





Le train est initialement immobilisé au point A avec la vitesse initiale  $v_0 = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Grâce à un moteur linéaire électrique il est accéléré, sur une piste horizontale, par une force constante entre les points A et B pendant une durée  $\Delta t = 2,5 \text{ s}$  pour atteindre sa vitesse maximale  $v_{\max}$  au point B. À partir du point C, il parcourt la première montée pour atteindre son sommet au point D à une hauteur  $h = 38 \text{ m}$  au-dessus de la piste de lancement.

On considère, en première approximation, que les frottements sont négligeables.

- Quelques caractéristiques de l'attraction :

Masse du train	$m = 10 \text{ t}$
Puissance du moteur linéaire	$P = 1,5 \text{ MW}$
Durée de lancement	$\Delta t = 2,5 \text{ s}$
Vitesse maximale	$v_{\max} = 100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
Hauteur maximale de l'attraction (par rapport à la piste de lancement)	$h_{\max} = 38 \text{ m}$

Sources : d'après <https://www.europapark.de/fr/attractions/blue-fire-megacoaster-powered-gazprom>

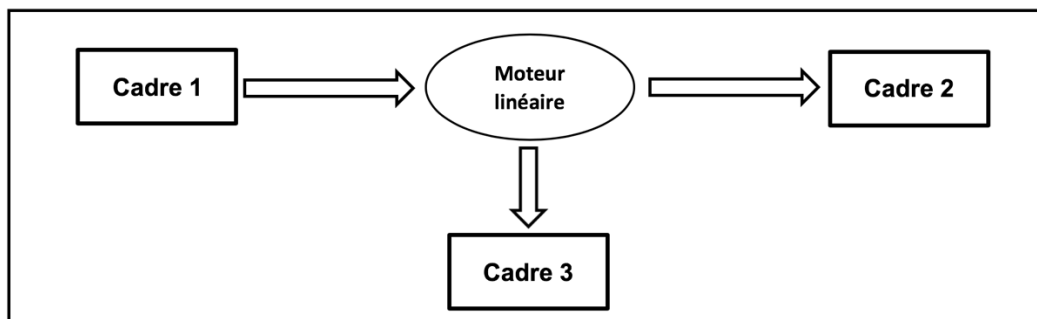
<http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http%3A%2F%2Fwww.europapark.de%2Flang-fr%2Fc51%2Fm242%2Fd459%2Fdefault.html>

Données :

- intensité du champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;
- le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est choisi pour l'altitude  $y = 0$  :  $E_{pp}(A) = 0 \text{ J}$ .

## 1. Étude de la chaîne énergétique

1.1. La chaîne énergétique suivante permet de schématiser la conversion d'énergie lors du lancement du train :



Sans recopier la chaîne énergétique ci-dessus, donner la forme d'énergie à faire apparaître dans chaque cadre numéroté de 1 à 3.

Pour cela, indiquer sur la copie le numéro du cadre et lui associer une forme d'énergie.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

1.2. Montrer que l'énergie cinétique du train  $E_{\text{train}}$  à la fin de la phase de lancement vaut  $E_{\text{train}} = 3,9 \text{ MJ}$ .

1.3. Le rendement du moteur linéaire étant donné par la relation  $\eta = \frac{E_{\text{train}}}{E_{\text{électrique}}}$  où  $E_{\text{électrique}}$  est

l'énergie électrique fournie au moteur linéaire, déterminer la valeur du rendement  $\eta$ . Commenter la valeur obtenue en apportant un regard critique sur les données fournies par le constructeur.

