

**CONCOURS CANADIEN DE CHIMIE 2011**  
**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 2011**

**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 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 PEUT ÊTRE SUFFISANT POUR OBTENIR UNE INVITATION AU NIVEAU SUPÉRIEUR DU PROCESSUS DE SÉLECTION.
3. POUR LES QUESTIONS NÉCESSITANT DES CALCULS NUMÉRIQUES, ASSUREZ-VOUS DE BIEN MONTRER VOTRE RAISONNEMENT ET 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 \_\_\_\_\_ Enseignant \_\_\_\_\_

Date de naissance \_\_\_\_\_ Courriel \_\_\_\_\_

Numéro de téléphone au domicile ( ) - \_\_\_\_\_

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 jusqu'en novembre 2011

Nationalité du passeport \_\_\_\_\_

## CHIMIE INORGANIQUE

1. (a). Pour répondre aux questions suivantes, encerclez la bonne réponse.

Quelle formule est incorrecte?	CsSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	BaZn <sub>2</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Quel composé a le point de fusion le plus bas?	NaCl	ClF	NaF
Quel composé est le moins polaire?	PCl <sub>3</sub>	PCl <sub>5</sub>	ICl <sub>5</sub>
Quel composé est le meilleur acide de Lewis?	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Quel composé est l'oxydant le plus fort?	HCl	HClO	HClO <sub>4</sub>

*5 points*

(b). Écrivez la formule chimique des composés lettrés dans l'expérience suivante.

Lorsque 1.00 g d'un solide blanc **A** est chauffé à haute température, 0.78 g d'un autre solide blanc, **B**, et un gaz sont obtenus. Le gaz généré est soumis à une expérience qui démontre que ce gaz exerce une pression de 209 mmHg dans un ballon de 450 mL à 25 °C. Lorsque le gaz est bullé dans une solution de Ca(OH)<sub>2</sub> un autre solide blanc, **C**, se forme. Si le solide blanc **B** est ajouté à de l'eau, la solution tourne le papier de tournesol bleu. L'addition d'une solution aqueuse de HCl à une solution de **B** puis l'évaporation de la solution résultante donne un rendement de 1.055 g d'un solide blanc **D**. Lorsque **D** est placé dans une flamme d'un bec Bunsen, la flamme devient verte.

**A:** \_\_\_\_\_                      **D:** \_\_\_\_\_

**B:** \_\_\_\_\_                      **E:** \_\_\_\_\_

**C:** \_\_\_\_\_

*7 points*

## CHIMIE PHYSIQUE

2. La pile Leclanché a été développée par Georges Leclanché, un ingénieur électrique français dans les années 1860. Étant l'une des premières piles électriques, elle est l'ancêtre des piles sèches d'aujourd'hui. Contrairement aux piles sèches, la pile Leclanché était une pile humide car l'électrolyte est en phase liquide.

(a). Identifiez un avantage que les piles sèches ont comparativement aux piles humides.

*1 point*

L'anode dans la pile Leclanché était faite de zinc métallique pur. L'autre demi-pile contenait de l'oxyde de manganèse(III) et de l'oxyde de manganèse (IV); l'électrode de cette demi-pile était aussi un oxyde de manganèse. Cette pile opérait sous des conditions *basiques*.

(b). Écrivez la notation à barre de cette pile électrochimique.

*1 point*

(c). Écrivez la réaction chimique globale de la pile Leclanché dans la direction spontanée.

*2 points*

L'électrolyte dans la pile Leclanché est une solution aqueuse de chlorure d'ammonium,  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)}$ . Contrairement aux piles humides que vous avez peut-être fabriquées dans un laboratoire, la pile humide Leclanché était une cellule à un seul compartiment. Dans ce cas-ci, le contact entre les demi-piles était assuré par une membrane poreuse au lieu d'un pont salin.

(d). Expliquez brièvement le besoin d'un pont salin dans les cellules électrochimiques.

*1 point*

Sous des conditions opérationnelles normales, il était très difficile de recharger la pile Leclanché. En d'autres mots, une fois la réaction terminée, elle ne pouvait pas être renversée.

(e). Écrivez une équation qui justifie cette observation. L'équation de devrait *pas* impliquer le manganèse. Rappelez-vous que les demi-cellules sont en contact à travers une membrane poreuse.

*1 point*

La force électromotrice de la pile Leclanché a été mesurée à différentes températures et les résultats sont tabulés ci-dessous.

Température (°C)	25	50	75	100
Force électromotrice standard (V)	0.908	0.875	0.849	0.814

(f). À 25°C, le  $K_{sp}$  d'une solution aqueuse de  $Zn(OH)_2$  est de  $3 \times 10^{-17}$ . Assumez que la pile Leclanché possède un électrolyte saturé avec du  $Zn(OH)_2$ . En vous aidant des données du tableau ci-dessus, déterminez la force électromotrice de la pile.

*4 points*

Lors de la manipulation de piles électrochimiques, il est courant de ne pas considérer leurs considérations cinétiques. Cependant, il peut y avoir des limitations cinétiques concernant la vitesse à laquelle la charge (le courant) est produite.

