



EPFL













1

Enseignant: Terrettaz
Chimie - MAN - MT
29 juin 2023
Durée : 150 minutes

SCIPER:00000

Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page. Ce document est imprimé recto-verso, il contient 12 questions sur 12 pages, les dernières pouvant être vides. Ne pas dégrafer.

- Posez votre **carte d'étudiant.e** sur la table.
- Document autorisé: aide mémoire manuscrit 1 feuille A4 (recto/verso)
- **Aucun** autre document n'est autorisé.
- L'utilisation de tout **outil électronique** à l'exception d'une calculatrice non programmable est **interdite** pendant l'épreuve.
- Pour les questions à **choix multiple**, on comptera :
 - + 3 points si toutes les 4 réponses sont correctes,
 - + 1.5 points si 3 réponses sont correctes,
 - + 0 point dans les autres cas.
- Utilisez un **stylo** à encre **noire ou bleu foncé** et effacez proprement avec du **correcteur blanc** si nécessaire.
- Répondez dans l'espace prévu (**aucune** feuille supplémentaire ne sera fournie).
- Les brouillons sont à rendre mais ne seront pas corrigés.

Respectez les consignes suivantes Observe this guidelines Beachten Sie bitte die unten stehenden Richtlinien		
choisir une réponse select an answer Antwort auswählen	ne PAS choisir une réponse NOT select an answer NICHT Antwort auswählen	Corriger une réponse Correct an answer Antwort korrigieren
  		 
ce qu'il ne faut PAS faire what should NOT be done was man NICHT tun sollte		
     		



Première partie, questions à choix multiple

Pour chaque question, marquer les cases correspondantes aux réponses correctes sans faire de ratures.
On propose une liste d'affirmations. Indiquer lesquelles sont vraies ou fausses.

Question 1 (3 points)

Les espèces chimiques suivantes ont deux électrons célibataires à l'état fondamental.

Données: Le numéro atomique de Ni est 28 et celui de Sn est 50.

- | | | | | |
|------------------|--------------------------|------|--------------------------|------|
| Ni | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| Ni ²⁺ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| Sn | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| Sn ²⁺ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |

Question 2 (3 points)

L'atome d'arsenic (As, numéro atomique 33) contient:

- | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|------|--------------------------|------|
| 5 électrons avec $n = 4$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| 15 électrons avec $l = 1$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| 8 électrons avec $m_l = 0$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| 15 électrons avec $m_l = -1$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |

Question 3 (3 points)

Des atomes d'hydrogène, à l'état fondamental, sont excités avec des photons dont l'énergie vaut $(8/9) \cdot 13.6 \text{ eV}$.

Donnée: l'énergie d'ionisation d'un atome d'hydrogène à l'état fondamental est égale à 13.6 eV .

- | | | | | |
|--|--------------------------|------|--------------------------|------|
| Leurs électrons peuvent se trouver dans une orbitale 2s | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| Leurs électrons peuvent se trouver dans une orbitale 3p | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| Ils peuvent émettre spontanément des photons d'énergie $(1/9) \cdot 13.6 \text{ eV}$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| On peut les ioniser avec des photons d'énergie égale à 15 eV | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |

Question 4 (3 points)

La molécule donnée n'a pas de dipôle permanent (son moment dipolaire est nul) bien que toutes ses liaisons soient polarisées.

- | | | | | |
|------------------|--------------------------|------|--------------------------|------|
| CS ₂ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| NI ₃ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| BrF ₅ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| PI ₅ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |

**Question 5** (3 points)

Le cation NO_2^+ contient :

Données: Les valeurs d'électronégativité de N et O sont respectivement 3.04 et 3.34.

- 16 électrons de valence ☐ VRAI ☐ FAUX
- Une liaison ionique ☐ VRAI ☐ FAUX
- Deux liaisons covalentes σ ☐ VRAI ☐ FAUX
- Deux liaisons covalentes π ☐ VRAI ☐ FAUX

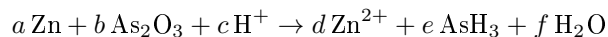
Question 6 (3 points)

L'atome central des espèces chimiques suivantes est hybridé sp^3

- H_2S ☐ VRAI ☐ FAUX
- H_3O^+ ☐ VRAI ☐ FAUX
- ClO_3^- ☐ VRAI ☐ FAUX
- SO_4^{2-} ☐ VRAI ☐ FAUX

Question 7 (3 points)

