

LE CONCOURS CANADIEN DE CHIMIE 2013  
 PARTIE A – QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES (60 minutes)

Tous les participants doivent faire cette partie du concours avant de faire la partie B (section de l'ICC) et/ou la partie C (section de l'OCC).  
 Un tableau périodique ICC/OCC est fourni, aucune autre donnée n'est nécessaire. Les réponses doivent être données sur la grille fournie.

1. En vous référant aux symboles SIMDUT associés à chaque substance, quelle(s) substance(s) peut(vent) être entreposée(s) de manière sécuritaire à côté de cuivre métallique?



I) Acide nitrique 10,0 mol L<sup>-1</sup>



II) Acide hydrochlorique 12,0 mol L<sup>-1</sup>



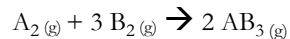
III) Méthanol 100%

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

2. En mai 2012, l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) a approuvé officiellement les noms flerovium et livermorium pour les éléments 114 et 116 respectivement. La configuration électronique du flerovium, élément 114, est

A) [Rn] 7s<sup>2</sup> 5f<sup>14</sup> 6d<sup>10</sup> 7p<sup>2</sup> B) [Rn] 7s<sup>2</sup> 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6p<sup>2</sup>  
 C) [Rn] 7s<sup>2</sup> 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 7p<sup>2</sup> D) [Rn] 7s<sup>2</sup> 5f<sup>14</sup> 6d<sup>10</sup> 6p<sup>2</sup>  
 E) [Rn] 7s<sup>2</sup> 6f<sup>14</sup> 6d<sup>10</sup> 7p<sup>2</sup>

3. La réaction en phase gazeuse homogène de « A<sub>2</sub> » et de « B<sub>2</sub> » donne le produit « AB<sub>3</sub> » selon l'équation suivante :



Si des volumes égaux des réactifs « A<sub>2</sub> » et « B<sub>2</sub> » sont mélangés dans un contenant rigide à 1,50 x 10<sup>2</sup> atmosphères et à une température constante de 25 °C, quelle sera la pression partielle (en atmosphères) du gaz produit AB<sub>3</sub>? Considérez que la réaction est complète.

A) 37,5 B) 50,0 C) 75,0 D) 1,00 x 10<sup>2</sup> E) 1,50 x 10<sup>2</sup>

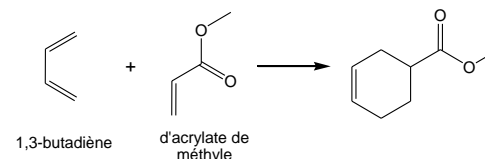
4. La théorie de la RPEV (VSEPR) peut être utilisée pour prédire la géométrie d'une molécule ainsi que pour prédire si elle a un moment dipolaire permanent. Quelle substance fluorée parmi les suivantes aura un moment dipolaire non-nul?

A) BeF<sub>2</sub> B) NF<sub>3</sub> C) XeF<sub>4</sub> D) PF<sub>5</sub> E) SF<sub>6</sub>

5. Quelle substance parmi les suivantes est un acide de Lewis, mais n'est pas un acide de Bronsted?

A) H<sub>2</sub>O B) BF<sub>3</sub> C) H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> D) NH<sub>3</sub> E) HF

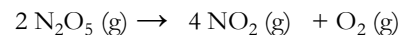
6. Un des douze principes de la chimie verte est : « Mieux vaut prévenir les déchets que de les nettoyer ». Dans un procédé chimique, il peut y avoir production de résidus lorsque des matières premières ne réagissent pas ou lorsque des sous-produits sont formés. Dans la réaction suivante, 1,26 moles de 1,3-butadiène (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) est mélangé avec 2,31 moles d'acrylate de méthyle (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) pour former le produit ci-dessous avec un rendement de 86,4 %.



Quelle est la masse de résidu générée par cette réaction?

A) 90,4 g B) 1,10 x 10<sup>2</sup> g C) 114 g D) 152 g E) 294 g

7. Le pentoxyde de diazote est un oxydant puissant qui peut être utilisé dans la préparation d'explosifs. Il se décompose selon la réaction suivante avec une vitesse de réaction d'ordre un :



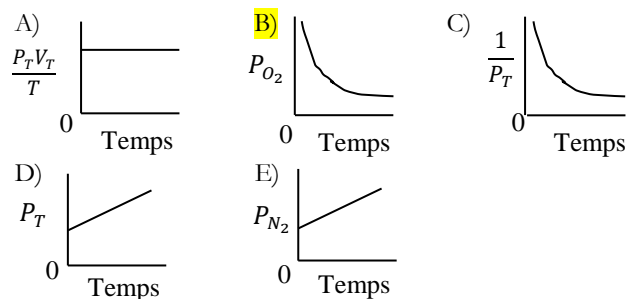
Si la concentration initiale de N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est 0,100 mol L<sup>-1</sup> et que la vitesse de réaction est 4,8 x 10<sup>-5</sup> mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>, quelle est la constante de vitesse pour ce procédé?

