

CONCOURS CANADIEN DE CHIMIE 2018
Pour les étudiants du secondaire et du CÉGEP
(Remplace l'examen national de chimie des écoles secondaires)

PARTIE C: L'OLYMPIADE CANADIENNE DE CHIMIE
Examen final de sélection 2018

Questions à développement (90 minutes)

Cette section comprend cinq (5) questions. Les étudiants doivent tenter de répondre à **toutes** les questions en 1,5 heure. Toutefois, il est admis que les connaissances théoriques diffèrent d'un étudiant à l'autre et donc **les étudiants qui manqueront certaines questions ne seront pas nécessairement éliminés des compétitions ultérieures.**

Vous devez répondre aux questions dans l'espace donné sur ce formulaire. Toutes les pages de l'examen, y compris cette page couverture, ainsi qu'une photocopie de la Partie A de l'examen, doivent être remises **immédiatement** à votre coordonnateur de l'Olympiade canadienne de chimie par courrier.

— LISEZ ATTENTIVEMENT —

1. ASSUREZ-VOUS D'AVOIR COMPLÉTÉ TOUTES LES INFORMATIONS REQUISES AU BAS DE CETTE PAGE AVANT DE COMMENCER LA **PARTIE C** DE L'EXAMEN.
2. LES ÉTUDIANTS DOIVENT TENTER DE RÉPONDRE À TOUTES LES QUESTIONS DE LA **PARTIE A** ET DE LA **PARTIE C**. DES RÉPONSES DE HAUTES QUALITÉS SUR UN NOMBRE LIMITÉ DE QUESTIONS PEUVENT ÊTRE SUFFISANTES POUR OBTENIR UNE INVITATION AU NIVEAU SUPÉRIEUR DU PROCESSUS DE SÉLECTION.
3. POUR LES QUESTIONS NÉCESSITANT DES CALCULS NUMÉRIQUES, ASSUREZ-VOUS DE MONTRER CLAIREMENT LA DEMARCHE DE VOS CALCULS.
4. SEULEMENT LES CALCULATRICES NON PROGRAMMABLES SONT AUTORISÉES LORS DE CET EXAMEN.
5. NOTEZ QU'UN TABLEAU PÉRIODIQUE AINSI QU'UNE LISTE DE CONSTANTES PHYSIQUES SONT FOURNIS SUR UNE FEUILLE DE DONNÉES ACCOMPAGNANT CET EXAMEN.

PARTIE A ()
Bonnes réponses

25 x 1.6 = /040

PARTIE C

1. /012

2. /012

3. /012

4. /012

5. /012

TOTAL /100

Nom _____ École _____
(NOM, Prénom; écrivez lisiblement)

Ville, Province _____ Téléphone ()- _____

Date de naissance _____ Courriel _____

Nombre d'années dans une école secondaire canadienne _____

Nombre de cours de chimie dans un CÉGEP du Québec _____

Homme Citoyen canadien Immigrant reçu Étudiant avec visa

Femme Passeport valide en février 2019 Nationalité du passeport _____

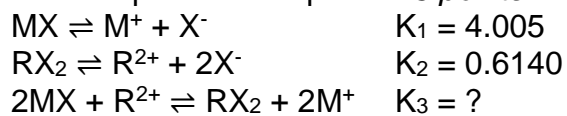
Enseignant _____ Courriel de l'enseignant _____

Chimie Analytique

1. a) L'acide phosphorique, H_3PO_4 , est un triacide ayant une constante d'acidité: $K_{a1} = 7.5 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$ et $K_{a3} = 2.2 \cdot 10^{-13}$. Si une solution d'acide phosphorique a une concentration initiale de $[\text{H}_3\text{PO}_4] = 0.0403 \text{ M}$, calcul $[\text{PO}_4^{3-}]$ à l'équilibre.

