LE CONCOURS CANADIEN DE CHIMIE 2007

Pour les étudiants du secondaire et du CEGEP
(autrefois l'Examen National de Chimie pour les Écoles Secondaires)

PARTIE A - QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES (60 minutes)

Tous les participants devraient faire cette partie du concours avant la Partie B (pour le concours de l'ICC) et/ou la Partie C (pour l'examen OCC).
Un tableau périodique de l'ICC/OCC est fourni, aucune autre donnée ne doit être disponible. Vos réponses doivent être marquées sur la grille-réponse fournie.

1. Les substances suivantes ont toutes été utilisées pour leur propriété anesthésiante. Laquelle DOIT être tenue loin des flammes ?

   A. Xénon, Xe
   B. Oxyde nitreux, N_2O
   C. Chloroforme (trichlorométhane), $CHCl_3$
   D. Éther (éthoxyéthane), $CH_3CH_2–O–CH_2CH_3$
   E. Isoflurane (2-chloro-2-(difluorométhoxy)-1,1,1-trifluoroéthane), $CF_3CH_2Cl–O–CHF_2$

2. Laquelle de ces molécules a seulement une paire libre (non liante) d'électrons sur l'atome central ?

   A. NH_3 B. BrF_3 C. H_2O D. CH_4 E. NH_4^+

3. Lequel des atomes suivants possède le plus petit rayon atomique ?

   A. Br B. Cl C. P D. S E. Se

4. Lequel des atomes suivants possède l'énergie de première ionisation la plus grande ?

   A. Al B. B C. C D. N E. Si

5. Laquelle des réponses suivantes (ligne horizontale) identifie correctement la structure de toutes les substances dans l'entête du tableau ? Toutes les substances sont pures et dans leur **état solide**.

Substance / Réponse	LiCl	HCl	CH_3OCH_3	C(graphite)	K
A.	Ionique	Ionique	Moléculaire	Réseau covalent	Atomique
B.	Ionique	Métallique	Moléculaire	Réseau covalent	Atomique
C.	Ionique	Moléculaire	Moléculaire	Réseau covalent	Métallique
D.	Ionique	Moléculaire	Métallique	Atomique	Métallique
E.	Moléculaire	Ionique	Ionique	Atomique	Métallique

6. Sélectionnez la réponse qui donne les liens dans l'ordre ***croissant*** de leur polarité (du moins polaire au plus polaire) :

   A. O–F, C–F, Be–F B. O–F, Be–F, C–F
   C. Be–F, O–F, C–F D. Be–F, C–F, O–F
   E. C–F, O–F, Be–F

7. L'hydroxyde de magnésium, $Mg(OH)_2$, est utilisé dans les comprimés antiacides. C'est une base forte qui se dissocie complètement dans l'eau. Quel est le pH d'une solution de $Mg(OH)_2$ de concentration 0,0001 mol L^{-1} à 25°C?

   A. 3,7 B. 4,0 C. 8,0 D. 10, 0 E. 10,3

8. La constante de dissociation de l'eau, K_{eau}, est $1{,}0 \times 10^{-14}$ à 298 K. Sachant que la **neutralisation** d'un acide fort avec une base forte est une réaction exothermique, laquelle des valeurs suivantes devrait être la valeur de K_{eau} à 273 K?

   A. $-1{,}2 \times 10^{-15}$ B. $1{,}2 \times 10^{-13}$ C. $1{,}0 \times 10^{-14}$
   D. $1{,}2 \times 10^{-14}$ E. $1{,}2 \times 10^{-15}$

9. L'hydroxyde d'aluminium (M_r = 78,0) est utilisé dans l'industrie de la teinture. Quelle masse (en kg) sera requise pour saturer 1000 L d'eau à 298 K si sa constante de solubilité $K_{sp}\{Al(OH)_3\} = 1{,}0 \times 10^{-32}$ à 298 K?

