

Jean Paul KARASIRA
GomRud.

Chimie I

022

22 Nov. 2005 8h30-11h30

CONSEIL NATIONAL DES EXAMENS AU RWANDA



B.P 3817 KIGALI-TEL/FAX : 586871

EXAMEN NATIONAL DE FIN D'ETUDES SECONDAIRES 2005

EPREUVE : CHIMIE I

**OPTIONS : BIOLOGIE-CHIMIE
BIOLOGIE-CHIMIE+LATIN**

DUREE : 3 HEURES

INSTRUCTIONS :

L'épreuve est composée de trois sections : A, B et C

SECTION A : Répondez à **toutes** les questions.

SECTION B : Répondez à **trois** questions de votre choix.

SECTION C : Répondez à **une seule** question de votre choix.

Les calculatrices peuvent être utilisées.

SECTION A : Répondez à toutes les questions sur 55 points.

1. L'abondance en pourcentage des isotopes stables de chrome sont :

$^{50}_{24}\text{Cr}$: 4,31%; $^{52}_{24}\text{Cr}$: 83,76%; $^{53}_{24}\text{Cr}$: 9,55% et $^{54}_{24}\text{Cr}$: 2,38%.

- a) Que signifie le terme « isotope » et pourquoi les isotopes de chrome montrent-ils des propriétés chimiques similaires ? **2 pts**
- b) Calculez la masse atomique relative de chrome arrondie à 3 décimales significatives. **1 pt**
- c) Calculez le nombre de neutrons dans l'isotope de Chrome le plus abondant. **1 pt**

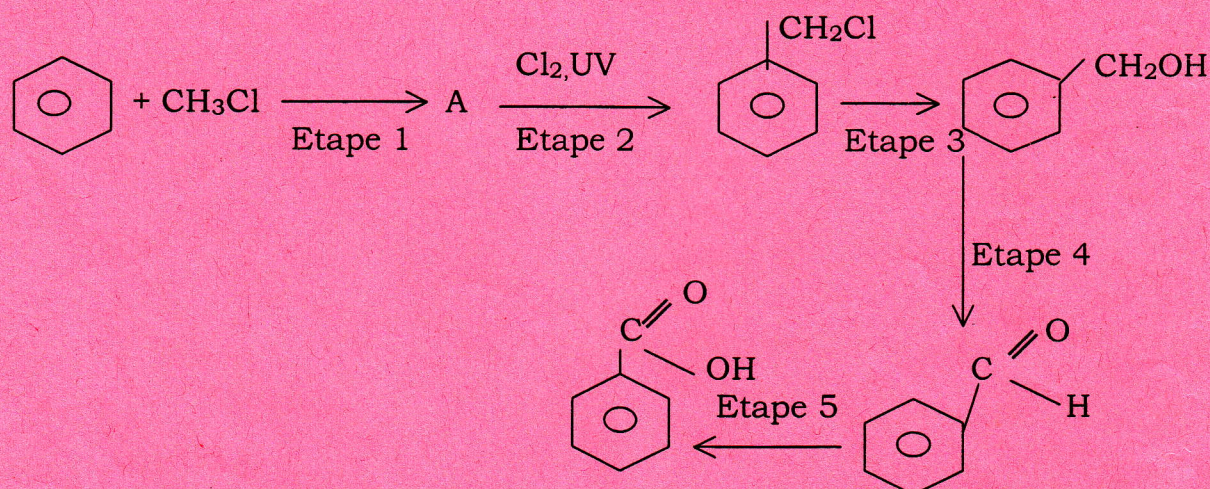
2. Cette question concerne les oxydes suivants :

Na_2O , MgO , SiO_2 , SO_3 .

A partir de la liste ci-dessus, identifiez l'oxyde qui convient à la description donnée :

- a) Un oxyde qui est insoluble dans l'eau. **1 pt**
- b) Un oxyde ayant une structure moléculaire simple à la température et à pression ambiantes. **1 pt**
- c) Un oxyde qui réagit avec de l'eau en formant une solution alcaline forte. **1 pt**
- d) Un oxyde qui est légèrement soluble dans l'eau en formant une solution alcaline faible. **1 pt**

3. La voie synthétique possible de benzène à l'acide benzoïque est montrée ci-dessous :



- a) Donnez la formule d'un catalyseur approprié pour l'étape 1 et donnez la formule structurale du composé A. **2 pts**
- b) Donnez le nom du réactif utilisé et le type de réaction dans l'étape 3. **2 pts**
- c) Nommez le réactif utilisé dans l'étape 4. **1 pt**

4. Utilisez les enthalpies de liaison/énergies de liaison dans le tableau suivant pour répondre aux questions qui suivent :

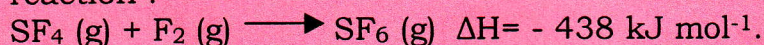
Liaison	Enthalpie de liaison moyenne/kJ mol ⁻¹
F-F	158
C-H	412
Cl-Cl	242
H-Cl	432
C-Cl	338

a) Calculez la variation d'enthalpie pour la réaction :



2 pts

b) En considérant les liaisons rompues et les liaisons formées, calculez la valeur de l'énergie de liaison moyenne de S-F dans la réaction :



Indiquez n'importe quelle supposition que vous avez faite.

