

# TRAINING!

## 2021-2022

# PHYSIQUE CHIMIE

## PREMIÈRE SPÉCIALITÉ

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE** : Première

**E3C** :  E3C1  E3C2  E3C3

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 2 h

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

**Nombre total de pages** : 9

### PARTIE A

#### Cloche de plongée (10 points)

À partir du 16<sup>e</sup> siècle, les hommes commencent à s'intéresser à la récupération d'épaves et notamment aux trésors qu'elles renferment. Ils imaginent de nouvelles techniques pour respirer sous l'eau tout en résistant à la pression. Parmi les engins inventés : la cloche de plongée. Il s'agit d'un simple tonneau ouvert vers le bas et lourdement lesté, pouvant contenir plusieurs plongeurs. Elle est descendue à la verticale et posée sur ou près du fond. En 1690, le physicien anglais Edmund HALLEY, qui a également découvert la célèbre comète de Halley, améliore le principe de la cloche de plongée. Elle est actuellement encore utilisée pour véhiculer du matériel et du personnel entre la surface et des zones de travail subaquatiques.

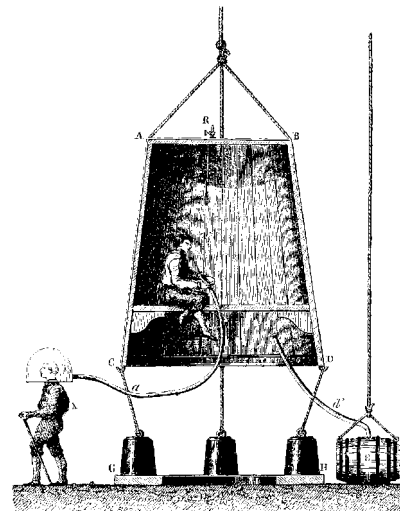
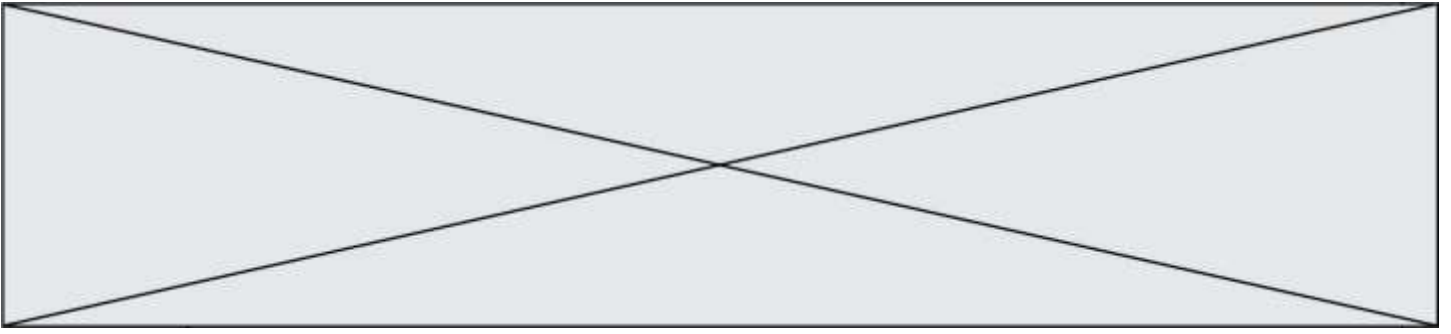


Schéma de la cloche de Halley

On modélise une cloche de plongée par un cylindre sans plancher dont la surface de la base  $S$  est égale à  $1,0 \text{ m}^2$  et la hauteur  $H$  à  $2,4 \text{ m}$ .

Avant d'être immergée dans l'eau, la cloche est entièrement remplie d'air à la pression atmosphérique  $p_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ . On considère que la quantité d'air, ainsi que la température, restent constantes au cours de l'immersion de la cloche.

**Données :**

- masse volumique de l'eau de mer dans laquelle la cloche est immergée :  
 $\rho = 1,02 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ ;
- intensité de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

**1. Étude expérimentale de la loi de Mariotte**

Pour modéliser le comportement de l'air dans la cloche, on utilise le matériel photographié ci-contre. La pression  $P$  de l'air emprisonné dans la seringue est relevée pour différentes valeurs du volume  $V$  du corps de la seringue. On suppose que la température de l'air reste constante.



Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

$P$ (hPa)	1011	1127	1261	1419	1633	1932
$V$ (cm <sup>3</sup> )	50	45	40	35	30	25

- 1.1. Quelle précaution doit-on prendre pour s'assurer que la température de l'air reste la même lors de chaque mesure ?
- 1.2. Énoncer la loi de Mariotte relative au produit de la pression  $P$  par le volume  $V$  d'un gaz pour une quantité de matière donnée et une température constante.
- 1.3. On utilise un programme écrit en langage Python pour tracer la courbe donnant la pression  $P$  en fonction de l'inverse du volume  $V$ . Un extrait de ce programme est donné ci-après.

```
pression = [1011,1127,1261,1419,1633,1932]
volume = [25,30,35,40,45,50]
invVolume = []
pyplot.axis([0,0.05,0,2000])
pyplot.xlabel(" 1/V (mL-1)")
pyplot.ylabel("p (hPa) »)
pyplot.title("Etude de la loi de Mariotte »)
for i in range (0,6) :
    invVolume.append(1/volume[i])
pyplot.scatter (invVolume,pression,color='black',marker="+")
pyplot.show ( )
```

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

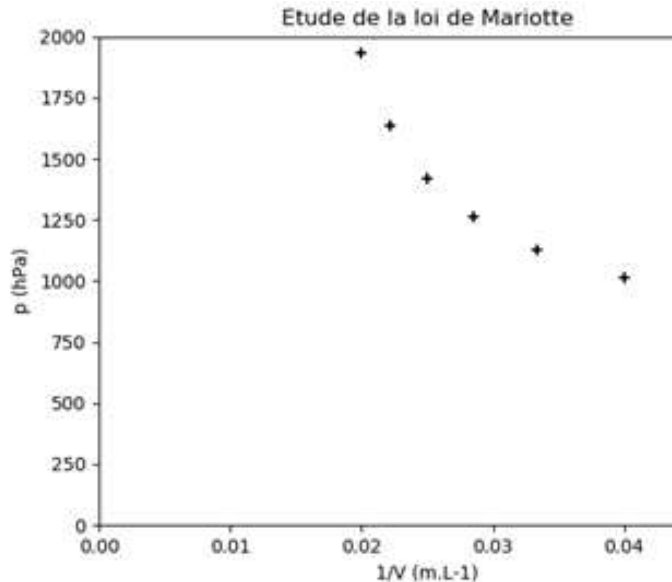
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Le tracé obtenu suite à l'exécution du programme est reproduit ci-après :



1.3.1. La courbe obtenue est-elle cohérente avec la loi de Mariotte ? Justifier.

1.3.2. Identifier l'erreur commise dans le programme.

1.4. Exploiter, par une méthode au choix, les résultats expérimentaux obtenus afin de tester la loi de Mariotte.

**2. Fonctionnement de la cloche de plongée**

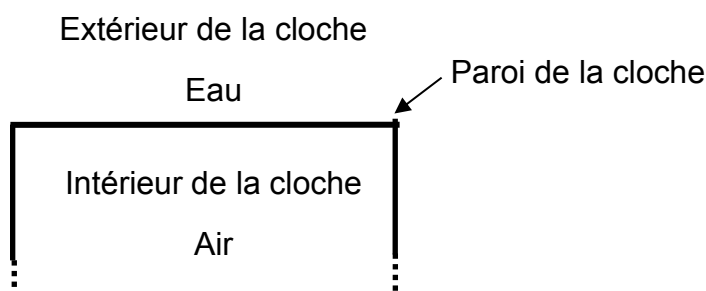
2.1. Force pressante exercée par l'eau de mer sur la surface horizontale supérieure de la cloche immergée à 18 m de profondeur.