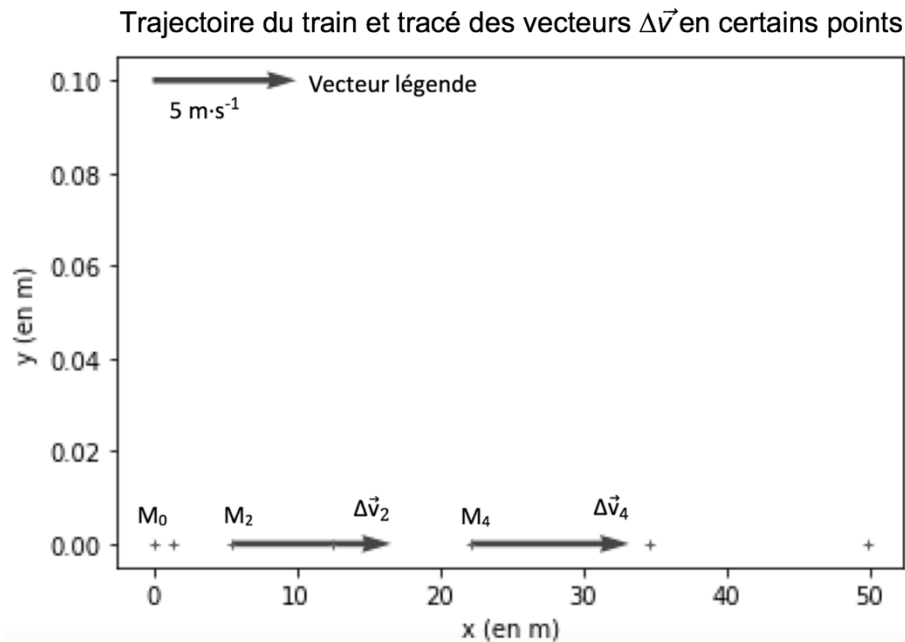
## 2. Simulation de la propulsion du train

Afin d'illustrer la phase de lancement, le programme suivant écrit en langage Python permet de simuler la trajectoire du train ainsi que de tracer les vecteurs variation de vitesse  $\Delta \vec{v}$  en quelques points de cette trajectoire sur une durée  $\Delta t$ . Le modèle utilisé formule l'hypothèse d'un mouvement à accélération constante.

```
1 # Modélisation de la trajectoire d'un train de parc d'attraction
2 # lors de son lancement
3
4 # Importation de librairie
5 import matplotlib.pyplot as plt
6
7 # Déclaration des listes de coordonnées
8 x,v_x,Dv_x = [],[],[]
9 y = [0,0,0,0,0,0,0]
10
11 # Durée entre chaque point de la trajectoire
12 Dt = 0.5
13
14 # Calcul des coordonnées des points par modélisation
15 for k in range(0,7):
16     t = k*Dt
17     x.extend([5.54*t**2])
18
19 # Représentation des points de la trajectoire
20 plt.plot(x, y, '+', markersize=4)
21
22 # Calcul des coordonnées des vecteurs vitesse et vecteurs variation de vitesse en chaque point
23 for k in range(0,6):
24     v_x.extend([...])
25 for k in range(0,5):
26     Dv_x.extend([(v_x[k+1]-v_x[k])])
27
28 # Tracé des vecteurs variation de vitesse aux points M2 et M4
29 facteur = 2 # Facteur d'échelle des vecteurs
30 plt.quiver(x[2],y[2], Dv_x[2]*facteur, 0, color="blue", scale=1, scale_units='xy')
31 plt.quiver(x[4],y[4], Dv_x[4]*facteur, 0, color="blue", scale=1, scale_units='xy')
32 # Tracé d'un vecteur légende pour les vecteurs variation de vitesse
33 plt.quiver(0,0.1, 5*facteur, 0, color="blue", scale=1, scale_units='xy')
34
35 #Configurer l'aspect du graphique
36 plt.xlabel("x (en m)")
37 plt.ylabel("y (en m)")
38 plt.title("Trajectoire du train et vecteurs  $\Delta v$  en certains points")
39
```