5 points

b) Compte tenu des données ci-dessous à température ambiante, estimez la valeur de la constant d'équilibre manquante. *3 points*

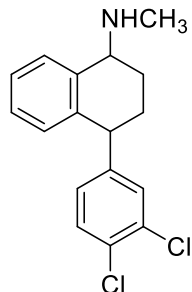


c) En utilisant les valeurs K ci-dessous calculer l'énergie libre de Gibbs de chaque réaction à température ambiante. *2 points*

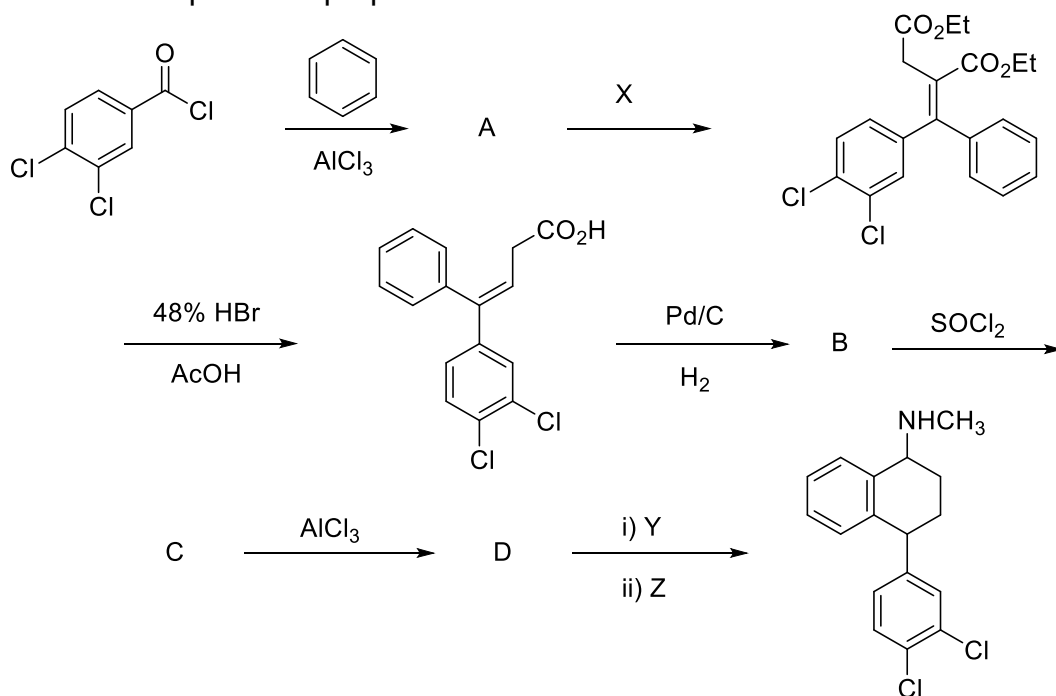
d) Calculez l'énergie libre de Gibbs de la troisième réaction en utilisant les énergies libres de Gibbs des deux premières réactions et comparez-la avec la valeur que vous avez obtenue dans la partie c). Sont-ils différents? Similaire? Explique pour quoi en trois phrases. *2 points*

Chimie Organique

2. La sertraline est un agent pharmaceutique puissant pour le traitement de la dépression. Il est vendu sous le nom de Zoloft et appartient à la classe des antidépresseurs connus sous le nom d'inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS). Approuvé pour un usage médical en 1991, c'est l'un des médicaments psychiatriques les plus prescrits. La structure est montrée ci-dessous.



La sertraline peut être préparée selon le schéma suivant:



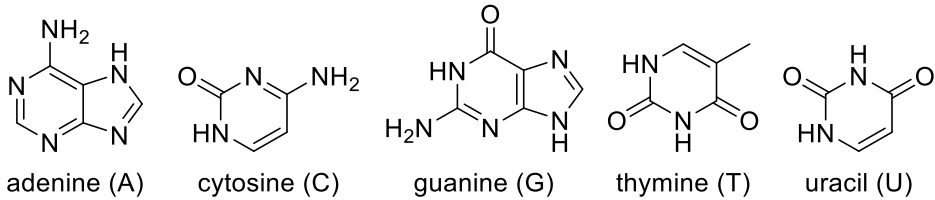
a) Dessinez les structures des intermédiaires A, B, C et D dans les cases ci-dessous.

