

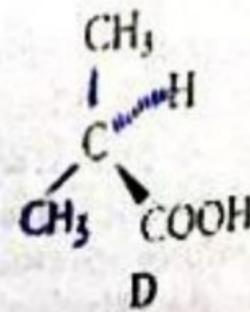
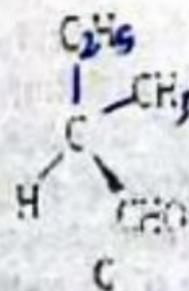
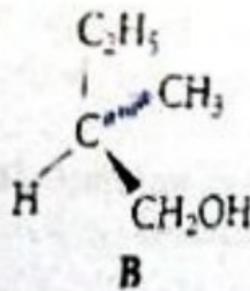
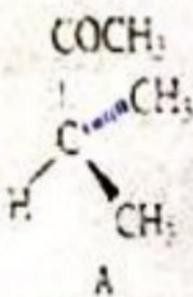
**DEVOIR HARMONISE DE CHIMIE DU 29 Avril 2021**

On donne les masses molaires atomiques, en g/mol : C = 12 ; H = 1 ; O = 16 ; Na = 23

**PARTIE A : EVALUATION DES RESSOURCES / 24points**

**Exercice 1 : Vérification des savoirs / 08points**

- 1) Définir les mots ou expressions suivantes : a) équivalence acido-basique ; 1,5pt  
 b) temps de demi-réaction ; c) vitesse de formation d'un produit. 0,5pt
- 2) Donner une application pratique de la température comme facteur cinétique. 0,5pt
- 3) Comment la notion d'équilibre chimique permet-elle d'interpréter le caractère limité de la réaction d'hydrolyse d'un ester ? 0,75pt
- 4) Quand dit-on qu'une catalyse est hétérogène ? Illustrer par un exemple.
- 5) Soit les molécules représentées ci-dessous :



- 5-1) Nommer chacune des quatre molécules. 1pt
- 5-2) Préciser celles qui sont isomères en indiquant le type d'isomérie. 0,75pt
- 5-3) Préciser en justifiant les molécules chirales. 0,5pt
- 5-4) Représenter l'autre énantiomère de l'une des molécules chirales de votre choix. 0,5pt
- 5-5) Donner la formule semi-développée et le nom du composé organique obtenu par action de B sur D. 0,5pt
- 6) Quel est le but de l'opération de relargage lors de la préparation d'un savon ? 0,5pt
- 7) Citer deux types de dosage couramment réalisé entre acide et base. 0,5pt
- 8) Expliquer pourquoi la vitesse d'une réaction augmente avec la concentration des réactifs. 0,5pt

**Exercice 2 : Application des savoirs / 8points**

Les solutions sont à 25°C.

- 1) Le borate de sodium est un sel de formule  $\text{NaH}_2\text{BO}_3$  qui se dissout totalement dans l'eau en produisant les ions borate de formule  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$ . L'acide conjugué de l'ion borate est l'acide borique.

On mesure le pH d'une solution S de borate de sodium et on trouve 10,6. Lorsqu'on dilue 100 fois cette solution, la mesure du pH de la solution fille S'obtenue donne 9,6.

- 1-1) Montrer alors que l'ion borate est une base faible. 1pt
- 1-2) Le  $\text{pK}_a$  du couple acide / base dont l'ion borate fait partie vaut 9,18. Déterminer la concentration molaire de la solution C de la solution S. 2 pt
- 1-3) Une solution  $S_1$  d'acide borique de concentration  $C_1 = 0,01 \text{ mol/L}$  a un  $\text{pH} = 6,1$ . A un litre de cette solution, on ajoute 0,2 g de cristaux d'hydroxyde de sodium ; on obtient finalement une solution  $S_2$ .
  - 1-3-1) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit après ajout des cristaux d'hydroxyde de sodium sachant qu'elle est quantitative. 0,5pt
  - 1-3-2) Montrer que la solution  $S_2$  est une solution tampon. 1,5 pt
- 2) Une amine aromatique B a pour formule brute  $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}$ . Cette amine est sans action sur le chlorure d'éthanoyle mais réagit avec le chlorure d'éthyle pour donner un composé C qui précipite. Ecrire les formules semi-développées et noms des composés B et C. 1pt

