



EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES CLASSIQUES

Sessions 2022

DISCIPLINE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE	
Chimie	CB / CC	Date de l'épreuve :	20.05.22
		Durée de l'épreuve :	08:15 - 11:25
		Numéro du candidat :	

Partie obligatoire

Question	Nb points	Sujet	Obligatoire
I.	9	Pile à hydrogène	X
II.	20	Composés à odeur fruitée	X
III.	16	Aldéhydes	X

Partie au choix : Choisissez 1 question parmi les 2 suivantes et indiquez votre choix avec un X.

Question	Nb points	Sujet	Choix du candidat (1 seul X à ajouter !)
IV.	15	Solutions d'acides et de bases	

ou

V.	15	Titration d'une solution de méthamine	
----	----	---------------------------------------	--

I. Question obligatoire : Pile à hydrogène (9 pts)

La pile à hydrogène suscite un grand intérêt en raison des préoccupations croissantes pour trouver des alternatives aux énergies fossiles.

- Donner les équations des réactions se produisant aux électrodes, en précisant anode et cathode et en indiquant les pôles. En déduire l'équation-bilan de fonctionnement de la pile. (QC4)
- Calculer la tension électrique de la pile dans les conditions standard. (AN1)
- Calculer le volume de dihydrogène gazeux en m^3 , stocké à $20^\circ C$ et à une pression de $1,58 \cdot 10^4$ kPa, qui serait nécessaire pour qu'un moteur utilisant un courant de 8,5 A fonctionne pendant 2 h. (AN4)

On donne : ■ constante de Faraday $F = 96485$ C/mol

■ constante des gaz parfaits $R = 8,31 \frac{m^3 \cdot Pa}{mol \cdot K}$ ou $R = 0,082 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$

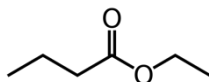
II. Question obligatoire : Composés à odeur fruitée (20 pts)

1. L'hex-2-én-1-ol est une molécule à odeur fruitée que l'on trouve notamment dans les oranges, les pommes, les pêches et les fraises.
- Dresser la formule semi-développée de cette molécule. (ANN1)
 - L'hex-2-én-1-ol présente une isomérisation de configuration. De quel type d'isomérisation de configuration s'agit-il ? Dresser les formules de structure des isomères de configuration et indiquer leur configuration selon la nomenclature en vigueur. (ANN3)
 - L'hex-2-én-1-ol est traité avec :
 - du dibrome
 - le réactif de Schiff
 - une solution de permanganate de potassium en milieu acide
 - la DNPHL'hex-2-én-1-ol réagit-il avec ces différents réactifs ? Motiver la réponse. (ANN4)
(On ne demande pas d'équations.)

2. Le pentanoate de cyclohexyle est un ester à odeur de framboise.
- Dresser l'équation de la formation de l'ester à l'aide des formules en bâtonnets et nommer les réactifs. (ANN3)
 - Détailler le mécanisme de la réaction d'estérification, en commençant par l'analyse électronique des réactifs. Utiliser les formules générales. (QC7)

3. On souhaite synthétiser un autre ester à odeur fruitée, qui est utilisé notamment comme arôme d'ananas.

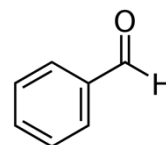
Sa formule en bâtonnets est la suivante :



Pour avoir un meilleur rendement, cette synthèse est effectuée en faisant réagir un chlorure d'acyle avec un alcool. Dresser l'équation de la synthèse en utilisant les formules semi-développées et nommer l'ester. (ANN2)

III. Question obligatoire : Aldéhydes (16 pts)

1. Établir le système redox pour la réaction du propanal avec le réactif de Tollens. (QC3)
2. On procède à la synthèse du mandélonitrile, qui est la cyanhydrine du benzaldéhyde, en faisant réagir le benzaldéhyde (formule ci-contre) avec le cyanure d'hydrogène.
- Établir l'équation de la réaction. (ANN2)
 - Étudier le mécanisme de la réaction, en commençant par l'analyse électronique des réactifs. Préciser de quel mécanisme il s'agit. (QC6)
 - La molécule de mandélonitrile est chirale. Expliquer pourquoi et dresser les formules de structure spatiale des énantiomères en indiquant leur configuration selon la nomenclature CIP. (ANN2)
 - Calculer la masse de mandélonitrile obtenu lorsqu'on fait réagir 10 g de benzaldéhyde, sachant que le rendement de la réaction est de 88 %. (AN3)



