Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
BIOANALYSES ET CONTRÔLES

ÉPREUVE E2 - MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

SOUS-ÉPREUVE U22 - SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

SESSION 2016

_____

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

_____

Matériel autorisé :
- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

S'il apparaît au candidat qu'une donnée est manquante ou erronée, il pourra formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour résoudre les questions posées. Il justifiera, alors, clairement et précisément ces hypothèses.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

A : LE THÉ JAPONAIS ET LA RADIOACTIVITÉ (12 points)

Le 15 juin 2011, la direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes intercepte à l'aéroport de Roissy un lot de thé vert japonais. Ce thé provient du sud-ouest de Tokyo, ville touchée par la catastrophe nucléaire de Fukushima.

Les feuilles de thé ayant capté des quantités importantes de césium 137, ce lot de thé est radioactif.

Après infusion des feuilles contaminées dans un litre d'eau chaude, on détecte une activité radioactive de 40 Bq.



Champ de thé vert au Japon

Dans cet exercice, on cherche à savoir s'il faut s'inquiéter de la seule consommation de ce thé.

Données :

Noyau ou particule	électron	Césium 134	Césium 137	Xénon	Baryum
Symbole	$^{0}_{-1}e$	$^{134}_{55}Cs$	$^{137}_{55}Cs$	$_{54}Xe$	$_{56}Ba$

- Demi-vie radioactive du césium $^{137}_{55}Cs$: $t_{1/2}$ = 30 ans.
- L'activité A(t), mesurée en Becquerel (Bq), d'un échantillon radioactif est proportionnelle au nombre N(t) de noyaux radioactifs présents à l'instant t dans cet échantillon : $A(t) = \lambda \times N(t)$ avec λ : constante radioactive du noyau.
- La relation entre la demi-vie radioactive $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ est : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

1 - Donner la composition du noyau de césium $^{137}_{55}Cs$.

2 - Le césium 137 est un isotope du césium 134. Donner la signification du terme isotope.

3 - Le césium 137 est radioactif β^-. L'équation de désintégration du césium 137 est de la forme : $^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$.

À partir des données de l'exercice, déterminer les deux valeurs de A et Z ainsi que la nature de X en précisant les lois de conservation utilisées.

4 - L'activité d'un kilogramme de ce thé radioactif a été mesurée à 1000 Bq, ce qui est supérieur à la norme autorisée.

4-1 - Indiquer ce que représente une activité de 1 Bq.

4-2 - Définir la demi-vie radioactive $t_{1/2}$.

4-3 - Si ce kilogramme de thé radioactif n'avait pas été détruit, son activité aurait atteint la norme autorisée en juin 2041. En déduire la valeur de l'activité correspondant à cette norme autorisée.

5 - Le Sievert (Sv) est une unité qui permet d'évaluer les effets biologiques des rayonnements sur le corps humain. Le milliSievert est fréquemment employé pour exprimer la dose efficace D reçue par une personne exposée à la radioactivité (1 mSv = 10^{-3} Sv).

Dans le cas d'une ingestion d'un aliment contaminé, la conversion de l'activité A de l'aliment en dose efficace D est donnée par la relation :

D = F x A où F est le facteur de dose par ingestion dont l'unité est le milliSievert par Becquerel.

Pour le césium 137, F vaut $1{,}4.10^{-5}$ mSv.Bq^{-1}.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

5-1 - Déterminer la dose efficace D reçue par un consommateur buvant un litre de thé radioactif d'activité A = 40 Bq, durant une journée.

5-2 - En considérant l'activité constante sur une année, montrer que le consommateur reçoit une dose efficace proche de 0,20 mSv par an.

