

État d'Israël

Ministère de l'Éducation

Type d'examen : *Bagrouit* pour écoles secondaires

Session de l'examen : été 2016

Numéro du questionnaire : 037203

Annexe : formules et données de chimie

Traduction française (4)

מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016

מספר השאלון: 037203

נספח: נוסחאות ונתונים בכימיה

תרגום לצרפתית (4)

Chimie

Complément de 3 à 5 unités d'étude
pour les élèves suivant une unité entière d'étude
en laboratoire de recherche

Instructions au candidat

א. Durée de l'examen : une heure et demie.

ב. Structure du questionnaire et barème de notation :
Ce questionnaire comporte deux parties.

Première partie — (1 × 50) — 50 points

Deuxième partie — (1 × 50) — 50 points

Total — 100 points

ג. Matériel auxiliaire autorisé :

(1) Calculatrice (calculatrice graphique comprise).

(2) Dictionnaire hébreu-langue étrangère/
langue étrangère-hébreu.

ד. Instruction spécifique :

**Inscrivez sur la couverture extérieure de votre
cahier d'examen le sujet dont vous avez traité
dans la deuxième partie.**

Tout ce que vous voulez écrire en tant que brouillon (plans, calculs, etc...), doit être écrit dans votre cahier d'examen uniquement, sur des pages séparées.

Indiquez "טיוטה" en haut de chaque page de brouillon.

Écrire des notes de brouillon sur d'autres feuilles que celles du cahier d'examen, risque d'entraîner votre disqualification !

כימיה

השלמה מ-3 ל-5 יחידות לימוד
לתלמידים שלומדים יחידה שלמה של מעבדת חקר

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעה וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שני פרקים.

פרק ראשון — (1 × 50) — 50 נקודות

פרק שני — (1 × 50) — 50 נקודות

סה"כ — 100 נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

(1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

(2) מילון עברי-לועזי/לועזי-עברי.

ד. הוראה מיוחדת:

**רשום על הצד החיצוני של מחברת הבחינה את
הנושא שענית עליו בפרק השני.**

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

Bonne Chance!

בהצלחה!

Questions

Première partie (50 points)

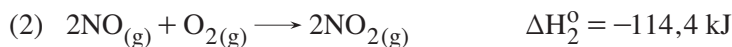
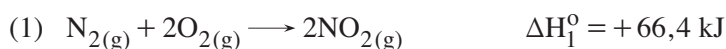
Sujet obligatoire – Énergie et dynamique 1

Répondez à l'une des questions 1-2.

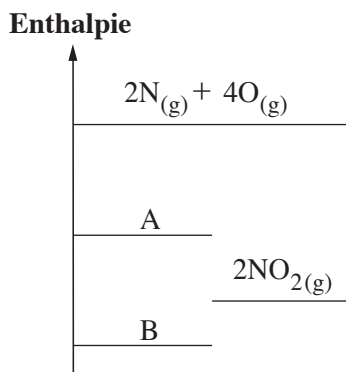
Attention : veillez à équilibrer les réactions et à noter correctement les unités.

1. La question traite de réactions impliquant des oxydes d'azote.

Voici deux réactions (1)-(2) :

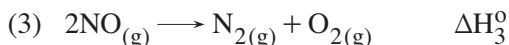


Le diagramme ci-dessous représente les variations d'enthalpie standard des réactions (1)-(2) lors de la rupture des liaisons dans les molécules des réactifs, et au cours de la formation des liaisons dans les molécules des produits.



- ⌘ i Déterminez si la rupture des liaisons dans les molécules des réactifs est un processus exothermique ou endothermique. Justifiez.
- ii Formulez le processus de rupture des liaisons dans les molécules des réactifs dans chacune des réactions (1)-(2).
- iii Recopiez le diagramme dans votre cahier, puis inscrivez sur chacune des lignes désignées par les lettres A et B, les formules des réactifs qui conviennent. Justifiez.

- ב. Soit la réaction (3) :



Calculer la valeur de ΔH_3^0 . Détaillez vos calculs.

- ג. i Déterminez si la réaction (1) est spontanée aux conditions standards à une température de 298 K .

Justifiez sans calcul.

- ii La variation d'entropie standard dans la réaction (3) est

$$\Delta S^0_{\text{système}} = -24,6 \frac{\text{J}}{\text{K}} .$$

Déterminez si la réaction (3) est spontanée aux conditions standards à une température de 298 K .

Détaillez vos calculs et justifiez.

- ד. Les gaz émis par le moteur d'une automobile traversent, en sortant vers l'extérieur, un dispositif appelé pot catalytique.

Le rôle du pot catalytique est de réduire l'émission de gaz polluants vers l'air, tels que l'oxyde $\text{NO}_{(g)}$ produit dans le moteur d'une automobile.

Lorsque les gaz traversent le pot catalytique, la réaction (3) se produit à la surface de platine, $\text{Pt}_{(s)}$, qui joue le rôle de catalyseur.

Les produits de la réaction (3) sont émis vers l'air avec les autres gaz.

- i Voici deux affirmations **a** , **b** . Déterminez laquelle des affirmations, **a** ou **b** , est vraie.

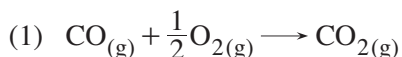
Expliquez pourquoi vous avez écarté l'autre affirmation.

a La variation d'enthalpie de la réaction (3), se produisant à la surface de $\text{Pt}_{(s)}$, est inférieure à la variation d'enthalpie de la réaction (3), se produisant sans $\text{Pt}_{(s)}$.

b L'énergie d'activation de la réaction (3), se produisant à la surface de $\text{Pt}_{(s)}$, est inférieure à l'énergie d'activation de la réaction (3), se produisant sans $\text{Pt}_{(s)}$.

- ii Déterminez si la réaction (3) peut atteindre l'équilibre dans le pot catalytique lors du fonctionnement du moteur. Justifiez.

2. Le monoxyde de carbone, $\text{CO}_{(g)}$, est un gaz toxique, inodore et incolore. Le $\text{CO}_{(g)}$ est produit, entre autres, au cours de la combustion du gaz domestique. Afin d'empêcher l'intoxication au $\text{CO}_{(g)}$, on installe dans les laboratoires et les habitations, des détecteurs alertant de sa présence. Dans le détecteur, se produit la réaction (1) :



Dans le tableau ci-dessous figurent les valeurs de l'entropie molaire standard, S° , des réactifs et du produit de la réaction (1).

Substance	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$
Entropie molaire standard, S° $\left(\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}\right)$	213,6	197,9	205,0

- ⌘ i Calculez la variation d'entropie du système, $\Delta S^\circ_{\text{système}}$, de la réaction (1). Détaillez vos calculs.
- ii La réaction (1) est une réaction spontanée dans les conditions standards, à une température de 298 K .
Déterminez si la réaction (1) est endothermique ou exothermique. Justifiez.

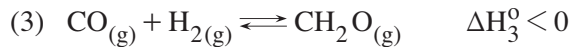
Dans l'industrie, on produit du $\text{CO}_{(g)}$ d'après la réaction (2) pour différents usages :



- ⌘ i Expliquez pourquoi $\Delta S_2^\circ > 0$.
- ii Déterminez si la réaction (2) est spontanée aux conditions standards, à 298 K .
Détaillez vos calculs et justifiez.

Le $\text{CO}_{(g)}$ est un gaz servant, entre autres, à la production de méthanal, $\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$, qui est une matière première utilisée pour la fabrication de produits en plastique.

Le méthanal est produit selon la réaction (3) :



- ג. i Donnez l'expression de la constante d'équilibre, K_c , de la réaction (3).
- ii La valeur de la constante d'équilibre de la réaction (3) à 298 K est $K_c = 4,1 \cdot 10^{-4}$.

Dans un récipient fermé dont la capacité est de 1 litre, on a introduit 0,01 mole de $\text{CO}_{(g)}$, 0,01 mole de $\text{H}_{2(g)}$, et 0,008 mole de $\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$.

Déterminez si la vitesse de la réaction directe, jusqu'à ce qu'elle atteigne l'équilibre, est supérieure ou inférieure à la vitesse de la réaction inverse. Justifiez.

