,64
13,00	ion hydrogénosulfure	HS ⁻	S ²⁻	ion sulfure	1,00
	eau	H ₂ O	OH ⁻	ion hydroxyde	
Aucune protolyse	éthanol	CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ CH ₂ O ⁻	ion éthanolate	Protolyse complète
	méthanol	CH ₃ OH	CH ₃ O ⁻	ion méthanolate	
	ammoniaque	NH ₃	NH ₂ ⁻	ion amide	
	ion hydroxyde	OH ⁻	O ²⁻	ion oxyde	
	hydrogène	H ₂	H ⁻	ion hydrure	

indicateur coloré	forme acide	zone de virage	forme basique	pK _A
bleu de thymol	rouge	1,2 – 2,8	jaune	1,7
orange de méthyle	orange	3,1 – 4,4	jaune	3,4
vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu	4,7
rouge de méthyle	rouge	4,2 – 6,3	jaune	5,0
lackmus	bleu	5,0 – 8,0	rouge	6,5
bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,7	bleu	7,1
bleu de thymol	jaune	8,0 – 9,6	bleu	8,9
phénolphtaléine	incolore	8,2 – 10	rouge	9,4
thymolphtaléine	incolore	9,3 - 10,5	bleu	10,0
Jaune d'alizarine R	jaune	10,1 – 12,1	rouge	11,2

Tableau périodique des éléments chimiques

1	I A															VIII A	2
H																	He
1,0079	II A											III A	IV A	V A	VI A	VII A	4,0026
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
6,941	9,01218											10,81	12,011	14,0067	15,9994	18,9984	20,179
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
22,98977	24,305	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	I B	II B	26,98154	28,086	30,97376	32,06	35,453	39,948
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39,098	40,08	44,9559	47,9	50,9414	51,996	54,938	55,847	58,9332	58,71	63,546	65,38	69,72	72,59	74,9216	78,96	79,904	83,8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
85,4578	87,62	88,9059	91,22	92,9064	95,94	98,9062	101,07	102,9055	106,4	107,868	112,4	114,82	118,69	121,75	127,6	126,9045	131,3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
132,9054	137,34	138,9055	178,49	180,9479	183,85	186,2	190,2	192,22	195,09	196,9665	200,59	204,37	207,2	208,9804	209	210	222
87	88	89	104	105	106	107	108	109									
Fr	Ra	Ac	§	§	§	§	§	§									
223	226,0254	227,03	261	262	263	262	265	267									
				58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
				Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
				140,12	140,9077	144,24	145	150,4	151,96	157,25	158,9254	162,5	164,9304	197,26	168,9342	173,04	174,97
				90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
				Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
				232,0381	231,0359	238,029	237,0482	244	243	247	249	251	254	257	258	259	260