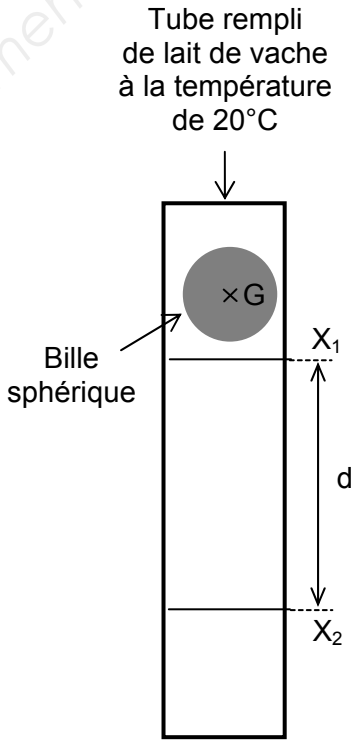
5-3 - Les sources d'exposition aux rayonnements radioactifs naturels ou artificiels sont multiples. Par exemple, la dose reçue peut atteindre 0,30 mSv lors d'une radiographie des poumons. Dans ces conditions, la seule consommation du thé contaminé mettrait-elle la santé des consommateurs en danger ?

B : LA VISCOSITÉ DU LAIT DE VACHE (8 points)

Plus la viscosité d'un liquide est élevée, plus celui-ci s'écoule difficilement.
Dans le cas du lait, les teneurs en protéines et en matière grasse influent de façon importante sur la viscosité.

Lors de recherches sur internet, une étudiante a trouvé pour un lait de vache une viscosité double de celle de l'eau. Elle souhaite valider ou invalider cette information en réalisant une expérience.

Pour cela, elle utilise un viscosimètre à chute de bille qui comporte un long tube de verre vertical, rempli de lait **écrémé** acheté dans le commerce et dans lequel elle laisse tomber une bille sphérique.
Le mouvement vertical descendant de la bille est uniforme entre les deux repères fixes X_1 et X_2 (figure ci-contre).
À l'aide d'un chronomètre, l'étudiante mesure la durée moyenne Δt nécessaire au déplacement de la bille entre ces deux repères séparés d'une distance d.



Données :

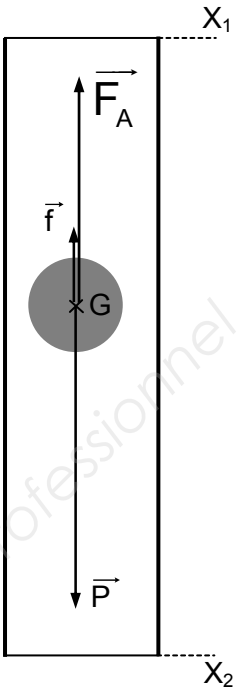
- Masse volumique de l'eau à 20°C : $\rho_E = 1000\ kg.m^{-3}$
- Viscosité de l'eau à 20°C : $\eta_E = 1{,}00.10^{-3}\ Pa.s$
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$
- Masse volumique de la bille : $\rho_B = 1050\ kg.m^{-3}$
- Volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$
- Rayon de la bille : r = 1,00 mm
- La valeur de la poussée d'Archimède s'exerçant sur la bille sphérique de rayon r, immergée dans le lait de masse volumique ρ_L est donnée par : $F_A = \rho_L \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \times g$.
- La valeur de la force de frottement fluide s'exerçant sur la bille sphérique de rayon r, en mouvement à la vitesse v, dans le lait de viscosité dynamique η_L est donnée par : $f = 6\pi \times \eta_L \times r \times v$.
- On prendra $\pi = 3{,}14$.

1 - La durée moyenne de chute de la bille entre les repères X_1 et X_2, distants de d = 30,0 cm, est $\Delta t = 15{,}8$ s. Montrer que la vitesse moyenne de la bille est $v = 1{,}90.10^{-2}\ m.s^{-1}$.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Les forces appliquées à la bille, lors de la chute rectiligne et uniforme, sont représentées sur la figure ci-contre :

- *son poids* $\vec{P}$ *;*
- *la poussée d'Archimède* $\overrightarrow{F_A}$ *;*
- *la force de frottement fluide* $\vec{f}$ *.*



2 - Par application du principe d'inertie au mouvement de la bille, on montre que : $P = F_A + f$.

En déduire que la viscosité du lait est donnée par la relation : $\eta_L = \dfrac{P - F_A}{6\pi \times r \times v}$.

3 - Pour déterminer la viscosité du lait, il est nécessaire de connaître la valeur du poids de la bille.

3-1 - À partir des données, calculer la masse de la bille en kg.

3-2 - Montrer que le poids de la bille a pour valeur $P = 4{,}31.10^{-5}$ N.