IV. Question au choix : Solutions d'acides et de bases (15 pts)

- Une solution d'acide 2-chloropropanoïque de concentration $c = 0,15 \text{ M}$ a un pH égal à 2,41.
 - Déterminer par un calcul le pK_a de l'acide 2-chloropropanoïque. (AN2)
 - À l'aide des pK_a , comparer la force de l'acide 2-chloropropanoïque à celle de l'acide propanoïque. Expliquer sur base de considérations électroniques. (ANN2)
- On prépare 250 mL d'une solution diluée d'ammoniac en dissolvant 10 mL de solution commerciale d'ammoniac à 10 % ($\rho = 0,957 \text{ g/mL}$) dans de l'eau.
 - Calculer le pH de la solution diluée. (AN4)
 - On ajoute 2,80 g de chlorure d'ammonium solide aux 250 mL de la solution diluée d'ammoniac. Calculer le pH de la solution obtenue (en négligeant la variation de volume). (AN2)
 - On ajoute alors 20 mL d'acide nitrique 0,3 M à ce mélange. Établir l'équation de la réaction qui se déroule et calculer le pH final de la solution. (ANN1/AN2)
- La leucine ou acide 2-amino-4-méthylpentanoïque est un acide α -aminé essentiel pour l'humain.
 - Donner la formule semi-développée de la leucine en solution nettement acide et en solution nettement basique. (ANN1)
 - Représenter la L-leucine en projection de Fischer. (ANN1)

V. Question au choix : Titrage d'une solution de méthanimine (15 pts)

On procède au titrage d'un échantillon de 25 mL de méthanimine CH_3NH_2 par une solution d'acide bromhydrique HBr de concentration 0,15 M.

La consommation en HBr au point d'équivalence vaut 27,5 cm^3 .















- Dresser l'équation correspondant à la réaction de titrage. (ANN1)
- Calculer la concentration initiale c_0 de la solution de méthanimine. (AN1)
- Pour la réaction de titrage :
 - Calculer le pH de la solution initiale de méthanimine. (AN3)
 - Calculer le pH après addition de 12 mL de HBr 0,15 M. (AN3)
 - Calculer le pH au point d'équivalence. (AN4)
- Comparer la force basique de la méthanimine à celle de la N-méthylméthanimine. Expliquer sur base de considérations électroniques. (ANN2)
- Proposer un indicateur coloré qui permet la détermination correcte du point d'équivalence. Justifier. (ANN1).

Annexe I : *Tableau des potentiels d'électrode standard*

	oxydant	réducteur	E° (V)	milieu
force oxydante	F ₂	F ⁻	+2,87	
	S ₂ O ₈ ²⁻	SO ₄ ²⁻	+2,01	
	H ₂ O ₂	H ₂ O	+1,78	acide
	Mn ³⁺	Mn ²⁺	+1,54	
	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	+1,51	acide
	Au ³⁺	Au	+1,50	
	ClO ₃ ⁻	Cl ⁻	+1,45	acide
	Cl ₂	Cl ⁻	+1,36	
	Cr ₂ O ₇ ²⁻	Cr ³⁺	+1,36	acide
	O ₂	H ₂ O	+1,23	
	MnO ₂	Mn ²⁺	+1,22	acide
	Pt ²⁺	Pt	+1,18	
	Br ₂	Br ⁻	+1,07	
	NO ₃ ⁻	NO	+0,96	acide
	Hg ²⁺	Hg	+0,85	
	Ag ⁺	Ag	+0,80	
	Fe ³⁺	Fe ²⁺	+0,77	
	O ₂	H ₂ O ₂	+0,70	acide
	I ₂	I ⁻	+0,54	
	Cu ⁺	Cu	+0,52	
	Cu ²⁺	Cu	+0,34	
	Cu ²⁺	Cu ⁺	+0,15	
	Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	+0,15	
	S ₄ O ₆ ²⁻	S ₂ O ₃ ²⁻	+0,08	
	H⁺	H₂	0,00	
	Fe ³⁺	Fe	-0,04	
	Pb ²⁺	Pb	-0,13	
	Sn ²⁺	Sn	-0,14	
	Ni ²⁺	Ni	-0,26	
	Co ²⁺	Co	-0,28	
	Fe ²⁺	Fe	-0,45	
	S	S ²⁻	-0,48	
	NiO ₂	Ni(OH) ₂	-0,49	basique
	Cr ³⁺	Cr	-0,74	
	Zn ²⁺	Zn	-0,76	
	H ₂ O	H ₂ + 2 OH ⁻	-0,83	basique
	Mn ²⁺	Mn	-1,18	
	Ti ³⁺	Ti	-1,21	
	Ti ²⁺	Ti	-1,63	
	Al ³⁺	Al	-1,68	
Be ²⁺	Be	-1,85		
H ₂	H ⁻	-2,23		
Mg ²⁺	Mg	-2,37		
Na ⁺	Na	-2,71		
Ca ²⁺	Ca	-2,87		
Ba ²⁺	Ba	-2,91		
K ⁺	K	-2,93		
Li ⁺	Li	-3,04		