On considère la réaction rédox suivante équilibrée avec les coefficients stoechiométriques entiers les plus petits possible:

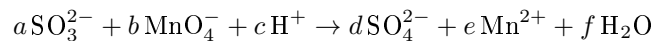


Donnée : le degré d'oxydation de l'oxygène vaut -2 dans toutes les molécules

- La somme des coefficients ($a + b + c + d + e + f$) est égale à 30 ☐ VRAI ☐ FAUX
- $a = 3$ ☐ VRAI ☐ FAUX
- Le degré d'oxydation de As dans As_2O_3 vaut +6 ☐ VRAI ☐ FAUX
- Zn est le réducteur ☐ VRAI ☐ FAUX

Question 8 (3 points)

On considère la réaction rédox suivante équilibrée avec les coefficients stoechiométriques entiers les plus petits possible:



Donnée : le degré d'oxydation de l'oxygène vaut -2 dans toutes les molécules

- La somme des coefficients ($a + b + c + d + e + f$) est égale à 25 ☐ VRAI ☐ FAUX
- $b = c$ ☐ VRAI ☐ FAUX
- Le degré d'oxydation de S dans SO_3^{2-} vaut +4 ☐ VRAI ☐ FAUX
- MnO_4^- est l'oxydant ☐ VRAI ☐ FAUX



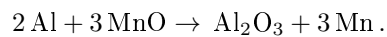
Deuxième partie, questions de type ouvert

Répondre dans l'espace dédié. Votre réponse doit être soigneusement justifiée, toutes les étapes de votre raisonnement doivent figurer dans votre réponse. Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.

Question 9: *Cette question est notée sur 6 points.*

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Soit la réaction complète (totale) suivante dans des conditions où la réaction ne s'effectue que de gauche à droite.