- 3) Pour réaliser la synthèse d'un amide C, on réalise successivement les réactions suivantes :
- Oxydation peu ménagée du propan-1-ol par une solution acidifiée de dichromate de potassium puis on isole le produit organique A qui rougit le papier pH humide.
  - L'action de A sur le chlorure de thionyle conduit à un composé organique B.
  - L'action de B sur N-éthylpropan-2-amine donne l'amide de C.
- 3-1) Ecrire en utilisant les formules semi-développées les équations bilans des réactions i) ; ii) et iii) 1,5pt  
0,5pt

3-2) Nommer les composés B et C. Polygenie Corporation 698651882 / 670162312

**Exercice 3 : Utilisation des acquis / 8 points**

L'éthanoate de benzyle  $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5$  est un ester très parfumé extrait du jasmin. On recueille un échantillon presque pur qu'on fractionne en deux parties égales.

**1) Hydrolyse d'un ester:**

La première moitié de l'échantillon précédent est introduite dans un ballon avec une quantité de matière égale d'eau et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Ce ballon, équipé d'un chauffage à reflux, est placé au bain marie. La constante d'équilibre K de la réaction d'hydrolyse qui se produit est égale à 0,25.

1-1) Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation bilan de la réaction. Nommer les produits formés. 1pt

1-2) Schématiser le montage utilisé. Quel est l'intérêt de ce montage ? 1pt

1-3) On note  $n_0$  les quantités de matière initiales de réactifs ;  $x_t$  l'avancement de la réaction dans l'état final et  $\tau$  le taux d'avancement de la réaction.

1-3-1) Donner l'expression de la constante d'équilibre K en fonction de  $\tau$ . 1pt

1-3-2) Déterminer en pourcentage le rendement de la réaction. 0,5pt

**2) Cinétique de l'hydrolyse basique d'un ester.**

On fait réagir la deuxième moitié de l'échantillon précédent avec une solution aqueuse d'hydroxyde de potassium en excès. Le volume V du mélange réactionnel obtenu est égal à 200 mL. Par dosage de prélèvements successifs de 20,0 mL, on détermine la quantité de matière d'ions hydroxyde restants  $n(\text{HO}^-)_{\text{restant}}$  à différentes dates ainsi que l'avancement x de la réaction d'hydrolyse basique.

2-1) Que doit-on faire avant le dosage pour réduire la marge d'erreur sur cette détermination ? 0,5pt

2-2) Ecrire la relation entre  $n(\text{HO}^-)_{\text{restant}}$  et l'avancement x de la réaction à la date t. 0,5pt

2-3) Sachant que la masse d'éthanoate de benzyle utilisée pour le mélange réactionnel de volume  $V = 200 \text{ mL}$  est égale à 10,0 g, déterminer la valeur finale de l'avancement, notée  $x_f$ . 0,75pt

2-4) La courbe 1 du document à remettre avec la copie donne l'avancement x de la réaction en fonction du temps. 0,5pt

2-4-1) Déterminer le temps de demi-réaction. 0,5pt

2-4-2) Comment varie la vitesse de réaction au cours du temps ? Pourquoi ? 1pt

2-4-3) Déterminer la vitesse moyenne de l'hydrolyse entre la date  $t_1 = 8 \text{ min}$  et  $t_2 = 14 \text{ min}$ . 0,75pt

2-4-4) Représenter sur le graphique l'allure de la courbe que l'on obtiendrait en chauffant le mélange réactionnel. 0,75pt

**PARTIE B : Evaluation DES COMPETENCES / 16 points**

**EXERCICE 4 : CONTROLE DE QUALITE D'UN LAIT / 8 points**

**Document 1 : Echelle d'acidité Dornic**

Le lait de vache est constitué de 87 % d'eau ; 4,7% de lactose et de 3,5 à 4% de matières grasses (Proportions en masse). Un lait frais est légèrement acide, son pH est compris entre 6,6 et 6,8. Cependant le lactose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) contenu dans le lait subit naturellement une dégradation biochimique progressive sous l'effet des bactéries pour donner l'acide lactique ( $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ ). L'industrie laitière utilise le degré Dornic pour quantifier l'acidité d'un lait. Un degré Dornic ( $1^\circ\text{D}$ ) correspond à 100 mg d'acide lactique par litre de lait.

considéré comme frais, un lait doit avoir une acidité inférieure ou égale 18°D. Entre 18°D et 40°D, le lait caille lorsqu'on le chauffe : c'est la caséine qui floccule. Au-delà de 40°D, il caille à température ambiante.