- ד. Voici deux affirmations i-ii relatives à la réaction (3) se produisant dans un récipient fermé.

Déterminez pour chacune d'elles si elle est vraie ou fausse.

Justifiez chaque réponse.

- i À l'équilibre, le nombre total des molécules dans le système est constant.
- ii La valeur de K_c à 1000 K sera supérieure à $4,1 \cdot 10^{-4}$.

Deuxième partie (50 points)

Cette partie comporte sept sujets (questions 3-16). Répondez à une question.

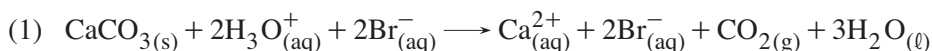
Inscrivez sur la couverture du cahier d'examen le sujet dont vous avez traité dans cette partie.

Premier sujet – Le brome et ses composés

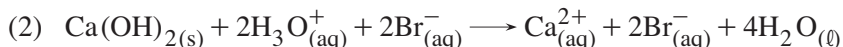
Attention : veillez à équilibrer les réactions et à noter correctement les unités.

3. La question traite de la production de solution de bromure de calcium, $\text{CaBr}_{2(\text{aq})}$, au sein de l'usine "תרכובות בריום" de Ramat Hovav. Il existe deux méthodes de production de solution de $\text{CaBr}_{2(\text{aq})}$, qui ont toutes deux, parmi leurs matières premières, une solution d'acide bromhydrique, $\text{HBr}_{(\text{aq})}$.

Dans la première méthode, la solution de $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ réagit avec du calcaire, $\text{CaCO}_{3(\text{s})}$, selon la réaction (1) :



Dans la deuxième méthode, la solution de $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ réagit avec de l'hydroxyde de calcium, $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})}$, selon la réaction (2) :



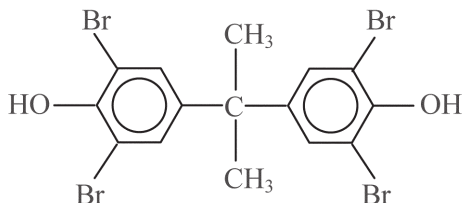
- א. i La production de la solution de $\text{CaBr}_{2(\text{aq})}$ est moins chère suivant la première méthode. Expliquez pourquoi.
- ii Pourquoi dans les deux méthodes, utilise-t-on une solution de $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ au lieu de bromure d'hydrogène gazeux, $\text{HBr}_{(\text{g})}$?
Donnez une raison.
- ב. Le principal inconvénient de la première méthode réside dans la formation de $\text{CO}_{2(\text{g})}$.
- i Indiquez une raison pour laquelle la formation de $\text{CO}_{2(\text{g})}$ constitue un inconvénient.
- ii Comment pare-t-on à cet inconvénient en usine ?

- ג. Lors du processus de production suivant la première méthode, le taux de conversion est de 100 % , et le rendement est de 95 % .
- i Expliquez pourquoi le taux de conversion lors de ce processus, est de 100 % .
- ii On a introduit dans le réacteur, qui contenait une quantité adéquate de $\text{CaCO}_{3(s)}$, 20 000 litres d'une solution de $\text{HBr}_{(aq)}$ à une concentration de 5,47 M . Les réactifs ont totalement réagi. Calculez la concentration de la solution de $\text{CaBr}_{2(aq)}$ obtenue. Détaillez vos calculs.
Supposez que le volume de la solution n'a pas varié au cours de la réaction.
- ד. La production de la solution de $\text{CaBr}_{2(aq)}$ suivant la deuxième méthode, s'effectue en trois étapes principales I-III :
- I La production de solution de $\text{CaBr}_{2(aq)}$ selon la réaction (2).
- II Le filtrage de la solution obtenue à l'étape I .
- III L'évaporation d'une partie de l'eau contenue dans la solution afin d'obtenir une solution plus concentrée, conformément aux exigences du commerce.
Dessinez un schéma du processus comportant les trois étapes.
Indiquez sur le schéma les formules des substances introduites dans chaque cuve, ainsi que de celles qui en sortent.
Indiquez par des flèches le sens de circulation de chacune des substances.
- ה. Une autre méthode permettant d'obtenir une solution de $\text{CaBr}_{2(aq)}$ concentrée réside dans l'ajout de $\text{CaBr}_{2(s)}$ solide dans la solution diluée.
Indiquez un avantage que cette méthode présente en comparaison de l'évaporation de l'eau à partir d'une solution diluée.

4. La question traite des usages des composés bromés.

- א. De nos jours, on transporte le brome, $\text{Br}_{2(\ell)}$, tandis qu'à l'époque de la Seconde Guerre mondiale on acheminait le bromure de calcium, $\text{CaBr}_{2(s)}$, par bateau vers le pays de destination, et c'est seulement là-bas qu'on en produisait du $\text{Br}_{2(\ell)}$.
- i Indiquez un avantage et un inconvénient du transport du $\text{CaBr}_{2(s)}$ en tant que source de $\text{Br}_{2(\ell)}$.
- ii Décrivez de quelle manière et dans quelles sortes de réservoir on transporte le brome de nos jours.
- ב. Dans les forages pétroliers, on utilise des solutions contenant du CaBr_2 ainsi que d'autres sels, tels que le ZnBr_2 et le NaBr .
Déterminez si l'affirmation ci-dessous est vraie ou fausse. Justifiez.
La composition des solutions est déterminée, entre autres, en fonction de la température régnant dans la zone de forage.
- ג. Les solutions aqueuses d'hypochlorite de sodium, $\text{NaClO}_{(\text{aq})}$, servent à la désinfection de l'eau des piscines. Lorsqu'on ajoute du $\text{NaBr}_{(s)}$ à une solution de $\text{NaClO}_{(\text{aq})}$, les réactions (1) et (2) se produisent :
- (1) $\text{Br}^-_{(\text{aq})} + \text{ClO}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{BrO}^-_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$
- (2) $\text{BrO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{HOBr}_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$
- L'ajout de $\text{NaBr}_{(s)}$ à une solution de $\text{NaClO}_{(\text{aq})}$ augmente le pouvoir de désinfection de celle-ci. Expliquez ce fait.
- ד. Le bromure d'ammonium, $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$, sert de retardateur de flamme additif, essentiellement aux produits en bois ou en papier.
- i Expliquez pourquoi le $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$ peut servir de retardateur de flamme.
- ii Expliquez pourquoi le $\text{NaBr}_{(s)}$ ne peut pas servir de retardateur de flamme.

ה. Le TBBA (tetrabromobisphenol A),



peut servir de retardateur de flamme aux produits plastiques faits de polymères.

i Voici trois affirmations **a-c**.

Déterminez lesquelles de ces affirmations se rapportent à la capacité du TBBA à servir de retardateur de flamme additif.

- a** Les molécules de TBBA comportent quatre atomes de brome.
- b** Les molécules de TBBA comportent deux groupements -OH .
- c** Dans un produit plastique, des forces d'attraction se forment entre les molécules de TBBA et les molécules de polymère.

ii Le TBBA peut également servir de retardateur de flamme réactif.
Expliquez pourquoi.

Deuxième sujet – Les polymères

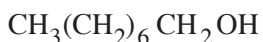
5. Dans le tableau ci-dessous figurent les segments types de quelques polymères utilisés en chirurgie.