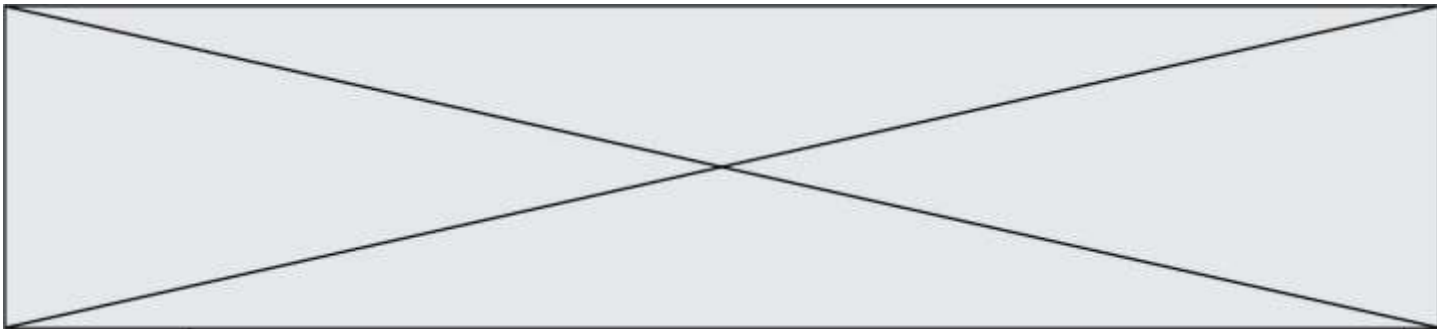
2.1.1. La loi fondamentale de la statique des fluides reliant la différence de pression  $p_A - p_B$  entre deux points A et B d'un fluide incompressible à  $\rho$ ,  $g$ , et  $z_B - z_A$ , s'écrit  $p_A - p_B = \rho.g.(z_B - z_A)$  ;  $z_A$  et  $z_B$  étant les ordonnées des points A et B sur un axe des z orienté suivant la verticale ascendant. Décrire, en le justifiant, l'évolution de la pression en fonction de la profondeur.

2.1.2. Montrer que la pression  $p_{18}$  de l'eau de mer à 18 m de profondeur est égale à  $2,8 \times 10^5$  Pa.

2.1.3. En déduire la valeur de la force pressante  $F$  qui modélise l'action exercée par l'eau de mer sur la surface horizontale supérieure d'aire  $S$  de la cloche immergée à 18 m de profondeur.

2.1.4. Montrer que la valeur de cette force pressante est égale à celle du poids d'une masse environ égale à 29 t. Commenter.





**2.2.** En comparant qualitativement la pression de l'air dans la cloche immergée et la pression atmosphérique, expliquer pourquoi le niveau de l'eau à l'intérieur de la cloche augmente lorsque celle-ci est immergée.

On considère que la quantité d'air, ainsi que la température, restent constantes au cours de l'immersion de la cloche.

**2.3.** On néglige la variation de la pression de l'eau sur la hauteur de la cloche.

**2.3.1.** Déterminer la valeur du volume d'air  $V_0$  contenu initialement dans la cloche cylindrique de section  $S$  et de hauteur  $H$ .

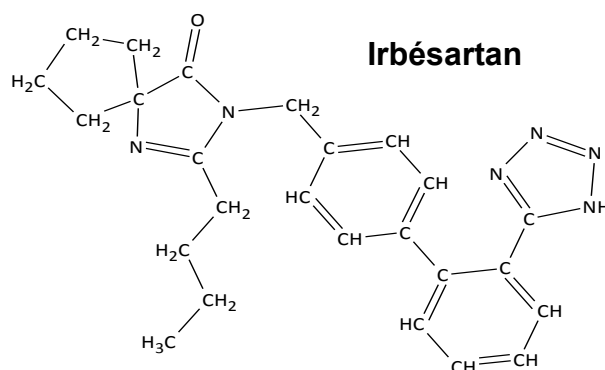
**2.3.2.** Déterminer, en utilisant la loi de Mariotte, le volume  $V_{18}$  d'air contenu dans la cloche à 18 m de profondeur.

**2.3.3.** En déduire de quelle hauteur  $h_{18}$  est montée l'eau dans la cloche.

## PARTIE B

### Synthon d'un antihypertenseur (10 points)

L'irbésartan, dont la formule est représentée ci-contre, est un composé organique utilisé dans le traitement de l'hypertension artérielle. Cette espèce présente des points communs avec une hormone produite naturellement par l'organisme responsable d'une élévation de la pression artérielle. L'irbésartan vient se fixer sur les récepteurs spécifiques de cette hormone, les empêchant alors de la reconnaître et évitant ainsi une élévation trop importante de la pression artérielle.