4 - L'étudiante a déterminé la masse volumique ρ_L du lait afin de calculer la valeur F_A de la poussée d'Archimède. Elle aboutit à $F_A = 4{,}24.10^{-5}$ N.

4-1 - Proposer un protocole pour déterminer expérimentalement la masse volumique ρ_L du lait.

4-2 - À l'aide de la question **2 -** calculer la viscosité η_L du lait.

5 - L'étudiante peut-elle valider ou invalider l'information trouvée sur internet, compte tenu des éléments d'introduction sur la viscosité du lait et du résultat de son expérience ?

C : CONTRÔLE DE LA QUALITÉ D'UN VIN (8 points)

La casse ferrique :

Le vin contient naturellement en faible quantité des ions fer (II) et fer (III). Lors des différentes manipulations du vin (pompage et transvasement, débouchage des bouteilles, etc ...) la dissolution du dioxygène de l'air dans le vin entraîne une oxydation partielle des ions Fe^{2+} en ions Fe^{3+}.

Si la concentration en ions Fe^{3+} est trop importante, ces ions précipitent avec les ions phosphate PO_4^{3-} présents dans le vin.

Le trouble blanc obtenu, appelé casse ferrique, rend impossible la commercialisation du vin.


Pressage du raisin

Un vin présente un risque de casse ferrique lorsque sa teneur en élément fer dépasse 10 $mg.L^{-1}$.

Il est donc nécessaire de déterminer la concentration totale en élément fer dans un vin pour évaluer le risque de casse ferrique. On se propose de contrôler la qualité d'un vin blanc.

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Le dosage par étalonnage comporte plusieurs étapes.

1 - Première étape : oxydation des ions fer (II) par le peroxyde d'hydrogène en milieu acide

Afin de déterminer la quantité totale de fer dans un vin, il faut que tout le fer soit sous forme d'ions fer (III). Pour cela, on ajoute sur l'échantillon de vin analysé, en milieu acidifié, du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 en excès pour oxyder les ions fer (II) en ions fer (III). L'équation de la réaction est la suivante : $2\ Fe^{2+}_{(aq)} + H_2O_{2(aq)} + 2\ H^+_{(aq)} \rightarrow 2\ Fe^{3+}_{(aq)} + 2\ H_2O_{(l)}$.

Indiquer un intérêt de l'utilisation du peroxyde d'hydrogène comme oxydant.

2 - Deuxième étape : complexation des ions fer (III) par les ions thiocyanate

On verse ensuite une solution de thiocyanate de potassium ($K^+_{(aq)} + SCN^-_{(aq)}$). Les ions SCN^- forment avec les ions Fe^{3+} obtenus lors de la première étape un complexe rouge sang. Ce complexe est l'ion thiocyanatofer (III) de formule $[Fe(SCN)]^{2+}$.