   A. $\{1{,}0 \times 10^{-32}/27\}^{1/4} \times 78{,}0$ B. $\{1{,}0 \times 10^{-32}/27\}^{1/4} \div 78{,}0$
   C. $\{1{,}0 \times 10^{-32}/27\}^{1/3} \times 78{,}0$ D. $\{1{,}0 \times 10^{-32}/81\}^{1/3} \div 78{,}0$
   E. $\{1{,}0 \times 10^{-32}/81\}^{1/4} \times 78{,}0$

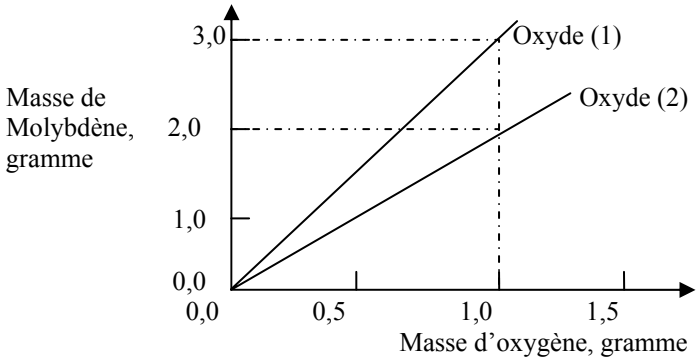
10. Les ion iodate (IO_3^-) peut oxyder le Fe^{2+} en Fe^{3+} en solution acide. Si l'ion IO_3^- est réduit en iodure (I^-) dans cette réaction, alors le nombre de moles de Fe^{2+} qui peut être oxydé par 1 mole de IO_3^- est :

    A. 2 B. 3 C. 4 D. 5 E. 6

11. La vitamine C s'appelle aussi l'acide ascorbique, $C_6H_8O_6$, un acide monoprotique. Quand un comprimé de 500 mg de vitamine C pure est dissous dans 100 mL d'eau, le pH de la solution est de 2,83. La constante de dissociation, K_a, de l'acide ascorbique est donc :

A. $1{,}0 \times 10^{-14}$ B. $2{,}2 \times 10^{-6}$ C. $8{,}1 \times 10^{-5}$
D. $1{,}5 \times 10^{-3}$ E. $5{,}5 \times 10^{-2}$

12. Un groupe de chercheurs a fait une expérience pour déterminer le rapport massique du molybdène à l'oxygène dans deux oxydes différents. Leurs résultats combinés ont donné le graphique suivant :



A partir de ces résultats, nous pouvons déduire que les formules des deux oxydes de molybdène sont :

	A	B	C	D	E
Oxyde (1)	MoO	Mo_2O	Mo_3O	MoO_2	MoO_3
Oxyde (2)	Mo_2O_3	Mo_3O	Mo_2O	MoO_3	MoO_2

13. La flutamide (Eulexin®) est un important composé organique contenant trois atomes de fluor par molécule. Il sert au traitement du cancer de la prostate. Un chimiste analytique a extrait la flutamide d'un comprimé commercial pesant 203,21 mg ce qui a laissé un résidu (contenant les ingrédients non médicaux) pesant 128,23 mg. L'analyse élémentaire de la flutamide extraite a révélé la présence de 15,47 mg de fluor. Quelle est la masse molaire (en g mol^{-1}) de la flutamide ?

A. 232,8 B. 254,5 C. 276,2 D. 286,9 E. 303,1

14. Une réaction de « thermite » très exothermique est utilisée pour produire du fer par le procédé dans un haut fourneau. L'équation de cette réaction est :

$$2\,Fe_2O_3(s) + 3\,C(graphite) \rightarrow 4\,Fe(s) + 3\,CO_2(g)$$

Quelle masse maximale de fer métallique peut-on obtenir à partir de 1235 kg d'oxyde de fer(III) et de 154,0 kg de graphite ?

A. 477,5 kg B. 863,8 kg C. 714,8 kg
D. 953,1 kg E. 955,7 kg

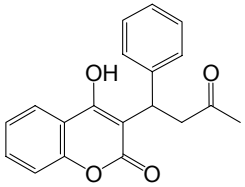
15. L'acide oxalique (acide éthanedioïque, $H_2C_2O_4$) a plusieurs utilisations pour nettoyer le métal, teindre des tissus et la photographie. Supposez que vous dissolvez un échantillon de 1,034 g d'acide oxalique ***impur*** dans de l'eau, vous ajoutez un indicateur acide-base et titrez avec du NaOH (0,485 mol L^{-1}). Vous utilisez 34,47 mL de la solution de NaOH pour atteindre le point d'équivalence. L'équation de la réaction de titrage est :

$$H_2C_2O_4(aq) + 2\,OH^-(aq) \rightarrow C_2O_4^{\,2-}(aq) + 2\,H_2O(l)$$

Quelle est la **masse** d'acide oxalique et son **pourcentage massique** dans l'échantillon ?

