

# Chimie 30

Évaluation formative – Questions rendues publiques 2010

Government  
of Alberta ■

Alberta ■

Freedom To Create. Spirit To Achieve.

*Dans le présent document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.*

Pour obtenir plus de renseignements, veuillez communiquer avec

**Jack Edwards, Examination Manager**, à  
jedwards@gov.ab.ca,

**Brenda Elder, Examiner**, à  
Brenda.Elder@gov.ab.ca,

**Tim Coates, Director of Diploma Examinations**, à  
Tim.Coates@gov.ab.ca, ou

**Learner Assessment**, en composant le (780) 427-0010.  
Pour appeler sans frais de l'extérieur d'Edmonton, composez d'abord le (780) 310-0000.

Vous pouvez consulter le site Web de Alberta Education, à [education.alberta.ca](http://education.alberta.ca).

© 2010, la Couronne du chef de l'Alberta représentée par le ministre de l'Éducation, Alberta Education, Learner Assessment, 44 Capital Boulevard, 10044 108 Street NW, Edmonton, Alberta T5J 5E6, et les détenteurs de licence. Tous droits réservés.

Le détenteur des droits d'auteur autorise **seulement les éducateurs de l'Alberta** à reproduire, à des fins éducatives et non lucratives, les parties de ce document qui **ne contiennent pas** d'extraits.

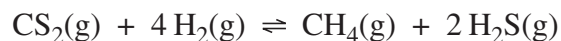
## ***Introduction***

Les récents changements apportés à la conception de l'Examen de Chimie 30 en vue de l'obtention du diplôme de 12<sup>e</sup> année concernent le retrait de questions à réponse écrite. Au moment de cette décision, de nombreux examens avaient déjà été préparés et incluaient la *Partie A : Questions à réponse écrite*. Ce document contient ces questions à réponse écrite et les guides de notation de ces examens.

Les questions ont pour but de continuer à promouvoir l'utilisation des questions à réponse élaborée dans une évaluation en salle de classe de haute qualité. Les enseignants pourraient se référer à ces questions de diverses façons afin d'améliorer la mesure dans laquelle les élèves acquièrent et démontrent une compréhension des concepts décrits dans le *Programme d'études de Chimie 30, 2007*.

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la première question.

Le méthane gazeux peut être produit en laboratoire en faisant réagir du disulfure de carbone,  $\text{CS}_2(\text{g})$ , et de l'hydrogène gazeux selon l'équation suivante :



On met les concentrations initiales suivantes de  $\text{CS}_2(\text{g})$  et de  $\text{H}_2(\text{g})$  dans un flacon vide à une température de  $90,0\text{ }^\circ\text{C}$  :  $0,175\text{ mol/L}$  de  $\text{CS}_2(\text{g})$  et  $0,310\text{ mol/L}$  de  $\text{H}_2(\text{g})$ . Quand l'équilibre est atteint, il y a  $0,125\text{ mol/L}$  de  $\text{CS}_2(\text{g})$ .

**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

1. a. **Déterminez** la concentration de l'hydrogène gazeux présent dans le flacon à l'équilibre. (3 points)

b. Écrivez l'expression de la loi d'équilibre de cette réaction et **déterminez** la constante d'équilibre de cette réaction à  $90,0\text{ }^\circ\text{C}$ . (2 points)

### Question 1 – Guide de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Exemple de réponse	Commentaires															
1.a.	3	$\text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Initial</td> <td style="width: 20%;">0,175 mol/L</td> <td style="width: 20%;">0,310 mol/L</td> <td style="width: 20%;">0</td> <td style="width: 20%;">0</td> </tr> <tr> <td>Changement</td> <td><math>-0,050 \text{ mol/L} - \frac{4}{1}(0,050 \text{ mol/L})</math></td> <td><math>+ \frac{1}{1}(0,050 \text{ mol/L})</math></td> <td><math>+ \frac{2}{1}(0,050 \text{ mol/L})</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Équilibre</td> <td>0,125 mol/L</td> <td>0,110 mol/L</td> <td>0,050 mol/L</td> <td>0,100 mol/L</td> </tr> </table> <p>La concentration de <math>\text{H}_2(\text{g}) = 0,110 \text{ mol/L}</math> (3 chiffres significatifs contenus dans les données initiales)</p> <p>À noter : Prévoyez également 0,11 mol/L (0,050 peut être considéré comme une donnée initiale)</p>	Initial	0,175 mol/L	0,310 mol/L	0	0	Changement	$-0,050 \text{ mol/L} - \frac{4}{1}(0,050 \text{ mol/L})$	$+ \frac{1}{1}(0,050 \text{ mol/L})$	$+ \frac{2}{1}(0,050 \text{ mol/L})$		Équilibre	0,125 mol/L	0,110 mol/L	0,050 mol/L	0,100 mol/L	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 point pour le changement correct de la concentration (peut être implicite)</li> <li>1 point pour le rapport de moles correct de <math>\text{H}_2(\text{g})</math></li> <li>1 point pour la bonne réponse (conforme au changement et au rapport de moles de <math>\text{H}_2(\text{g})</math>)</li> </ul>
Initial	0,175 mol/L	0,310 mol/L	0	0														
Changement	$-0,050 \text{ mol/L} - \frac{4}{1}(0,050 \text{ mol/L})$	$+ \frac{1}{1}(0,050 \text{ mol/L})$	$+ \frac{2}{1}(0,050 \text{ mol/L})$															
Équilibre	0,125 mol/L	0,110 mol/L	0,050 mol/L	0,100 mol/L														
1.b.	2	$K_c = \frac{[\text{CH}_4(\text{g})][\text{H}_2\text{S}(\text{g})]^2}{[\text{CS}_2(\text{g})][\text{H}_2(\text{g})]^4}$ $= \frac{(0,050 \text{ mol/L})(0,100 \text{ mol/L})^2}{(0,125 \text{ mol/L})(0,110 \text{ mol/L})^4}$ $= 27,3 \text{ (3 chiffres significatifs contenus dans les données initiales)}$ <p>À noter : Prévoyez également 27 (0,050 peut être considéré comme une donnée initiale)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 point pour l'expression de la loi d'équilibre</li> <li>1 point pour la réponse correspondant aux concentrations obtenues dans la Partie 1.a.</li> </ul>															
	1	Communication – voir Guide	Utilisez le Guide de notation analytique															
		Maximum de points possible = 6																

*Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.*

Le permanganate de potassium dans une solution acide est souvent utilisé dans les titrages d'oxydoréduction.

**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

2. a. Choisissez une solution aqueuse que l'on pourrait utiliser pour faire un titrage avec du permanganate de potassium aqueux dans une solution acide. Écrivez l'équation ionique nette équilibrée de cette réaction de titrage et **déterminez** le potentiel de pile. (3 points)

*Utilisez l'information supplémentaire ci-dessous pour répondre à la partie suivante de la question.*

Une élève met une bande de fer métallique solide dans un bécher qui contient du permanganate de potassium aqueux dans une solution acide.