4 points

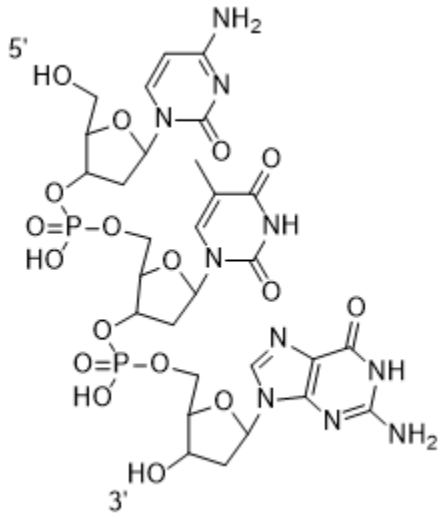
A	B	C	D
---	---	---	---

Chimie Biologique

3.



L'AND et l'ARN sont composés de nucléobases: l'adénine, la cytosine, la guanine, la thymine et l'uracile, comme indiqué ci-dessus. De nombreux troubles génétiques sont causés par des répétitions trinuécléotidiques comme la dystrophie myotonique qui est causée par la répétition trinuécléotidique suivante :

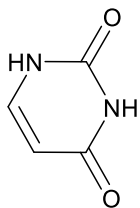


a) Écrivez le code (par exemple 5'-AAA-3') qui correspond au trinuécléotide. *1 point*

b) Écrivez la séquence d'AND complémentaire. *1 point*

c) Écrivez la séquence d'ARNm qui serait transcrite à partir du trinuécléotide initial. *1 point*

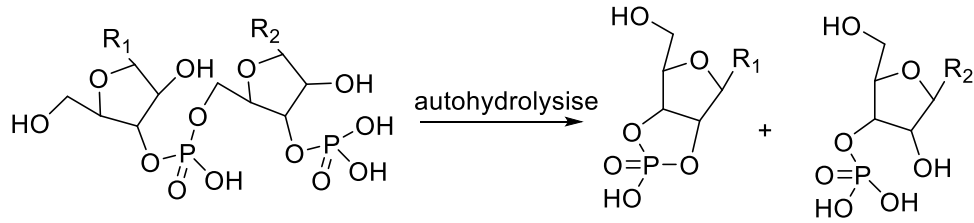
d) Dessinez les liaisons hydrogène entre l'uracile et sa paire de base. *3 points*



uracil (U)

e) Encercler les atomes qui participent comme base de Lewis dans l'uracile. *1 point*

f) L'AND et l'ARN peuvent subir une auto-hydrolyse. Voici un exemple d'une section d'un brin d'ARN et de son produit après auto-hydrolyse.



Proposer un catalyseur potentiel pour cette réaction et expliquer votre raisonnement en deux phrases. *1 point*

g) Si le k de l'autohydrolyse pour l'AND est $\sim 2 \times 10^{-13} \text{ s}^{-1}$, en supposant une cinétique de premier ordre, calculer la demi-vie de l'ADN en années. *2 points*

h) Supposons que les atomes d'oxygène dans le brin d'ARN ci-dessus ont été marqués isotopiquement. Qu'arriverait-il au taux d'autohydrolyse? Expliquez votre raisonnement en deux phrases maximums. *1 point*

i) Si l'énergie libre des produits de l'autohydrolyse est inférieure à celle de l'ARN, tracez un diagramme d'énergie libre catalysé et non catalysé de la réaction. *2 points*

Chime Inorganique

4. Le Vanadium a été découvert en 1830 et a été nommé d'après la déesse scandinave de la beauté, en raison de la gamme frappante de couleurs qui peuvent être trouvés dans les composés contenant du vanadium. Un groupe de ces composés colorés sont les complexes aquo-métalliques formés à partir d'ions vanadium dans des solutions aqueuses, y compris les $[V(H_2O)_6]^{2+}$ de couleur lilas.