	Nom du polymère	Segment représentatif du polymère	Usages en chirurgie
(1)	Nylon 6	$\begin{array}{c} \text{O} & & \text{O} & & \text{O} \\ & & & & \\ -\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}-\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}-\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}- \\ & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \end{array}$	Fils pour sutures chirurgicales externes. Ces fils sont retirés du corps après deux semaines environ.
(2)	Copolymère aléatoire d'acide polylactique et d'acide polyglycolique	— ABAAABBBABAA — $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}- \\ \text{B} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}- \\ \text{A} \end{array}$	Fils pour sutures chirurgicales internes. Ces fils se résorbent dans le corps après plusieurs semaines.
(3)	2-octyl-2-cyanoacrilate	$\begin{array}{ccccc} \text{CN} & & \text{CN} & & \text{CN} \\ & & & & \\ -\text{CH}_2-\text{C}- & \text{CH}_2- & \text{C}- & \text{CH}_2- & \text{C}- \\ & & & & \\ \text{C=O} & & \text{C=O} & & \text{C=O} \\ & & & & \\ \text{O} & & \text{O} & & \text{O} \\ & & & & \\ \text{CH}-\text{CH}_3 & & \text{CH}-\text{CH}_3 & & \text{CH}-\text{CH}_3 \\ & & & & \\ (\text{CH}_2)_5 & & (\text{CH}_2)_5 & & (\text{CH}_2)_5 \\ & & & & \\ \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 \end{array}$	Colle chirurgicale remplaçant les sutures externes.
(4)	poly-hydroxyethyl-methacrylate	$\begin{array}{ccccc} \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 \\ & & & & \\ -\text{CH}_2-\text{C}- & \text{CH}_2- & \text{C}- & \text{CH}_2- & \text{C}- \\ & & & & \\ \text{C=O} & & \text{C=O} & & \text{C=O} \\ & & & & \\ \text{O} & & \text{O} & & \text{O} \\ & & & & \\ (\text{CH}_2)_2\text{OH} & & (\text{CH}_2)_2\text{OH} & & (\text{CH}_2)_2\text{OH} \end{array}$	Reconstitution osseuse – complément de parties d'os manquantes.

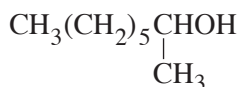
8. i Déterminez selon quelle méthode – condensation ou addition – chacun des polymères (1)-(4) a été synthétisé.
- ii Donnez les formules structurales des monomères des deux polymères (1) et (4) uniquement.

- ב. Le copolymère aléatoire (2) est constitué d'unités A et d'unités B .
En laboratoire, on a préparé deux échantillons du copolymère (2) dans les mêmes conditions.
Les deux échantillons avaient le même degré de polymérisation.
L'échantillon I contenait plus d'unités A que d'unités B .
L'échantillon II contenait plus d'unités B que d'unités A .
- i Les forces intermoléculaires dans le copolymère de l'échantillon II sont plus fortes que les forces intermoléculaires dans le copolymère de l'échantillon I . Expliquez ce fait.
- ii Déterminez si le taux de cristallisation du copolymère de l'échantillon II est supérieur, inférieur ou égal au taux de cristallisation du copolymère de l'échantillon I .
- ג. i Au cours d'une opération, on coud des incisions corporelles internes à l'aide de fils faits à partir du copolymère (2).
Ces fils se résorbent dans le corps durant quelques semaines en étant hydrolysés par les liquides corporels (composés en majorité d'eau).
Donnez les formules structurales des produits obtenus suite à l'hydrolyse complète du copolymère (2).
- ii Le polymère (4) peut lui aussi subir une hydrolyse par les liquides corporels, mais cette hydrolyse ne modifie pas le degré de polymérisation du polymère. Expliquez ce fait.
- ד. Le polymère (3) est obtenu à partir du monomère durant le collage de l'incision chirurgicale.
- i Donnez la formule structurale du monomère.
- ii Dans des conditions adéquates, le polymère (3) se dégrade par hydrolyse.

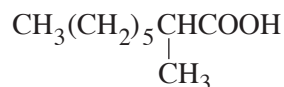
Voici les formules de trois substances, I-III :



I



II



III

Déterminez laquelle des trois substances I-III est l'un des produits de l'hydrolyse du polymère (3).

6. La question traite des polymères comportant un groupement sulfonique, SO_3^- , dans leurs groupements latéraux.
- Dans le tableau ci-dessous, figurent des segments de trois polymères (1)-(3), ainsi que les valeurs de la température de transition vitreuse, T_g .

Numéro du polymère	Formule structurale d'un segment du polymère	Température de transition vitreuse $T_g(\text{C}^\circ)$
(1)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{SO}_3^- \end{array}$	100
(2)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{CF---CF}_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{SO}_3^- \end{array}$	140
(3)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{SO}_3^- \quad \text{SO}_3^- \quad \text{SO}_3^- \end{array}$	152

- א. i Déterminez pour chacun des polymères (1) et (3) s'il est le résultat d'une polymérisation d'un seul ou de deux monomères.
- ii Donnez les formules structurales des monomères à partir desquels ont été produits les deux polymères (1) et (3).
- ב. i Expliquez pourquoi la valeur de T_g du polymère (2) est supérieure à la valeur de T_g du polymère (1).
- ii Expliquez pourquoi la valeur de T_g du polymère (3) est supérieure à la valeur de T_g du polymère (2).
- ג. Les gaz utilisés pour l'anesthésie des patients lors d'une opération, peuvent contenir de l'eau. Le polymère (2) sert à absorber l'eau de ces gaz.
- Expliquez pourquoi le polymère (2) absorbe l'eau. /suite en page 13/

- ד. En laboratoire, on a préparé deux échantillons, I et II , du polymère (3), à partir de quantités égales de monomère.
Afin de préparer l'échantillon I , on a utilisé 1 gramme d'initiateur, et pour préparer l'échantillon II , on a utilisé 5 grammes d'initiateur.
Déterminez pour chacune des affirmations i-ii si elle est vraie ou fausse.
Justifiez chaque réponse.
- i L'unité répétitive du polymère de l'échantillon I est plus courte que l'unité répétitive du polymère de l'échantillon II .
 - ii Le degré moyen de polymérisation dans l'échantillon I est supérieur au degré moyen de polymérisation dans l'échantillon II .
- ה. Le polymère (3) ne convient pas à la production de fibres.
Expliquez pourquoi.

Troisième sujet – Chimie physique – de l'échelle nanoscopique à la micro-électronique

Attention : veuillez à équilibrer les réactions et à noter correctement les unités.

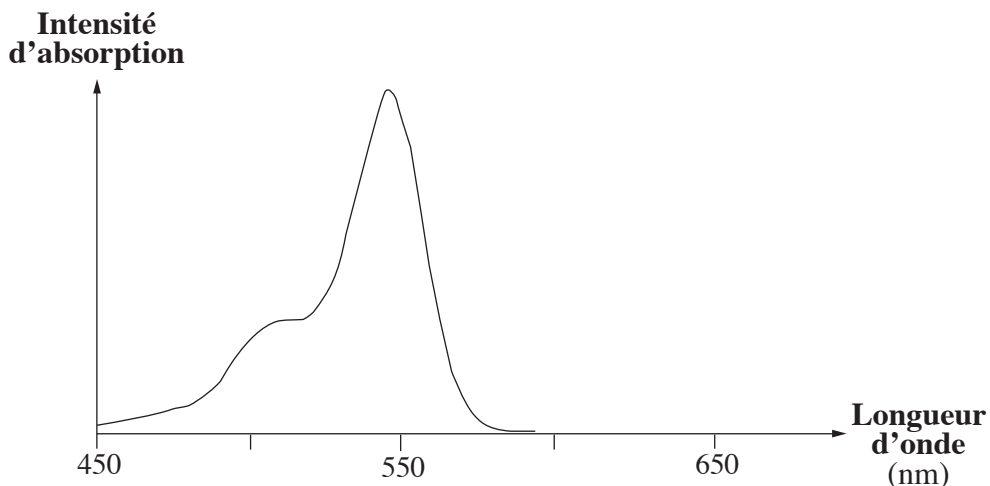
7. La thérapie photodynamique au moyen de lumière du domaine visible permet de détruire certaines tumeurs cancéreuses, sans chirurgie et sans effets secondaires.

א. i Lors de la première étape de la thérapie, on injecte dans la zone de la tumeur cancéreuse un composé carboné coloré (pigment) dont les molécules sont captées principalement par les cellules cancéreuses.

Indiquez deux caractéristiques structurales des molécules du pigment.

ii Voici le spectre d'absorption d'un pigment utilisé dans le cadre d'une thérapie de cette sorte.

D'après ce spectre d'absorption, déterminez la couleur de ce pigment. Justifiez.



ב. Lors de la deuxième étape de la thérapie, on éclaire les cellules cancéreuses, qui ont capté les molécules du pigment, avec un rayonnement de longueur d'onde adéquate. Les molécules de pigment absorbent le rayonnement et entrent en excitation électronique. Avec quelle longueur d'onde, 543 nm ou 650 nm, faut-il éclairer les molécules du pigment afin de les faire entrer en excitation électronique ? Justifiez.