- b. **Décrivez** ce qui arrive à la bande de fer métallique quand on la met dans la solution dans le bécher et **identifiez** l'agent oxydant et l'agent réducteur. (2 points)

### Question 2 – Guide de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. Des variations en utilisant d'autres agents réducteurs peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Exemple de réponse	Comments
2.a.	3	<p>Demi-réactions de réduction :</p> $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 8 \text{H}^+ (\text{aq}) + 5 \text{e}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad E^\circ = +1,51 \text{ V}$ $\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} (\text{aq}) \quad E^\circ = -0,77 \text{ V}$ <hr/> <p>nette <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 8 \text{H}^+ (\text{aq}) + 5 \text{Fe}^{2+} (\text{aq}) \rightarrow 5 \text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})</math></p> $E^\circ_{\text{pile}} = +1,51 \text{ V} - 0,77 \text{ V}$ $= +0,74 \text{ V}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour l'agent réducteur approprié</li> <li>• 1 point pour l'équation ionique nette équilibrée</li> <li>• 1 point pour le potentiel de pile conforme à l'équation ionique nette</li> </ul>
2.b.	2	<p>L'agent oxydant est acidifié <math>\text{KMnO}_4 (\text{aq})</math> (ou <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq})</math>). L'agent réducteur est <math>\text{Fe} (\text{s})</math>.</p> <p>Les électrons passent de la bande de fer métallique à l'agent oxydant, <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq})</math> (ou <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq})</math>).</p> <p><b>ou</b></p> <p>La bande de fer métallique est oxydée (la masse diminue) par la solution de <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq})</math>. (Le fer métallique a réagi.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour identifier <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq})</math> comme AO, et <math>\text{Fe} (\text{s})</math> comme AR</li> <li>• 1 point pour la description de ce qui se passe à la bande de fer métallique</li> </ul>
	1	Communication – voir Guide	Utiliser le Guide de notation analytique
		Maximum de points possible = 6	

*Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.*

Un élève étudie la quantité de dioxyde de carbone qui est produite durant la combustion de carburants fossiles communément utilisés dans les voitures. Pour pouvoir identifier le meilleur carburant pour les voitures, l'élève détermine la variation d'enthalpie requise pour produire des produits gazeux à partir de la combustion de chacun des trois carburants suivants : le propane gazeux, l'octane liquide et l'éthanol liquide.

**Réponse écrite — 15 %**

- 3.** **Comparez** les trois carburants indiqués ci-dessus en termes d'énergie et de production de dioxyde de carbone gazeux et **identifiez** le meilleur carburant pour les voitures.

Pour appuyer votre choix de réponse, votre réponse devrait comprendre

- les équations chimiques équilibrées qui représentent la combustion de chaque carburant et un calcul de l'enthalpie dans chacune des réactions
- le nombre de moles de dioxyde de carbone produit par kilojoule d'énergie produit par chaque carburant
- une explication des raisons qui appuient votre choix de carburant comme étant le meilleur pour les voitures

### Question 3 – Guide de notation holistique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Points	Exemple de réponse	Commentaires
5	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H^\circ = [4 \text{ mol}(-241,8 \text{ kJ/mol}) + 3 \text{ mol}(-393,5 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol}(-103,8 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ}]$ $\Delta H^\circ = -2 \text{ 043,9 kJ}$ $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8 \text{CO}_2(\text{g}) + 9 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H^\circ = [9 \text{ mol}(-241,8 \text{ kJ/mol}) + 8 \text{ mol}(-393,5 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol}(-250,1 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ}]$ $\Delta H^\circ = -5 \text{ 074,1 kJ}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H^\circ = [3 \text{ mol}(-241,8 \text{ kJ/mol}) + 2 \text{ mol}(-393,5 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol}(-277,6 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ}]$ $\Delta H^\circ = -1 \text{ 234,8 kJ}$ $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \quad \frac{3 \text{ mol CO}_2(\text{g})}{2 \text{ 043,9 kJ}} = 1,47 \times 10^{-3} \frac{\text{mol CO}_2(\text{g})}{\text{kJ}}$ $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) \quad \frac{8 \text{ mol CO}_2(\text{g})}{5 \text{ 074,1 kJ}} = 1,58 \times 10^{-3} \frac{\text{mol CO}_2(\text{g})}{\text{kJ}}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) \quad \frac{2 \text{ mol CO}_2(\text{g})}{1 \text{ 234,8 kJ}} = 1,62 \times 10^{-3} \frac{\text{mol CO}_2(\text{g})}{\text{kJ}}$ <p><math>\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})</math> produit la plus petite quantité de <math>\text{CO}_2(\text{g})</math> par 1 kJ d'énergie.</p> <p><b>À noter :</b> La comparaison de kJ/mol de <math>\text{CO}_2(\text{g})</math> est aussi acceptable.</p>	<p><i>Composantes clés</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une comparaison en fonction de l'énergie et <math>\text{CO}_2(\text{g})</math> pour chaque carburant</li> </ul> <p><i>Éléments à l'appui</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• équations de combustion équilibrées, y compris le calcul de l'enthalpie</li> <li>• calcul du nombre de moles de <math>\text{CO}_2(\text{g})</math> par kJ d'énergie pour chaque carburant</li> <li>• identifiez et fournissez des raisons pour appuyer votre choix de carburant</li> </ul>

### Question 3 – Guide de notation holistique à deux parties

Note	Critères clés
<b>2 Oui</b>	L'élève aborde la question en comparant au moins deux des équations, du point de vue de l'énergie (méthode raisonnable de la variation d'enthalpie ou de la variation d'enthalpie molaire) <b>et</b> de la quantité de CO <sub>2</sub> (g) (mol de CO <sub>2</sub> (g)/kJ, kJ/mol de CO <sub>2</sub> (g), mol de CO <sub>2</sub> (g)).
<b>0 Non</b>	L'élève n'aborde pas la question.

Note	Éléments à l'appui
<b>3 Très bien à excellent</b>	L'élève présente de bons éléments à l'appui dans <b>toutes</b> les parties de la question. Il peut y avoir une erreur mineure/faiblesse dans <b>une</b> partie de la question.
<b>2 Satisfaisant à bien</b>	L'élève a présenté des éléments à l'appui dans la plupart des parties de la question, mais pas nécessairement dans toutes les parties de la question. Les éléments à l'appui peuvent contenir des erreurs mineures/faiblesses. Les éléments à l'appui <b>sont plus corrects qu'incorrects</b> .
<b>1 Minimal</b>	L'élève a présenté un minimum d'éléments à l'appui dans une ou plus d'une partie de la question. Les éléments à l'appui contiennent plusieurs erreurs et sont <b>plus incorrects que corrects</b> .
<b>0 Limité à pas d'appui</b>	L'élève n'a pas présenté assez d'éléments à l'appui pour illustrer plus qu'une compréhension limitée du contenu. Les éléments à l'appui sont soit hors contexte ou contiennent des erreurs majeures dans toutes les parties de la question.

Erreurs mineures : Équation non équilibrée

Erreur de calcul, mais la substitution est correcte

Solution pour kJ/mol plutôt que mol/kJ

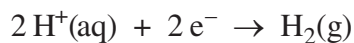
Erreurs majeures : Erreur de substitution dans le calcul d'enthalpie

Méthode incorrecte de la variation d'enthalpie

Carburant incorrect utilisé dans la comparaison (p. ex., le méthanol)

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

On installe une pile électrolytique qui utilise une anode de cuivre. Les produits de l'électrolyse sont des ions d'hydrogène gazeux et de cuivre aqueux (II). La demi-réaction donnant lieu à de l'hydrogène gazeux est représentée par l'équation suivante.