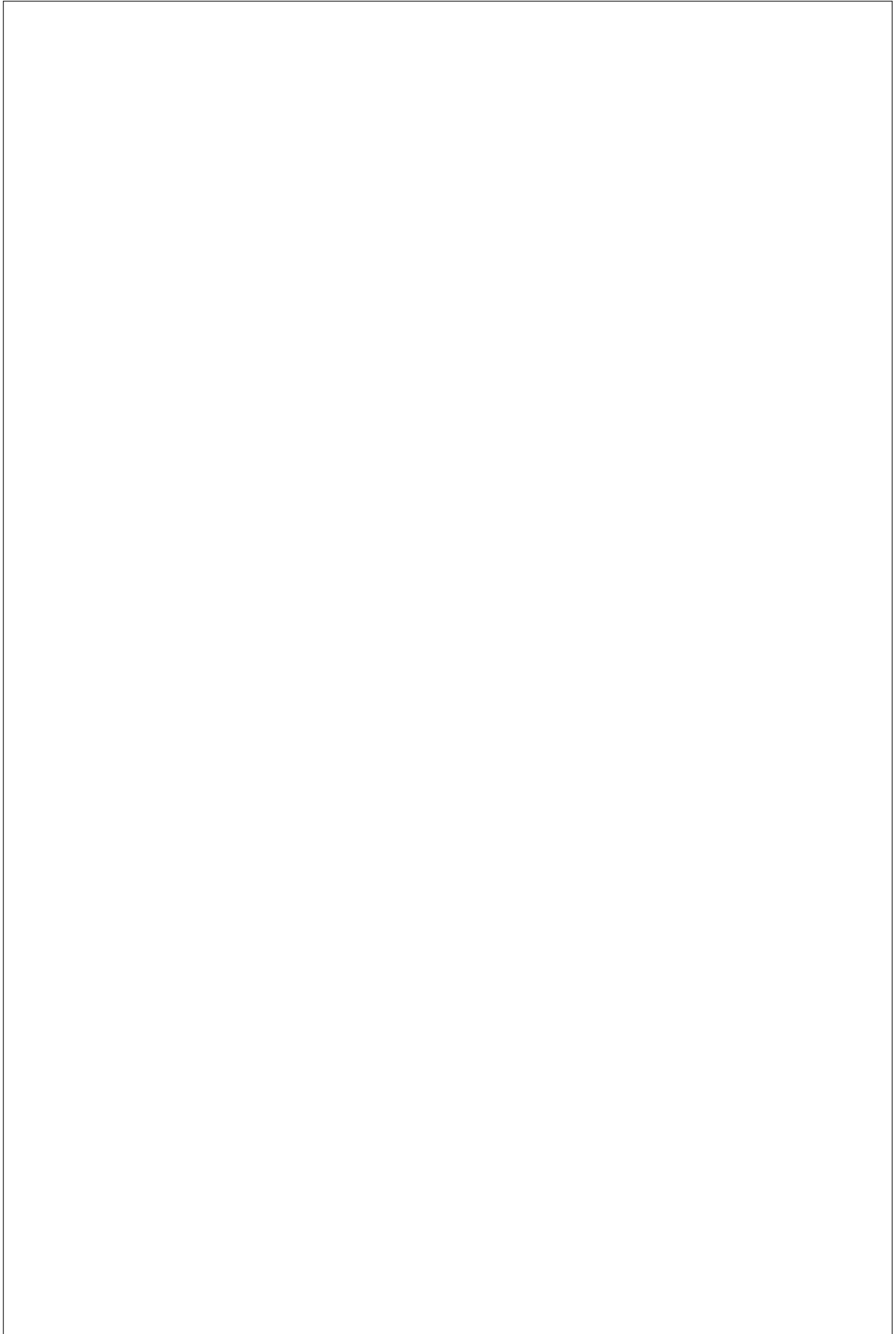


On introduit 60 g Al et 200 g MnO dans un réacteur initialement vide et on poursuit la réaction jusqu'à l'épuisement d'un réactif.

- (a) Indiquer le réactif limitant.
- (b) Indiquer la quantité en mol de chacune des espèces chimiques obtenues à la fin de la réaction.



+1/5/56+





Question 10: Cette question est notée sur 12 points.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Soit l'équilibre suivant dans un réacteur de volume constant:



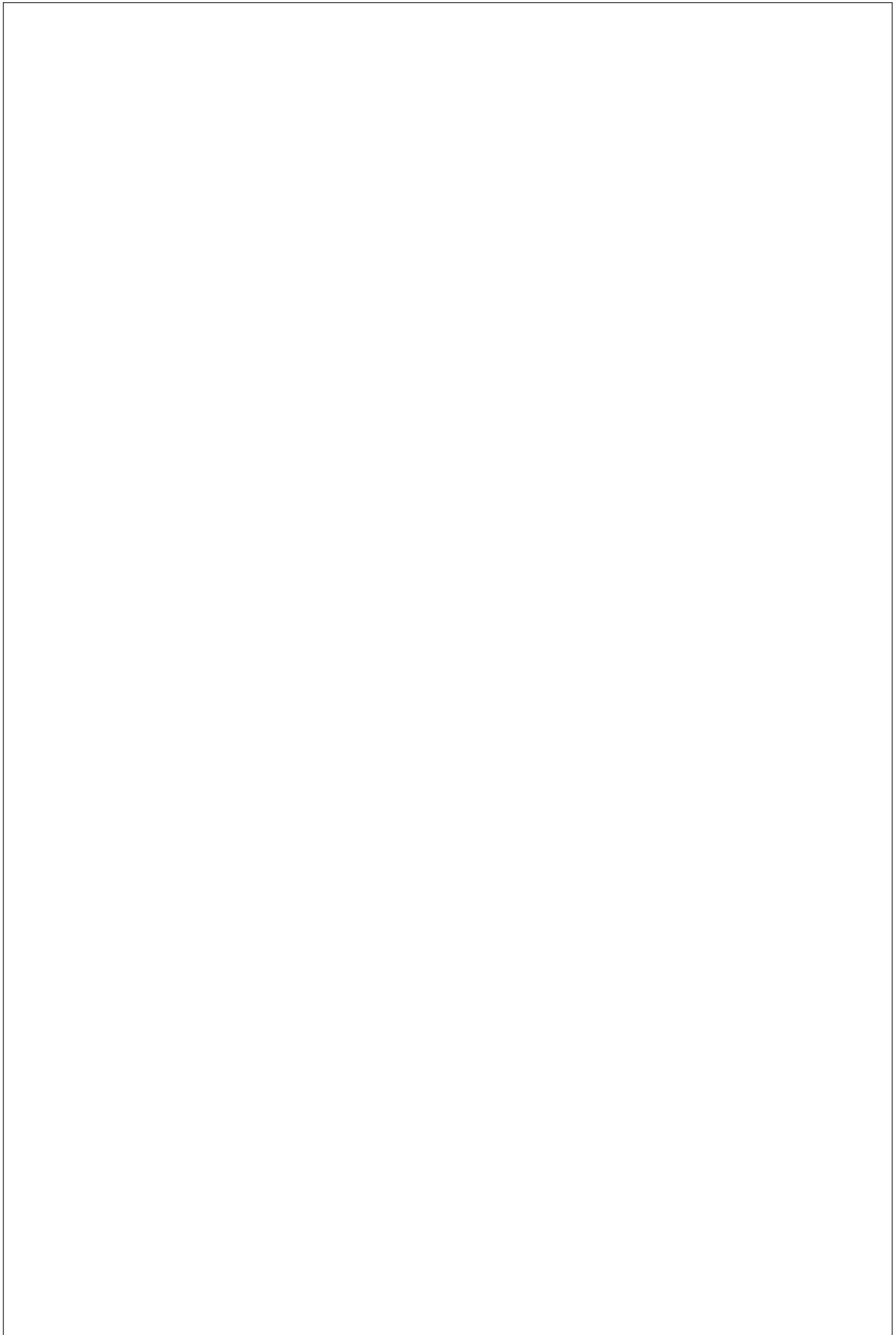
- (a) Calculer la variation d'énergie de Gibbs standard $\Delta_r G^0$ de la réaction à 25 °C.
- (b) Calculer la constante d'équilibre de cette réaction à 25 °C.
- (c) On effectue cette réaction en mettant 5 g $\text{NH}_4\text{Cl}(s)$ dans un réacteur de 10 L, initialement vide, maintenu à la température de 275 °C. A cette température, la constante d'équilibre de la réaction vaut $1.22 \cdot 10^{-2}$. (La pression de référence P^0 est égale à 1 bar). Calculer la masse en gramme de NH_4Cl et les pressions en bar de NH_3 et HCl obtenues à l'équilibre.