(g). Pour une masse donnée d'une électrode métallique, préféreriez vous une électrode métallique compactée sous haute pression ou une électrode métallique poreuse pour maximiser le courant? Expliquez votre raisonnement.

*2 points*

## CHIMIE ORGANIQUE

3. (a). Dessinez la structure de la molécule 2-chloro-3-méthylpent-1-ène (**A**) dans la case ci-dessous.



1 point

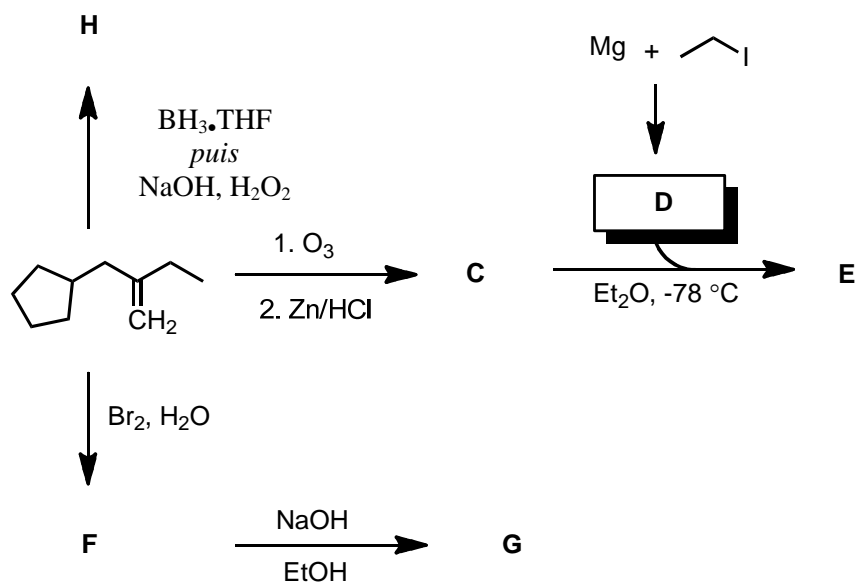
(b). Combien de centre(s) chiral(aux) (stéréogénique) possède(nt) la molécule **A** ci-dessus?

1 point

(c). À l'aide d'hydrogène et d'un catalyseur de palladium, la molécule **A** est réduite et donne un mélange de stéréoisomères du composé **B**. Dessinez *tous* les stéréoisomères possible de **B**. Quelle est la relation stéréochimique entre ces stéréoisomères?

4 points

(d). Selon le schéma à la page suivante, complétez les cases en dessinant les composés **C**, **D**, **E**, **F**, **G** et **H**. Assurez-vous de bien indiquer la stéréochimie lorsque appropriée.



**C:**

**D:**

**E:**

**F:**

**G:**

**H:**

*6 points*

## CHIMIE ANALYTIQUE

4. L'acide hydrochlorique peut être standardisé en titrant une masse connue de carbonate de sodium dissout dans l'eau pure. Ce titrage s'effectue à l'aide de l'indicateur phénolphthaléine pour déterminer le premier point d'équivalence entre pH 8.2 et 9.8 puis à l'aide de l'indicateur méthyle orange pour déterminer le deuxième point d'équivalence entre pH 3.1 et 4.4. Cependant, il est nécessaire de faire bouillir la solution après le premier titrage pour éliminer la présence de dioxyde de carbone et obtenir un point d'équivalence plus précis avec le méthyle orange. On appelle cette manipulation le point d'équivalence modifié du méthyle orange.

(a). Écrivez l'équation balancée de la réaction de neutralisation du carbonate de sodium avec l'acide hydrochlorique.

*1 point*

(b). Écrivez l'équation nette ionique de la réaction qui génère le premier (phénolphthaléine) point d'équivalence.

*1 point*

(c). Écrivez l'équation nette ionique balancée qui démontre la formation du dioxyde de carbone lors du titrage *après* le premier (phénolphthaléine) point d'équivalence.

*1 point*

(d). En présence de dioxyde de carbone en solution, le point d'équivalence du méthyle orange serait imprécis. Pourquoi?

*2 points*

(e). Un chimiste titre 0.4773 g de carbonate de sodium dissout dans l'eau à l'aide d'une solution d'acide hydrochlorique à un point d'équivalence modifié du méthyle orange de 30.15 mL. Quelle est la concentration molaire de l'acide hydrochlorique? (La masse molaire du carbonate de sodium est 105.99 g/mol). *Montrez tous vos calculs pour un maximum de points.*

*2 points*

Le carbonate de sodium peut coexister soit avec de l'hydroxyde de sodium ou avec du bicarbonate de sodium. Un échantillon de carbonate de sodium, contaminé avec l'un de ces deux composés, est titré avec la solution d'acide hydrochlorique de la question (e). Le point d'équivalence déterminé à l'aide de la phénolphtaléine est de 15.07 mL et le point d'équivalence modifié du méthyle orange est de 50.32 mL (35.35 mL au-delà du point d'équivalence de la phénolphtaléine).