**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

4. a. **Écrivez** l'équation de la demi-réaction qui représente la réaction qui a lieu à l'anode, et **écrivez** l'équation équilibrée qui représente la réaction d'oxydoréduction nette qui se produit pendant l'électrolyse. (2 points)
- b. Si on applique un courant de 3,00 A à une pile contenant une anode de cuivre de 400 g, **déterminez** la masse finale de l'anode de cuivre après que la pile a fonctionné pendant 48,0 h. (3 points)

### Question 4 – Guide de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Exemple de réponse	Commentaires
4.a.	2	$\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$ $2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$ <hr/> $\text{Cu(s)} + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$	<p>1 point chacun pour</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la demi-réaction d'oxydation correcte</li> <li>la réaction d'oxydoréduction nette valide (constante)</li> </ul>
4.b.	3	$n_{\text{e}^{-}} = \frac{(3,00 \text{ C/s})(48,0 \text{ h})(3600 \text{ s/h})}{9,65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 5,37 \text{ mol}$ $n_{\text{Cu}} = \frac{1}{2} n_{\text{e}^{-}} = 2,69 \text{ mol}$ $m_{\text{Cu}} = 2,69 \text{ mol}(63,55 \text{ g/mol}) = 171 \text{ g}$ $\Delta m_{\text{anode}} = 400 \text{ g} - 171 \text{ g} = 229 \text{ g}$	<p>1 point chacun pour</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la méthode valide pour déterminer la masse consommée</li> <li>la masse finale correcte de Cu(s) consommé</li> <li>la masse finale correcte de l'anode (conforme à leurs calculs)</li> </ul>
	1	Communication – voir Guide	Utiliser le Guide de notation analytique
		Maximum de points possible = 6	

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Un élève a obtenu un échantillon de 25,0 mL d'une solution acide inconnue de 0,176 mol/L, HA (aq). Le pH de l'échantillon était 2,25.

**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

5. a. **Écrivez** l'équation chimique équilibrée pour l'ionisation de la solution acide inconnue et écrivez l'expression de la loi d'équilibre.

**(2 points)**

- b. **Déterminez** la valeur de  $K_a$  et **identifiez** une caractéristique, autre que la valeur de  $K_a$ , de l'acide inconnu.

**(3 points)**

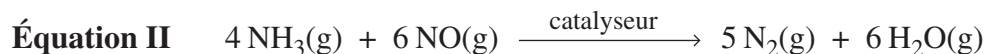
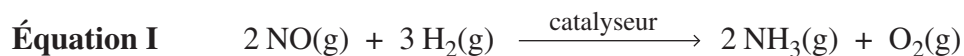
### Question 5 – Guide de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Réponse acceptable	Commentaires
5.a.	2	$\text{HA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \text{ ou } \text{HA}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$ $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})][\text{A}^-(\text{aq})]}{[\text{HA}(\text{aq})]}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour l'équation équilibrée</li> <li>• 1 point l'expression de <math>K_a</math></li> </ul>
5.b.	3	<p>pH initial = 2,25</p> $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = [\text{A}^-(\text{aq})] = 10^{-\text{pH}}$ $= 5,6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ $K_a = \frac{(5,6 \times 10^{-3} \text{ mol/L})^2}{(0,176 \text{ mol/L} - 5,6 \times 10^{-3} \text{ mol/L})} = 1,9 \times 10^{-4}$ <p><b>Propriétés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• acide faible</li> <li>• ne s'ionise que partiellement dans l'eau</li> <li>• la majeure partie de l'acide ne se dissocie pas</li> <li>• donneur de protons</li> <li>• monoprotique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour la substitution conforme à la méthode</li> <li>• 1 point pour la bonne réponse</li> <li>• 1 point pour la propriété valide de l'acide</li> </ul>
	1	<p>Communication – voir Guide</p>	<p>Utiliser le Guide de notation analytique</p>
	6	<p>Maximum de points possible = 6</p>	

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

On a conçu un convertisseur catalytique à deux couches pour les moteurs diesel d'automobile. La première couche du convertisseur catalytique retire une partie du monoxyde d'azote gazeux du gaz d'échappement et le convertit en ammoniac gazeux. Dans la deuxième couche, l'ammoniac gazeux est retiré en réagissant avec le reste du monoxyde d'azote gazeux. Les réactions dans les deux couches se produisent à 300 °C et sont représentées par les équations suivantes.



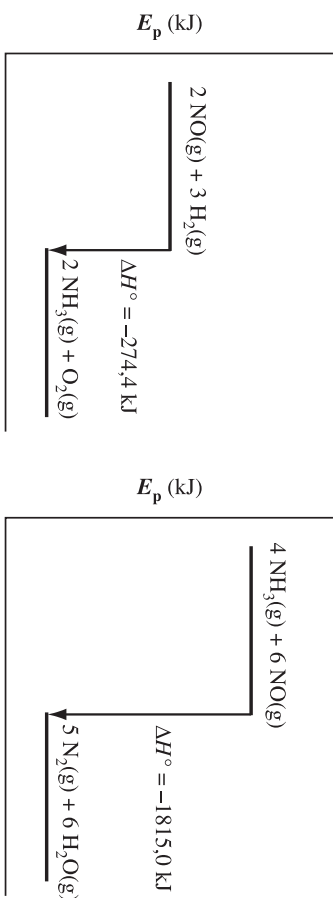
**Réponse écrite — 15 %**

6. **Comparez** les deux réactions qui se produisent dans le convertisseur catalytique. **Identifiez** une similarité et une différence entre les réactions en termes d'énergie.

Votre réponse doit comprendre

- des calculs d'enthalpie par mole de monoxyde d'azote gazeux pour chaque réaction
- des diagrammes d'énergie potentielle qui représentent la variation d'enthalpie qui a lieu dans chaque réaction
- des explications de la similarité et de la différence que vous avez identifiées

**Question 6 – Rubriques de notation holistique**  
*\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.*

Points	Exemple de réponse	Commentaires
5	<p><b>Calculs</b></p> $\Delta H^\circ = \sum n\Delta_f H^\circ(\text{produits}) - \sum n\Delta_f H^\circ(\text{réactifs})$ <p><b>Équation 1</b></p> $2 \text{ NO}(\text{g}) + 3 \text{ H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{catalyseur}} 2 \text{ NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H^\circ = [(2 \text{ mol})(-45,9 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ}] - [(2 \text{ mol})(+91,3 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ}]$ $= -274,4 \text{ kJ}/2 \text{ mol} = -137,2 \text{ kJ/mol de NO}(\text{g})$ <p><b>Équation 2</b></p> $4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 6 \text{ NO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{catalyseur}} 5 \text{ N}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H^\circ = [0 \text{ kJ} + (6 \text{ mol})(-241,8 \text{ kJ/mol})] - [(4 \text{ mol})(-45,9 \text{ kJ/mol}) + (6 \text{ mol})(+91,3 \text{ kJ/mol})]$ $= -1815,0 \text{ kJ}/6 \text{ mol} = -302,5 \text{ kJ/mol de NO}(\text{g})$ 	<p><b>Composante clé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une comparaison entre chaque réaction est faite en termes d'énergie (kJ ou kJ/mol)</li> </ul> <p><i>Éléments à l'appui</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• calculs de la variation d'enthalpie (kJ/mol de NO(g))</li> <li>• diagrammes d'énergie potentielle conformes aux calculs</li> <li>• explication et identification d'une similarité et d'une différence</li> </ul>

À noter :  $E_p$ ,  $\Delta H$ , ou Énergie sont acceptables pour la légende de l'axe des y; la progression de la réaction, l'évolution de la réaction, la coordonnée de la réaction, la réaction ou le temps sont acceptables pour l'axe des x.

