

© International Baccalaureate Organization 2022

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2022

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2022

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

Chimie
Niveau supérieur
Épreuve 2

Mercredi 18 mai 2022 (après-midi)

Numéro de session du candidat

2 heures 15 minutes

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instructions destinées aux candidats

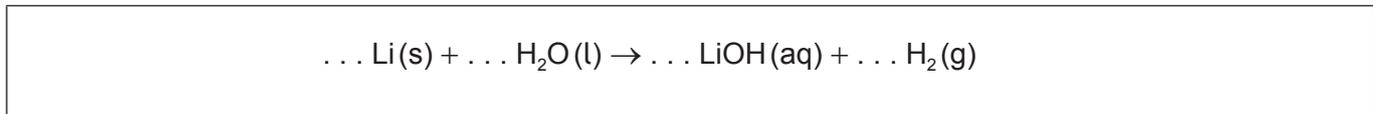
- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du **recueil de données de chimie** est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[90 points]**.



Répondez à **toutes** les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Le lithium réagit avec l'eau pour former une solution alcaline.

(a) Déterminez les coefficients permettant d'équilibrer l'équation de réaction du lithium avec l'eau. [1]



(b) Un morceau de lithium de 0,200g a été placé dans 500,0 cm³ d'eau.

(i) Calculez la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de lithium en résultant. [2]

.....
.....
.....
.....

(ii) Calculez le volume d'hydrogène gazeux produit, en cm³, si la température était de 22,5 °C et la pression de 103 kPa. Utilisez les sections 1 et 2 du recueil de données. [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(iii) Suggérez une raison pour laquelle le volume d'hydrogène gazeux recueilli était plus petit que prévu. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (c) La réaction du lithium avec l'eau est une réaction redox. Identifiez l'agent oxydant dans la réaction en justifiant votre réponse.

[1]

.....
.....

- (d) Décrivez deux observations indiquant que la réaction du lithium avec l'eau est exothermique.

[2]

.....
.....
.....
.....
.....



2. Les électrons sont répartis dans des niveaux d'énergie autour du noyau d'un atome.

(a) Expliquez pourquoi la première énergie d'ionisation du calcium est supérieure à celle du potassium. [2]

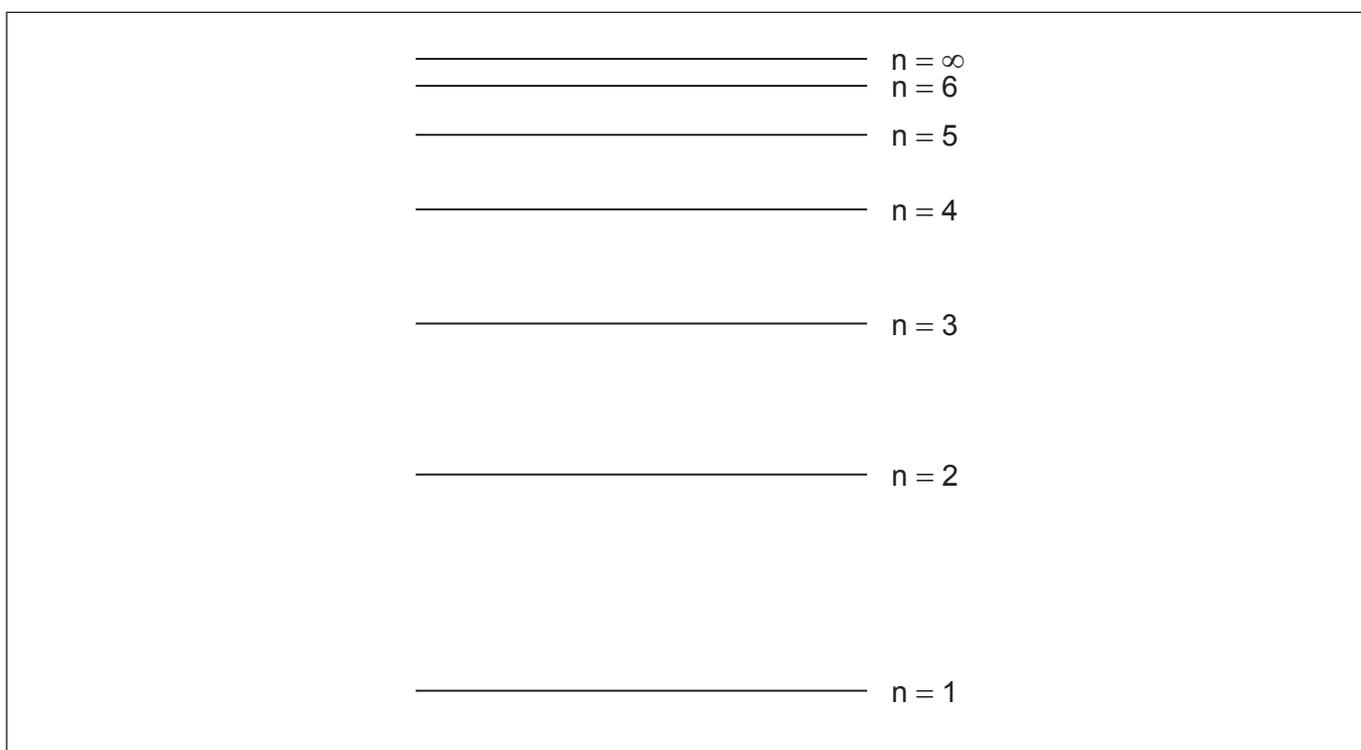
.....