- ג. Le rayonnement émis par les molécules excitées du pigment, est absorbé par les molécules d'oxygène, O_2 , présentes dans les tissus. Ces molécules d'oxygène entrent en excitation. Les molécules d'oxygène excitées agissent comme un oxydant puissant, et détruisent ainsi les tissus de la tumeur cancéreuse qui les entourent.
- i Donnez la configuration électronique de la molécule d'oxygène à l'état électronique fondamental.
 - ii Indiquez les orbitales HOMO et LUMO de la configuration électronique de la molécule d'oxygène à l'état électronique fondamental.
- ד. i L'énergie requise pour exciter une molécule d'oxygène est de $1,566 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
Calculez la longueur d'onde du rayonnement qui convient à l'excitation d'une molécule d'oxygène.
Détaillez vos calculs.
- ii Déterminez si le rayonnement avec la longueur d'onde que vous avez calculée en τ i se trouve dans le domaine ultra-violet, dans le domaine visible ou dans le domaine infra-rouge.
- ה. Déterminez pour chacune des trois affirmations **a-c** ci-dessous si elle est vraie ou fausse.
- a** L'ordre de la liaison dans la molécule d'oxygène à l'état électronique fondamental, est 1 .
 - b** Les molécules d'oxygène absorbent le rayonnement du domaine visible.
 - c** Lors de l'absorption du rayonnement du domaine visible, des électrons des molécules du pigment passent de l'orbitale HOMO à une orbitale ayant une plus grande énergie.

8. Cette question traite du rayonnement émis par différentes lampes.

- א. Les lampes au mercure étaient autrefois utilisées dans les réverbères. Les deux raies principales du spectre d'émission d'une lampe au mercure dans le domaine visible sont situées aux longueurs d'onde : 466 nm et 546 nm .

- Déterminez, pour chacune des longueurs d'onde du spectre d'émission, quelle est sa couleur visible à l'oeil.
- Calculez l'énergie du photon correspondant à chacune des deux longueurs d'onde données. Détaillez vos calculs.

- ב. Il existe des panneaux lumineux qui sont des lampes contenant des atomes de néon excités.

Deux des principales fréquences du rayonnement émis par les panneaux éclairants au néon sont : $4,27 \cdot 10^{14}$ Hz , $4,83 \cdot 10^{14}$ Hz .

- Par quelle couleur visible à l'oeil, un panneau au néon éclaire-t-il : rouge ou bleu ? Détaillez vos calculs, puis justifiez.
- Donnez la configuration électronique de l'atome de néon à l'état électronique fondamental.
- Donnez une configuration électronique possible de l'atome de néon à l'état électronique excité.

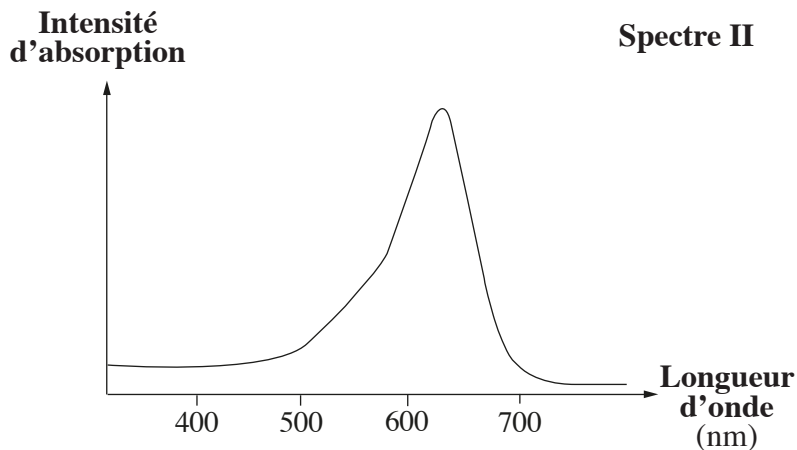
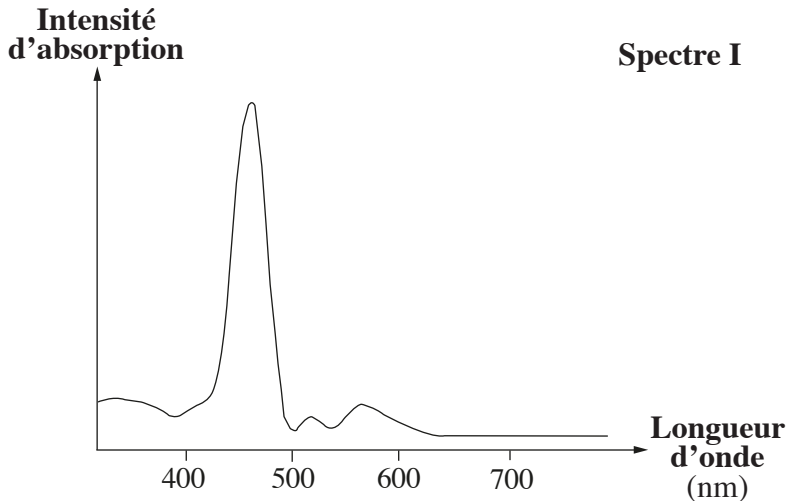
- ג. Certaines lampes à basse consommation, émettant une lumière blanche, sont fabriquées en joignant trois types différents de diodes électroluminescentes (LED).

Dans le tableau ci-dessous figurent les longueurs d'onde du rayonnement émis par cinq diodes électroluminescentes.

Numéro de la diode électroluminescente	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Longueur d'onde (nm)	390	480	500	650	810

- Choisissez trois diodes électroluminescentes du tableau dont la jonction donne une lampe éclairant avec une lumière blanche. Justifiez votre choix.
- Voici deux affirmations **a** , **b** . Déterminez quelle affirmation, **a** ou **b** , est vraie. Expliquez pourquoi vous avez écarté l'autre affirmation.
 - Au cours du fonctionnement des diodes électroluminescentes, il s'y produit un transfert d'électrons de la bande de conduction vers la bande de valence.
 - Dans la diode (5), le gap d'énergie entre la bande de conduction et la bande de valence est la plus grande.

7. Sous certaines conditions, il est possible de conserver de la nourriture sans conservateurs, en l'éclairant avec de la lumière provenant d'une LED bleue. Cette lumière est absorbée par des porphyrines, qui sont des composés présents dans les cellules des bactéries. L'absorption de cette lumière entraîne une chaîne de réactions suite auxquelles les cellules des bactéries présentes dans la nourriture sont détruites. Voici deux spectres :



- Déterminez lequel des deux spectres correspond au spectre d'absorption de la porphyrine. Justifiez.
- Peut-on utiliser des LED rouges afin de conserver des aliments ? Justifiez.

Quatrième sujet – Chimie organique avancée

9. Cette question traite des réactions du 2-chloropropane, $\text{CH}_3-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$, avec différents nucléophiles.

Dans chacun des quatre récipients (1)-(4) on a introduit une solution de 2-chloropropane dans un solvant adéquat.

Dans chacun des récipients on a ajouté la solution d'un nucléophile, produisant ainsi une réaction.

Dans le tableau ci-dessous figurent des informations sur le solvant, sur le nucléophile ajouté dans chaque récipient et sur les produits de la réaction.

Récipient	Solvant	Formule du nucléophile	Produit(s) de la réaction*
(1)	Méthanol, $\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$	CH_3O^-	A et B
(2)	Méthanol, $\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$	OH^-	A uniquement
(3)	t-butanol, $(\text{CH}_3)_3\text{COH}_{(\ell)}$	$(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$	?
(4)	Méthanol, $\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$	Br^-	C uniquement

* A , B , C sont des lettres représentant des composés différents.

- א. i La température d'ébullition du produit A est inférieure à la température d'ébullition du produit B .
Donnez les formules structurales des deux produits, A et B , de la réaction qui s'est produite dans le récipient (1).
- ii Indiquez selon quel mécanisme sont obtenus chacun des deux produits dans le récipient (1).
- ב. i Lorsque le solvant est le méthanol, les ions $\text{OH}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$ sont une base plus forte que les ions $\text{CH}_3\text{O}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$.
Expliquez comment peut-on déduire cela d'après les informations sur les réactions dans les récipients (1) et (2).
- ii Donnez le mécanisme de la réaction qui s'est produite dans le récipient (2).