**Similarités** — Les deux sont exothermiques, car  $\Delta H^\circ$  calculé est négatif

— Les deux sont exothermiques, car les réactifs ont une énergie potentielle supérieure à celle des produits

**Différences** — L'équation 2 libère plus d'énergie par mole de NO(g) que l'équation 1 (conforme aux calculs)

— Les produits de l'équation 2 ont une énergie potentielle supérieure à celle des produits de l'équation 1

## Question 6 – Guide de notation holistique à deux parties

Note	Critères clés
<b>2 Oui</b>	L'élève a abordé la question en comparant les deux réactions en termes d'énergie (méthode raisonnable à la variation d'enthalpie ou à la variation d'enthalpie molaire). <b>À noter :</b> Il peut y avoir des erreurs dans les calculs des élèves (ex. : inverser la Loi de Hess) <b>ou</b> oublier d'indiquer les coefficients <b>ou</b> la Loi de Hess correcte mais calcul incorrect de kJ/mol ou kJ/g.
<b>0 Non</b>	L'élève n'a pas abordé la question.

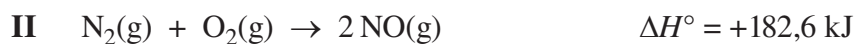
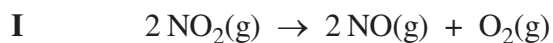
Note	Éléments à l'appui
<b>3 Très bien à excellent</b>	L'élève présente de bons éléments à l'appui dans <b>toutes</b> les parties de la question. Il peut y avoir une erreur mineure/faiblesse dans un des éléments à l'appui dans <b>une</b> partie de la question.
<b>2 Satisfaisant à bien</b>	L'élève a présenté des éléments à l'appui dans la plupart des parties de la question, mais pas nécessairement dans toutes les parties de la question. Les éléments à l'appui peuvent contenir des erreurs mineures/faiblesses ou une faiblesse majeure dans une partie de la question. Les éléments à l'appui <b>sont plus corrects qu'incorrects</b> .
<b>1 Minimal</b>	L'élève a présenté un minimum d'éléments à l'appui dans une ou plus d'une partie de la question, mais les éléments à l'appui contiennent plusieurs erreurs et sont <b>plus incorrects que corrects</b> .
<b>0 Limité à pas d'appui</b>	L'élève n'a pas présenté assez d'éléments à l'appui pour illustrer plus qu'une compréhension limitée du contenu. Les éléments à l'appui sont soit hors contexte ou contiennent des erreurs majeures dans toutes les parties de la question.

Erreurs mineures : Équation non équilibrée  
Méthode pour kJ/mol est correcte mais a une erreur de calcul mineure

Erreurs majeures : Méthode incorrecte pour kJ/mol  
Aucune similarité ou différence identifiée

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Le monoxyde d'azote est un gaz couramment utilisé dans l'industrie chimique. C'est aussi un polluant d'air toxique produit par les automobiles. Les deux réactions comprennent le monoxyde d'azote gazeux et sont représentées par les équations suivantes.



**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

7. a. Déterminez la variation d'enthalpie pour la réaction I, et esquissez un diagramme d'énergie potentielle qui représente la réaction I.

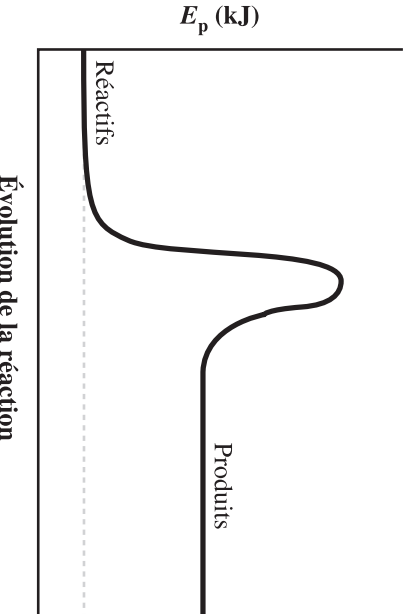
(3 points)

- b. En termes d'énergie, identifiez deux similarités ou deux différences entre les deux réactions qui comprennent le monoxyde d'azote gazeux et qui sont représentées ci-dessus.

(2 points)

### Question 7 – Rubriques de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Réponse acceptable	Commentaires
7.a.	3	<p style="text-align: center;"><b>Réponse acceptable</b></p> $\Delta H^\circ = \sum n \Delta_f H^\circ(\text{produits}) - \sum n \Delta_f H^\circ(\text{réactifs})$ $\Delta H^\circ_1 = [(2 \text{ mol})(+91,3 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ}] - [(2 \text{ mol})(+33,2 \text{ kJ/mol})]$ $= +116,2 \text{ kJ}$ <p style="text-align: center;"><b>Diagramme d'énergie</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>À noter :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'est pas nécessaire d'inclure la barrière d'énergie d'activation dans le diagramme d'énergie.</li> <li>• Les termes <i>progression de la réaction</i>, <i>évolution de la réaction</i>, <i>coordonnée de la réaction</i>, <i>réaction</i> ou <i>temps</i> peuvent être employés pour légender l'axe des x.</li> <li>• Il n'est pas nécessaire d'inclure un titre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour la méthode correcte pour calculer la variation d'enthalpie</li> <li>• 1 point pour la bonne réponse, y compris le signe (conforme à la méthode)</li> <li>• 1 point pour le diagramme d'énergie potentielle (correct ou conforme à la réponse)</li> </ul>

### Question 7 – Rubriques de notation analytique

*\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.*

7.b.	<p>2</p> <p><b>Similarités :</b></p> <p>(À noter : Ceci est la bonne réponse si la réponse à la question 1.a. est correcte.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les deux absorbent l'énergie du milieu pendant la réaction.</li> <li>• Les deux sont endothermiques.</li> <li>• Les produits des deux réactions ont une énergie potentielle supérieure à celle des réactifs.</li> <li>• Le terme d'énergie serait inclus comme un réactif dans les deux équations chimiques.</li> </ul> <p><b>Différences :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La réaction I absorbe moins d'énergie par mole de NO(g) que la réaction II.</li> <li>• Les réactifs de la réaction I ont une énergie potentielle supérieure à celle des réactifs de la réaction II.</li> </ul> <p><b>(Si dans la partie (a), l'élève montre une réaction exothermique)</b></p> <p><b>Différences :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La réaction II absorbe de l'énergie; la réaction I libère de l'énergie (conforme au diagramme).</li> <li>• La réaction I est exothermique; la réaction II est endothermique (conforme à <math>\Delta H^\circ</math>).</li> <li>• Les produits de la réaction II ont une énergie potentielle supérieure à celle des réactifs; le contraire est vrai pour la réaction I (conforme au diagramme).</li> <li>• Dans la réaction I, le terme d'énergie serait inclus comme un produit; dans la réaction II, le terme énergie serait inclus comme un réactif (conforme à <math>\Delta H^\circ</math>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour chaque similarité ou différence qui est conforme à l'information fournie dans la partie a</li> </ul>
1	Communication – voir Guide	Utiliser le Guide de notation analytique
6	Maximum de points possible = 6	

*Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.*

Un élève prédit que la valeur de  $K_a$  de l'acide acétique, un faible acide monoprotique, peut être affectée par la température de l'acide.

**Réponse écrite — 15 %**

8. **Concevez** une expérience pour tester cette prédiction en utilisant un appareil que l'on retrouve généralement dans un laboratoire et une solution d'acide acétique à 0,100 mol/L.