A) 4,8 x 10<sup>-4</sup> s<sup>-1</sup> B) 4,8 x 10<sup>-6</sup> mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> C) 2083 mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
 D) 4,8 x 10<sup>-6</sup> s<sup>-1</sup> E) 2083 s<sup>-1</sup>

8. Des fluorures peuvent être ajoutés à l'eau potable pour aider à réduire les caries dentaires dans la population. Sachant que le  $pK_a$  de l'acide fluorhydrique,  $HF(aq)$ , est 3,17 à 25,0 °C, calculez le pH d'une solution de fluorure de sodium de 0,00500 mol L<sup>-1</sup> à cette température.

A) pH = 2,74    B) pH = 3,50    C) pH = 6,57  
**D) pH = 7,43**    E) pH = 10,50

9. De l'azote gazeux est pompé dans un ballon gonflable complètement flexible contenant déjà de l'air à 20 °C. Le ballon se dilate contre la pression atmosphérique. Lequel des graphiques suivants décrit le mieux le changement des conditions dans le ballon en fonction du temps?



10. L'hydrocarbure propyne a la structure suivante :  $H_3C-C\equiv CH$ . L'enthalpie standard pour la combustion complète de 1 mole de propyne est -1938 kJ mol<sup>-1</sup>. Si les enthalpies standard pour la combustion complète de 1 mole de propane et de 1 mole d'hydrogène sont respectivement -2220 kJ mol<sup>-1</sup> et -286 kJ mol<sup>-1</sup>, l'enthalpie standard pour l'hydrogénation complète de 1 mole de propyne en propane est égale à :

A) - 4730 kJ mol<sup>-1</sup>    B) + 3586 kJ mol<sup>-1</sup>    C) + 4,00 x 10<sup>2</sup> J mol<sup>-1</sup>  
 D) + 290 kJ mol<sup>-1</sup>    **E) - 290 kJ mol<sup>-1</sup>**

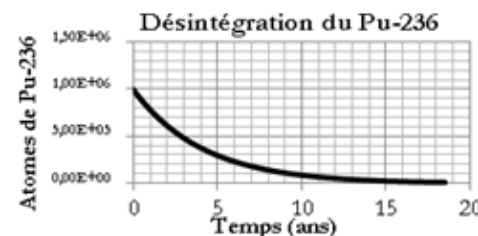
11. L'acide sulfurique, le dioxyde d'azote gazeux et l'eau sont obtenus lorsque du soufre élémentaire (S) est immergé dans de l'acide nitrique lors d'une expérience en laboratoire. Si 3,00 g de soufre sont mélangés avec 600,0 mL d'acide nitrique 1,00 mol L<sup>-1</sup>, quel volume de dioxyde d'azote sera formé à 0 °C et 100 kPa ?

A) 2,10 L    B) 2,23 L    C) 8,40 L    **D) 12,7 L**    E) 13,4 L

12. HOCl est un acide monoprotique faible dont la valeur de  $K_a = 3,0 \times 10^{-8}$ . Un échantillon de 100,0 mL de HOCl à 0,0875 mol L<sup>-1</sup> réagit avec 0,0656 g d'hydroxyde de sodium solide, NaOH. Calculez le pH final de cette réaction de neutralisation. Considérez que le volume de solution ne change pas.

A) pH = 4,79    **B) pH = 6,89**    C) pH = 7,00  
 D) pH = 7,11    E) pH = 8,16

13. Le graphique suivant montre la désintégration du plutonium-236 radioactif.



Quelle est la demi-vie du plutonium-236?