a) Quelle est la géométrie autour du vanadium dans $[V(H_2O)_6]^{2+}$? 1 point

b) Quelle est la configuration électronique de l'ion vanadium (II) dans $[V(H_2O)_6]^{2+}$? 1 point

c) Quel est l'acide de Lewis dans $[V(H_2O)_6]^{2+}$? 1 point

Les orbitales d des métaux de transition comme le vanadium sont dégénérées lorsqu'elles sont observées dans des atomes individuels, mais lorsque des ions de métaux de transition sont liés à des ligands dans ions complexes, les électrons provenant des orbitales d repoussent les électrons des ligands. En conséquence, les électrons d plus proches des ligands auront une énergie plus élevée que les électrons d plus éloignés des ligands, ce qui rompra la dégénérescence des orbitales d. C'est le concept de base de la théorie du champ de cristal et de la 'séparation' des orbitales.

d) Dessinez le diagramme de configuration des électrons dans les orbitales d de V^{2+} dans $[V(H_2O)_6]^{2+}$ avec la division du champ cristallin. 2 points

e) Le paramètre de division du champ cristallin Δ sera-t-il plus grand ou plus petit dans $[V(H_2O)_6]^{3+}$ par rapport à $[V(H_2O)_6]^{2+}$? 1 point

Plus grand

Plus petit

(Entourez votre réponse)

f) En supposant le même ion métallique et d'autres conditions, le paramètre de division du champ cristallin Δ sera-t-il plus grand ou plus petit avec les ligands CN^- par rapport aux ligands H_2O ? 1 point

Plus grand

Plus petit (Entourez votre réponse)

L'ion complexe $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ suit le même schéma de division du champ cristallin que $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Le paramètre de division du champ cristallin Δ est de 4,2 eV et l'énergie d'appariement de spin de l'ion Co (III) est de 3,5 eV.

g) Dessinez le diagramme de configuration des électrons pour les orbitales d et les électrons d de Co^{3+} dans $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ avec la division du champ cristallin. (3 points)

h) Est-ce une configuration à haut spin ou une configuration à bas spin? 1 point

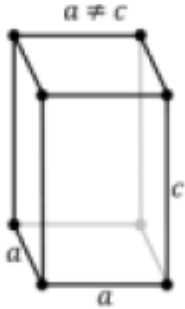
Bas spin

Haut spin (Entourez votre réponse)

i) Quelle est la longueur d'onde en nm d'un photon que $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ absorberait facilement? 2 points

Chime Physique

5. Le métal X est connu de l'humanité depuis au moins 5000 ans, principalement sous sa forme β tétragonale métallique blanc argenté. La cellule élémentaire de cette forme β est représentée sur l'image ci-dessous.



a) Identifier X étant donné que la densité de β -X est de $7,29 \text{ g / cm}^3$ et que sa cellule unitaire contient 4 atomes de X et que ses paramètres sont $a = 0,583 \text{ nm}$ et $c = 0,3181 \text{ nm}$. 3 points

À basse température, ce métal subit une transition de phase vers la forme α cubique à faces centrées.