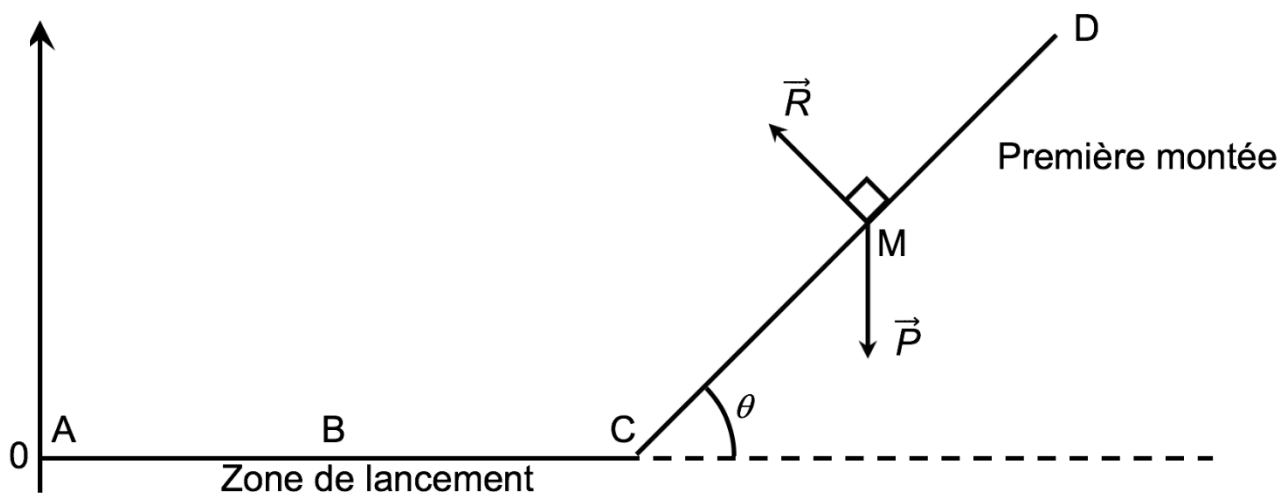
La fenêtre suivante présente le résultat obtenu :



- 2.1. Compléter la ligne 24 du programme de simulation en modifiant la partie entre les crochets [...] afin de calculer les coordonnées  $v_x[k]$  des vecteurs vitesses aux différents points de la trajectoire.
- 2.2. Déterminer graphiquement les valeurs  $\Delta v_2$  et  $\Delta v_4$  des normes des vecteurs  $\Delta\vec{v}$  aux points  $M_2$  et  $M_4$ .
- 2.3. Expliquer comment semble évoluer le vecteur  $\Delta\vec{v}$  au cours de la phase de lancement du train.
- 2.4. Donner la relation approchée entre le vecteur variation de vitesse  $\Delta\vec{v}$  du train et la somme des forces extérieures  $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$  qui s'appliquent sur celui-ci.
- 2.5. En déduire les caractéristiques du vecteur  $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$ .

### 3. Étude du train lors de la première ascension

Une modélisation simplifiée de la trajectoire du train, considéré comme un point matériel M, entre les points A et D peut être donnée par le schéma suivant, représenté sans souci d'échelle.

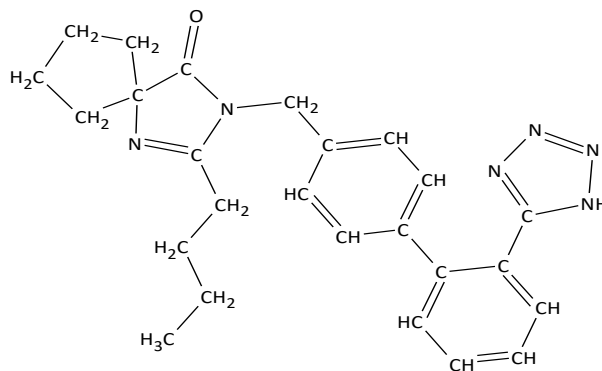


3.1. Exprimer le travail  $W_{CD}(\vec{P})$  du poids sur le trajet CD en fonction de  $\overline{CD}$  et de  $\vec{P}$  puis montrer que  $W_{CD}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (y_C - y_D)$ .