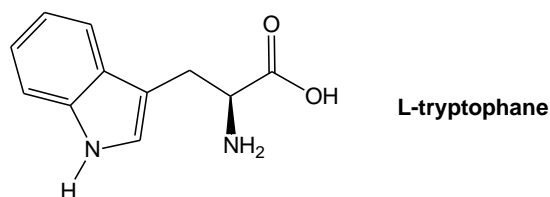
A) 0,500 ans    **B) 2,86 ans**    C) 5,72 ans  
 D) 10,0 ans    E) 15,0 ans

14. Le point d'ébullition du chlore (-35 °C) est plus élevé que celui du chlorure d'hydrogène (-85 °C) parce que :

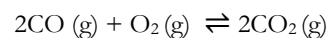
**A) Les forces de dispersion de London entre les plus grosses molécules de Cl<sub>2</sub> sont plus grandes que les forces intermoléculaires entre les plus petites molécules de HCl;**  
 B) Il y a des liaisons hydrogène entre les molécules de HCl en plus des forces de dispersion de London;  
 C) Il y a des forces dipôle-dipôle entre les molécules de HCl en plus des forces de dispersion de London;  
 D) Les liaisons covalentes aux molécules de Cl<sub>2</sub> sont plus fortes que les liaisons dans les molécules de HCl;  
 E) Les liaisons covalentes polaires aux molécules de HCl sont plus fortes que les liaisons dans les molécules de Cl<sub>2</sub>.

Les questions 15 et 16 sont reliées à l'information suivante :

Le L-tryptophane (structure ci-dessous) est l'un des acides aminés essentiels que l'on doit retrouver dans notre alimentation. Une croyance assez répandue, mais non fondée, mentionne que le L-tryptophane consommé durant un repas de dinde est responsable de la fatigue ressentie subséquemment même si la dinde ne contient pas une proportion importante de L-tryptophane. Répondez aux deux prochaines questions à propos de cette substance.



15. Combien y a-t-il de paires d'électrons libres dans le L-tryptophane?  
 A) 2    B) 4    **C) 6**    D) 8    E) 12
16. Quel est le pourcentage massique d'oxygène dans le L-tryptophane?  
 A) 5,90 %    B) 13,7 %    **C) 15,7 %**    D) 22,8 %    E) 64,7 %
17. Quelle est la valeur numérique de la constante d'équilibre pour la réaction

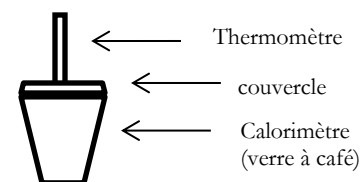


si les concentrations à l'équilibre sont :  $[\text{CO}] = 2,0 \text{ mol L}^{-1}$ ,  
 $[\text{O}_2] = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$  et  $[\text{CO}_2] = 8,0 \text{ mol L}^{-1}$  ?

- A) 1,0    B) 4,0    C) 8,0    **D) 16**    E) 32
18. Sachant que la constante du produit de solubilité ( $K_{ps}$ ) du phosphate d'argent ( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ) est  $1,8 \times 10^{-18}$ , la concentration des ions argent (en  $\text{mol L}^{-1}$ ) dans une solution saturée de phosphate d'argent est :

- A)  $2,6 \times 10^{-10}$     B)  $1,3 \times 10^{-6}$     C)  $1,6 \times 10^{-5}$   
 D)  $3,7 \times 10^{-5}$     **E)  $4,8 \times 10^{-5}$**

19. Vous menez une expérience avec un verre à café comme calorimètre tel que montré ici :

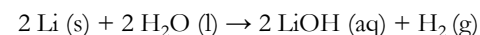


Vous placez 0,500 g de lithium métallique dans le calorimètre contenant déjà 75,0 mL d'eau. La capacité calorifique spécifique de l'eau est de  $4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Vous pouvez supposer que toutes les solutions de la réaction sont assez diluées pour avoir la même densité et capacité calorifique que l'eau. Supposez aussi que la chaleur absorbée par le calorimètre est négligeable.

Vous notez les données suivantes :

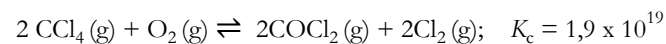
Masse de lithium (g)	0,500
Masse d'eau dans le calorimètre (g)	75,0
Température initiale de l'eau (°C)	22,0
Température finale de l'eau (°C)	73,0

La réaction dans le calorimètre est :

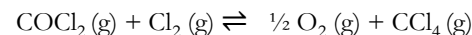


Quelle est l'enthalpie en  $\text{kJ mol}^{-1}$  pour cette réaction?