Votre réponse devrait comprendre

- une procédure détaillée
- une définition du terme  $K_a$
- un terme de l'équation d'équilibre pertinent et une équation chimique équilibrée, et la forme nécessaire ou les formes nécessaires aux calculs de la valeur de  $K_a$

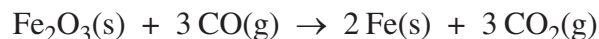
### Question 8 – Rubriques de notation holistique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

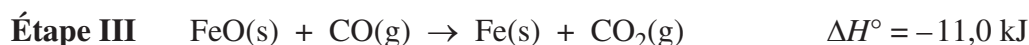
Question	Points	Réponse acceptable	Comments
8.	2 pour clé 3 pour éléments à l'appui	<p><b>Procédure :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Prendre trois béchers de 100,00 mL et remplir chaque bécher avec 50,0 mL de solution d'acide acétique à 0,100 mol/L</li> <li>En se servant de trois bains d'eau à différentes températures, chaude ou froide, placer un bécher d'acide acétique dans chaque bain d'eau</li> <li>Mesurer et noter la température de chaque solution d'acide acétique</li> <li>En se servant du pH-mètre, mesurer et noter le pH de chaque échantillon d'acide</li> </ol> <p><b>À noter :</b> On peut aussi faire un titrage pour déterminer la concentration de l'ion hydronium au point de demi-équivalence.</p> <p><b>Variabiles :</b> (peuvent être implicites)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– même acide, concentration d'acide, quantité d'acide manipulées</li> <li>– température de la solution d'acide acétique ré pondantes</li> <li>– pH de la solution d'acide acétique</li> </ul> <p><math>K_a</math> est une mesure de l'étendue de l'ionisation d'un acide.</p> <p><b>Expressions et formules :</b></p> $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})][\text{A}^-(\text{aq})]}{[\text{HA}(\text{aq})]}$ <p>(L'équation d'ionisation peut être implicite si l'expression d'équilibre est correcte.)</p> $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = [\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})] = 10^{-\text{pH}}$ <p>Maximum des points possible = 5</p>	<p><i>Composante clé :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>une expérience ou la conception d'une expérience qui pourrait permettre à l'élève de mesurer le pH de l'acide à différentes températures (sonde de pH, pH-mètre, titrage, indicateurs universels, indicateurs)</li> </ul> <p><i>Éléments à l'appui :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>définition de <math>K_a</math></li> <li>détails de la procédure, (l'identification des variables manipulées, ré pondantes et contrôlées peut être implicite)</li> <li>Équation(s) et formule(s) pertinentes</li> </ul> <p>Utiliser le Guide de notation holistique</p>

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

L'extraction par fusion du fer se produit dans un haut fourneau, de la façon représentée par l'équation globale suivante :



Dans un haut fourneau, le processus d'extraction par fusion se produit en trois étapes, de la façon représentée par les équations suivantes :



**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

9. a. **Déterminez** le changement d'enthalpie dans l'équation globale. Écrivez l'équation qui représente la réaction globale, en indiquant le changement d'enthalpie comme un terme de l'équation.

(3 points)

- b. **Esquissez et légendez** un diagramme d'énergie pour représenter le changement d'énergie qui se produit ou les changements d'énergie qui se produisent dans l'équation globale.

(2 points)

### Question 9 – Rubriques de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Exemple de réponse	Commentaires
9.a.	3	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \frac{1}{3}\text{CO}(\text{g}) \rightarrow \frac{2}{3}\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \frac{1}{3}\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = \frac{1}{3}(-47,2 \text{ kJ})$ $\frac{2}{3}\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \frac{2}{3}\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{FeO}(\text{s}) + \frac{2}{3}\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = \frac{2}{3}(+19,4 \text{ kJ})$ $2\text{FeO}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = 2(-11,0 \text{ kJ})$ <hr/> $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -24,8 \text{ kJ}$ <p>ou</p> $\Delta H^\circ = \sum n\Delta_f H^\circ_{(\text{produits})} - \sum n\Delta_f H^\circ_{(\text{réactifs})}$ $= [(2 \text{ mol})(0 \text{ kJ/mol}) + (3 \text{ mol})(-393,5 \text{ kJ/mol})]$ $- [(1 \text{ mol})(-824,2 \text{ kJ/mol}) + (3 \text{ mol})(-110,5 \text{ kJ/mol})]$ $= -24,8 \text{ kJ}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g}) + 24,8 \text{ kJ}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour la méthode correcte</li> <li>• 1 point pour la bonne réponse</li> <li>• 1 point pour le terme d'énergie du côté de l'équation conforme au calcul</li> </ul>
9.b.	2	<p><b>À noter :</b> L'axe vertical peut être légendé <math>\Delta H^\circ</math>, <math>E_p</math> ou Énergie. L'axe horizontal peut être légendé Progression de la réaction, Évolution de la réaction, Coordonnée de la réaction ou Temps.</p> <p><b>À noter :</b> Un titre n'est pas requis, ni la variation d'enthalpie (<math>\Delta H^\circ</math>).</p> <p style="text-align: center;"><b>Extraction du fer par fusion</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour la légende (doit inclure les axes des x et des y, et l'identification des réactifs et des produits)</li> <li>• 1 point pour la forme du diagramme d'énergie conforme au calcul d'enthalpie</li> </ul>
	1	Communication – voir Guide	Utiliser le Guide de notation analytique
		Maximum de points possible = 6	

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Dans le passé, le tétraoxyde de diazote a été utilisé comme un des carburants dans les modules lunaires employés lors des missions Apollo. Dans la phase gazeuse, il se décompose selon l'équation suivante :



Un technicien met un échantillon de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  dans un flacon de 2,00 L et laisse le système atteindre l'équilibre. À 25 °C, la valeur de la  $K_c$  est de  $5,40 \times 10^{-3}$  et la concentration de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  à l'équilibre est de  $3,00 \times 10^{-1}$  mol/L.

**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

10. a. Déterminez la quantité, en moles, de  $\text{NO}_2(\text{g})$  présente dans le flacon de 2,00 L à l'équilibre. (3 points)

- b. Identifiez si la valeur de  $K_c$  va augmenter, diminuer ou rester la même si on ajoute de la chaleur au système. Donnez une explication pour appuyer votre réponse. (2 points)

### Question 10 – Ruriques de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Exemple de réponse	Commentaires
10.a.	3	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ $K_c = \frac{[\text{NO}_2(\text{g})]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})]}$ $[\text{NO}_2(\text{g})] = \sqrt{K_c [\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})]}$ $= \sqrt{(5,40 \times 10^{-3})(3,00 \times 10^{-1} \text{ mol/L})}$ $= 4,02 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ <p>mol de <math>\text{NO}_2(\text{g}) = (4,02 \times 10^{-2} \text{ mol/L})(2,00 \text{ L}) = 8,05 \times 10^{-2} \text{ mol}</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 point pour l'expression correcte de la valeur de <math>K_c</math> ou la méthode correcte pour calculer la concentration de <math>\text{NO}_2(\text{g})</math></li> <li>1 point pour la concentration correcte de <math>\text{NO}_2(\text{g})</math></li> <li>1 point pour une réponse en moles, conforme à la concentration</li> </ul>
10.b.	2	<p><math>K_c</math> augmentera</p> <p>car la réaction se déplacera vers la droite pour absorber la chaleur supplémentaire (réaction endothermique)</p> <p><b>ou</b></p> <p>car la concentration de <math>\text{NO}_2(\text{g})</math> augmente, et la concentration de <math>\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})</math> baisse, et <math>K_c = \frac{[\text{produits}]}{[\text{réactifs}]}</math>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 point pour l'augmentation de la valeur de <math>K_c</math></li> <li>1 point pour l'explication du déplacement conforme à la réponse (augmentation/baisse).</li> </ul>
	1	Communication – voir Guide	Utiliser le Guide de notation analytique
		Maximum de points possible = 6	

*Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.*

Un élève fait l'hypothèse suivante : si on augmente la masse de l'électrode en fer dans une pile voltaïque plomb-fer, le potentiel de la pile va augmenter aussi.