(f). Quel est le contaminant, l'hydroxyde de sodium or le bicarbonate de sodium? Donnez vos raisons claires et concises.

*2 points*

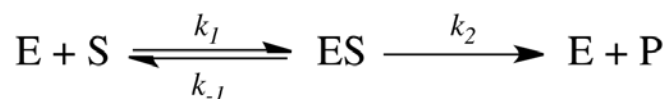
(g). Quelle est la fraction molaire du contaminant dans l'échantillon?

*3 points*



## CHIMIE BIOLOGIQUE

5. Les enzymes sont des protéines capables de catalyser des réactions chimiques dans des systèmes biologiques. Considérez la réaction suivante où un enzyme (E) convertit un substrat (S) en un produit (P) via un état de transition (ES).



(a). Écrivez l'expression cinétique qui décrit la vitesse de formation du produit.

*2 points*

(b). Écrivez l'expression de l'état stationnaire ( $K_{eq}$ ) de ce système.

*2 points*

(c). Si  $[ET]$  = la concentration totale de l'enzyme (soit la somme de la concentration d'enzyme lié et la concentration d'enzyme non-lié au substrat), écrivez une expression alternative de la vitesse de formation du produit en utilisant  $[ET]$  pour l'état stationnaire.

*3 points*

(d). Si un substrat se lie à un enzyme A 25 fois plus fortement qu'à un enzyme B, quel est le ratio de la vitesse catalytique entre l'enzyme A et l'enzyme B, en considérant que les deux enzymes stabilisent l'état de transition également? Quelle est la différence des énergies d'activation de ces deux réactions?

*5 points*

--FIN DE LA PARTIE C--

<b>Data Sheet</b>																																			
<b>Fiche de données</b>																																			
Relative Atomic Masses (1985 IUPAC)											Masses Atomiques Relatives (IUPAC, 1985)																								
*For the radioactive elements the atomic mass of an important isotope is given											*Dans le cas des éléments radioactifs, la masse atomique fournie est celle d'un isotope important																								
1 H 1.008											13 B 10.811	14 C 12.011	15 N 14.007	16 O 15.999	17 F 18.998	18 Ne 20.180																			
3 Li 6.941	4 Be 9.012											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.07	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948																		
11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3 Al 26.982	4 Si 28.086	5 P 30.974	6 S 32.07	7 Cl 35.453	8 Ar 39.948	9 K 39.098	10 Ca 40.08	11 Sc 44.956	12 Ti 47.88	13 V 50.942	14 Cr 51.996	15 Mn 54.938	16 Fe 55.847	17 Co 58.93	18 Ni 58.69	19 Cu 63.55	20 Zn 65.39	21 Ga 69.72	22 Ge 72.61	23 As 74.922	24 Se 78.96	25 Br 79.904	26 Kr 83.80										
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29	55 Cs 132.905	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs	109 Mt	110 Ds																										

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
90 Th 232.038	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

	Symbol Symbole	Value Quantité numérique	
Atomic mass unit	amu	1.66054 x 10 <sup>-27</sup> kg	Unité de masse atomique
Avogadro's number	<i>N</i>	6.02214 x 10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>	Nombre d'Avogadro
Bohr radius	<i>a</i> <sub>0</sub>	5.292 x 10 <sup>-11</sup> m	Rayon de Bohr
Boltzmann constant	<i>k</i>	1.38066 x 10 <sup>-23</sup> J K <sup>-1</sup>	Constante de Boltzmann
Charge of an electron	<i>e</i>	1.60218 x 10 <sup>-19</sup> C	Charge d'un électron
Dissociation constant (H <sub>2</sub> O)	<i>K</i> <sub>w</sub>	10 <sup>-14</sup> (25 °C)	Constante de dissociation de l'eau (H <sub>2</sub> O)
Faraday's constant	<i>F</i>	96 485 C mol <sup>-1</sup>	Constante de Faraday
Gas constant	<i>R</i>	8.31451 J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> 0.08206 L atm K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>	Constante des gaz
Mass of an electron	<i>m</i> <sub>e</sub>	9.10939 x 10 <sup>-31</sup> kg	Masse d'un électron
Mass of a neutron	<i>m</i> <sub>n</sub>	1.67493 x 10 <sup>-27</sup> kg 1.00866 amu	Masse d'un neutron
Mass of a proton	<i>m</i> <sub>p</sub>	1.67262 x 10 <sup>-27</sup> kg 1.00728 amu	Masse d'un proton
Planck's constant	<i>h</i>	6.62608 x 10 <sup>-34</sup> J s	Constante de Planck
Speed of light	<i>c</i>	2.997925 x 10 <sup>8</sup> m s <sup>-1</sup>	Vitesse de la lumière

1 Å	=	1 x 10 <sup>-8</sup> cm
1 eV	=	1.60219 x 10 <sup>-19</sup> J
1 cal	=	4.184 J
1 atm	=	101.325 kPa
1 bar	=	1 x 10 <sup>5</sup> Pa



**IYC 2011**  
International Year of  
**CHEMISTRY**