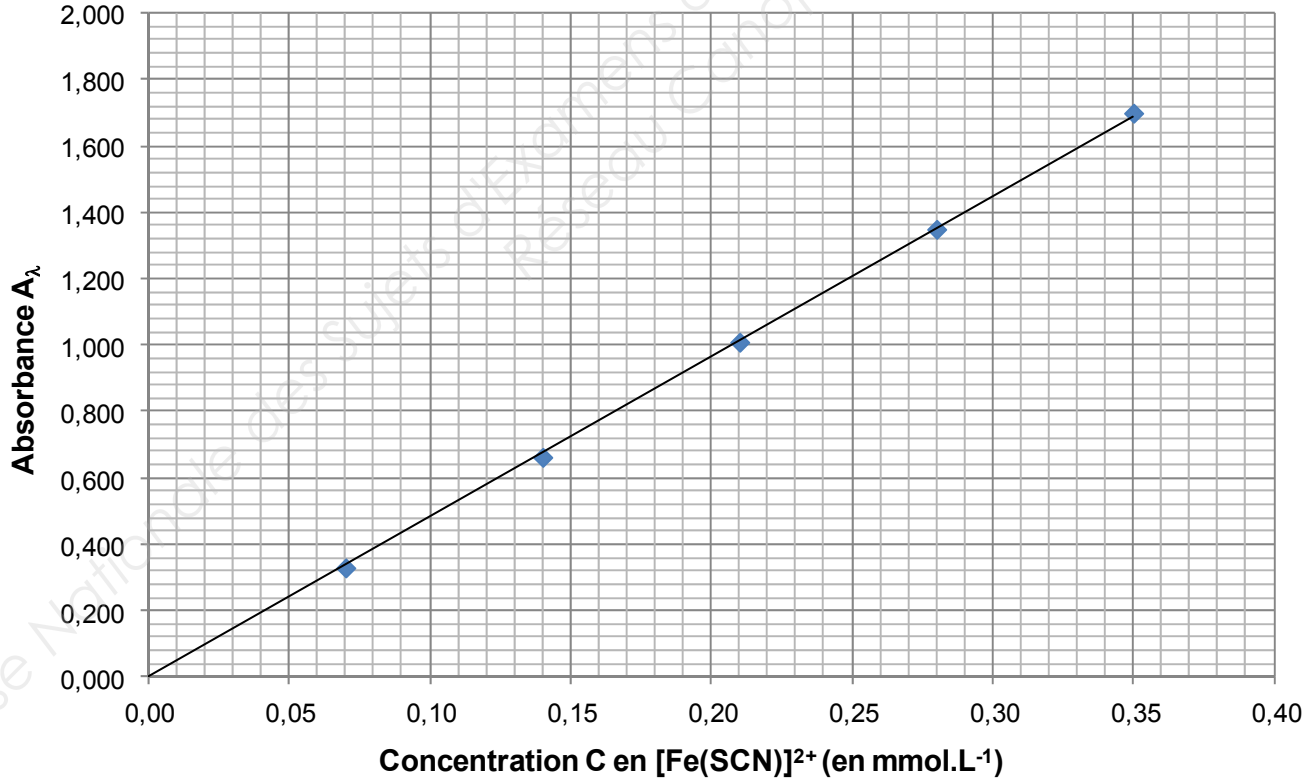
L'équation de la réaction de formation de ce complexe s'écrit : $Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^-_{(aq)} \leftrightarrows [Fe(SCN)]^{2+}_{(aq)}$. Sa constante d'équilibre vaut $K = 1{,}3.10^2$.

Expliquer la nécessité d'introduire les ions thiocyanate en excès.

3 - Troisième étape : dosage spectrophotométrique de l'élément fer dans le vin blanc analysé

On a préparé une gamme de solutions étalons de complexe $[Fe(SCN)]^{2+}_{(aq)}$. Pour chacune de ces solutions étalons, on mesure l'absorbance A_λ à une longueur d'onde λ judicieusement choisie.
La courbe représentant l'évolution de l'absorbance A_λ en fonction de la concentration C est donnée ci-dessous.

Absorbance d'une solution de complexe $[Fe(SCN)]^{2+}_{(aq)}$ en fonction de sa concentration, réalisée à une longueur λ = 480 nm (courbe d'étalonnage)

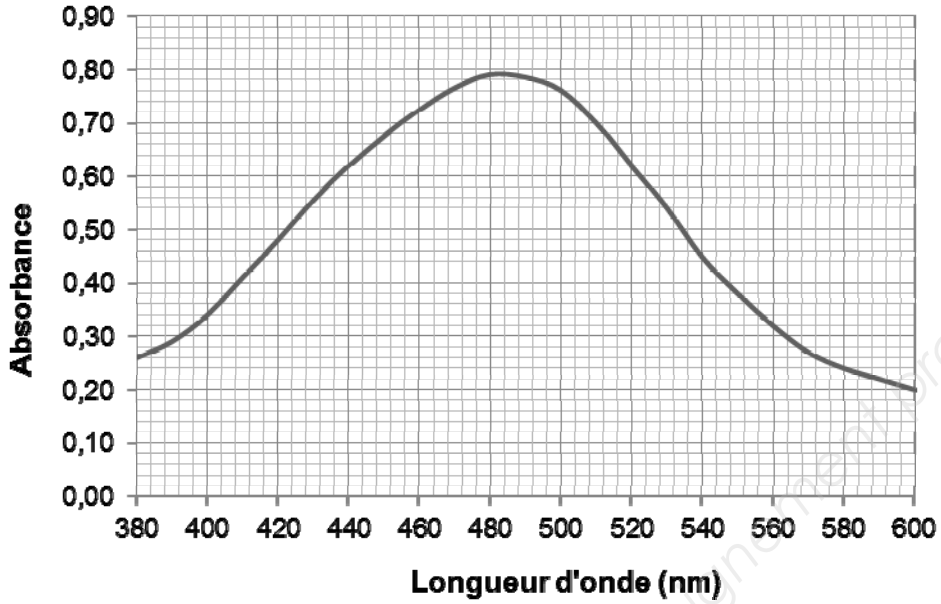


3-1 - Montrer que la courbe est en accord avec la loi de Beer-Lambert.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

3-2 - À l'aide du spectre d'absorption de l'ion complexe $[Fe(SCN)]^{2+}$ donné ci-dessous, expliquer le choix de la longueur d'onde λ = 480 nm utilisée pour ce dosage.

Spectre d'absorption de l'ion complexe thiocyanatofer (III)



Dans un tube à essais, on verse 5,0 mL du vin blanc analysé, 1,5 mL d'une solution d'acide chlorhydrique, 2,0 mL d'une solution de peroxyde d'hydrogène et enfin 1,5 mL d'une solution de thiocyanate de potassium, pour un volume total de 10 mL. On note S_{vin} la solution rouge obtenue à partir de ce vin blanc.
Dans les mêmes conditions de mesures, l'absorbance de cette solution est $A_\lambda(S_{vin})$ = 0,720.

3-3 - En utilisant la courbe d'étalonnage, déterminer graphiquement la concentration molaire C_S en complexe $[Fe(SCN)]^{2+}$. En déduire la concentration molaire en élément fer dans la solution S_{vin}. On s'appuiera sur les informations issues des questions **1** et **2**.

3-4 - Montrer que la concentration molaire C_0 en élément fer dans le vin blanc analysé vaut C_0 = 0,30 mmol.L^{-1}.

3-5 - Calculer la concentration massique C_{m0} en élément fer dans le vin blanc analysé et conclure sur la qualité de ce vin.

Donnée : masse molaire atomique du fer : M(Fe) = 55,8 g.mol^{-1}.

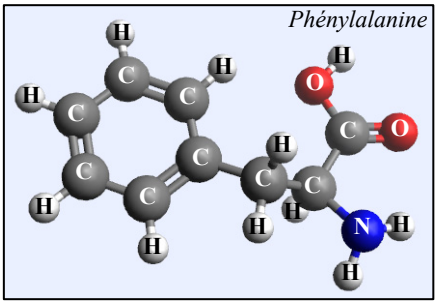
D : SYNTHÈSE DE LA PHÉNYLALANINE (12 points)

La phénylalanine est un acide α-aminé aromatique qui contribue au fonctionnement optimal du système nerveux de l'être humain.

L'organisme étant incapable de synthétiser la phénylalanine, elle doit être apportée par l'alimentation.

La phénylalanine est aussi un constituant de l'aspartame, dipeptide utilisé comme édulcorant dans les boissons et les aliments allégés.

D'après l'encyclopédie libre Wikipédia.



Cet exercice a pour but d'étudier quelques étapes de la synthèse de cet acide α-aminé à partir du benzène.

Bonne Journée des Sujets d'Examens de l'Enseignement Professionnel
Réseau Canopé

1 - La formule semi-développée de la phénylalanine est représentée à la **figure n° 1** ci-dessous :

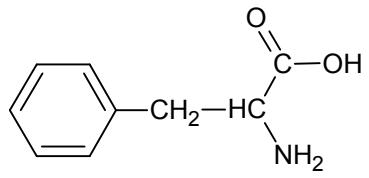


Figure n° 1 : formule semi-développée de la phénylalanine

1-1 - Après avoir recopié la formule semi-développée de la phénylalanine sur la copie, entourer et nommer les deux fonctions chimiques présentes dans cette molécule.

1-2 - Cette molécule possède un atome de carbone asymétrique. Repérer, par un astérisque, cet atome de carbone asymétrique sur la formule semi-développée recopiée précédemment.

1-3 - La phénylalanine est une molécule chirale. Préciser ce que cela signifie.

<u>La synthèse de la phénylalanine se fait en plusieurs étapes à partir du benzène</u>.

2 - <u>Étape 1</u> :

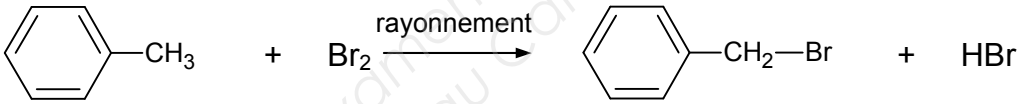
On fait réagir du chlorométhane CH_3–Cl sur le benzène de formule brute C_6H_6, en présence d'un catalyseur. On obtient le composé **<u>A</u>**.

2-1 - Écrire l'équation de la réaction.

2-2 - Donner le nom et la formule d'un catalyseur couramment utilisé pour réaliser cette réaction.

3 - <u>Étape 2</u> :

Le composé **<u>A</u>** réagit avec du dibrome, en présence de lumière, pour conduire au composé **<u>B</u>**.
La réaction mise en jeu a pour équation :



<u>A</u> **<u>B</u>**

3-1 - Parmi les termes suivants, choisir celui (ou ceux) qui caractérise(nt) la transformation étudiée : addition – électrophile – élimination – nucléophile – radicalaire – substitution.

3-2 - Proposer un type de rayonnement adapté.

<u>Étape 3</u> :

L'action du magnésium sur le composé **<u>B</u>**, dans l'éther anhydre, donne le composé **<u>C</u>** (**figure n° 2**).

4 - <u>Étape 4</u> :

Le composé **<u>C</u>** réagit avec le méthanal pour donner, après hydrolyse en milieu acide, l'alcool **<u>D</u>** (**figure n° 3**).

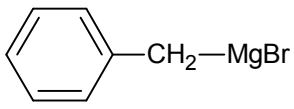


Figure n° 2 : formule semi-développée de <u>C</u>

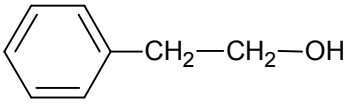


Figure n° 3 : formule semi-développée de <u>D</u>

4-1 - Préciser la famille chimique du composé **<u>C</u>**.

4-2 - Écrire la formule développée du méthanal.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

4-3 - Lors de l'étape 4, le groupe carbonyle du méthanal subit une addition nucléophile. Préciser la particularité de la liaison C = O qui permet d'expliquer cette addition.

4-4 - Donner le nom de l'alcool **D**.

5 - Étape 5 :

L'alcool **D**, oxydé par des ions permanganate MnO_4^- en milieu acide sulfurique, conduit à l'aldéhyde **E**, représenté à la **figure n° 4** ci-dessous.

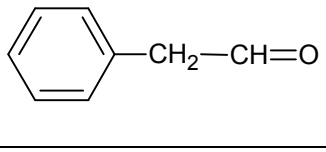


Figure n° 4 : formule semi-développée de E

5-1 - Écrire les 2 demi-équations électroniques intervenant dans la réaction qui transforme l'alcool **D** en aldéhyde **E**.

Donnée : Couple oxydant/réducteur mis en jeu pour l'élément manganèse : MnO_4^-/Mn^{2+}.

5-2 - En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu.

6 - D'autres étapes, non étudiées ici, permettent d'obtenir le composé **H** (**figure n° 5**) à partir du composé **E**. Finalement, l'action de l'ammoniac NH_3 sur le composé **H** conduit à la phénylalanine.

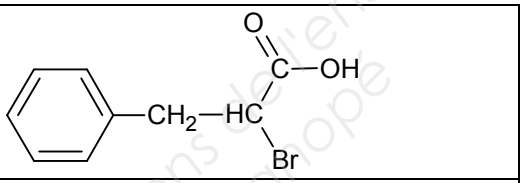


Figure n° 5 : formule semi-développée de H

6-1 - Écrire la structure de Lewis de la molécule d'ammoniac.

Donnée : Numéro atomique de l'élément azote : Z = 7.

6-2 - En déduire la propriété de l'ammoniac mise en jeu dans cette transformation.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.