**Réponse écrite — 15 %**

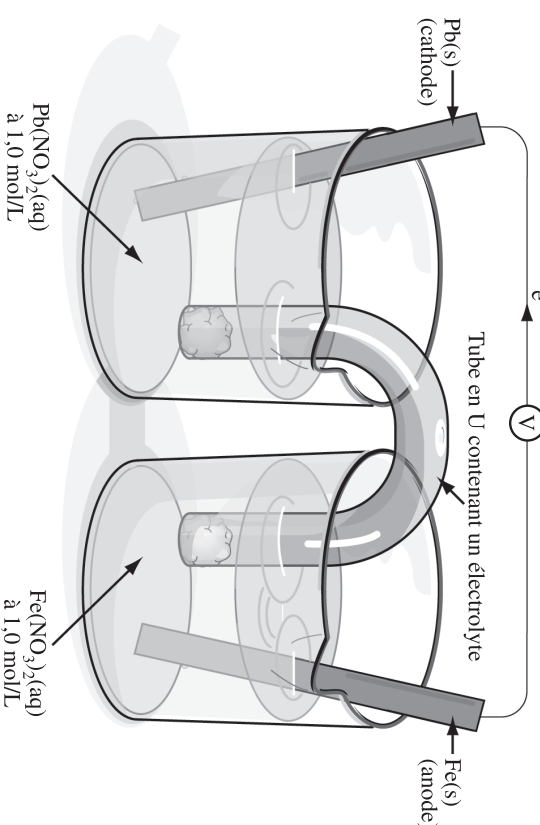
- 11.** **Concevez** une expérience qui va vous permettre de tester l'hypothèse de l'élève à l'aide d'une pile voltaïque plomb-fer.

Votre réponse doit comprendre

- une procédure détaillée
- un diagramme légendé de la pile voltaïque plomb-fer
- l'équation appropriée ou les équations appropriées et le calcul du  $E^\circ_{\text{pile}}$  de votre pile voltaïque

### Question 11 – Rubriques de notation holistique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Points	Exemple de réponse	Commentaires
5	<p><b>Procédure:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construire une pile voltaïque, en utilisant les réactifs fournis dans le diagramme.</li> <li>2. Placer un échantillon de 100,0 mL de Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq) à 1,0 mol/L dans le béccher contenant l'électrode de Pb(s) et 100,0 mL de Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq) à 1,0 mol/L dans le béccher contenant l'électrode de Fe(s).</li> <li>3. Mesurer et noter le potentiel de la pile en utilisant un voltmètre après 5 minutes de fonctionnement de la pile.</li> <li>4. Répéter les étapes 1 à 3 en utilisant différentes masses de Fe(s) pour l'électrode de fer.</li> </ol> <p><b>Variables :</b> Manipulées          – masse de l'électrode de fer</p> <p>Répondantes          – potentiel de la pile (ou tension de la pile)</p> <p>Contrôlées          – température, concentration des électrolytes, durée de fonctionnement de la pile, installation de la pile, etc.</p> <p>À noter : Les variables peuvent être implicites dans la procédure.</p> <p><b>Diagramme :</b></p>  <p><b>Équation et calcul</b></p> <p>* Ou toute autre version d'une pile voltaïque active au plomb et fer</p> $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ $E^{\circ}_{\text{pile}} = -0,13 \text{ V} - (-0,45 \text{ V}) = +0,32 \text{ V}$	<p><i>Composantes clés</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• méthode ou procédure expérimentale qui a pour but de manipuler la masse de Fe(s) dans une pile électrochimique, et de mesurer le potentiel de la pile</li> </ul> <p><i>Éléments à l'appui</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• procédure détaillée</li> <li>• diagramme légendé de la pile voltaïque plomb-fer</li> <li>• équation(s) équilibrée(s) pertinente(s) et calcul de <math>E^{\circ}_{\text{pile}}</math> (demi-réactions ou réaction nette)</li> </ul>

### Question 11 – Guide de notation holistique à deux parties

Note	Critères clés
<b>2 Oui</b>	L'élève aborde la question en concevant une expérience (procédure ou méthode) sur une pile (voltaïque ou électrolytique, et non nécessairement de plomb-fer) et a manipulé la masse d'une des électrodes (ou selon la compréhension de l'élève, a manipulé la masse). La variable répondante de l'élève est conforme à la mesure du potentiel de la pile.
<b>0 Non</b>	L'élève n'a pas abordé la question.

Note	Éléments à l'appui
<b>3 Très bien à excellent</b>	L'élève présente de bons éléments à l'appui dans <b>toutes</b> les parties de la question. Il peut y avoir une erreur mineure/faiblesse dans un des éléments à l'appui dans <b>une</b> partie de la question
<b>2 Satisfaisant à bien</b>	L'élève a présenté des éléments à l'appui dans la plupart des parties de la question, mais pas nécessairement dans toutes les parties de la question. Les éléments à l'appui peuvent contenir des erreurs mineures/faiblesses. Les éléments à l'appui <b>sont plus corrects qu'incorrects</b> .
<b>1 Minimal</b>	L'élève a présenté un minimum d'éléments à l'appui dans une ou plus d'une partie de la question, mais les éléments à l'appui contiennent plusieurs erreurs et sont <b>plus incorrects que corrects</b> .
<b>0 Limité à pas d'appui</b>	L'élève n'a pas présenté assez d'éléments à l'appui pour illustrer plus qu'une compréhension limitée du contenu. Les éléments à l'appui sont soit hors contexte ou contiennent des erreurs majeures dans toutes les parties de la question.

Erreurs mineures : Équation non équilibrée

Bonne méthode de calcul du potentiel de la pile, mais l'élève a fait une erreur de calcul

Utilisation d'une solution dans un pont salin qui précipiterait

Erreurs majeures : Pile électrolytique

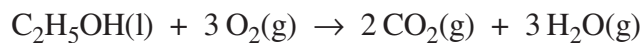
Une pile voltaïque autre que la pile au plomb-fer