**Document 2 : Résultat obtenu lors du titrage par suivi pH-métrique d'un volume  $V_A = 20,0$  mL de solution d'acide lactique de concentration  $C_A = 3,00 \times 10^{-2}$  mol/L par différents volumes  $V$  d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 5,00 \times 10^{-2}$  mol/L.**

V (mL)	0	2	4	6	8	9	10	11	11,5	12	12,5	13	14	15	16
pH	2,6	3	3,5	3,9	4,1	4,4	4,7	5	6,4	8	9,5	10,2	11	11,2	11,3

**Mise en œuvre de la méthode Dornic**

Un ingénieur de contrôle de qualité désire déterminer l'acidité d'un lait selon la méthode Dornic. Il prélève  $V_A = 10,0$  mL de lait qu'il met dans un erlenmeyer puis, y ajoute deux gouttes de phénolphtaléine. Ensuite, il verse dans ce dernier progressivement à l'aide d'une burette graduée une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 0,111$  mol/L, en agitant à chaque fois. Le volume de soude versé pour obtenir une couleur rose pâle est  $V_B = (2,1 \pm 0,1)$  mL. On admettra que l'acidité du lait est due uniquement à l'acide lactique.

- 1) L'ingénieur affirme que les ions lactates (base conjuguée de l'acide lactique) sont prédominants dans un lait quel que soit son état de fraîcheur. En utilisant les informations fournies par les différents documents et en lien avec tes connaissances, examine cette affirmation. 4pt
- 2) En utilisant les informations fournies par les différents documents et en lien avec tes connaissances, prononce-toi sur la fraîcheur du lait contrôlé. 4pt

Polygenie Corporation 698651882 / 670162312

**EXERCICE 5 : Cinétique chimique (8points)**

Lors d'une séance de travaux pratiques un groupe d'élèves de Terminale scientifique désire étudier la Cinétique de la décomposition du peroxyde d'hydrogène en présence des ions  $Fe^{3+}$ . L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène. L'équation bilan de la décomposition du peroxyde d'hydrogène est  $2H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$ . L'ion ferrique  $Fe^{3+}$  catalyse cette réaction. Le peroxyde d'hydrogène peut être oxydé par l'ion permanganate en milieu acide. Cette réaction est rapide et totale à température ordinaire.

**Document 3 : Données de la littérature scientifique**

- l'oxydation de  $H_2O_2$  par les ions ferriques  $Fe^{3+}$  est rapide et totale ;
- l'oxydation de  $Fe^{3+}$  par  $H_2O_2$  est rapide et totale ;
- potentiels rédox de quelques couples :

$E^\circ(O_2/H_2O_2) = 0,69$  V ;  $E^\circ(MnO_4^-/Mn^{2+}) = 1,51$  V ;  $E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$  V ;  $E^\circ(H_2O_2/H_2O) = 1,77$  V

**Document 4 : Protocole expérimental utilisé :**

Dans un erlenmeyer de 250 mL, le groupe verse 5 mL d'une solution acidifiée de chlorure ferrique et 85 mL d'eau ; A l'instant origine ( $t = 0$ ) on ajoute 10 mL d'eau oxygénée du commerce. Toutes les 5 minutes, il prélève  $V_1 = 10$  mL du mélange précédent auquel il ajoute 40 mL d'eau glacée et 10 mL d'acide sulfurique de concentration 1 mol/L. Il dose chacune des prises d'essai par une solution de permanganate de potassium de concentration  $C_2 = 0,02$  mol/L. Le volume de permanganate de potassium nécessaire pour obtenir une coloration persistante dans chaque tube à essai sera noté  $V_2$ .

**Document 5: résultats obtenus**

t(min)	0	5	10	15	20	25	35	40	50	60
$V_2$ (mL)	17,9	14,8	12,6	10,8	9,2	7,8	6,2	5,4	4,5	3,6

- 1) Prononce-toi sur le protocole expérimental utilisé par ce groupe en précisant le mode d'action du catalyseur. 3pt
- 2) Ada un des élèves du groupe affirme que la vitesse de disparition du peroxyde d'hydrogène au temps de demi-réaction est la moitié de sa valeur à l'instant initial, ce que contestent les autres membres du groupe. En t'appuyant sur la courbe représentative de la fonction  $[H_2O_2] = f(t)$  et en explicitant ta démarche, départage ces élèves. 5pt