3 pts

5. a) (i) Expliquez ce que signifie la variation d'enthalpie standard de formation d'un composé.

1 pt

(ii) Ecrivez une équation équilibrée qui représente la variation d'enthalpie standard de formation du propane.

1 pt

b) Calculez la variation d'enthalpie standard de formation du propane à partir des variations des enthalpies standards de combustion données ci-dessous :

	$\Delta H_c^0 / \text{kJ. mol}^{-1}$
Carbone	-393
Hydrogène	-286
Propane	-2220

3 pts

6. Cette question concerne quelques réactions d'un composé X qui a la structure : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$

a) Donnez le nom systématique du composé X.

1 pt

b) X est-il un alcool primaire, secondaire ou tertiaire ?

1 pt

c) Quel est le nom donné aux forces intermoléculaires dans le composé X ?

1 pt

d) Donnez la formule structurale de deux composés organiques obtenus en faisant réagir X avec un mélange chaud de dichromate de potassium et d'acide sulfurique.

2 pts

7. Le bore, l'azote et l'oxygène forment les fluorures ayant les formules moléculaires : BF_3 , NF_3 et OF_2

a) Dessinez la forme de chaque molécule et montrez la position des paires électroniques libres s'il y en a.

3 pts

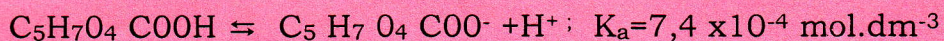
b) Donnez l'angle de liaison dans chaque cas, en expliquant vos raisons.

3 pts

8. a) Ecrivez la configuration électronique de l'atome de calcium et de l'ion calcium en terme des orbitales s,p,...
(Le nombre atomique de calcium est 20) **2 pts**
- b) Pourquoi le rayon atomique de calcium est-il plus grand que le rayon ionique de l'ion calcium ? **1 pt**
- c) Expliquez pourquoi l'énergie d'hydratation (variation d'enthalpie d'hydratation) de Mg^{2+} est plus exothermique que celle de Ca^{2+} ? **1 pt**
9. Plus d'un million de tonnes de manganèse sont produites dans le monde chaque année.
- a) Ecrivez la configuration électronique de manganèse (nombre atomique = 25) et utilisez-la pour expliquer pourquoi le manganèse est un élément de transition. **2 pts**
- b) Donnez, à l'aide des exemples spécifiques, deux propriétés de manganèse ou de ses composés qui sont typiques pour les éléments de transition. **2 pts**
- c) Calculez le nombre d'oxydation du manganèse dans l'ion MnO_4^{2-} **1 pt**
10. Expliquez ce qui suit :
- a) Le point d'ébullition de l'eau (H_2O) est plus élevé que celui de sulfure d'hydrogène (H_2S) **1 pt**
- b) Les points d'ébullition de l'éthane, eau et hydruure de sodium augmentent dans l'ordre : $C_2H_6 < H_2O < NaH$. **2 pts**
11. Considérons les réactions d'équilibre, suivantes :
- Réaction I : $3Fe (s) + 4H_2O (g) \rightleftharpoons Fe_3O_4 (s) + 4H_2 (g)$
- Réaction II : $CO (g) + Cl_2 (g) \rightleftharpoons COCl_2 (g)$.
- a) Ecrivez les expressions de la constante d'équilibre, K_p
- i) pour la réaction I
- ii) pour la réaction II **2 pts**
- b) Expliquez, en donnant les raisons, comment l'augmentation de la pression affecte la position de l'équilibre dans chaque réaction ci-dessus ? **2 pts**
12. Un isotope radioactif X se désintègre en émettant des particules beta.
On a trouvé que seulement $\frac{1}{32}$ de l'isotope original restait après 100 jours.
Calculez la demi-vie de l'isotope radioactif. **2 pts**
13. On fait passer un courant électrique à travers deux béchers contenant une solution aqueuse de nitrate d'argent et une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II) connectés en série. Après 30 minutes, 0,100g d'argent est déposé dans le premier bécher.
- a) Ecrivez une équation pour le dépôt d'argent. **1 pt**
- b) Calculez le courant passé.
($Ag = 108$, $F = 96500Cmol^{-1}$) **2 pts**

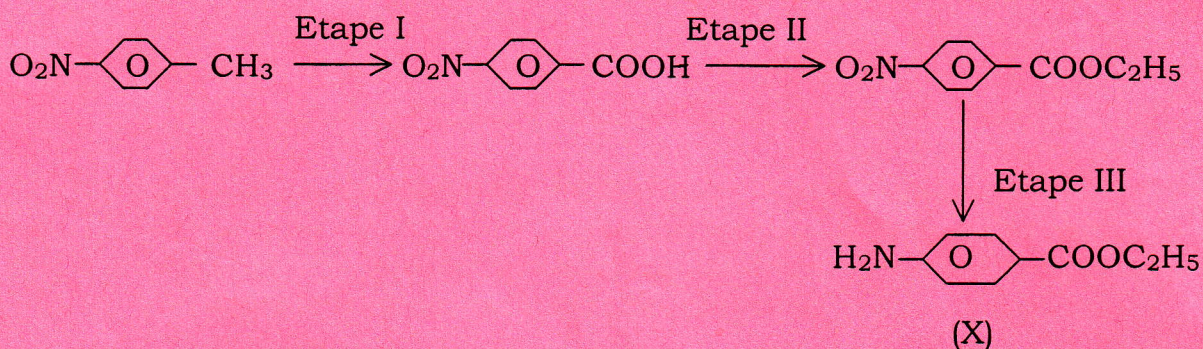
SECTION B : Choisissez trois questions dans cette section (30 points).

14. Quelques denrées alimentaires contiennent « les régulateurs d'acide » qui ont une action de maintenir le pH. Le mélange d'acide citrique et de son sel de sodium sont souvent utilisés à cet effet.



- a) La concentration de l'acide citrique dans le jus de citron est $0,23 \text{ mol.dm}^{-3}$.
En supposant qu'aucun autre acide n'est présent, calculez le pH du jus de citron. **3 pts**
- b) Ecrivez les équations pour montrer comment le système tampon acide citrique et citrate de sodium régule l'acidité lors de l'ajout de :
(i) ions H^+
(ii) ions OH^- **2 pts**
- c) Calculez le pH de la solution contenant $0,20 \text{ mol.dm}^{-3}$ d'acide citrique et $0,3 \text{ mol.dm}^{-3}$ de citrate de sodium. **2 pts**
- d) Définissez le terme K_e et expliquez pourquoi, à 25°C , l'eau a un pH égal à 7. **3 pts**
15. a) Donnez la formule de trois isomères structuraux de C_4H_8 qui sont non-cycliques. **3 pts**
- b) Un de ces isomères montre un type de stéréoisomérisation.
(i) Donnez les structures des stéréoisomères et nommez-les. **2 pts**
(ii) Donnez un test chimique du groupement fonctionnel présent dans les isomères et décrivez l'observation attendue. **2 pts**
- c) Un des isomères de C_4H_8 dans (a) réagit avec HBr en donnant deux produits différents, celui qui est majoritaire est une molécule chirale.
(i) Identifiez cet isomère de C_4H_8 . **1 pt**
(ii) Donnez le mécanisme de réaction de cet isomère avec HBr . **2 pts**
16. a) Quels sont les réactifs et les conditions utilisés pour préparer le nitrobenzène à partir du benzène ? **2 pts**
- b) La réaction dans (a) est décrite comme une substitution électrophile. Décrivez le mécanisme pour cette réaction, en indiquant clairement comment le réactif électrophile est formé et son rôle dans toutes les étapes. **2 pts**

c) Un calmant local légendé comme X ci-dessous est synthétisé à partir d'un composé aromatique (4-nitrométhylbenzène) comme montré dans les étapes suivantes :



Prévoyez les réactions et les conditions pour
 l'étape I
 l'étape II
 l'étape III

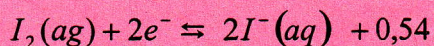
6 pts

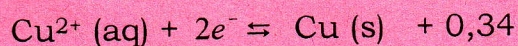
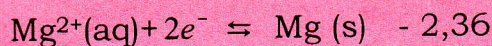
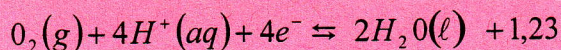
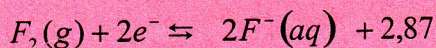
17. La réaction réversible $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ est utilisée dans le procédé de contact pour la fabrication de l'acide sulfurique en utilisant V_2O_5 comme catalyseur.