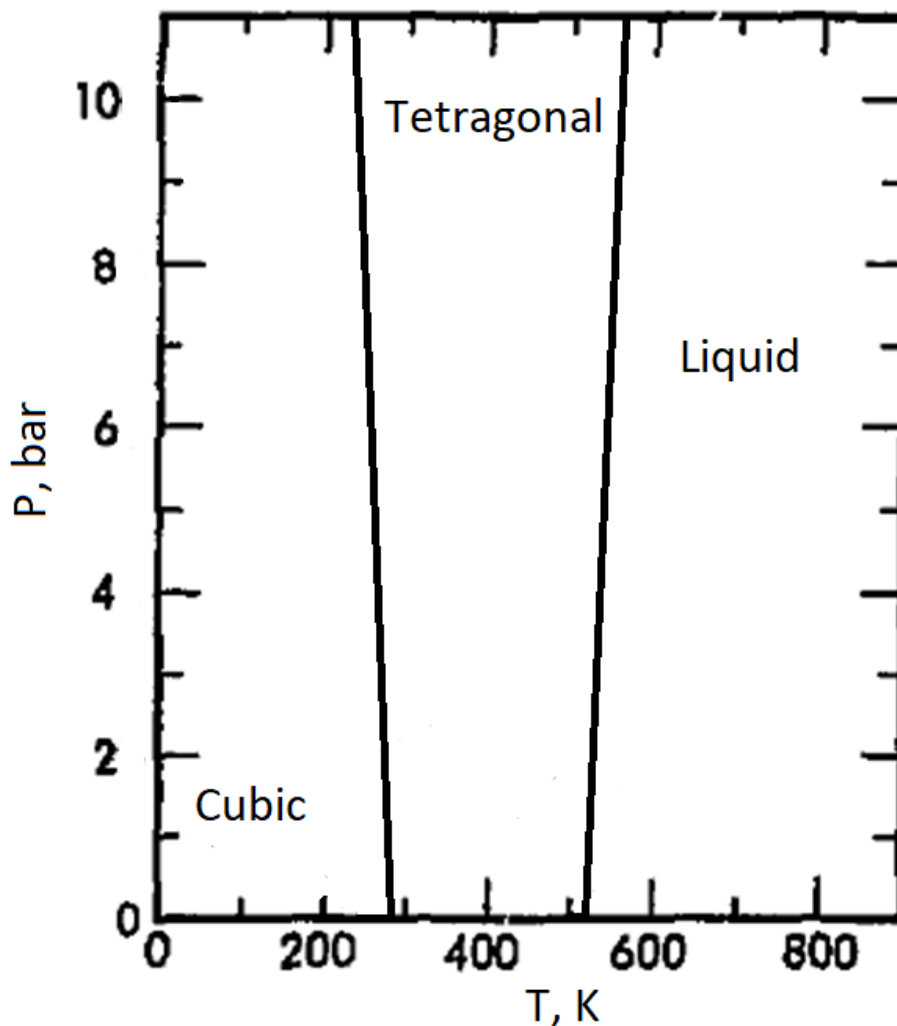
b) Dessinez une cellule unitaire de α -X et indiquez le nombre d'atomes dans la cellule unitaire. 2 points

c) Le rayon atomique de X est connu pour être $0,182 \text{ nm}$. Trouvez la densité de α -X. 2 points

À la suite de cette transition de phase, le β -X métallique ductile et dense se transforme en α -X fragile. Parmi les non-chimistes, cette transition est connue sous le nom de X pest, puisque les ternissures de métal blanc argenté et les fissures visibles apparaissent à sa surface.

Apparemment, c'était l'une des raisons de l'échec de la première expédition au pôle Sud (dirigée en 1910 par Robert Scott), puisque les conteneurs de nourriture et d'eau étaient affectés.

d) Le diagramme de phase de X est affiché ci-dessous. Estimer la température à laquelle β -X devient α -X sur Terre. Est-il raisonnable de blâmer X-pest en fonction de votre estimation ? 1 point



L'élément X a le plus grand nombre d'isotopes stables à 10 en raison de sa stabilité nucléaire. Son isotope connu le plus lourd n'a qu'une demi-vie de 408 ns. Le praséodyme, un élément différent, n'a qu'un seul isotope stable connu, Pr-141

e) Notez la configuration électronique du praséodyme dans son état fondamental. 1 point

f) Si Pr-122 a une demi-vie de 0,5 s, et qu'il y avait initialement un mélange de 20% Pr-141 et 80% Pr-122, quel serait le poids atomique de Pr avant et après 11,2 s? 2 points

-Fin de la partie C-