Électrolyte manquante ou autre erreur majeure dans le diagramme de la pile

Méthode ou procédure expérimentale fournie

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

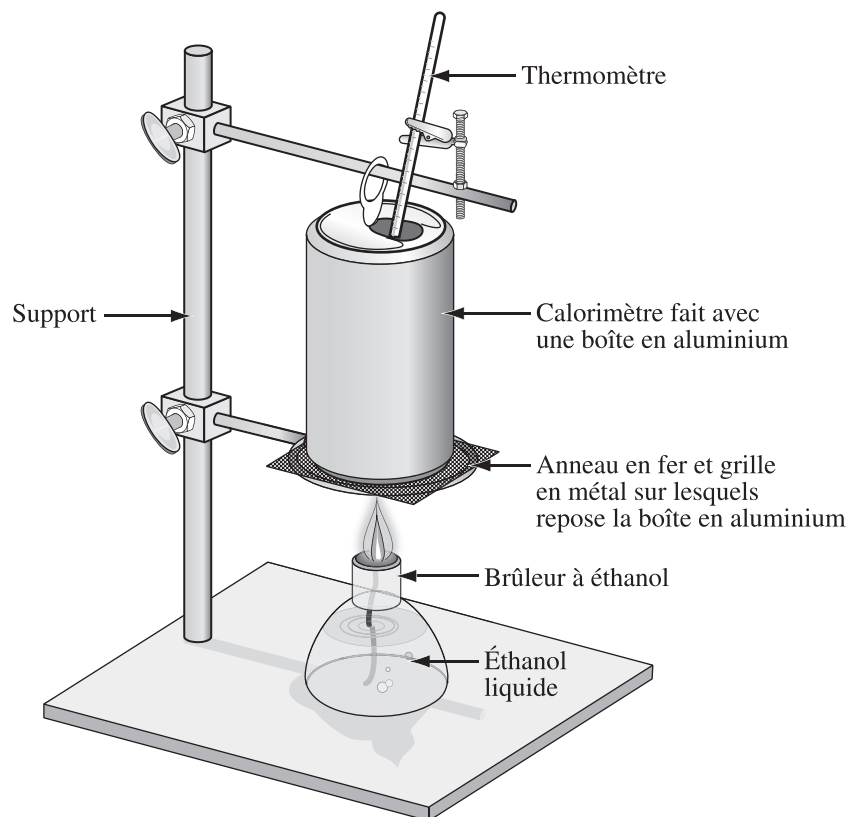
Un élève fait une expérience calorimétrique pour déterminer l'enthalpie molaire de la combustion de l'éthanol. L'élève utilise une boîte en aluminium comme un calorimètre. La combustion de l'éthanol liquide produit des produits gazeux, tel que représenté par l'équation ci-dessous.



Les données recueillies pendant l'expérience sont notées ci-dessous.

### Données de l'expérience calorimétrique

Masse de la boîte en aluminium	10,65 g
Masse d'eau	250,00 g
Masse initiale du brûleur à éthanol	256,34 g
Masse finale du brûleur à éthanol	252,45 g
Température d'eau initiale de la boîte en aluminium	21,40 °C
Température d'eau finale et de la boîte en aluminium	82,30 °C



**Réponse écrite — 10 %** (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)

**12.** a. **Calculez** l'enthalpie molaire expérimentale de la combustion de l'éthanol de l'élève.

**(3 points)**

b. La valeur théorique de l'enthalpie molaire de combustion de l'éthanol est supérieure à la valeur obtenue pendant l'expérience. **Identifiez** une amélioration qui pourrait être faite à la méthode expérimentale et **expliquez** comment votre suggestion pourrait réduire l'erreur expérimentale dans l'expérience calorimétrique.

**(2 points)**

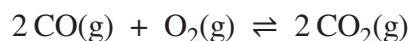
### Question 12 – Rubriques de notation analytique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Question	Points	Exemple de réponse	Commentaires
12.a.	3	$\Delta H^{\circ}_{\text{perdu}} = H_{\text{gagné}}$ $\Delta H^{\circ} = m c \Delta t_{(\text{H}_2\text{O})} + m c \Delta t_{(\text{Al})}$ $= (0,250 \text{ kg})(4,19 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C})(82,30-21,40)^{\circ}\text{C} + (0,01065 \text{ kg})(0,897 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C})(82,30-21,40)^{\circ}\text{C}$ $= -64,3745 \text{ kJ}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{3,89 \text{ g}}{46,08 \text{ g/mol}} = 0,0844 \text{ mol}$ $\Delta H^{\circ} = \frac{-64,37 \text{ kJ}}{0,0844 \text{ mol}}$ $= -763 \text{ kJ/mol}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour la bonne méthode</li> <li>• 1 point pour la substitution</li> <li>• 1 point pour la bonne réponse en kJ/mol</li> </ul>
12.b.	2	<p><b>Amélioration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une bombe calorimétrique limiterait la perte de chaleur dans le milieu</li> <li>• l'utilisation d'une gaine autour du calorimètre et du brûleur limiterait la perte de chaleur dans le milieu</li> <li>• l'utilisation d'un brûleur plus efficace avec un meilleur débit d'air réduirait la combustion incomplète</li> <li>• la suspension de la boîte directement au-dessus de la flamme éliminerait la perte de chaleur au support et à l'anneau en fer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour l'amélioration</li> <li>• 1 point pour l'explication</li> </ul>
	1	<p>Communication – voir Guide</p>	<p>Utiliser le Guide de notation analytique</p>
		<p>Maximum de points possible = 6</p>	

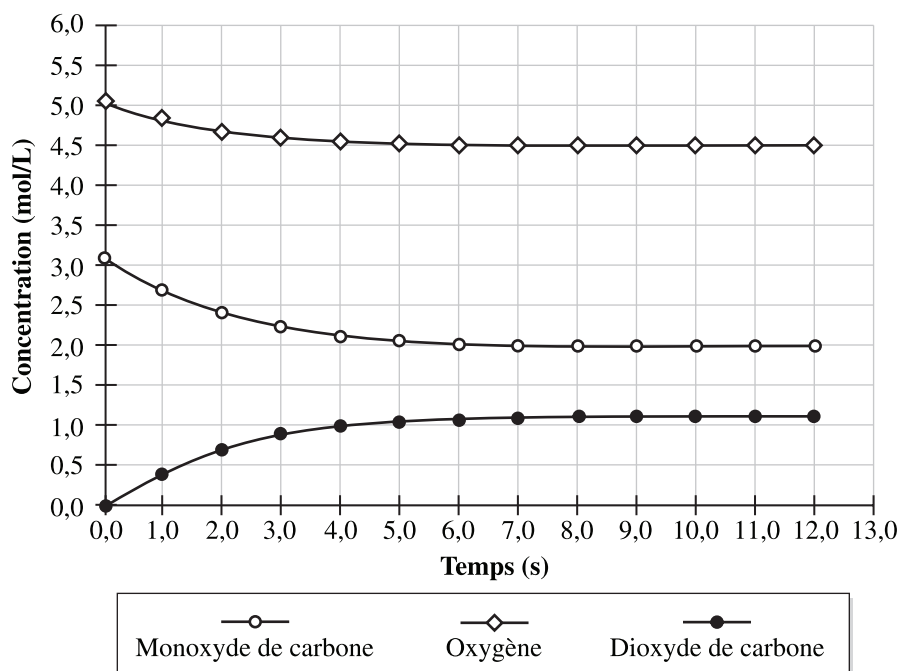
Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Le monoxyde de carbone gazeux et l'oxygène gazeux réagissent pour former le dioxyde de carbone gazeux, tel que représenté par l'équation d'équilibre ci-dessous.



Un technicien a ajouté du monoxyde de carbone gazeux et de l'oxygène gazeux à un flacon vide. Le technicien a ensuite noté les concentrations de chaque gaz présent dans le flacon jusqu'à ce que la réaction atteigne l'équilibre à 500 K, comme le montre le diagramme ci-dessous.