.....

.....

.....

(b) Le diagramme représente des niveaux d'énergie électroniques possibles dans un atome d'hydrogène.



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (i) Tous les modèles ont leurs limitations. Suggérez **deux** limitations à ce modèle de niveaux d'énergie électroniques. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Dessinez une flèche, nommée **X**, pour représenter la transition électronique correspondant à l'ionisation d'un atome d'hydrogène à l'état fondamental. [1]
- (iii) Dessinez une flèche, nommée **Z**, pour représenter la transition électronique de plus faible énergie dans le spectre visible. [1]

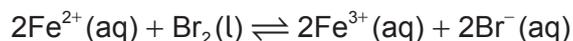


Veillez ne **pas** écrire sur cette page.
Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



3. Les valeurs de potentiel standard d'électrode E^\ominus peuvent être utilisées pour prédire la spontanéité.

(a) (i) Le fer(II) est oxydé par le brome.



Calculez le potentiel $E^\ominus_{\text{cellule}}$ de la réaction, en V, en utilisant la section 24 du recueil de données.

[1]

.....

.....

(ii) Déterminez, une raison à l'appui, si l'iode aussi oxydera le fer(II).

[1]

.....

.....

.....

(b) (i) Le chlorure de zinc fondu subit une électrolyse dans une cellule électrolytique à 450°C.

Déduisez les demi-équations de réaction à chacune des électrodes.

[2]

Cathode (électrode négative):

.....

.....

Anode (électrode positive):

.....

.....

(ii) Déduisez la réaction globale de la cellule en incluant les symboles d'état. Utilisez la section 7 du recueil de données.

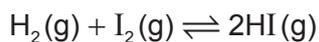
[2]

.....

.....



4. L'hydrogène et l'iode réagissent pour former l'iodure d'hydrogène.



(a) Les données expérimentales suivantes ont été obtenues.

Expérience	Concentration initiale de H_2 / mol dm^{-3}	Concentration initiale de I_2 / mol dm^{-3}	Vitesse initiale / $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
1	$2,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-6}$
2	$6,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-6}$
3	$6,0 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^{-6}$

(i) Déduisez l'ordre de la réaction par rapport à l'hydrogène. [1]

.....

(ii) Déduisez l'expression de vitesse de la réaction. [1]

.....
.....
.....

(iii) Calculez la valeur de la constante de vitesse en indiquant ses unités. [2]

.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

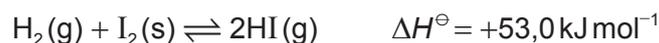
(b) Exprimez **deux** conditions nécessaires pour une collision efficace entre les réactifs. [1]

.....
.....
.....

(c) Exprimez la constante d'équilibre, K_c , pour cette réaction. [1]

.....
.....
.....

(d) Considérez la réaction de l'hydrogène avec l'iode solide.



(i) Calculez la variation d'entropie de la réaction, ΔS^\ominus , en $\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$. [1]

	$S^\ominus / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{H}_2(\text{g})$	130.6
$\text{I}_2(\text{s})$	116.1
$\text{HI}(\text{g})$	206.6

.....
.....
.....