A. 0,547 g, 52,9% B. 0,654 g, 63,2% C. 0,729 g, 70,5%
D. 0,752 g, 72,8% E. 0,856 g, 82,8%

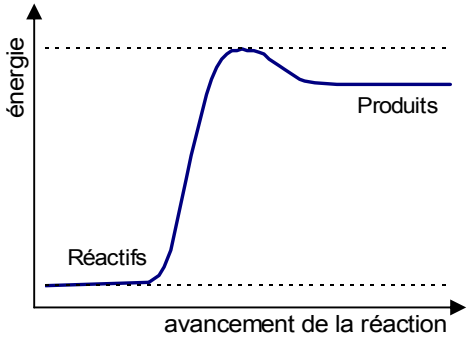
16. La warfarine est un anticoagulant utilité pour diminuer la facilité de coagulation du sang pour prévenir une thrombose tout en évitant les saignements spontanés. La structure de la warfarine est :



Quatre groupes fonctionnels présents dans la warfarine sont :

A. éther, alcène, cétone, ester
B. éther, alcène, ester, alcool
C. ester, alcène, alcool, cétone
D. éther, cétone, alcène, alcool
E. ester, alcool, alcène, aldéhyde

17. Le diagramme suivant montre le profil énergétique d'une réaction :



Quel énoncé parmi les suivants (ligne horizontale) identifie correctement le type de réaction correspondant au diagramme et la bonne raison pour ce choix ?

	Type de réaction	**Raison**
A.	Exothermique	L'énergie est fournie aux réactifs
B.	Exothermique	L'énergie est dégagée par la réaction
C.	Exothermique	Les produits ont une énergie potentielle supérieure à celle des réactifs
D.	Endothermique	L'énergie est dégagée par la réaction
E.	Endothermique	Les produits ont une énergie potentielle supérieure à celle des réactifs

18. L'acétylène (éthyne) est utilisé dans les chalumeaux d'oxy-acétylène servant à couper ou souder les métaux. La réaction de combustion est représentée par l'équation suivante :

$$2\,C_2H_2(g) + 5\,O_2(g) \rightarrow 4\,CO_2(g) + 2\,H_2O(g)$$

Avec les enthalpies de formation suivantes :

$\Delta H_f^{\ominus}\{C_2H_2(g)\} = +\,226{,}7\ \text{kJ mol}^{-1}$, $\Delta H_f^{\ominus}\{CO_2(g)\} = -\,393{,}5\ \text{kJ mol}^{-1}$
et $\Delta H_f^{\ominus}\{H_2O(g)\} = -\,241{,}8\ \text{kJ mol}^{-1}$

quelle est l'enthalpie de combustion ($\Delta H_c^{\ominus}$) **par mole d'éthyne** ?

A. $-1256\ \text{kJ mol}^{-1}$ B. $-2511\ \text{kJ mol}^{-1}$ C. $-1604\ \text{kJ mol}^{-1}$
D. $+1256\ \text{kJ mol}^{-1}$ E. $+2511\ \text{kJ mol}^{-1}$

19. Le tableau suivant donne la solubilité du nitrate de sodium et du chlorure de lithium dans 100 g d'eau à 20°C et 60°C.

Solubilité dans100 g d'eau	20°C	60°C
Nitrate de sodium	87,5 g	125 g
Chlorure de lithium	78,0 g	103 g

Un échantillon de 40,0 g d'un mélange de 50,0% (en masse) de nitrate de sodium et de chlorure de lithium est mélangé à 20,0 g d'eau à 60°C jusqu'à dissolution complète. Une fois la solution refroidie à 20°C, des cristaux blancs apparaissent et sont récupérés par filtration. Lequel des choix suivants donne la bonne masse de solide recueilli et le pourcentage de chlorure de lithium dans celui-ci ?