force réductrice

Annexe II : *Tableau de quelques indicateurs acido-basiques*

nom	domaine (pH) de virage de couleur	pK _a
rouge de crésol (1 ^{er} virage)	 0,2 1,8 rouge jaune-orange	1,0
bleu de thymol (1 ^{er} virage)	 1,2 2,8 rouge-violet jaune-orange	1,7
méthylorange	 3,1 4,4 rose-rouge jaune	3,4
vert de bromocrésol	 3,8 5,4 jaune bleu	4,7
rouge de méthyle	 4,4 6,2 rouge jaune-orange	5,0
tournesol	 5,0 8,0 rouge bleu	6,5
bleu de bromothymol	 5,8 7,6 jaune bleu	7,1
rouge de phénol	 6,5 8,0 jaune-orange rouge-violet	7,4
rouge de crésol (2 ^e virage)	 7,0 8,8 jaune-orange pourpre	8,3
bleu de thymol (2 ^e virage)	 8,0 9,6 jaune bleu	8,9
phénolphtaléine	 8,2 9,8 incolore rose-violet	9,4
thymolphtaléine	 9,0 10,5 incolore bleu	9,9
jaune d'alizarine R	 10,1 12,0 jaune rouge	11,2
carmin d'indigo	 11,4 13,0 bleu jaune	12,2

Annexe III : *Tableau des pK_a*

(abréviations : ac. = acide ; cat. = cation ; an. = anion)