*d'après Thèse : Conception et synthèse de métalloprotéases et de cibles à ligand acide, Coussaert N., 2008 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00356629/document>*

Pour synthétiser une molécule complexe les chimistes la « coupe » fictivement en plusieurs fragments appelés « synthons ». Le choix des synthons se fait de telle sorte qu'ils soient fabriqués en un minimum d'étapes avec de bons rendements. Ces synthons réagiront ensuite entre eux pour conduire à la molécule souhaitée.

Dans le cas de la synthèse de l'irbésartan, une équipe de chimiste a envisagé la fabrication des deux synthons ci-dessous (synthons 1 et 2) :

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

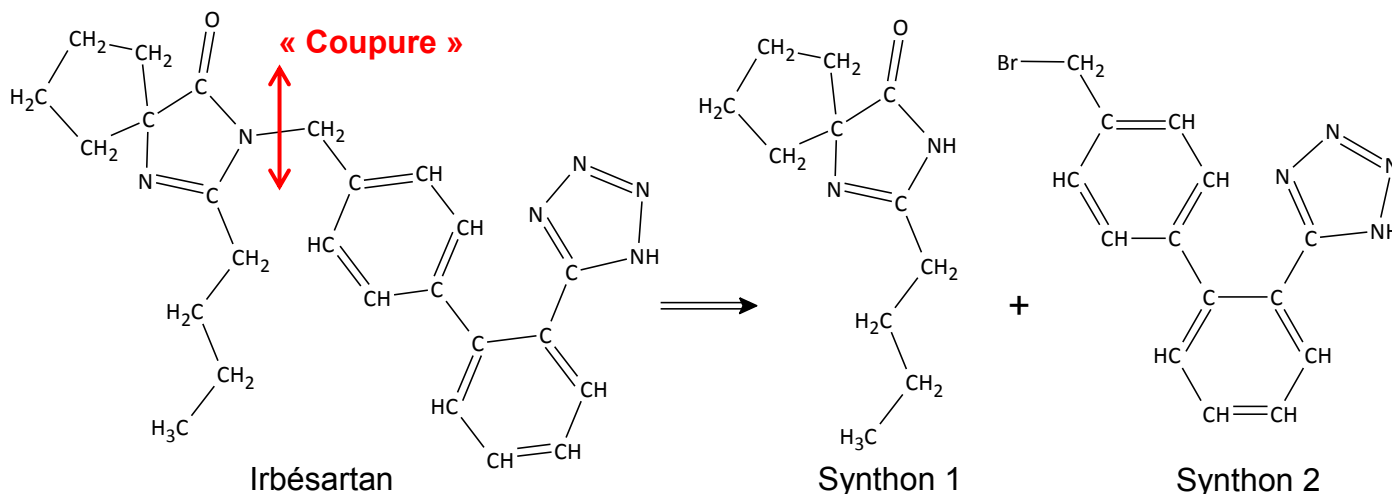
N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

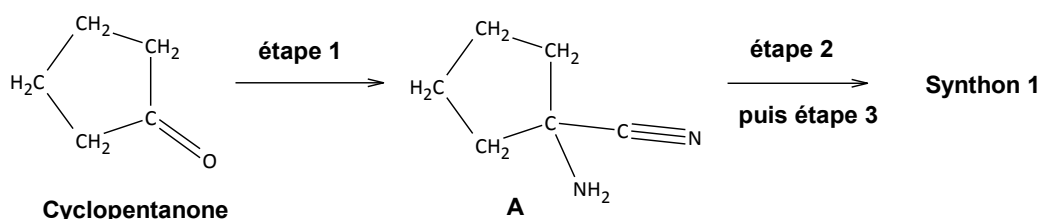
Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