Données:

La constante des gaz parfaits vaut $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ou $8.314 \cdot 10^{-2} \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Les données thermodynamiques à 25 °C et 1 bar sont regroupées dans le tableau ci-dessous:

	$\text{NH}_4\text{Cl}(s)$	$\text{NH}_3(g)$	$\text{HCl}(g)$
$\Delta_f H^0 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$	-314.4	-46.1	-92.3
$S^0 \text{ (J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}\text{)}$	94.6	192.5	186.9





Question 11: *Cette question est notée sur 12 points.*

_0 _1 _2 _3 _4 _5 _6 _7 _8 _9 _10 _11 _12

Soit une réaction où un réactif A se transforme en un produit P au sein d'une solution dont le volume reste constant. La cinétique est d'ordre 2 et suit la loi d'Arrhenius.



A une température de 25 °C, on introduit une solution contenant une concentration de [A] égale à 0.2 mol/L et ne contenant pas de produit P dans un réacteur. Après 50 secondes, la concentration de [A] vaut 0.04 mol/L.

- (a) Calculer la constante de vitesse de la réaction à 25 °C.
- (b) Calculer la concentration de P après 200 s de réaction à 25 °C.
- (c) Si on effectue cette réaction à une température de 40 °C, on constate que la constante de vitesse est deux fois plus grande que celle mesurée à 25 °C. Calculer l'énergie d'activation de cette réaction.

Donnée : La constante des gaz parfaits vaut 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹ ou 8.314·10⁻² L bar K⁻¹ mol⁻¹



+1/9/52+



Question 12: Cette question est notée sur 10 points.

_0 _1 _2 _3 _4 _5 _6 _7 _8 _9 _10

Soit une pile galvanique formée de deux électrodes reliées par un pont salin à 25 °C. La première électrode est constituée d'une lamelle d'étain, Sn, plongée dans une solution aqueuse de SnCl_2 . La deuxième électrode est une lamelle de magnésium, Mg, plongée dans une solution aqueuse de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

Données :

$$E^0(\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}) = -0.136 \text{ V}$$

$$E^0(\text{Mg}^{2+}, \text{Mg}) = -2.372 \text{ V}$$

Les activités sont égales aux concentrations exprimées en mol/L puis divisées par 1 mol/L.

La constante des gaz parfaits vaut $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

La constante de Faraday vaut 96485 C mol^{-1} .

- (a) En considérant cette pile aux conditions standard, identifier l'anode et la cathode. Ecrire les demi-réactions à l'anode et à la cathode lorsque la pile débite du courant. Calculer la force électromotrice de la pile aux conditions standard à 25 °C.
- (b) Calculer la force électromotrice de la pile à 25 °C lorsque les activités de Sn^{2+} et de Mg^{2+} valent respectivement 0.01 et 2.