(ii) Prédisez, une raison à l'appui, comment la valeur de $\Delta S^\ominus_{\text{réaction}}$ serait affectée si le réactif utilisé était $\text{I}_2(\text{g})$. [1]

.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (iii) Calculez la variation d'énergie libre de Gibbs, ΔG^\ominus , en kJ mol^{-1} , pour la réaction à 298 K. Utilisez la section 1 du recueil de données. [1]

.....
.....
.....

- (iv) Calculez la constante d'équilibre, K_c , pour cette réaction à 298 K. Utilisez votre réponse à la question (d)(iii) et les sections 1 et 2 du recueil de données.

(Si vous n'avez pas trouvé de réponse à la question (d)(iii), utilisez une valeur de $2,0 \text{ kJ mol}^{-1}$, bien que celle-ci ne soit pas la bonne réponse.) [2]

.....
.....
.....



5. Le disulfure de fer(II), FeS_2 , a été pris, à tort, pour de l'or.

(a) (i) Exprimez la configuration électronique complète de l'ion Fe^{2+} . [1]

.....
.....

(ii) Expliquez pourquoi il y a une forte augmentation de la 8^e à la 9^e énergie d'ionisation du fer. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Calculez l'état d'oxydation du soufre dans le disulfure de fer(II), FeS_2 . [1]

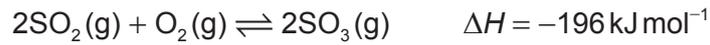
.....
.....

(c) Décrivez la liaison dans le fer, $\text{Fe}(s)$. [1]

.....



6. Le trioxyde de soufre est produit à partir du dioxyde de soufre.



(a) Résumez, une raison à l'appui, l'effet d'un catalyseur sur une réaction.

[2]

.....

.....

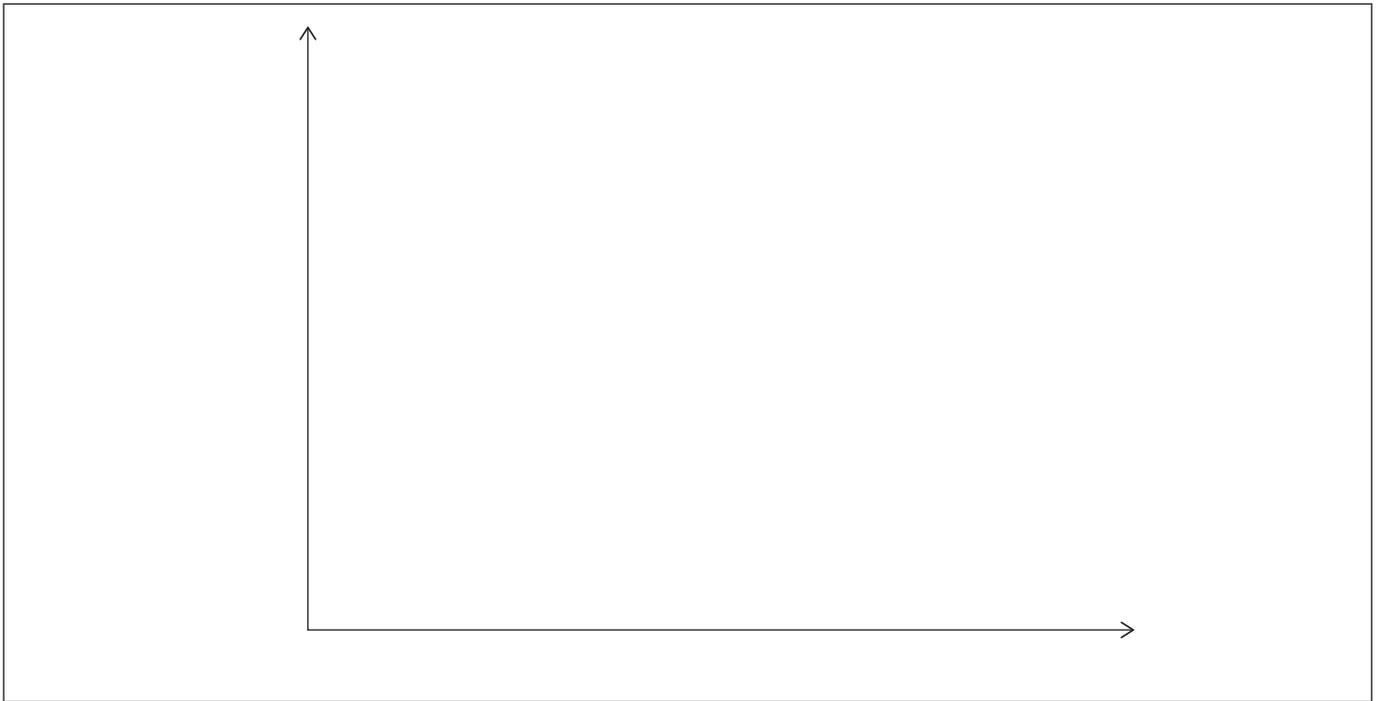
.....