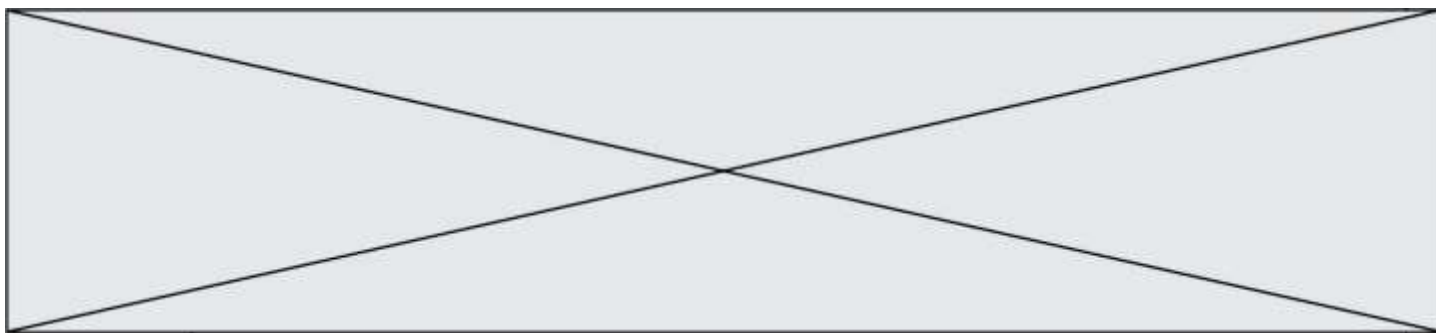


La synthèse du synthon 1 se fait en trois étapes à partir de la molécule de cyclopentanone. Ce sujet porte sur l'étape 1 de cette synthèse multi-étapes, celle permettant d'obtenir le composé A.



Protocole expérimental de l'étape 1 :

- ① Dans un ballon de 250 mL, introduire 5,2 g (80 mmol) de cyanure de potassium solide, 8 mL d'eau et un barreau aimanté. Mettre le tout au-dessus d'un agitateur magnétique et agiter jusqu'à dissolution complète.
- ② Introduire successivement 20 mL d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration en quantité de matière d'ammoniac  $10,8 \text{ mol.L}^{-1}$ , puis 6,3 mL de cyclopentanone dissous dans 8 mL de méthanol.
- ③ Surmonter le ballon d'un réfrigérant, agiter et chauffer le mélange durant 45 minutes à  $60^\circ\text{C}$ .
- ④ Laisser refroidir tout en continuant à agiter durant 45 minutes.
- ⑤ Verser le mélange dans une ampoule à décanter et ajouter 50 mL de dichlorométhane. Séparer les phases.
- ⑥ Extraire la phase aqueuse avec trois fois 25 mL de dichlorométhane.
- ⑦ Rassembler les phases organiques et les sécher avec du sulfate de magnésium anhydre  $\text{MgSO}_4(\text{s})$ . Filtrer et récupérer la phase organique.
- ⑧ Le solvant organique est évaporé et on obtient alors 7,1 g d'une huile incolore : le composé A.

**Données:**

Quelques informations relatives aux espèces chimiques de l'étape 1 du protocole expérimental

Espèce chimique, Formule brute Masse molaire	État physique Température d'ébullition Densité par rapport à l'eau à 20°C (à la pression atmosphérique)
Cyclopentanone $C_5H_8O$ $M_{\text{cyclo}} = 84,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 130,5 \text{ °C}$ $\rho_{\text{cyclo}} = 950 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
Solution aqueuse d'ammoniac à $10,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $NH_3(\text{aq})$ $M_{NH_3} = 17,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 50 \text{ °C}$ $\rho_{NH_3(\text{aq})} = 910 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
Cyanure de potassium $KCN_{(s)}$ $M_{KCN} = 65,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Solide blanc Non renseigné Non renseigné
A $C_6H_{10}N_2$ $M_A = 110,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Huile incolore Non renseigné Non renseigné

Masse volumique de l'eau à 20°C :  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

Masse volumique du dichlorométhane :  $\rho_{\text{dichlo}} = 1330 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

Tableau des miscibilités entre différentes espèces chimiques

	Eau	Dichlorométhane	Molécule A
Eau		Non miscible	Bonne
Dichlorométhane	Non miscible		Très bonne
Molécule A	Bonne	Très bonne	


Valeurs des électronégativités de certains atomes (selon Pauling)

Atomes	H	C	O	N
Électronégativité	2,1	2,5	3,5	3,0

**1. À propos des réactifs et produits**

1.1. Définir un composé organique.

1.2. Recopier la molécule de cyclopentanone et la molécule A sur la copie et y ajouter tous les doublets non liants de la molécule. Justifier la démarche.