**Concentration des gaz à l'équilibre**



**Réponse écrite — 10 % (5 points pour le contenu, 1 point pour la communication générale)**

**13. a.** Écrivez l'expression de la loi d'équilibre et **calculez** la valeur de la constante d'équilibre à 500 K. **(3 points)**

**b.** Indiquez si les produits ou les réactifs sont favorisés dans cette réaction et **expliquez** votre réponse. **(2 points)**

### Question 13 – Rubriques de notation analytique

*\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.*

Question	Points	Exemple de réponse	Commentaires
13.a.	3	$K_c = \frac{[\text{CO}_2(\text{g})]^2}{[\text{CO}(\text{g})]^2[\text{O}_2(\text{g})]}$ $K_c = \frac{(1,1)^2}{(2,0)^2(4,5)} = 6,7 \times 10^{-2}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour le terme d'équilibre</li> <li>• 1 point pour le choix des équations d'équilibre correctes</li> <li>• 1 point pour la bonne réponse</li> </ul>
13.b.	2	<p>L'équilibre favorise les réactifs, car</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la valeur de <math>K_c</math>, <math>6,7 \times 10^{-2}</math>, est moins de 1</li> <li>• il y a une plus grande concentration de réactifs que de produits présents</li> <li>• à l'équilibre, il y a plus de 50 % de concentrations initiales</li> </ul> <p><b>À noter :</b> La valeur de <math>K_c</math> ne doit pas nécessairement être énoncée de nouveau.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 point pour l'identification correcte du changement qui est conforme à la valeur de <math>K_c</math> dans 2.a.</li> <li>• 1 point pour la justification qui est conforme au choix</li> </ul>
	1	Communication – voir Guide	Utiliser le Guide de notation analytique
		Maximum de points possible = 6	

*Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.*

Un élève fait l'hypothèse suivante : si on augmente la concentration d'ions de nickel(II) dans une pile voltaïque nickel-zinc, la différence de potentiel de la pile va augmenter aussi.

**Réponse écrite — 15 %**

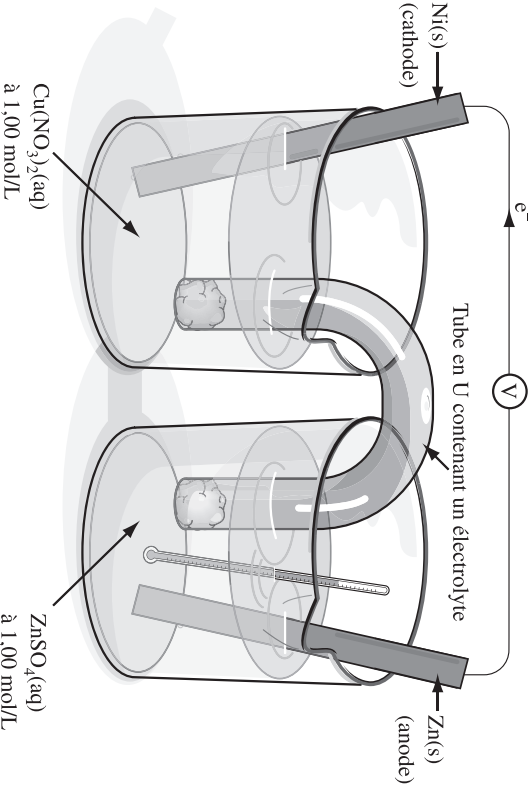
**14.** **Concevez** une expérience qui va vous permettre de tester l'hypothèse de l'élève à l'aide d'une pile voltaïque nickel-zinc.

Votre réponse devrait comprendre

- une procédure détaillée
- digramme légendé de la pile voltaïque nickel-zinc
- l'équation appropriée ou les équations appropriées et le calcul du  $E^\circ_{\text{pile}}$  de votre pile voltaïque

### Question 14 – Rubriques de notation holistique

\* Veuillez noter que ce ne sont que des exemples de réponses. D'autres variations de réponse peuvent également avoir reçu la totalité des points.

Points	Exemple de réponse	Commentaires
5	<p><b>Variables :</b> Manipulées – concentration de <math>\text{Ni}^{2+}</math> (aq)  Répondantes – le potentiel de la pile (ou la tension de la pile)  Contrôlées – température, les agents oxydants et réducteurs, installation de la pile et durée de fonctionnement de la pile avant de mesurer la tension</p> <p><math>\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Ni}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})</math></p> <p><math>E^\circ_{\text{nette}} = -0,26 \text{ V} - (-0,76 \text{ V})</math>  <math>= +0,50 \text{ V}</math></p>  <p>*Ou toute autre version d'une pile voltaïque nickel-zinc active</p> <p><b>Procédure :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construire une pile voltaïque, en utilisant les réactifs fournis dans le diagramme.</li> <li>2. Placer un échantillon de 100,0 mL de <math>\text{Ni}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})</math> à 1,0 mol/L dans le bécher contenant l'électrode de <math>\text{Ni}(\text{s})</math>.</li> <li>3. Mesurer et noter le potentiel de la pile en utilisant un voltmètre.</li> <li>4. Répéter les étapes 1 à 3 en utilisant différentes concentrations de la solution de <math>\text{Ni}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})</math>.</li> </ol>	<p><i>Composantes clés</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• méthode ou procédure expérimentale valide qui a pour but de manipuler la concentration de <math>\text{Ni}^{2+}(\text{aq})</math> dans une pile électrochimique</li> </ul> <p><i>Éléments à l'appui</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• procédure détaillée</li> <li>• diagramme légendée de la pile nickel-zinc</li> <li>• équation(s) équilibrée(s) pertinente(s) et calcul de <math>E^\circ_{\text{pile}}</math></li> </ul>

### Question 14 – Guide de notation holistique

Note	Critères clés
<b>2 Oui</b>	L'élève aborde la question en concevant une expérience (procédure ou méthode) sur une pile (voltaïque ou électrolytique, et non nécessairement de nickel-zinc) et a manipulé la concentration d'une solution de nickel (ou selon la compréhension de l'élève, a manipulé la concentration). La variable répondante de l'élève est conforme à la mesure du potentiel de la pile.
<b>0 Non</b>	L'élève n'a pas abordé la question.

Note	Éléments à l'appui
<b>3 Très bien à excellent</b>	L'élève présente de bons éléments à l'appui dans <b>toutes</b> les parties de la question. Il peut y avoir une erreur mineure/faiblesse dans un des éléments à l'appui dans <b>une</b> partie de la question.
<b>2 Satisfaisant à bien</b>	L'élève a présenté des éléments à l'appui dans la plupart des parties de la question, mais pas nécessairement dans toutes les parties de la question. Les éléments à l'appui peuvent contenir des erreurs mineures/faiblesses. Les éléments à l'appui <b>sont plus corrects qu'incorrects</b> .
<b>1 Minimal</b>	L'élève a présenté un minimum d'éléments à l'appui dans une ou plus d'une partie de la question, mais les éléments à l'appui contiennent plusieurs erreurs et sont <b>plus incorrects que corrects</b> .
<b>0 Limité à pas d'appui</b>	L'élève n'a pas présenté assez d'éléments à l'appui pour illustrer plus qu'une compréhension limitée du contenu. Les éléments à l'appui sont soit hors contexte ou contiennent des erreurs majeures dans toutes les parties de la question.

Erreurs mineures : Équation non équilibrée

Méthode de calculer le potentiel de la pile est correcte, mais l'élève a fait une erreur de calcul.

En utilisant une solution dans le pont salin qui précipiterait

Erreurs majeures : Pile électrolytique, ou pile voltaïque autre que la pile de nickel-zinc

Électrolyte manquant ou autre erreur majeure dans le diagramme de la pile

Méthode expérimentale erronée ou procédure non fournie