.....

(b) La réaction entre le dioxyde de soufre et l'oxygène peut être réalisée à différentes températures.

(i) Sur les axes, représentez les courbes de distribution des énergies de Maxwell-Boltzmann pour les espèces réactives à deux températures T_1 et T_2 , où $T_2 > T_1$.

[3]



(ii) Expliquez l'effet d'augmentation de température sur le rendement de SO_3 .

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

(c) (i) Dessinez la structure de Lewis de SO_3 . [1]

(ii) Expliquez la géométrie du domaine électronique de SO_3 . [2]

.....

.....

.....

(d) (i) Exprimez le produit formé par la réaction de SO_3 avec l'eau. [1]

.....

.....

(ii) Exprimez ce qu'est un acide fort de Brønsted-Lowry. [2]

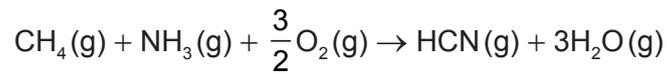
.....

.....

.....



7. L'équation globale de production du cyanure d'hydrogène, HCN, est représentée ci-dessous.



(a) (i) Exprimez pourquoi NH_3 est une base de Lewis. [1]

.....
.....

(ii) Calculez le pH d'une solution aqueuse d'ammoniac à $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

$\text{p}K_b = 4,75$ à 298 K. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(iii) Justifiez si $1,0 \text{ dm}^3$ de solution réalisée à partir de 0,10 mol de NH_3 et de 0,20 mol de HCl formera une solution tampon. [1]

.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

(b) (i) Représentez la forme d'une liaison sigma (σ) et d'une liaison pi (π). [2]

Sigma (σ):

Pi (π):

(ii) Identifiez le nombre de liaisons sigma et de liaisons pi dans HCN. [1]

Sigma (σ):

.....

Pi (π):

.....

(iii) Exprimez l'hybridation de l'atome de carbone dans HCN. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (c) Suggérez pourquoi la température d'ébullition du chlorure d'hydrogène, HCl, est inférieure à celle du cyanure d'hydrogène, HCN.

[1]

	M_r	Température d'ébullition
HCN	27,03	26,00 °C
HCl	36,51	-85,05 °C

.....

.....

.....

- (d) Expliquez pourquoi les complexes du cyanure de métaux de transition sont colorés.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. Le carbone forme de nombreux composés.

- (a) Le C₆₀ et le diamant sont des allotropes du carbone.

- (i) Résumez **deux** différences entre les liaisons des atomes de carbone dans le C₆₀ et dans le diamant.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

- (ii) Expliquez pourquoi le C_{60} et le diamant subliment à différentes températures et pressions.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Exprimez deux caractéristiques montrant que le propane et le butane font partie de la même série homologue.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Suggérez le fragment causant le pic **R** dans le spectre de masse du butane.

[1]

Supprimé pour des raisons de droits d'auteur

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

- (c) Décrivez un test, avec les résultats attendus, permettant d'identifier la présence de liaisons doubles carbone-carbone.

[2]

Test:

.....
.....

Résultat:

.....
.....

- (d) (i) Dessinez la formule de structure complète du (Z)-but-2-ène.

[1]

- (ii) Écrivez l'équation de la réaction entre le but-2-ène et le bromure d'hydrogène.

[2]

.....
.....

- (iii) Exprimez le type de réaction dont il s'agit.

[1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

- (iv) Suggérez **deux** différences dans le spectre RMN ^1H du but-2-ène et celui du produit organique obtenu à la question (d)(ii). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (v) Prédisez, une raison à l'appui, le produit majoritaire de la réaction entre le but-1-ène et la vapeur d'eau. [2]

.....