3.2. Donner la valeur du travail  $W_{CD}(\vec{R})$  de la force de réaction des rails lors de la première montée. Justifier.

3.3. Établir l'expression de l'altitude maximale  $h_{max}$  que pourrait atteindre le train en l'absence de frottements puis calculer sa valeur. Commenter.

### PARTIE B

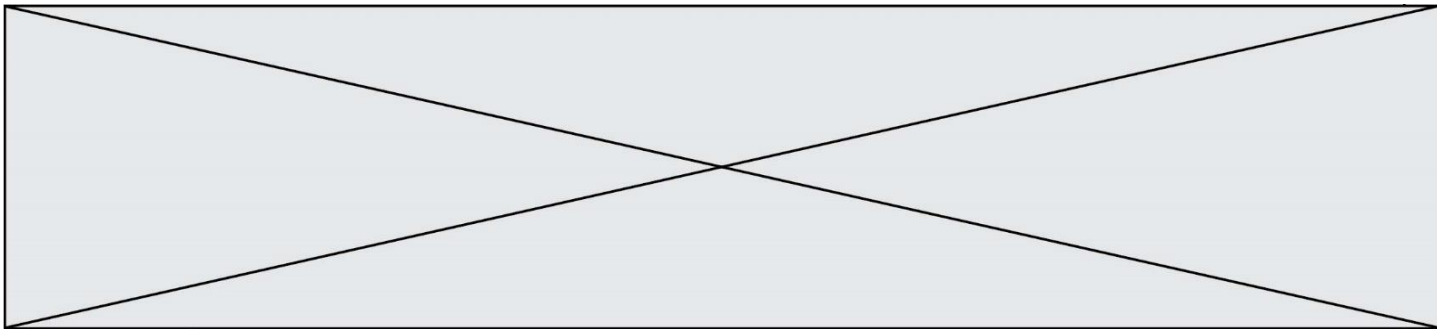


Synthon d'un antihypertenseur (10 points)

Irbesartan

L'irbesartan, dont la formule est représentée ci-contre, est un composé organique utilisé dans le traitement de l'hypertension artérielle.

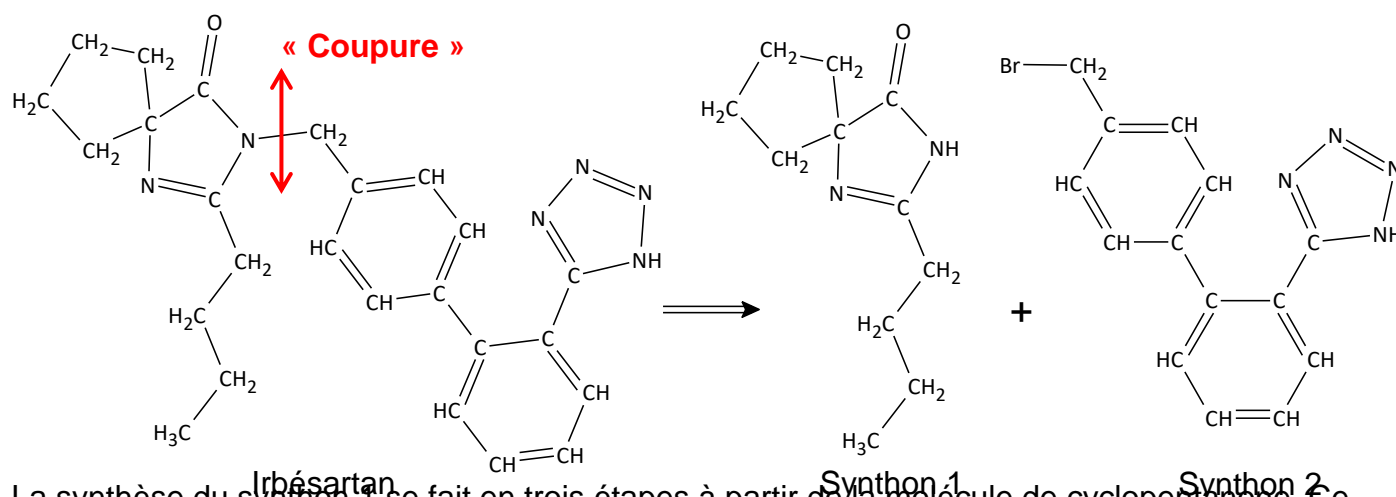
Cette espèce présente des points communs avec une hormone produite naturellement par l'organisme responsable d'une élévation de la pression artérielle. L'irbesartan vient se fixer sur les récepteurs spécifiques de cette hormone, les empêchant alors de la reconnaître et évitant ainsi une élévation trop importante de la pression artérielle.



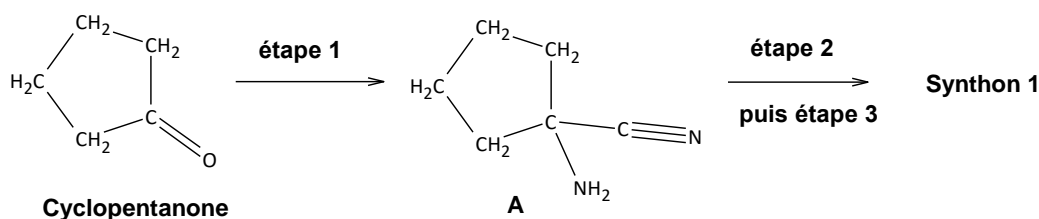
d'après Thèse : Conception et synthèse de métalloprotéases et de cibles à ligand acide, Cousaert N., 2008 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00356629/document>

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) :



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.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

- 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  $MgSO_4(s)$ . 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 $10,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $NH_3(aq)$ $M_{NH_3} = 17,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 50 \text{ °C}$ $\rho_{NH_3(aq)} = 910 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
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 :  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

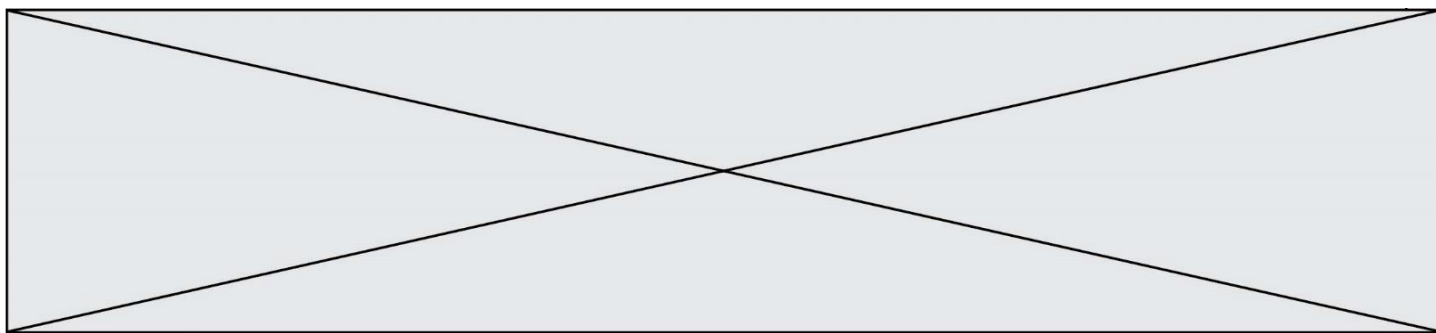
Masse volumique du dichlorométhane :  $\rho_{\text{dichlo}} = 1330 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

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.

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.

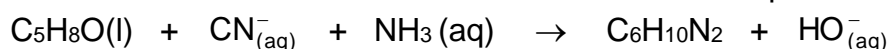
2.4. Donner le nom de l'opération effectuée lors des étapes ⑤ et ⑥ du protocole de synthèse.

2.5. **Sur l'annexe 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 :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Annexe à rendre avec la copie

Question 2.5.