- ג. Voici deux affirmations i-ii . Déterminez pour chaque affirmation si elle est vraie ou fausse. Justifiez chaque réponse.
- i L'élévation de la température dans le récipient (1) entraîne l'augmentation du taux de produit A dans le mélange réactionnel.
 - ii L'augmentation de la concentration d'ions $\text{OH}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$ dans le récipient (2) entraîne l'augmentation de la vitesse de réaction.
- ד. Donnez la formule structurale du produit / des produits de la réaction qui s'est produite dans le récipient (3).
- ה. i Formulez la réaction qui s'est produite dans le récipient (4).
ii Expliquez pourquoi l'on n'a pas obtenu de produit A dans le récipient (4).

10. Cette question traite de l'influence du solvant sur la réaction de substitution des halogénures d'alkyle.

א. Voici une liste de quatre solvants :

l'acétone, $\text{CH}_3\text{COCH}_3(\ell)$, l'eau, $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, le méthanol, $\text{CH}_3\text{OH}(\ell)$,

le diméthylformamide (DMF), $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}(\text{CH}_3)_2(\ell)$

Déterminez lesquels de ces solvants sont des solvants protiques et lesquels sont des solvants aprotiques polaires.

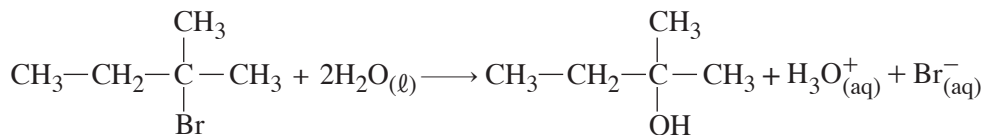
Dans le tableau ci-dessous figurent des informations sur les durées de réactions de l'iodure de méthyle, CH_3I , avec des ions brome, Br^- , dans deux solvants : le méthanol et le DMF, à 25°C . La concentration de chacun des réactifs était égale dans les deux solvants.

Solvant	Méthanol	DMF
Durée de réaction – le temps nécessaire à la réaction pour atteindre son terme	12 heures	8,7 secondes

- ב. i Formulez la réaction de l'iodure de méthyle avec les ions $\text{Br}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$ dans du méthanol en guise de solvant.
- ii Selon quel mécanisme cette réaction se produit-elle ?
- iii Expliquez pourquoi la durée de réaction lorsque le solvant était le méthanol est plus longue que lorsque le solvant était le DMF.
- ג. i On a effectué une réaction entre de l'iodure de méthyle et des ions de chlore, $\text{Cl}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$, dans du méthanol en guise de solvant. Déterminez si la durée de réaction entre l'iodure de méthyle et les ions de chlore, $\text{Cl}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$, était supérieure, inférieure ou égale à 12 heures. Justifiez.
- ii La durée de réaction entre l'iodure de méthyle et les ions de chlore $\text{Cl}^-_{(\text{DMF})}$ était de 1,4 seconde. Déterminez quel nucléophile est le plus fort lorsque le solvant est le DMF : $\text{Cl}^-_{(\text{DMF})}$ ou $\text{Br}^-_{(\text{DMF})}$.

7. Le 2-bromo-2-méthylbutane, $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{Br}}{\text{C}}}\text{—CH}_3$, réagit avec $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$

selon la réaction :



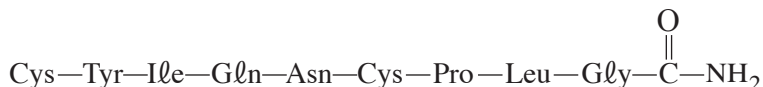
- Formulez la première étape du mécanisme de cette réaction.
- On a effectué cette réaction dans deux mélanges de ces solvants :
l'eau et l'acétone.

Dans le mélange de solvants constitué de 70 % d'eau et de 30 % d'acétone, la réaction fut plus rapide que dans le mélange de solvants constitué de 30 % d'eau et de 70 % d'acétone.

Expliquez pourquoi.

Cinquième sujet – Chimie des protéines et des acides nucléiques

11. Le peptide appelé ocytocine est une hormone sécrétée par l'hypophyse, et joue un rôle dans de nombreux systèmes du corps humain. Elle intensifie, par exemple, la contraction de l'utérus au cours de l'accouchement. La molécule d'ocytocine comporte neuf résidus d'acides aminés. Voici la séquence des acides aminés de la molécule d'ocytocine.



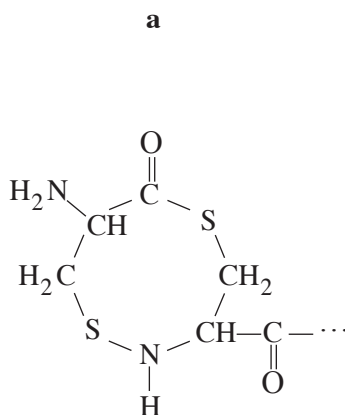
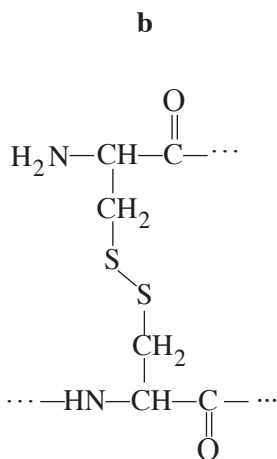
Sur le résidu de glycine, Gly , situé à l'extrémité C de la molécule, se

trouve un groupement amide, $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$, au lieu du groupement

carboxyle, $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—OH}$.

- ⌘. La molécule d'ocytocine présente une structure annulaire, créée par une liaison disulfure entre les deux résidus de cystéine, Cys , présents dans la molécule.

Voici deux formules, **a** et **b** . Déterminez laquelle des formules, **a** ou **b** , est la formule correcte d'un segment représentatif de la liaison disulfure entre les deux résidus de cystéine, Cys , présents dans la molécule d'ocytocine. Justifiez.



- ב. Lors d'une expérience en laboratoire, dans des conditions adéquates, l'ocytocine a subi une dégradation partielle. Le tétrapeptide **I** est l'un des produits de cette dégradation :
- I** Asn–Cys–Pro–Leu
- i En quoi la structure de la molécule de proline, Pro , diffère de la structure des molécules des autres acides aminés qui constituent le tétrapeptide **I** ?
 - ii Voici les valeurs des pKa des groupements acides du tétrapeptide **I** :
Le pKa de l'extrémité C est 3,6 .
Le pKa de l'extrémité N est 8 .
Déterminez la charge totale du tétrapeptide **I** à pH = 7 .
- ג. Le peptide appelé vasopressine est une hormone qui est elle aussi sécrétée par l'hypophyse, et elle est responsable, entre autres, de la régulation de l'excrétion de l'urine.
- La composition et la structure de la molécule de vasopressine ressemblent à celles de la molécule d'ocytocine.
- Les deux molécules comportent neuf résidus d'acides aminés, à la différence que dans la molécule de vasopressine, Ile et Leu sont remplacés par des résidus de deux autres acides aminés.
- Lors d'une expérience en laboratoire, dans des conditions adéquates, la vasopressine a subi une dégradation partielle. Le tétrapeptide **II** est l'un des produits de cette dégradation :
- II** Asn–Cys–Pro–X
- X représente un résidu d'acide aminé.
- La charge totale du tétrapeptide **II** à pH = 7 est +1 .
- i Soit quatre acides aminés : Asp , Arg , Glu , Val .
Déterminez lequel des acides aminés donnés a pour résidu le résidu X du tétrapeptide **II** .
Justifiez.
 - ii Donnez la représentation complète de la formule structurale du tétrapeptide **II** à pH = 7 .