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 Liberté - Égalité - Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	(Les numéros figurent sur la convocation.)																			
Né(e) le :			/			/														

1.1

1.3. Entourer le groupe caractéristique présent sur la molécule de cyclopentanone et préciser le nom de la famille de composés associée.

## 2. Analyse du protocole

Deux solvants sont mélangés lors de cette synthèse, l'eau et le méthanol, dont le mélange est homogène.

2.1. Représenter le schéma de Lewis de la molécule d'eau, puis celui de la molécule de méthanol de formule brute  $\text{CH}_4\text{O}$ .

2.2. Donner le nom de l'interaction prépondérante entre l'eau et le méthanol qui permet d'expliquer la présence d'une seule phase dans le milieu réactionnel. Justifier à l'aide d'un schéma.

2.3. Citer le nom du montage utilisé lors du chauffage. Donner son intérêt.

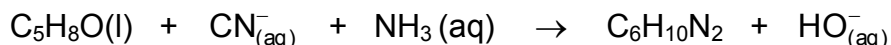
2.4. Donner le nom de l'opération effectuée lors des étapes ⑤ et ⑥ du protocole de synthèse.

2.5. Sur l'annexe 1 à rendre avec la copie compléter le schéma correspondant à la fin de l'opération ⑤. Préciser la nature des phases sur le schéma en justifiant la réponse sur la copie et indiquer dans quelle phase se trouve le composé A.

2.6. Donner le nom de l'opération ⑦ et préciser le rôle du sulfate de magnésium anhydre ajouté à la phase organique lors de cette étape.

## 3. Rendement de la synthèse

L'équation de la réaction modélisant la transformation associée à l'étape 1 est la suivante :

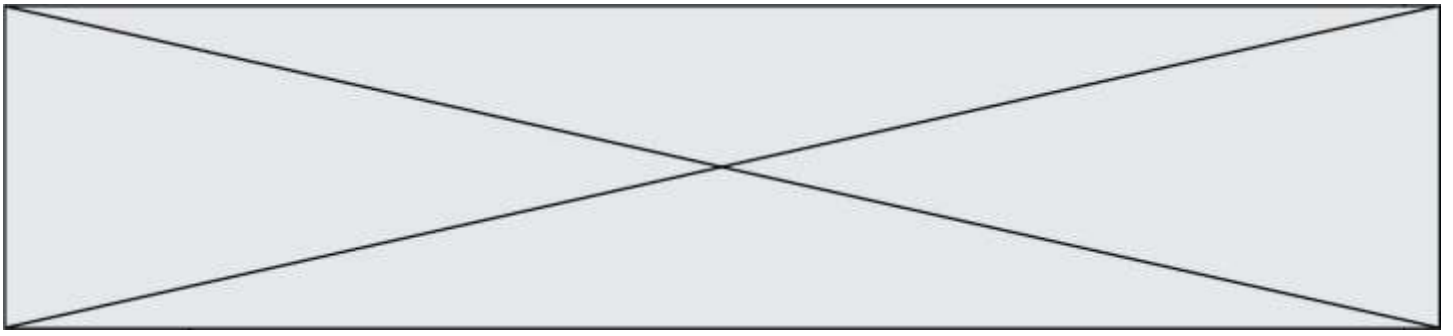


3.1. Calculer les quantités de matière d'ammoniac et de cyclopentanone introduites initialement dans le milieu réactionnel.

3.2. En déduire la valeur de l'avancement maximal de la réaction  $x_{\text{max}}$ .

3.3. Définir le rendement de la synthèse et le calculer en admettant que l'huile incolore obtenue correspond au composé A pur.





Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


*(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)*

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

*(Les numéros figurent sur la convocation.)*

Né(e) le :  /  /

 Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Annexe à rendre avec la copie

Question 2.4.

