

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section: B/C

Branche: CHIMIE

Numéro d'ordre du candidat

(QC = question de cours [20] ; AT = application et transfert [20] ; EN = exercice numérique [20])

I. Composés organiques oxygénés

(20 points)

1. Un composé organique A a pour formule brute $C_7H_{14}O_2$.
 - 1.1. L'hydrolyse de A donne un acide B et un alcool C. L'acide B réagit avec le pentachlorure de phosphore pour donner un composé D. Par action de l'ammoniac sur D on obtient un composé organique E à chaîne carbonée saturée, ramifiée, de masse molaire $M=87 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
 - a. Préciser les fonctions chimiques de A, D et E. (AT2)
 - b. Donner les formules semi-développées de E, D et B et le nom de B. (AT/EN3)
 - c. Ecrire les formules semi-développées de A. (AT2)
 - 1.2. L'alcool C est oxydé par une solution de dichromate de potassium en milieu acide. Il se forme un composé organique F donnant un précipité jaune avec la DNPH mais ne réagissant pas avec la liqueur de Fehling.
 - a. Donner la fonction chimique de F et les formules semi-développées de F et C ainsi que leurs noms. (AT2)
 - b. Dresser le système rédox de l'oxydation du composé C par le dichromate de potassium en milieu acide. (QC4)
2. En faisant réagir le glycérol sur l'acide palmitique ou acide hexadécanoïque on obtient un composé organique nommé palmitine.
 - a. Ecrire la formule semi-développée de la palmitine. (AT1)

La palmitine est présente dans l'huile de palme. Dans une usine on fabrique du savon à partir de la palmitine provenant d'huile de palme. Pour cela, on fait réagir 1500 kg d'huile de palme renfermant, en masse, 47 % de palmitine avec un excès d'une solution d'hydroxyde de sodium à chaud.
 - b. Ecrire l'équation de la réaction et nommer cette réaction. (QC3)
 - c. Calculer la masse de savon obtenue si le rendement de la réaction est de 80 %. (EN3)

II. Acide lactique (acide 2-hydroxypropanoïque)

(12 points)

L'acide lactique se forme lors de la fermentation du lactose du lait.

1. Le pH d'un lait frais vaut 6,4. Déterminer le rapport $[\text{ion lactate}] / [\text{ac. lactique}]$. En déduire l'espèce prédominante dans ce lait. (AT/EN3)
2. Dosage de l'acide lactique

On dose l'acide lactique présent dans un lait par une solution d'hydroxyde de sodium $5,00\cdot 10^{-2} \text{ M}$. Le titrage d'une prise de 20 cm^3 de lait exige une consommation de 12 cm^3 de NaOH.

 - 2.1. a. Ecrire l'équation de la protolyse qui se produit lors du dosage. (AT1)
 - b. On considère qu'un lait est frais lorsque la concentration massique en acide lactique est inférieure à $1,8 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Calculer la concentration en acide lactique et la masse d'acide lactique présente dans un litre de ce lait. Conclure. (EN2)

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section: B/C

Branche: CHIMIE

Numéro d'ordre du candidat

2.2. Pour la réaction de dosage calculer :

- a. le pH du lait soumis au titrage. (EN2)
- b. le pH après addition de 6 cm^3 de NaOH $5,00 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. (EN1)
- c. le pH à l'équivalence. (EN3)

III. Substitution dans le cycle aromatique

(8 points)

Un composé aromatique A comprenant un cycle benzénique porteur d'une chaîne latérale ramifiée et saturée, a pour masse molaire $M=120 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- a. Déterminer la formule semi-développée et le nom systématique de A. (AT/EN2)

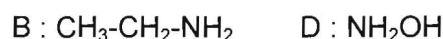
On réalise la mononitration du composé A.

- b. Ecrire l'équation globale de la réaction et la formule semi-développée du composé B obtenu sachant que la nitration s'effectue surtout en position para par rapport à la chaîne alkyle. Préciser les conditions expérimentales. (QC1)
- c. Etudier le mécanisme réactionnel de la mononitration en détail. (QC5)

IV. Composés organiques azotés

(20 points)

1. On donne les composés suivants :



- a. Nommer les composés A, B et C. (AT1)
 - b. Justifier le caractère basique des quatre composés. (AT1)
 - c. Attribuer à chaque base son pK_b en justifiant les choix opérés : (QC/AT3)
 $\text{pK}_b=3,25$; $\text{pK}_b=3,30$; $\text{pK}_b=4,80$; $\text{pK}_b=8,00$
 - d. Calculer le pH de 2 L de solution aqueuse qui contient 12,4 g de A et 13,5 g de chlorure de méthylammonium. (EN4)
2. Soit une amine aliphatique tertiaire E (à chaînes carbonées saturées linéaires). Une solution aqueuse de l'amine E, de concentration $c = 0,2 \text{ M}$, a été obtenue en dissolvant 20,2 g d'amine pour 1 L de solution.
- a. En déduire la masse molaire et la formule brute de E. Ecrire une formule semi-développée possible pour l'amine E et la nommer. (EN/AT3)
 - b. Par action du 1-iodobutane sur l'amine E on obtient un précipité blanc.
Ecrire l'équation de la réaction et donner une interprétation de la réaction. (QC3)
 - c. Quelle propriété des amines cette réaction met-elle en évidence? (QC1)
3. On considère une solution aqueuse d'acide 2-aminopropanoïque ou alanine.
- a. Représenter à l'aide de la projection de Fischer la L-alanine. (AT1)
 - b. Donner la formule générale et le nom de l'ion double contenu dans les solutions aqueuses d'acide α -aminé. (QC1)
 - c. Ecrire la formule de l'espèce chimique majoritaire de l'alanine en solution aqueuse, dans les deux cas suivants : $\text{pH}=2$; $\text{pH}=11$. (AT2)

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. hydrogénéoxalate | 1,23 |
| ac. dichloroéthanoïque | CHCl ₂ COOH | CHCl ₂ COO ⁻ | an. dichloroéthanoate | 1,26 |
| ac. sulfureux | H ₂ SO ₃ | HSO ₃ ⁻ | an. hydrogénéosulfite | 1,80 |
| an. hydrogénéosulfate | 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 | 175,0 Lu 71 | 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 | (260) Lr 103 | (261) Rf 104 | (262) Db 105 | (266) Sg 106 | (264) Bh 107 | (269) Hs 108 | (268) Mt 109 | (281) Ds 110 | (272) Rg 111 | (285) Cn 112 | | (289) Fl 114 | | (293) Lv 116 | | | | |
| Lanthanides | | | 138,9 La 57 | 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 | | | | |
| Actinides | | | 227,0 Ac 89 | 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 | | | | |