(Attention : la suite de la question se trouve à la page suivante)

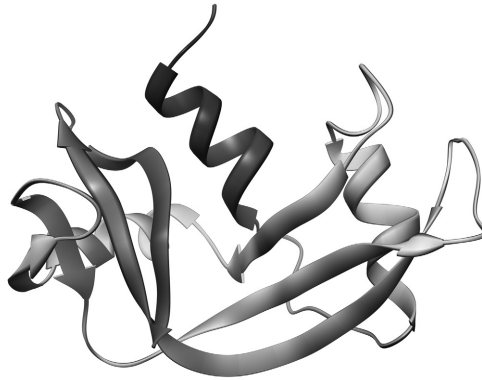
/suite en page 24/

- ג. Voici une séquence de nucléotides d'ADN. Suite aux processus de transcription et de traduction, on en obtient l'un des deux tétrapeptide, **I** ou **II**.

3' TTA ACA GGT TCC 5'

- i Donnez la séquence de nucléotides d'ARNm, obtenue suite à la transcription de la séquence d'ADN donnée. Indiquez l'extrémité 3' et l'extrémité 5'.
 - ii Déterminez si le tétrapeptide, obtenu suite à la traduction de la séquence d'ARNm que vous avez donnée en τ i, est le tétrapeptide **I** ou le tétrapeptide **II**. Justifiez.
- ה. Donnez une séquence possible de nucléotides d'ARNm, donnant, après traduction, l'autre tétrapeptide (celui que vous n'avez pas choisi en τ ii). Indiquez l'extrémité 3' et l'extrémité 5'.

12. L'enzyme appelé ribonucléase est une protéine sphérique, dont la structure a été établie pour la première fois par le biochimiste Anfinsen. Cette découverte lui a valu de remporter le prix Nobel de chimie en 1972. L'illustration ci-dessous représente un modèle de la structure spatiale de la molécule de ribonucléase.



- ⌘. i Les forces qui déterminent la structure tertiaire d'une protéine sont les forces s'exerçant sur les groupements latéraux des résidus d'acides aminés. Indiquez trois types de forces déterminant la structure tertiaire.
- ii La ribonucléase est une protéine soluble dans l'eau. Expliquez comment la structure spatiale des molécules permet la solubilité de la ribonucléase dans l'eau.

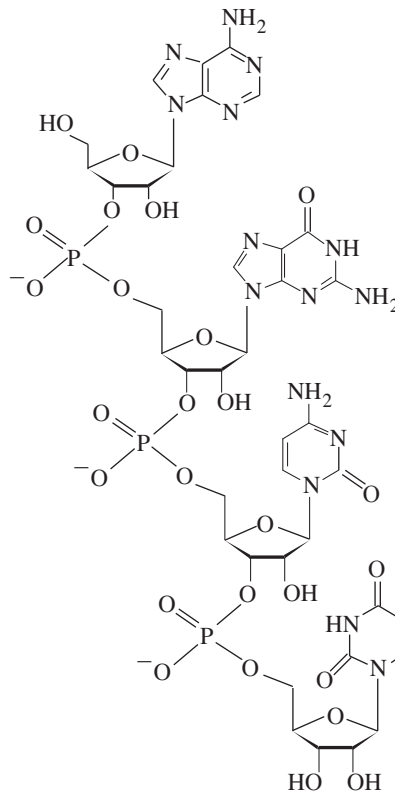
(Attention : la suite de la question se trouve à la page suivante)

- ב. En présence de ribonucléase, il se produit une hydrolyse partielle du brin d'ARN. Le brin d'ARN se décompose en molécules contenant de courtes séquences de nucléotides.

Voici la formule structurale de la molécule obtenue suite à l'hydrolyse partielle du brin d'ARN.

On note cette molécule par la lettre A .

A



- i D'après cette formule structurale, expliquez comment on a établi que la molécule A a été obtenue suite à l'hydrolyse partielle d'un brin d'ARN et non pas par hydrolyse partielle d'un brin d'ADN ?
Donnez deux explications.
- ii Donnez la séquence des nucléotides dans la molécule A .
Indiquez l'extrémité 3' et l'extrémité 5' .

- ג. Dans la séquence que vous avez donnée en ב ii , on peut identifier deux codons.
- i Donnez les séquences de nucléotides des deux codons.
Indiquez l'extrémité 3' et l'extrémité 5' .
- ii Indiquez les deux acides aminés que l'on peut obtenir suite à la traduction de la séquence de nucléotides donnée.
- ד. Donnez la séquence de nucléotides dans un segment de brin d'ADN à partir duquel, lors de la transcription, se forme la séquence que vous avez donnée en ב ii . Indiquez l'extrémité 3' et l'extrémité 5' .
- ה. Lorsqu'on la chauffe à 100°C, la double hélice d'ADN se décompose en deux brins séparés.
- i Quelles sont les liaisons de la double hélice d'ADN qui se décomposent à 100°C ?
- ii Lorsqu'on la chauffe à 100°C, le brin d'ADN ne se décompose pas en nucléotides. Expliquez pourquoi.

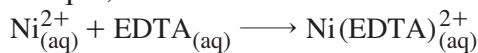
Sixième sujet – Chimie environnementale

Attention : veillez à équilibrer les réactions et à noter correctement les unités.

13. Dans le nord du pays, une rivière a été polluée par des eaux usées contenant des ions de nickel, $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$.

Les eaux dont la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ est supérieure à 0,02 ppm sont toxiques pour l'être humain, ce qui les rend impropres à la consommation. Une des méthodes permettant de déterminer la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans l'eau de boisson consiste dans le titrage avec une solution de EDTA, en présence d'un indicateur : l'orange de xylénol. En laboratoire, on a déterminé la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ des eaux de cette rivière suivant les étapes suivantes :

א. i À un échantillon d'eau de cette rivière dont le volume est de 25 ml , on a ajouté 25 ml de solution de $\text{EDTA}_{(\text{aq})}$ à une concentration de 0,001 M . La solution de $\text{EDTA}_{(\text{aq})}$ a été ajoutée en excès, afin que tous les ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ réagissent en formant un complexe ionique, selon la réaction :



Calculez le nombre de moles de EDTA dans 25 ml de solution.

Détaillez vos calculs.

ii On a ajouté l'indicateur xylénol après l'ajout du $\text{EDTA}_{(\text{aq})}$ à la solution obtenue. La couleur de la solution a viré au rouge.

On a titré l'excès de $\text{EDTA}_{(\text{aq})}$ avec une solution d'ion de zinc, $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}$, à une concentration de 0,001 M . Les ions $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}$ forment avec le EDTA le complexe $\text{Zn}(\text{EDTA})_{(\text{aq})}^{2+}$.

Le point de fin du titrage a été déterminé d'après le virage de la couleur de la solution du rouge au jaune.

Le titrage a nécessité 22 ml de la solution d'ions $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}$.

Calculez le nombre de moles d'ions $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans 22 ml de solution. Détaillez vos calculs.

ב. i Afin de calculer le nombre de moles d'ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans l'échantillon, il faut soustraire le nombre de moles d'ions $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}$ du nombre de moles de EDTA qu'on a ajouté à l'échantillon d'eau de la rivière.

Calculez la concentration molaire des ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans l'échantillon. Détaillez vos calculs.

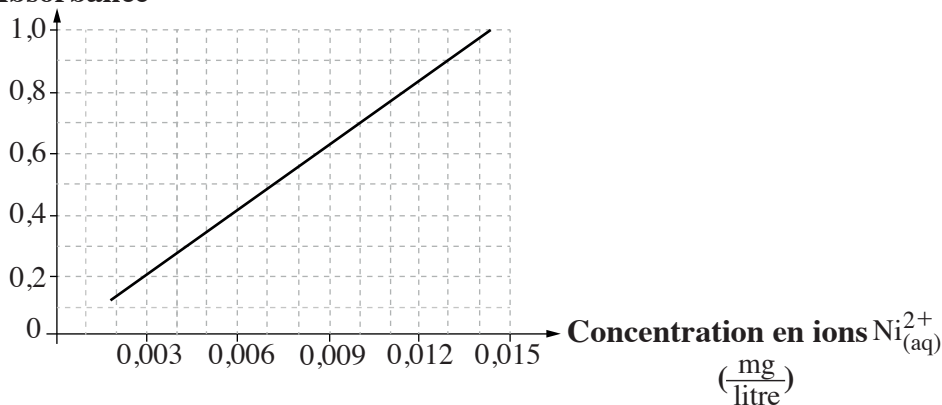
ii Calculez la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ de l'échantillon en ppm .
Détaillez vos calculs.