- a) (i) Calculez l'enthalpie de réaction, ΔH , de la réaction directe en supposant qu'elle est complète. Sachant que les enthalpies de formation de $\text{SO}_2(\text{g})$ et de $\text{SO}_3(\text{g})$ sont respectivement -297 et -395 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. **2 pts**
- (ii) Indiquez et expliquez l'effet de l'augmentation de la température sur la position de l'équilibre de cette réaction. **2 pts**
- (iii) La température optimale utilisée dans ce processus industriel est 450°C . En basant vos réponses sur les principes économiques et chimiques, suggérez deux raisons qui déterminent le choix de cette température opérationnelle. **2 pts**
- (iv) Quel est l'effet d'un catalyseur sur la position de l'équilibre dans cette réaction ? **1 pt**
- b) (i) Ecrivez une expression de la constante d'équilibre, K_c , pour la réaction. **1 pt**
- (ii) Quel est l'effet d'augmentation de la concentration d'oxygène (à la même température) sur :
- I : la constante d'équilibre, K_c ?
- II : la position d'équilibre ? **2 pts**

18. La liste suivante donne les potentiels d'électrode standard pour les demi-piles variées :

E° / Volts





- a) Dessinez un diagramme légendé d'une pile qui peut être utilisé pour mesurer le potentiel d'électrode standard d'une demi-pile Cu^{2+}/Cu . **4 pts**
- b) A partir de la liste ci-dessus, identifiez
 (i) l'agent le plus réducteur
 (ii) l'agent le plus oxydant **2 pts**
- c) Calculez la f.e.m standard d'une pile (E° pile) correspondant à la réaction d'une pile :
 $2Cu^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2Cu(s) + O_2(g) + 4H^+(aq)$ **1 pt**
- d) Quand on a fait passer un courant constant à travers une solution aqueuse de nitrate de cuivre (II) pendant une heure, la masse de la cathode cuivrique est augmentée de 15,24g.
 Calculez le courant utilisé en ampères.
 ($F=96\ 500\ C.mol^{-1}$; $Cu=63,5$). **3 pts**

SECTION C : Répondez à une seule question au choix (15 points).

19. Pour chacune de paires de composés suivantes, identifiez un test chimique qui peut être utilisé pour les différencier. Indiquez clairement les observations attendues et écrivez les équations pertinentes de réactions impliquées.
- a) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ et $CH_3CH_2CH_2CHO$ **3 pts**
- b) $CH_3CH_2CH_2CO_2H$ et $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ **3 pts**
- c) $CH_3CH(OH)CH_3$ et $CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{C} - OH$ ou $(CH_3)_3COH$ **3 pts**
- d) $Zn(NO_3)_2$ et $Pb(NO_3)_2$ **3 pts**
- e) Na_2SO_3 et Na_2SO_4 **3 pts**
20. La 1^{ère} portion de 25 cm³ d'une solution contenant les ions Fe^{2+} et les ions Fe^{3+} est acidifié et est dosé par une solution de manganate (VII) de potassium. (=permanganate de potassium).
 15cm³ d'une solution de manganate (VII) de potassium de concentration 0,0200M a été utilisé.
 La 2^{ème} portion de 25 cm³ a réagi avec le zinc pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} . Après la réduction d'échantillon d'une portion de 25 cm³ était dosé par la même solution de manganate (VII) de potassium.
 19 cm³ de manganate (VII) de potassium a été utilisé.

- a) Expliquez pourquoi il n'y a pas d'indicateur dans cette titration. **1 pt**
- b) Utilisez les demi-équations ci-dessous pour écrire l'équation rédox globale entre Fe^{2+} et MnO_4^- en milieu acide.

$$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$$
 2 pts
- c) Calculez le nombre de moles de MnO_4^- dans 15 cm^3 d'une solution de KMnO_4 $0,02000 \text{ mol/dm}^3$. **1 pt**
- d) Calculez la concentration en mole dm^{-3} de Fe^{2+} dans l'échantillon original de la solution. **3 pts**
- e) Calculez le nombre de moles de MnO_4^- dans 19 cm^3 de KMnO_4 $0,0200 \text{ M}$. **1 pt**
- f) Calculez la concentration totale de Fe^{2+} en mol dm^{-3} après la réduction de Fe^{3+} dans la 2^{ème} portion de la solution. **3 pts**
- g) Alors calculez la concentration de Fe^{3+} en mol dm^{-3} dans l'échantillon original de la solution. **1 pt**
- h) Calculez le rapport des concentration $\text{Fe}^{3+} : \text{Fe}^{2+}$ dans l'échantillon original. **2 pts**
- i) Le rapport final des concentrations de $\text{Fe}^{3+} : \text{Fe}^{2+}$ est élevé après plusieurs heures d'exposition de la solution à l'atmosphère. Suggérez une explication pour cette observation. **1 pt**