- A) - 11,2    B) - 16,1    C) - 112    **D) - 222**    E) - 16100
20. Le tétrachlorure de carbone réagit avec l'oxygène à haute température pour donner du chlore et du chlorure de carbonyle :

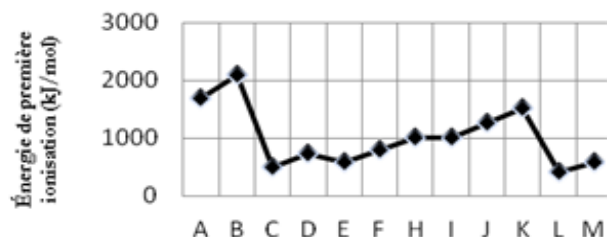


Calculez  $K_c$  pour la réaction suivante :



- A)  $5,3 \times 10^{-20}$     B)  $- 1,9 \times 10^{19}$     C)  $- 9,5 \times 10^{-20}$   
 D)  $9,5 \times 10^{-20}$     **E)  $2,3 \times 10^{-10}$**

21. Le graphique suivant porte sur des éléments consécutifs non identifiés du tableau périodique (le nombre atomique augmente de 1 entre chacun) :

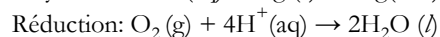


Quel élément peut être un halogène?

- A) **A**      B) B      C) C      D) H      E) M
22. Une solution étiquetée « acide sulfurique concentrée » est en fait une solution dont le pourcentage massique en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  est de 65 % et dont la densité est de  $1,55 \text{ g mL}^{-1}$  à  $20^\circ\text{C}$ . Une solution concentrée d'ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ) contient 28,0 % d'ammoniaque en pourcentage massique et a une densité de  $0,898 \text{ g mL}^{-1}$  à  $20^\circ\text{C}$ . Le  $\text{p}K_b$  de l'ammoniaque est de 4,74. Quel est le volume maximum de la solution concentrée d'ammoniaque pouvant être neutralisé complètement avec 10,0 mL de la solution concentrée d'acide sulfurique?

- A) 6,98 mL    B) 10,7 mL    **C) 14,0 mL**    D) 20,9 mL    E) 21,4 mL

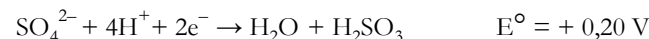
23. Quand un objet est plaqué en argent, des ions cyanure sont ajoutés à l'électrolyte pour garder les ions argent en solution sous forme de complexe de cyanure d'argent soluble. Les demi-réactions d'oxydation et de réduction **non équilibrées** sont les suivantes :



Dans une solution acide, la réaction chimique équilibrée est :

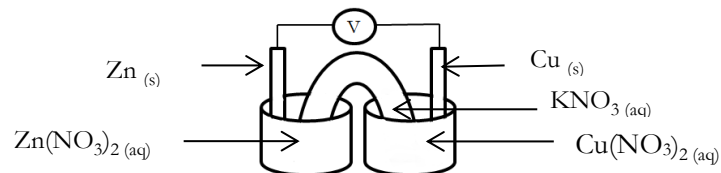
- A)  $8\text{CN}^- (\text{aq}) + 4\text{Ag} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 4\text{Ag}(\text{CN})_2^- (\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$**   
 B)  $2\text{CN}^- (\text{aq}) + \text{Ag} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}(\text{CN})_2^- (\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$   
 C)  $4\text{CN}^- (\text{aq}) + 2\text{Ag} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{CN})_2^- (\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$   
 D)  $2\text{CN}^- (\text{aq}) + \text{Ag} (\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) + 2\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}(\text{CN})_2^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$   
 E)  $6\text{CN}^- (\text{aq}) + 3\text{Ag} (\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) + 2\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 3\text{Ag}(\text{CN})_2^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Pour les questions 24 et 25, utilisez les potentiels standards d'électrode suivants :



24. Lequel des énoncés suivants est vrai pour la pile galvanique ci-dessous?

- I. L'électrode de cuivre augmente de masse.  
 II. L'électrode de cuivre est la cathode.  
 III. Le déplacement des électrons se fait de l'électrode de cuivre vers l'électrode de zinc.



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

25. L'électrolyse d'une solution de  $\text{CuSO}_4$  en utilisant deux électrodes de cuivre :

- I. Va produire du cuivre à la cathode.  
 II. Va produire de l'hydrogène gazeux à l'anode.  
 III. Va se produire si la pile à un potentiel de 1,5 V.

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

**Fin de la partie A du concours.  
 Vous pouvez réviser vos réponses.**