/suite en page 29/

- ג. Après avoir assaini les eaux de cette rivière, il a été décidé de vérifier la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans l'eau suivant la méthode spectrophotométrique, et non par titrage. Expliquez pourquoi.

La courbe d'étalonnage ci-dessous donne le lien entre l'absorbance de solutions contenant des ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ et leur concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$. On a effectué toutes les mesures avec une longueur d'onde constante de 232 nm.

Absorbance



- ד. Une solution dont la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ est de $0,012 \frac{\text{mg}}{\text{litre}}$, a une absorbance supérieure à celle d'une solution dont la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ est de $0,006 \frac{\text{mg}}{\text{litre}}$. Expliquez pourquoi.
- ה. Après avoir assaini la rivière, on a prélevé deux échantillons d'eau (1)-(2) en deux endroits le long de cette rivière.
- i En analysant l'échantillon (1), on a mesuré une absorbance de 0,9. Déterminez la concentration des ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans l'échantillon (1).
 - ii La concentration des ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans l'échantillon (2) était inférieure à $0,001 \frac{\text{mg}}{\text{litre}}$. Dans ce cas-là, il est impossible d'utiliser directement la courbe d'étalonnage donnée.
Que peut-on faire en laboratoire afin de déterminer la concentration en ions $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ de l'échantillon (2) ?

14. Cette question traite des gaz à effet de serre.

א. Déterminez pour chacune des affirmations i-iii ci-dessous si elle est vraie ou fausse. Justifiez chaque réponse.

- i Les gaz à effet de serre absorbent uniquement le rayonnement provenant directement du Soleil.
- ii Sans gaz à effet de serre, la température à la surface de la Terre serait trop basse pour permettre l'existence de la vie telle que nous la connaissons aujourd'hui.
- iii Tout le rayonnement émis par la Terre traverse l'atmosphère et s'échappe vers l'espace.

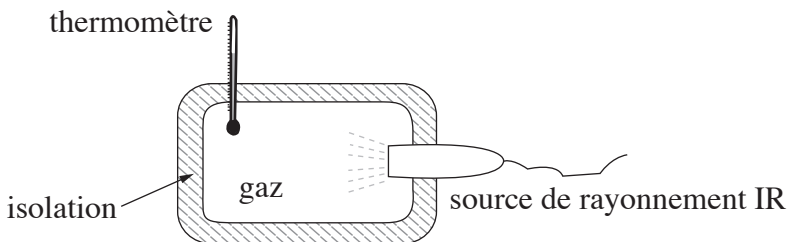
ב. L'effet de serre est influencé, entre autres, par des processus liés à l'activité humaine.

Donnez un exemple d'un tel processus.

Des chercheurs ont vérifié l'influence de la fréquence d'un rayonnement infrarouge (IR), absorbé par un gaz à effet de serre, sur la température de ce gaz. Ils ont effectué une expérience sur trois gaz à effet de serre, contenus dans des récipients identiques, fermés et isolés. Le nombre de moles de gaz était le même dans chacun des récipients. On a soumis chacun des gaz à des rayonnements IR de trois fréquences différentes, durant 20 minutes.

Lors de chaque analyse, on a mesuré la température initiale et finale du gaz dans le récipient fermé et isolé.

Voici un schéma du dispositif expérimental :



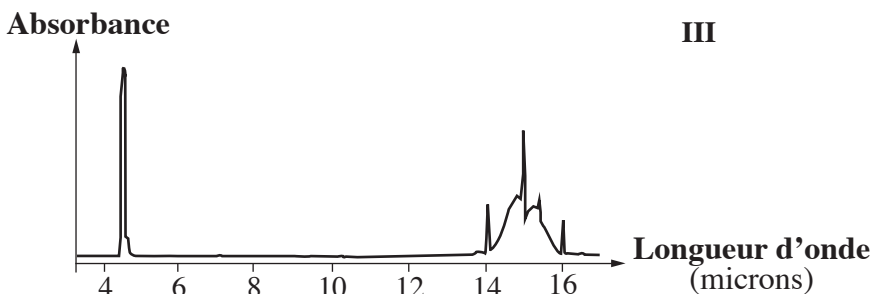
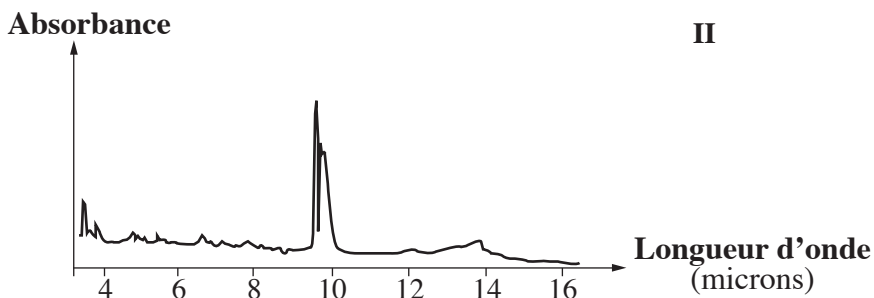
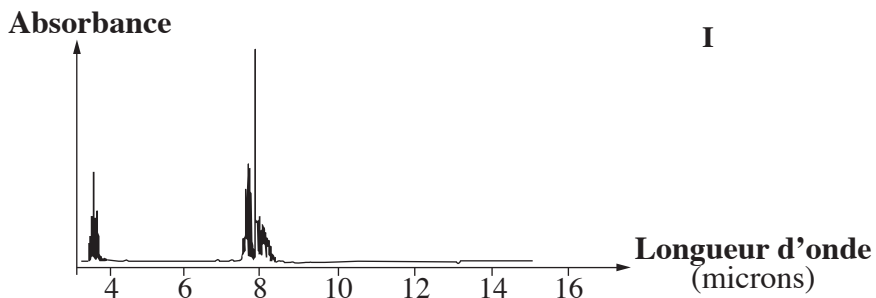
Dans le tableau ci-dessous figurent les résultats des mesures de la température du gaz, T .

Fréquence du rayonnement (Hz) Gaz à effet de serre soumis au rayonnement	$2,0 \cdot 10^{13}$	$3,1 \cdot 10^{13}$	$3,9 \cdot 10^{13}$
Méthane, $\text{CH}_{4(g)}$	T n'a pas varié	T n'a pas varié	T a augmenté
Ozone, $\text{O}_{3(g)}$	T n'a pas varié	T a augmenté	T n'a pas varié
Dioxyde de carbone, $\text{CO}_{2(g)}$	T a augmenté	T n'a pas varié	T n'a pas varié

- ג. i Parmi les trois gaz analysés, déterminez lequel à absorbé un rayonnement dont l'énergie du photon était la plus grande.
Justifiez sans calcul.
- ii Les chercheurs ont effectué une analyse supplémentaire lors de laquelle ils ont doublé le nombre de moles d'ozone, $\text{O}_{3(g)}$, dans le récipient, puis ont soumis le $\text{O}_{3(g)}$ à un rayonnement IR d'une fréquence de $3,9 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$, durant 20 minutes.
Déterminez si le doublement du nombre de moles de $\text{O}_{3(g)}$ a entraîné une augmentation de la température du gaz.
Si oui, expliquez comment.
Si non, expliquez pourquoi.

(Attention : la suite de la question se trouve à la page suivante)

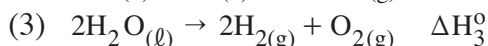
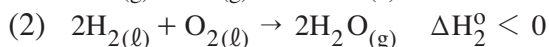
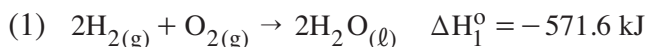
7. Voici trois spectres d'absorption, I-III, sur l'intervalle 2-16 microns de trois gaz à effet de serre : $O_{3(g)}$, $CH_{4(g)}$, $CO_{2(g)}$.
Déterminez quel spectre correspond à chacun des ces trois gaz.
Détaillez vos calculs et justifiez.