acides forts (plus forts que H ₃ O ⁺) HI, HBr, HCl, HClO ₄ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄		bases de force négligeable		pK_a
cat. oxonium	H ₃ O ⁺	H ₂ O	eau	
ac. chlorique	HClO ₃	ClO ₃ ⁻	an. chlorate	-1,00
ac. trichloroéthanoïque	CCl ₃ COOH	CCl ₃ COO ⁻	an. trichloroéthanoate	0,70
ac. iodique	HIO ₃	IO ₃ ⁻	an. iodate	0,80
ac. oxalique	HOOC ₂ COOH	HOOC ₂ COO ⁻	an. hydrogénéooxalate	1,23
ac. dichloroéthanoïque	CHCl ₂ COOH	CHCl ₂ COO ⁻	an. dichloroéthanoate	1,26
ac. sulfureux	H ₂ SO ₃	HSO ₃ ⁻	an. hydrogénosulfite	1,80
an. hydrogénosulfate	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	an. sulfate	1,92
ac. chloreux	HClO ₂	ClO ₂ ⁻	an. chlorite	2,00
ac. phosphorique	H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻	an. dihydrogénophosphate	2,12
ac. fluoroéthanoïque	CH ₂ FCOOH	CH ₂ FCOO ⁻	an. fluoroéthanoate	2,57
cat. hexaqua fer III	[Fe(H ₂ O) ₆] ³⁺	[Fe(OH)(H ₂ O) ₅] ²⁺	cat. pentaqua hydroxo fer III	2,83
ac. chloroéthanoïque	CH ₂ ClCOOH	CH ₂ ClCOO ⁻	an. chloroéthanoate	2,86
ac. bromoéthanoïque	CH ₂ BrCOOH	CH ₂ BrCOO ⁻	an. bromoéthanoate	2,90
ac. nitreux	HNO ₂	NO ₂ ⁻	an. nitrite	3,14
ac. iodoéthanoïque	CH ₂ I ₂ COOH	CH ₂ I ₂ COO ⁻	an. iodoéthanoate	3,16
ac. fluorhydrique	HF	F ⁻	an. fluorure	3,17
ac. acétylsalicylique	C ₈ H ₇ O ₂ COOH	C ₈ H ₇ O ₂ COO ⁻	an. acétylsalicylate	3,48
ac. cyanique	HOCN	OCN ⁻	an. cyanate	3,66
ac. méthanoïque	HCOOH	HCOO ⁻	an. méthanoate	3,75
ac. lactique	CH ₃ CHOHCOOH	CH ₃ CHOHCOO ⁻	an. lactate	3,87
ac. ascorbique	C ₆ H ₈ O ₆	C ₆ H ₇ O ₆ ⁻	an. ascorbate	4,17
ac. benzoïque	C ₆ H ₅ COOH	C ₆ H ₅ COO ⁻	an. benzoate	4,19
cat. anilinium	C ₆ H ₅ NH ₃ ⁺	C ₆ H ₅ NH ₂	aniline	4,62
ac. éthanoïque	CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻	an. éthanoate	4,75
ac. propanoïque	CH ₃ CH ₂ COOH	CH ₃ CH ₂ COO ⁻	an. propanoate	4,87

cat. hexaqua aluminium	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	$[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$	cat. pentaqua hydroxo aluminium	4,95
cat. pyridinium	$\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	pyridine	5,25
cat. hydroxylammonium	NH_3OH^+	NH_2OH	hydroxylamine	6,00
dioxyde de carbone (aq)	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	HCO_3^-	an. hydrogénocarbonate	6,12
ac. sulfhydrique	H_2S	HS^-	an. hydrogénosulfure	7,04
an. hydrogénosulfite	HSO_3^-	SO_3^{2-}	an. sulfite	7,20
an. dihydrogénophosphate	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}	an. hydrogénophosphate	7,21
ac. hypochloreux	HClO	ClO^-	an. hypochlorite	7,55
cat. hexaqua cadmium	$[\text{Cd}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Cd}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^+$	cat. pentaqua hydroxo cadmium	8,50
cat. hexaqua zinc	$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Zn}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^+$	cat. pentaqua hydroxo zinc	8,96
cat. ammonium	NH_4^+	NH_3	ammoniac	9,20
ac. borique	H_3BO_3	H_2BO_3^-	an. dihydrogénoborate	9,23
ac. hypobromeux	HBrO	BrO^-	an. hypobromite	9,24
ac. cyanhydrique	HCN	CN^-	an. cyanure	9,31
cat. N,N-diméthylméthan- ammonium	$(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	N,N-diméthylméthanamine	9,87
phénol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	an. phénolate	9,89
an. hydrogénocarbonate	HCO_3^-	CO_3^{2-}	an. carbonate	10,25
ac. hypoiodeux	HIO	IO^-	an. hypoiodite	10,64
cat. méthanammonium	CH_3NH_3^+	CH_3NH_2	méthanamine	10,70
cat. éthanammonium	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	éthanamine	10,75
cat. N,N-diéthyléthan- ammonium	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}^+$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	N,N-diéthyléthanamine	10,81
cat. N-méthylméthan- ammonium	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	N-méthylméthanamine	10,87
cat. N-éthyléthanammonium	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	N-éthyléthanamine	11,10
an. hydrogénophosphate	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}	an. phosphate	12,32
an. hydrogénosulfure	HS^-	S^{2-}	an. sulfure	12,90
eau	H_2O	OH^-	anion hydroxyde	15,74
acides de force négligeable		bases fortes (plus fortes que OH⁻) O^{2-} , NH_2^- , anion alcoolate RO^-		pK_a