A. 6,9 g de solide contenant 36% LiCl
B. 6,9 g de solide contenant 64% LiCl
C. 20,0 g de solide contenant 22,0% LiCl
D. 33,1 g de solide contenant 63,8% LiCl
E. 33,1 g de solide contenant 47,1% LiCl

20. Voici quatre réactions chimiques :

I) $C(\text{graphite}) + S_2(g) \rightleftharpoons CS_2(g)$

II) $CO_2(g) + C(\text{graphite}) \rightleftharpoons 2\,CO(g)$

III) $CH_4(g) + 2\,S_2(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 2\,H_2S(g)$

IV) $CO(g) + 3\,H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$

En supposant que ces réactions ont atteint leur équilibre, quelles sont les deux réactions qui ne seraient PAS affectées par une augmentation de pression (en réduisant le volume et en maintenant la température constante)?

A. I et II B. I et III C. I et IV D. II et III E. II et IV

21. Voici deux demi-réactions avec leur potentiel standard de réduction :

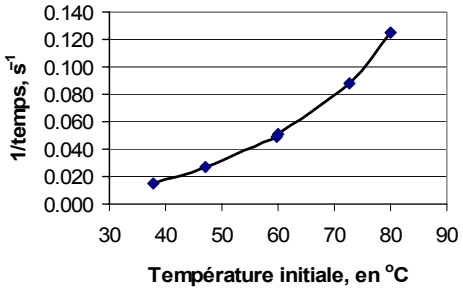
$$2\,H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2\,OH^-(aq) \qquad E^{\ominus} = -0{,}83\ \text{V}$$
$$O_2(g) + 2\,H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4\,OH^-(aq) \qquad E^{\ominus} = +0{,}40\ \text{V}$$

Quelle est la force électromotrice d'une pile à combustible avec la réaction globale suivante :

$$2\,H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,H_2O(l)\ ?$$

A. –1,23 V B. –0,43 V C. +0,43 V D. +1,23 V E. +2,06 V

22. Le graphique suivant montre l'effet de la température initiale sur la vitesse de réaction pour une série d'expériences sur une même réaction avec les mêmes concentrations initiales de réactifs. (Chaque expérience a été fait comme une réaction « chronométrée » en supposant que la vitesse de réaction est proportionnelle à 1/temps.)



Lequel des énoncés suivants peut être déduit de ce graphique :

A. La réaction est exothermique
B. La réaction est endothermique
C. La vitesse de réaction augmente avec la température initiale
D. La vitesse de réaction diminue avec la température initiale
E. Le temps requis pour que la réaction soit complétée augmente avec la température initiale

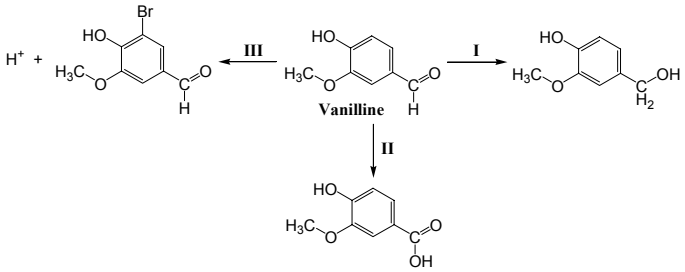
23. La réaction à l'équilibre suivante est la base de la production de l'ammoniac utilisé pour les engrais :

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3(g)$$

Si la constante d'équilibre pour cette réaction est K, alors laquelle des réponses suivantes sera la constante d'équilibre quand la concentration d'hydrogène gazeux est doublée (à la même température) ?

A. $K/8$ B. $K/4$ C. K D. $2K$ E. K^2

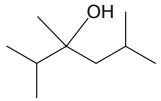
24. La vanilline, composante principale extraite de la gousse de vanille, peut subir plusieurs réactions chimiques comme celles-ci :



Identifiez quel type de réaction a lieu dans les étapes **I**, **II** et **III**.

	I	II	III
A.	réduction	oxydation	substitution
B.	oxydation	réduction	substitution
C.	réduction	oxydation	élimination
D.	réduction	oxydation	addition
E.	oxydation	réduction	addition

25. La substance organique 2,3,5-triméthyle-3-hexanol (structure montrée plus bas) subit une réaction de déshydratation lorsqu'on la traite avec de l'acide sulfurique aqueux. Trois alcènes sont formés en quantité inégales : 2,3,5-triméthyle-2-hexène (**I**), 2-isopropyle-4-méthyle-1-pentène (**II**), et 2,3,5-triméthyle-3-hexène (**III**).



Lequel de ces trois alcènes peut avoir des isomères géométriques ?

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

Fin de la Partie A du concours.
Profitez de votre temps pour vérifier vos réponses.