

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2013

Section: B / C

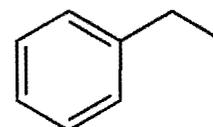
Branche: chimie

Numero d'ordre du candidat

QC = question de cours ANN = application non numérique AN = application numérique

I. Composés aromatiques (16 pts)

1. L'éthylbenzène est un hydrocarbure aromatique important, principalement utilisé comme intermédiaire dans la fabrication du styrène.



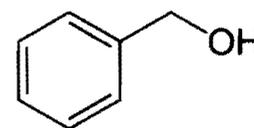
éthylbenzène

a. L'éthylbenzène peut être synthétisé à partir du benzène et d'un halogénure d'alcane, en présence du catalyseur chlorure d'aluminium. Déterminer quel est l'halogénure d'alcane à utiliser et dresser l'équation de la réaction en utilisant les formules en bâtonnets. ANN2

b. Le styrène est obtenu par déshydrogénation catalytique (c.-à-d. par réaction d'élimination du dihydrogène) de la chaîne latérale éthyle. Donner l'équation de la réaction en utilisant les formules en bâtonnets. ANN1

c. Le styrène est utilisé pour fabriquer le polystyrène, un polymère de première importance. Dresser un schéma global de la polyaddition du styrène, conduisant au polystyrène. QC2

2. L'éthanoate de benzyle est un ester à odeur de jasmin, couramment employé dans l'industrie des parfums et cosmétiques. Il peut être formé par réaction entre l'alcool benzylique et l'acide éthanoïque.



alcool benzylique

a. Dresser l'équation chimique de la réaction d'estérification. ANN1

b. Dresser le mécanisme de la réaction d'estérification. QC6

c. On fait réagir 0,075 mol d'alcool benzylique avec 0,025 mol d'acide éthanoïque. Sachant que la constante d'équilibre vaut 3, calculer la masse d'ester obtenue. Calculer le rendement. AN4

II. Le propan-2-ol : synthèse, propriétés, utilisations (14 pts)

Le propan-2-ol (ou isopropanol ou alcool isopropylique) est un alcool très important sur le plan industriel. Ses utilisations sont nombreuses et il est un réactif de départ pour la synthèse de nombreux dérivés intéressants.

1. Le propan-2-ol peut être produit par hydratation à chaud en milieu acide d'un alcène A.

a. Dresser l'équation globale de cette synthèse à partir de l'alcène A. QC1

b. Dresser les équations décrivant le mécanisme réactionnel. Préciser le nom du mécanisme. QC4

2. Le propan-2-ol est largement utilisé comme solvant. Discuter la solubilité dans l'eau des alcools. QC2

3. Le propan-2-ol sert notamment à la synthèse d'acétone, un autre solvant de grande importance dans l'industrie chimique. Etablir le système redox correspondant à l'oxydation du propan-2-ol en acétone par le permanganate de potassium en milieu acide. ANN3

4. Le 2-bromopropane peut également être préparé à partir de propan-2-ol. Déterminer quel est l'autre réactif nécessaire pour la synthèse et dresser l'équation correspondante.

Selon quel mécanisme cette réaction se déroulera-t-elle ? Donner le nom. ANN2

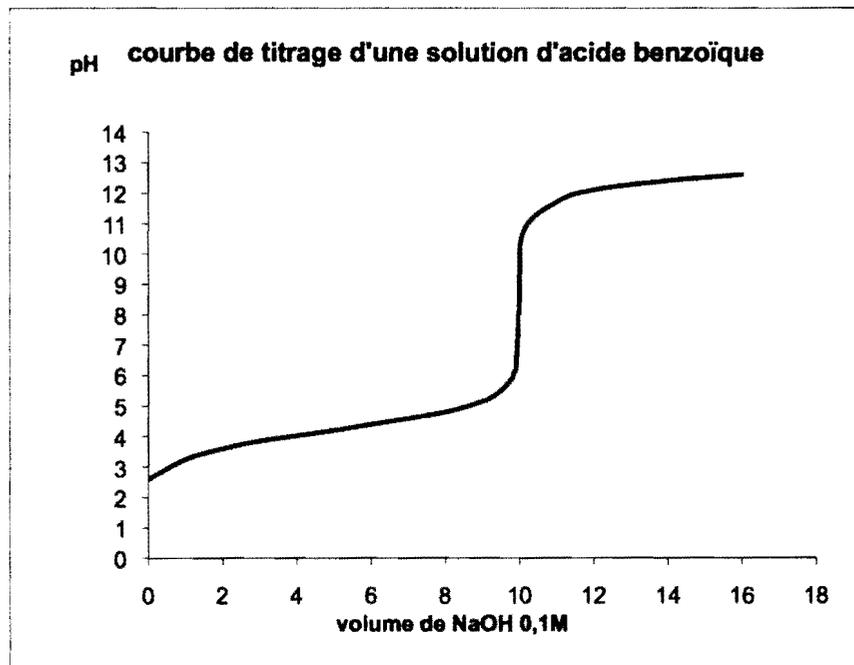
5. Un autre dérivé important du propan-2-ol, entrant dans la composition de certains cosmétiques, est l'ester *oléate d'isopropyle*. Donner l'équation de la synthèse de ce produit en utilisant les formules semi-développées. ANN2

III. Amines (16 pts)

- Donner l'équation de la réaction entre la triéthylamine et l'iodoéthane et présenter le mécanisme de réaction. QC5
- Dans le domaine de l'agriculture, certaines amines sont utilisées directement comme pesticides (herbicides ou fongicides), ou bien constituent des intermédiaires de réaction lors de la synthèse de pesticides.
 - Trouver les formules semi-développées de toutes les amines primaires de formule brute $C_4H_{11}N$. Quel type d'isomérisation existe-t-il entre ces différentes molécules ? ANN3
 - Parmi ces amines, celle qui est chirale est utilisée comme fongicide pour éviter le développement de moisissures sur les agrumes et les pommes de terre après récolte. Laquelle de ces amines est chirale ? Justifier ! Donner son nom. ANN2
 - Dresser les formules spatiales des deux énantiomères et indiquer leur configuration en nomenclature CIP. ANN2
- L'amine chirale (de 2.b.) se présente sous forme d'un liquide, de densité 0,725.
 - Calculer le volume d'amine pure à prélever pour préparer 500 mL d'une solution aqueuse 0,15 M. AN2
 - Calculer le pH de la solution obtenue. On donne : pK_a de l'amine = 10,56 AN2

IV. Titrage de l'acide benzoïque (14 pts)

Une prise de 10 cm^3 d'une solution d'acide benzoïque de concentration inconnue est titrée avec de l'hydroxyde de sodium 0,1 M. L'enregistrement du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium ajoutée fournit la courbe de titrage représentée ci-dessous :



- Ecrire l'équation de la réaction sur laquelle se base ce titrage. ANN1
- Déduire de la courbe la concentration initiale de la solution d'acide benzoïque. AN2
- Déduire de la courbe le pK_a du couple acide benzoïque/anion benzoate. AN1
- Calculer le degré de dissociation de l'acide benzoïque avant le titrage. AN2
- Vérifier par le calcul le pH après addition de 3 cm^3 de solution de NaOH. AN3
- Vérifier par le calcul le pH au point d'équivalence. AN4
- Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, celui qui convient pour déterminer correctement le point d'équivalence. Justifier. ANN1

méthylorange	domaine de virage 3,1 – 4,4
bleu de bromothymol	domaine de virage 5,5 – 7,5
phénolphaléine	domaine de virage 8,2 – 9,8

Tableau des pKa
(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		
cat. hydronium	H ₃ O ⁺	H ₂ O	eau	-1,74
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
cat. hexaqua thallium III	Tl(H ₂ O) ₆ ³⁺	Tl(OH)(H ₂ O) ₅ ²⁺	cat. pentaqua hydroxo thallium III	1,14
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 gallium III	Ga(H ₂ O) ₆ ³⁺	Ga(OH)(H ₂ O) ₅ ²⁺	cat. pentaqua hydroxo gallium III	2,62
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
cat. hexaqua vanadium III	V(H ₂ O) ₆ ³⁺	V(OH)(H ₂ O) ₅ ²⁺	cat. pentaqua hydroxo vanadium III	2,92
ac. nitreux	HNO ₂	NO ₂ ⁻	an. nitrite	3,14
ac. iodoéthanoïque	CH ₂ ICOOH	CH ₂ ICOO ⁻	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	Al(H ₂ O) ₆ ³⁺	Al(OH)(H ₂ O) ₅ ²⁺	cat. pentaqua hydroxo aluminium	4,95
cat. pyridinium	C ₅ H ₅ NH ⁺	C ₅ H ₅ N	pyridine	5,25
cat. hydroxylammonium	NH ₃ OH ⁺	NH ₂ OH	hydroxylamine	6,00
dioxyde de carbone (aq)	CO ₂ + H ₂ O	HCO ₃ ⁻	an. hydrogénocarbonate	6,12
ac. sulfhydrique	H ₂ S	HS ⁻	an. hydrogénosulfure	7,04
an. hydrogénosulfite	HSO ₃ ⁻	SO ₃ ²⁻	an. sulfite	7,20
an. dihydrogénophosphate	H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻	an. hydrogénophosphate	7,21
ac. hypochloreux	HClO	ClO ⁻	an. hypochlorite	7,55
cat. hexaqua cadmium	Cd(H ₂ O) ₆ ²⁺	Cd(OH)(H ₂ O) ₅ ⁺	cat. pentaqua hydroxo cadmium	8,50
cat. hexaqua zinc	Zn(H ₂ O) ₆ ²⁺	Zn(OH)(H ₂ O) ₅ ⁺	cat. pentaqua hydroxo zinc	8,96
cat. ammonium	NH ₄ ⁺	NH ₃	ammoniac	9,20
ac. borique	H ₃ BO ₃	H ₂ BO ₃ ⁻	an. borate	9,23
ac. hypobromeux	HBrO	BrO ⁻	an. hypobromite	9,24
ac. cyanhydrique	HCN	CN ⁻	an. cyanure	9,31
cat. triméthylammonium	(CH ₃) ₃ NH ⁺	(CH ₃) ₃ N	triméthylamine	9,87
phénol	C ₆ H ₅ OH	C ₆ H ₅ 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. méthylammonium	CH ₃ NH ₃ ⁺	CH ₃ NH ₂	méthylamine	10,70
cat. éthylammonium	CH ₃ CH ₂ NH ₃ ⁺	CH ₃ CH ₂ NH ₂	éthylamine	10,75
cat. triéthylammonium	(C ₂ H ₅) ₃ NH ⁺	(C ₂ H ₅) ₃ N	triéthylamine	10,81
cat. diméthylammonium	(CH ₃) ₂ NH ₂ ⁺	(CH ₃) ₂ NH	diméthylamine	10,87
cat. diéthylammonium	(C ₂ H ₅) ₂ NH ₂ ⁺	(C ₂ H ₅) ₂ NH	diéthylamine	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 ₂ O	OH ⁻	anion hydroxyde	15,74

acides de force négligeable

bases fortes
(plus fortes que OH⁻)
O²⁻, NH₂⁻, anion alcoolate RO⁻)

TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

groupes principaux		groupes secondaires										groupes principaux						
		III	IV	V	VI	VII	VIII				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1,0 H 1																	4,0 He 2
2	6,9 Li 3	9,0 Be 4											10,8 B 5	12,0 C 6	14,0 N 7	16,0 O 8	19,0 F 9	20,2 Ne 10
3	23,0 Na 11	24,3 Mg 12											27,0 Al 13	28,1 Si 14	31,0 P 15	32,1 S 16	35,5 Cl 17	39,9 Ar 18
4	39,1 K 19	40,1 Ca 20	45,0 Sc 21	47,9 Ti 22	50,9 V 23	52,0 Cr 24	54,9 Mn 25	55,8 Fe 26	58,9 Co 27	58,7 Ni 28	63,5 Cu 29	65,4 Zn 30	69,7 Ga 31	72,6 Ge 32	74,9 As 33	79,0 Se 34	79,9 Br 35	83,8 Kr 36
5	85,5 Rb 37	87,6 Sr 38	88,9 Y 39	91,2 Zr 40	92,9 Nb 41	95,9 Mo 42	(97) Tc 43	101,1 Ru 44	102,9 Rh 45	106,4 Pd 46	107,9 Ag 47	112,4 Cd 48	114,8 In 49	118,7 Sn 50	121,8 Sb 51	127,6 Te 52	126,9 I 53	131,3 Xe 54
6	132,9 Cs 55	137,3 Ba 56	138,9 La 57	178,5 Hf 72	180,9 Ta 73	183,9 W 74	186,2 Re 75	190,2 Os 76	192,2 Ir 77	195,1 Pt 78	197,0 Au 79	200,6 Hg 80	204,4 Tl 81	207,2 Pb 82	209,0 Bi 83	(209) Po 84	(210) At 85	(222) Rn 86
7	(223) Fr 87	226,0 Ra 88	227,0 Ac 89	(261) Rf 104	(262) Db 105	(266) Sg 106	(264) Bh 107	(269) Hs 108	(268) Mt 109	(281) Ds 110	(281) Rg 111	(285) Cn 112						

lanthanides	140,1 Ce 58	140,9 Pr 59	144,2 Nd 60	(145) Pm 61	150,4 Sm 62	152,0 Eu 63	157,3 Gd 64	158,9 Tb 65	162,5 Dy 66	164,9 Ho 67	167,3 Er 68	168,9 Tm 69	173,0 Yb 70	175,0 Lu 71
actinides	232,0 Th 90	231,0 Pa 91	238,0 U 92	237,0 Np 93	(244) Pu 94	(243) Am 95	(247) Cm 96	(247) Bk 97	(251) Cf 98	(254) Es 99	(257) Fm 100	(258) Md 101	(259) No 102	(256) Lr 103