.....

.....

.....

- (e) (i) Expliquez le mécanisme de réaction entre le 1-bromopropane, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$, et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, $\text{NaOH}(\text{aq})$, en utilisant des flèches courbes pour représenter le mouvement des doublets d'électrons. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Déduisez la figure de dédoublement dans le spectre RMN ^1H pour le 1-bromopropane. [1]

.....

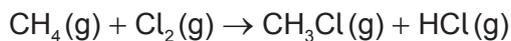
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

(f) Le chlore réagit avec le méthane.



(i) Calculez la variation d'enthalpie de la réaction, ΔH , en utilisant la section 11 du recueil de données. [3]

.....

.....

.....

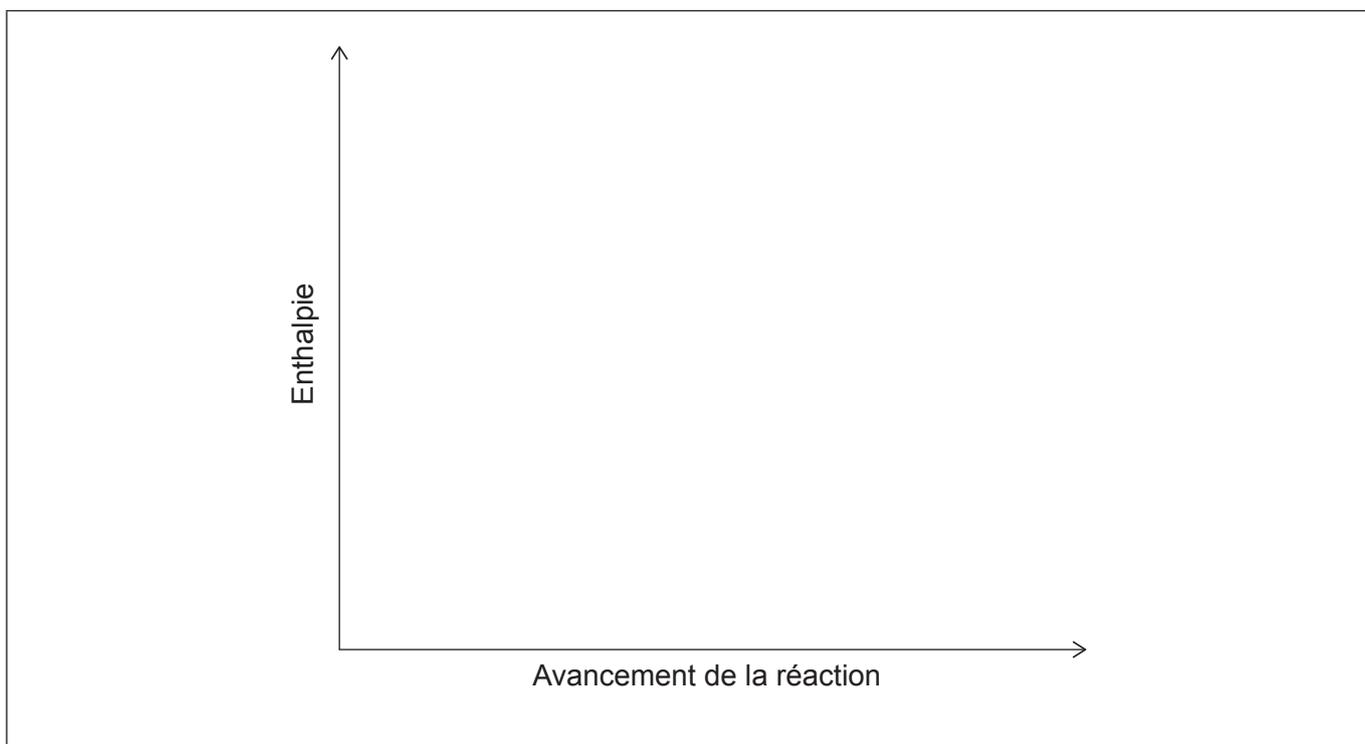
.....

.....

.....

.....

(ii) Dessinez et légendez un diagramme d'enthalpie pour cette réaction. [2]



Références :

Tous les autres textes, graphiques et illustrations : © Organisation du Baccalauréat International 2022

