

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2011

Section: B et C

Branche: Chimie

Numéro d'ordre du candidat

QC = Question de cours (20) ; AT = Application de transfert (20) ; AN = Application numérique (20)

I) L'acétone (la propanone)

18 points

1) Synthèse industrielle

La synthèse industrielle mondiale annuelle de l'acétone dépasse 5 millions de tonnes. Elle se fait en 2 étapes à partir du gaz propène :

- a) hydratation du propène en milieu acide, selon Markownikoff
 - α) dressez l'équation globale et étudiez le mécanisme réactionnel QC4
 - β) expliquez sur base de considérations électroniques pourquoi la réaction conduit à l'alcool secondaire plutôt qu'à l'alcool primaire AT2
- b) oxydation catalytique du propan-2-ol au contact du cuivre ; dressez l'équation AT2
- c) un industriel réussit à synthétiser 2,12 kg d'acétone à partir de 1 m³ (aux c.n.t.p.) de propène ; calculez le rendement de la synthèse AN2

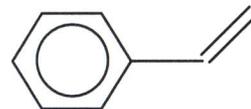
2) Propriétés à expliquer :

- a) à pression normale, le propan-2-ol entre en ébullition à 82°C alors que l'acétone, de masse moléculaire comparable, bout déjà à 56°C QC2
- b) l'acétone est un solvant organique parfaitement miscible à l'eau QC2
- c) le groupement carbonyle se prête facilement aux additions nucléophiles QC4

II) Le styrène (le phényléthène)

15 points

- 1) Indiquez et étudiez le mode d'hybridation de tous les atomes de carbone du styrène (représenté ci-contre) QC2
- 2) Expliquez la formation de la liaison double dans la chaîne latérale à partir des nuages atomiques des atomes de carbone QC2
- 3) Expliquer pourquoi les atomes de carbone du noyau benzénique s'associent en une structure hexagonale **plane** QC2
- 4) Exposez la formation du nuage moléculaire π du cycle benzénique de la molécule QC2
- 5) Si l'on ajoute du dibrome au styrène, on obtient le 1,2-dibromo-1-phényléthane
 - a) dressez l'équation de la réaction AT1
 - b) pourquoi le dibrome s'additionne-t-il sur la chaîne latérale du styrène et non sur le cycle benzénique ? AT2
- 6) Le 1,2-dibromo-1-phényléthane est un composé chiral
 - a) représentez la structure spatiale de l'énantiomère R AT2
 - b) représentez ce même énantiomère R en projection de Newman C₁→C₂ dans une conformation décalée AT2



Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2011

Section: B et C

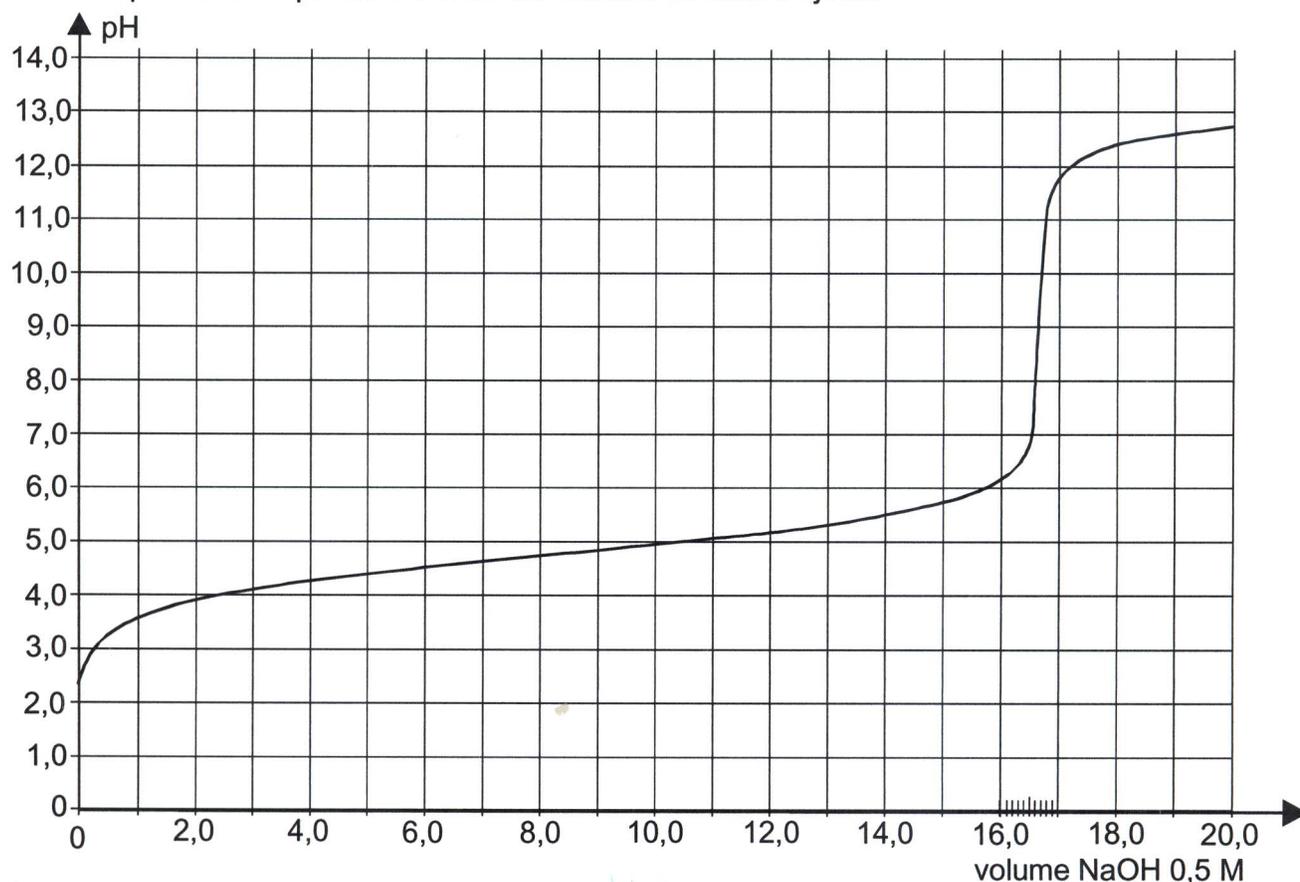
Branche: Chimie

Numéro d'ordre du candidat

III) Titrage d'un vinaigre

15 points

Une prise de $10,0 \text{ cm}^3$ d'un vinaigre est soumise au titrage par NaOH 0,50 M. Le graphe ci-dessous représente le pH en fonction du volume de titrant ajouté.



- 1) Montrez qu'il s'agit du titrage d'un acide faible par une base forte (2 arguments) AT2
- 2) Dédurre de la courbe un argument en faveur du fait que le vinaigre est une solution d'acide éthanoïque ; motivez dûment le raisonnement AN2 ; AT1
- 3) Calculer la concentration molaire de la solution soumise au titrage AN2
- 4) L'indication sur le flacon du vinaigre « *concentration minimale en acide : 5 %* » est-elle correcte ? (masse volumique du vinaigre = $1,0 \text{ g/cm}^3$) AN3
- 5) Vérifiez par calcul le pH au point d'équivalence AN3
- 6) Lequel des indicateurs du tableau ci-contre est le plus approprié pour reconnaître le point d'équivalence ? Motivez ! AT2

indicateur	domaine de virage
méthylorange	pH 3,1 - 4,4
bromothymol	pH 5,5 - 7,5
phénolphtaléine	pH 8,2 - 9,8

suite du questionnaire →

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2011

Section: B et C

Branche: Chimie

Numéro d'ordre du candidat

IV) Applications du pH

12 points

- 1) L'acide lactique (acide α -hydroxypropanoïque) est utilisé comme acidifiant (E270) de boissons (p.ex. Rivella).

Une solution aqueuse renferme 0,90 g d'acide lactique par litre de solution.

Calculer : a) le pH de la solution

AN3

b) son degré de dissociation α

AN2

- 2) Le pH de l'eau des piscines doit être maintenu entre 7,0 et 7,4. En cas d'acidification, on ajoute du rectificateur « pH Plus » constitué de carbonate de sodium.

Analysez le comportement acido-basique du carbonate de sodium en solution aqueuse (sans faire de calcul)

AT2

- 3) Pour calibrer le pH-mètre, on a besoin d'une solution tampon de pH 7,00. A cette fin on prépare un mélange renfermant les anions dihydrogénophosphate et hydrogénophosphate.

a) expliquez (sans calcul), pourquoi le couple $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ convient pour un tamponnage efficace à pH 7

AT2

b) calculez la masse d'hydrogénophosphate de sodium qu'il faut ajouter à 1 litre d'une solution 1M de dihydrogénophosphate de sodium pour obtenir le tampon désiré

AN3

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_3COOH	CH_3COO^-	an. éthanoate	4,75
ac. propanoïque	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$	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. borate	9,23
ac. hypobromeux	HBrO	BrO^-	an. hypobromite	9,24
ac. cyanhydrique	HCN	CN^-	an. cyanure	9,31
cat. triméthylammonium	$(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	triméthylamine	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. méthylammonium	CH_3NH_3^+	CH_3NH_2	méthylamine	10,70
cat. éthylammonium	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	éthylamine	10,75
cat. triéthylammonium	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}^+$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	triéthylamine	10,81
cat. diméthylammonium	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	diméthylamine	10,87
cat. diéthylammonium	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	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_2O	OH^-	anion hydroxyde	15,74

acides de force négligeable

bases fortes
(plus fortes que OH^-)
 O^{2-} , NH_2^- , anion alcoolate RO^-)