Septième sujet – Éléments de thermodynamique, niveau deux

Attention : veillez à équilibrer les réactions et à noter correctement les unités.

15. Voici trois réactions (1)-(3).



א. On effectue la réaction (1) dans un récipient fermé en forme de seringue, à pression constante et à température constante.

- i Déterminez, pour la réaction (1), dans quel sens se fait le transfert d'énergie sous forme de travail, w . Justifiez.
- ii Calculez, pour la réaction (1), la quantité d'énergie transférée sous forme de travail, w , à 298 K. Détaillez vos calculs.
- iii Calculez la variation d'énergie interne standard, ΔU^0 , dans la réaction (1) à 298 K. Détaillez vos calculs.
- iv Quelle est la valeur de ΔH_3^0 ? Justifiez.

ב. La réaction (2) est celle qui a fourni aux navettes spatiales l'énergie nécessaire à leur décollage à destination de leur trajet autour de la Terre. Ce trajet nécessitait, entre autres, un réservoir d'oxygène liquide, $\text{O}_{2(\ell)}$.

La masse de cet oxygène liquide est de $6,24 \cdot 10^5 \text{ kg}$.

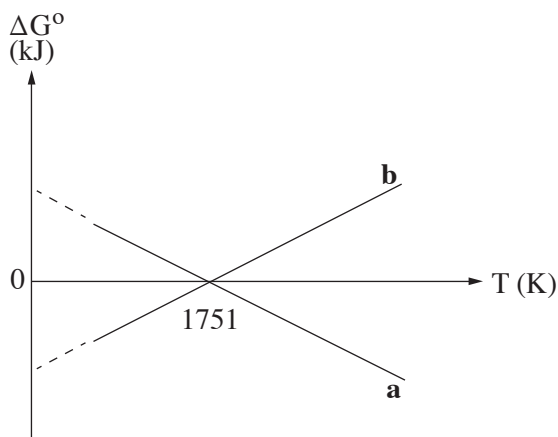
Calculez ce qu'aurait dû être la capacité du réservoir, si lors de ce trajet on utilisait de l'oxygène à l'état gazeux, $\text{O}_{2(g)}$, à une température de 298 K et sous une pression de 1 atmosphère. Détaillez vos calculs.

(Attention : la suite de la question se trouve à la page suivante)

- ג. Dans le tableau ci-dessous, figurent les valeurs des entropies molaires standards, S° , des substances impliquées dans les réactions (1)-(3).

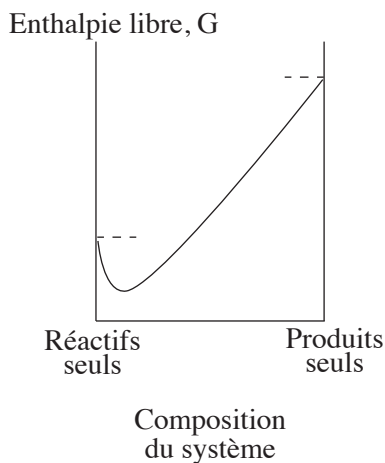
Substance	$H_{2(g)}$	$O_{2(g)}$	$H_2O_{(l)}$	$H_2O_{(g)}$
Entropie molaire standard, S° ($J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$)	130,6	205,1	70,0	188,7

- Expliquez pourquoi la valeur de l'entropie molaire standard, S° , de $H_2O_{(g)}$ est supérieure à la valeur de l'entropie molaire standard, S° , de $H_2O_{(l)}$.
 - Calculez la variation d'entropie molaire standard du système, $\Delta S^\circ_{\text{système}}$, de la réaction (3). Détaillez vos calculs.
7. Dans le graphe suivant figurent deux courbes, **a** et **b**, décrivant la variation d'enthalpie libre standard, ΔG° , en fonction de la température, T , pour les réactions (1) et (3).



Déterminez laquelle de ces courbes, **a** ou **b**, correspond à la réaction (3). Justifiez.

- ה. Le diagramme ci-dessous décrit l'enthalpie libre, G , en fonction de la composition du système d'une des réactions, (1) ou (3), à température constante.

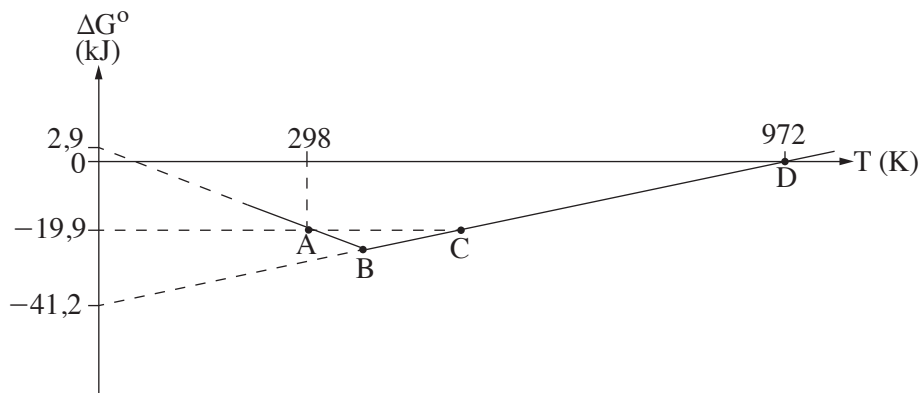


Déterminez parmi les affirmations I-III ci-dessous laquelle est vraie.

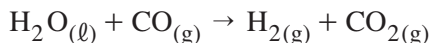
Justifiez votre réponse.

- I Le diagramme correspond au système de la réaction (1) à 298 K .
- II Le diagramme correspond au système de la réaction (3) à 298 K .
- III Le diagramme correspond au système de la réaction (3) à 2000 K .

16. Le graphe ci-dessous décrit la variation d'enthalpie libre, ΔG° , en fonction de la température, T , de la réaction entre l'eau et dioxyde de carbone.



א. Un des deux segments de cette courbe, AB ou BD, correspond à la réaction suivante :

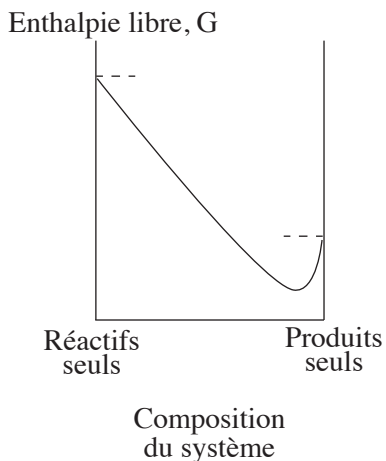


- i Déterminez lequel des segments, AB ou BD, correspond à la réaction donnée. Justifiez.
- ii Expliquez pourquoi au point B la pente de la courbe change.
- iii Formulez la réaction à laquelle l'autre segment (celui que vous n'avez pas choisi en א i) correspond.

- ב. i Calculez la valeur de la variation d'entropie molaire standard du système, $\Delta S^\circ_{\text{système}}$, de la réaction à laquelle le segment AB correspond. Détaillez vos calculs.
- ii Calculez la valeur de $\Delta S^\circ_{\text{système}}$ de la réaction à laquelle le segment BD correspond. Détaillez vos calculs.

- ג. La valeur de ΔG° au point C est égale à la valeur de ΔG° au point A. La valeur de la constante d'équilibre, K , du système à la température correspondant au point C, est $K = 1,23 \cdot 10^2$. Déterminez si la valeur de K du système au point A est égale à $1,23 \cdot 10^2$ ou différente de $1,23 \cdot 10^2$. Justifiez.

7. Le diagramme ci-dessous décrit l'enthalpie libre, G , en fonction de la composition du système de la réaction donnée à une température de 298 K .



Déterminez pour chacune des affirmations i-ii ci-dessous si elle est vraie ou fausse. Justifiez chaque réponse.

- i Le diagramme permet de déduire que la réaction est spontanée à toute température.
- ii Le diagramme permet de déduire qu'à 298 K , la constante d'équilibre $K > 1$.

Bonne chance!

Tous droits réservés à l'État d'Israël.
Toute copie ou publication est interdite sans l'autorisation du
Ministère de l'Éducation.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך