

**LE CONCOURS CANADIEN DE CHIMIE 2014**

**PARTIE A – QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES (60 minutes)**

Tous les participants doivent faire cette partie du concours avant de faire la partie B et/ou la partie C.

Le seul matériel de référence permis est le tableau périodique de l'ICC/OCC fourni. Les réponses doivent être données sur les feuilles Scantron fournies.

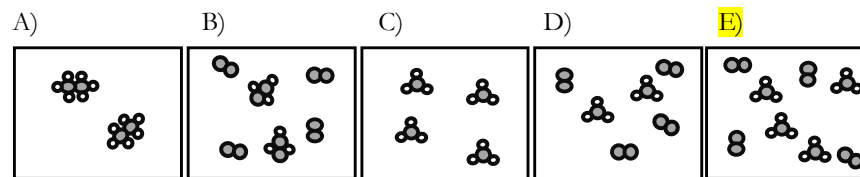
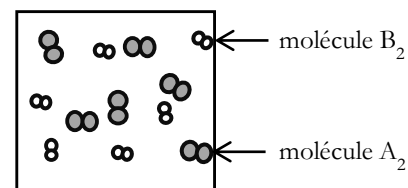
L'usage d'une calculatrice scientifique est permis. Aucun cellulaire ou accessoire de communication n'est permis.

1. Pour préparer 1,0 L d'une solution de HCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>, de manière sécuritaire et efficace, à partir d'une solution-mère de HCl 12,0 mol L<sup>-1</sup>, qu'est-ce qu'un chimiste devrait ajouter en premier dans une fiole jaugée de 1 L ?

**A) 500 mL d'eau distillée avec un bécher**

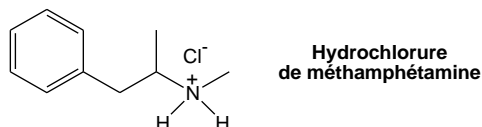
- B) 120,0 mL de HCl 12,0 mol L<sup>-1</sup> avec un cylindre gradué  
 C) 83,3 mL de HCl 12,0 mol L<sup>-1</sup> avec un cylindre gradué  
 D) 12,0 mL de HCl 12,0 mol L<sup>-1</sup> avec un cylindre gradué  
 E) 10,0 mL d'eau distillée avec un cylindre gradué
2. Selon le principe de Aufbau en mécanique quantique, laquelle des sous-couches suivantes a l'énergie la plus élevée ?  
 A) 7s    B) 6p    **C) 6d**    D) 5f    E) 5p
3. Sous forme solide, laquelle parmi les substances suivantes est constituée des particules (atomes ou ions ou molécules) qui ont seulement des forces d'attraction de London entre elles ?  
 A) Ag    **B) CO<sub>2</sub>**    C) C, graphite    D) KCl    E) NH<sub>3</sub>
4. Le fait d'enlever toutes les doublets d'électrons libres sur l'atome central du ClF<sub>3</sub> changerait la géométrie :  
 A) de pyramidale à base triangulaire pour triangulaire plane  
**B) d'une forme en T pour triangulaire plane**  
 C) de bipyramidale à base triangulaire pour pyramidale à base triangulaire  
 D) de bipyramidale à base triangulaire pour triangulaire plane  
 E) minimalement; la forme resterait triangulaire plane.
5. Sélectionnez la réponse donnant les liaisons entre les atomes en ordre **croissant** de polarité (du moins polaire au plus polaire) :  
 A) C–F, O–F, Be–F    **B) O–F, C–F, Be–F**    C) Be–F, O–F, C–F  
 D) Be–F, C–F, O–F    E) O–F, Be–F, C–F

6. Le premier schéma montre l'état initial d'un mélange d'un gaz diatomique A et d'un gaz diatomique B dans un réacteur fermé. Lequel parmi les schémas proposés plus bas représente le contenu du réacteur si la réaction suivante est complète :  $A_2 + 3 B_2 \rightarrow 2 AB_3$  ?



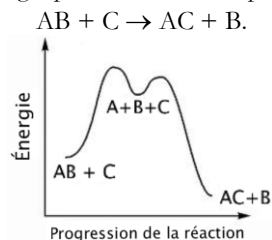
7. Le fluorure de calcium, CaF<sub>2</sub>, se trouve naturellement surtout dans le minéral *fluorine* et il est la source principale pour la production industrielle du fluorure d'hydrogène. Déterminez la concentration des ions fluorure dans une solution saturée de fluorure de calcium si [Ca<sup>2+</sup>] = 0,0250 mol L<sup>-1</sup>. Le K<sub>ps</sub> du fluorure de calcium est 3,45 x 10<sup>-11</sup>.  
 A) 1,38 x 10<sup>-9</sup> mol L<sup>-1</sup>    B) 2,76 x 10<sup>-9</sup> mol L<sup>-1</sup>    C) 5,87 x 10<sup>-6</sup> mol L<sup>-1</sup>  
**D) 3,71 x 10<sup>-5</sup> mol L<sup>-1</sup>**    E) 1,85 x 10<sup>-5</sup> mol L<sup>-1</sup>
8. Un contenant fermé de 2,0 L contient initialement 4,0 moles d'oxygène et 2,0 moles d'azote à une température T. Si la pression reste constante lorsqu'on retire 2,0 moles d'oxygène, quelle expression décrit correctement la température finale du système en fonction de la température initiale, T? Supposez un comportement selon la loi des gaz parfaits.  
 A) **3T/2**    B) 2T    C) 2T/3    D) 3T    E) T

9. Dans la série télévisée *Breaking Bad*, Walter White et Jesse Pinkman synthétisent de la méthamphétamine (*N*-méthyl-1-phényl-propane-2-amine) que l'on trouve sur le marché comme chlorhydrate de méthamphétamine, ou "crystal meth".



Quelle est la formule du chlorhydrate de méthamphétamine ?

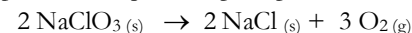
- A) C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>ClN    B) C<sub>10</sub>H<sub>10</sub>ClN    **C) C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>ClN**  
 D) C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>ClN    E) C<sub>9</sub>H<sub>16</sub>ClN
10. Suite à la question #9, dans la structure du chlorhydrate de méthamphétamine, combien y a-t-il d'électrons de valence non-liants ? Des électrons de valence non-liants ne sont pas impliqués dans des liens covalents.  
 A) 4    B) 6    C) 7    **D) 8**    E) 10
11. Quelle est la température finale d'un mélange de 50,0 g de Cu (capacité calorifique spécifique = 0,3845 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>) initialement à 135,0°C et 150,0 mL d'eau (capacité calorifique spécifique = 4,184 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>) initialement à 21,0 °C ? Supposez qu'il n'y a aucune perte de chaleur et que le contenant a une capacité calorifique négligeable.  
 A) 17,4°C    B) 22,5°C    **C) 24,4°C**    D) 35,2°C    E) 78,0°C
12. Considérez le schéma d'énergie potentielle suivant pour la réaction  
 $AB + C \rightarrow AC + B$ .



Quelle(s) est (sont) l' (les) intermédiaire(s) réactionnel(s) dans cette réaction?

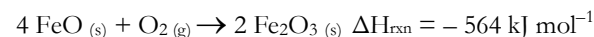
- A) AB et C    B) B    C) AC et B  
 D) A, B et C    **E) A**

13. Dans le système d'oxygène d'urgence d'un avion commercial, le chlorate de sodium se décompose thermiquement pour produire de l'oxygène gazeux :



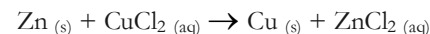
En moyenne, un humain stressé consomme 38,0 L de O<sub>2</sub> en respirant durant 15 minutes. Déterminez la masse *minimale* de chlorate de sodium requise pour fournir ce volume de O<sub>2</sub> (supposez  $P = 100 \text{ kPa}$  et  $T = 273,15 \text{ K}$ )

- A) 65,0 g    **B) 119 g**    C) 178 g    D) 267 g    E) 356 g
14. La réaction suivante transforme l'oxyde de fer (II) en oxyde de fer (III) :

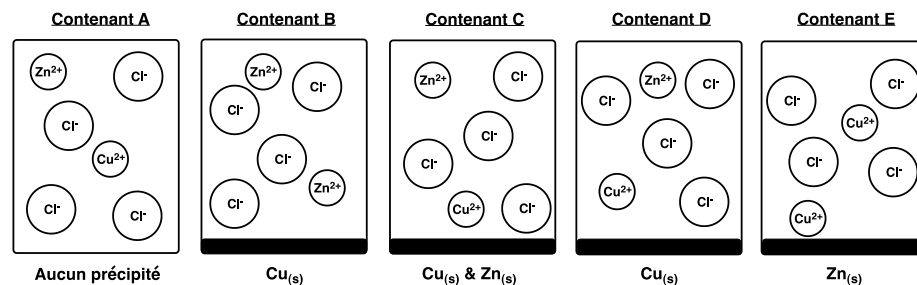


Si l'enthalpie de formation ( $\Delta H_f^\circ$ ) de la rouille (Fe<sub>2</sub>O<sub>3(s)</sub>) est -826 kJ mol<sup>-1</sup>, quelle est l'enthalpie de formation du FeO en kJ mol<sup>-1</sup>?

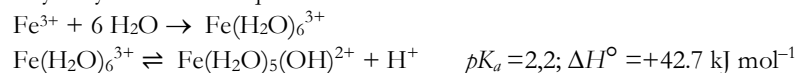
- A) -554    **B) -272**    C) +272    D) -262    E) +262
15. La réaction chimique suivante a lieu quand 1,30 g de zinc pur est mélangé avec 400 mL d'une solution de chlorure de cuivre(II) de 0,100 mol L<sup>-1</sup> :



Quel schéma représente le mieux le système lorsque la réaction est complétée ? **Contenant D**



16. Le fer(III) s'hydrate rapidement en solution aqueuse pour ensuite s'hydrolyser selon les équations suivantes :

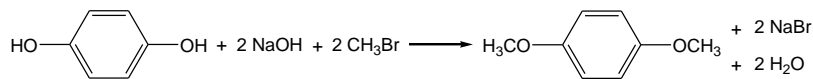


Quel sera l'effet d'une augmentation de la température sur le  $pK_a$  et  $[\text{H}^+]$  de la solution ?

- A)  $pK_a$  augmente,  $[\text{H}^+]$  diminue      B)  $pK_a$  augmente,  $[\text{H}^+]$  augmente  
 C)  $pK_a$  diminue,  $[\text{H}^+]$  diminue      **D)  $pK_a$  diminue,  $[\text{H}^+]$  augmente**  
 E)  $pK_a$  inchangé,  $[\text{H}^+]$  inchangé
17. L'un des douze principes de la chimie verte est le suivant : les méthodes synthétiques doivent être conçues pour maximiser l'incorporation de tous les matériaux utilisés au cours du processus dans le produit final ». Un indicateur pour l'application de ce principe consiste à calculer l'économie d'atomes (EA) d'une réaction chimique, EA étant défini comme suit :

$$\text{Économie d'atomes} = \frac{\text{Masse molaire du produit désiré}}{\text{Masse molaire de tous les réactifs}} \times 100\%$$

1,4-Diméthoxybenzène est un composé organique ayant une forte odeur sucrée et florale; il est utilisé dans l'industrie des parfums. Il peut être synthétisé en laboratoire selon la réaction suivante :



Masse molaire = 100,11

Diméthoxy-1,4 benzène

Quelle est l'économie d'atomes (en %) pour cette réaction ?

- A) 46,1%      **B) 36,3%**      C) 56,4%      D) 67,4%      E) 20,6%
18. La réaction  $2 \text{A} + \text{B}_2 \rightarrow 2 \text{AB}$  est du premier ordre en  $[\text{B}_2]$  et d'ordre zéro en  $[\text{A}]$ . La demi-vie pour la réaction globale est de 2 minutes. Si 0,100 mole de A et 0,0300 mole de B<sub>2</sub> sont dissouts dans 100,0 mL de solvant, quelle sera  $[\text{A}]$ , 6 minutes après le début de la réaction ?
- A) 0,00125 mol L<sup>-1</sup>      B) 0,125 mol L<sup>-1</sup>      C) 0,00375 mol L<sup>-1</sup>  
 D) 0,738 mol L<sup>-1</sup>      **E) 0,475 mol L<sup>-1</sup>**

19. La réaction suivante correspond à une cellule électrochimique :

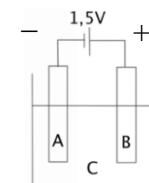
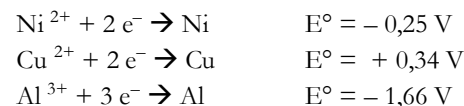


Une ampoule électrique est connectée à cette cellule et brille jusqu'à épuisement. Si on double la masse des électrodes et les volumes des solutions, cela aura quel effet ?

- I. L'ampoule électrique sera deux fois plus brillante.  
 II. Deux fois plus de chaleur sera générée.  
 III. L'ampoule électrique brillera deux fois plus longtemps.

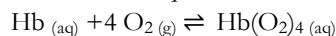
A) II seulement B) I et II      C) I et III      **D) II et III**      E) I, II, et III

20. Pour obtenir une électrode plaquée de nickel en utilisant une batterie de 1,5 V, quels sont les choix les plus appropriés pour A, B et C dans le schéma de cellule électrochimique donné plus bas ?



	A	B	C
A)	Ni	Cu	CuSO <sub>4</sub>
B)	Ni	Cu	NiSO <sub>4</sub>
<b>C)</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>NiSO<sub>4</sub></b>
D)	Ni	Al	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
E)	Al	Ni	NiSO <sub>4</sub>

21. L'hémoglobine est la protéine contenant du fer dans les globules rouges sanguins; elle transporte l'oxygène aux cellules et tissus. Quatre molécules d'oxygène se lient à chaque molécule d'hémoglobine formant de l'hémoglobine oxygénée,  $\text{Hb}(\text{O}_2)_4$ . La production de l'hémoglobine oxygénée est décrite selon l'équilibre suivant :



En haute altitude, la pression atmosphérique totale diminue de même que la pression partielle d'oxygène. Si une personne n'a pas suffisamment d'hémoglobine oxygénée, elle se sentira étourdie et pourrait éventuellement perdre conscience. Lequel des énoncés suivants est VRAI à propos de l'équilibre de l'hémoglobine pour une personne grim pant en haute altitude ?

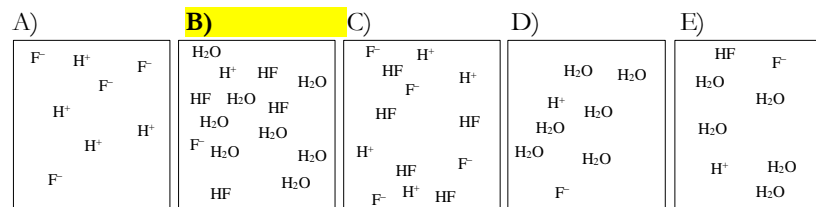
- A) La concentration des produits augmente  
**B) La vitesse de la réaction inverse augmente**  
**C) Le quotient réactionnel (Q) augmentera**  
 D) Les concentrations des solutions aqueuses ne changeront pas  
 E) La valeur de la constante d'équilibre augmente
22. Selon les valeurs de références standards suivantes à 25°C et 100 kPa, laquelle des combinaisons suivantes des valeurs thermodynamiques décrit une réaction endothermique et spontanée à 2000 °C ? Supposez que les valeurs d'enthalpie et d'entropie ne varient pas avec la température.

	$\Delta H^\circ(\text{kJ mol}^{-1})$	$\Delta S^\circ(\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1})$	$\Delta G^\circ(\text{kJ mol}^{-1})$
<b>A)</b>	<b>217,0</b>	<b>115,0</b>	<b>182,7</b>
B)	- 230,0	- 11,0	- 226,7
C)	52,0	10,0	49,0
D)	- 363,0	249,0	- 437,2
E)	268,6	- 88,0	294,8

23. Pour déterminer la concentration de 10,00 mL d'une solution de  $\text{H}_2\text{SO}_3$  de concentration inconnue, un échantillon de 10,00 mL de cette solution de  $\text{H}_2\text{SO}_3$  est dilué à 100,00 mL et 25,00 mL de cette solution diluée de  $\text{H}_2\text{SO}_3$  est titrée avec de l'hydroxyde de sodium 0,1178 mol  $\text{L}^{-1}$ . La neutralisation complète de la solution diluée de  $\text{H}_2\text{SO}_3$  demande 32,45 mL de solution de NaOH. Quelle est la concentration de la solution originale de  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ?

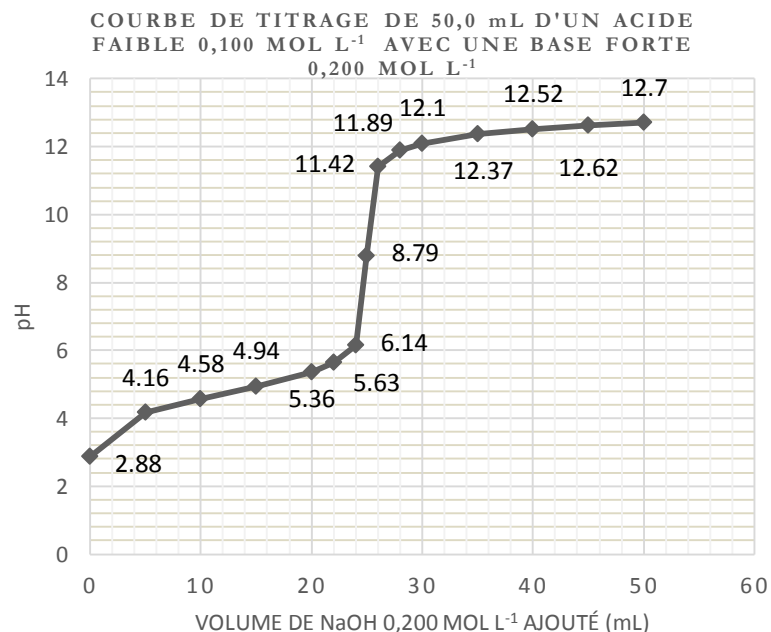
- A) 0,01529 mol  $\text{L}^{-1}$     B) 0,07645 mol  $\text{L}^{-1}$     C) 0,1529 mol  $\text{L}^{-1}$   
**D) 0,7645 mol  $\text{L}^{-1}$**     E) 1,529 mol  $\text{L}^{-1}$

24. Quel schéma décrit le mieux une solution aqueuse d'acide fluorhydrique diluée ?



25. Le graphique ci-dessous présente la courbe de titrage d'un acide faible par une base forte. Quelle est  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  en mol  $\text{L}^{-1}$  au point d'équivalence ?

- A)  **$1,6 \times 10^{-9}$**     B)  $8,8 \times 10^{-8}$     C)  $1,0 \times 10^{-7}$     D) 0,010    E) 0,94



**Fin de la partie A du concours.  
 Retournez et vérifiez vos réponses.**