

**Exercice 1 (5 points) : Temps et relativité restreinte**

1) Énoncer le postulat d'Einstein pour la vitesse de la lumière.

2) Notion d'évènement

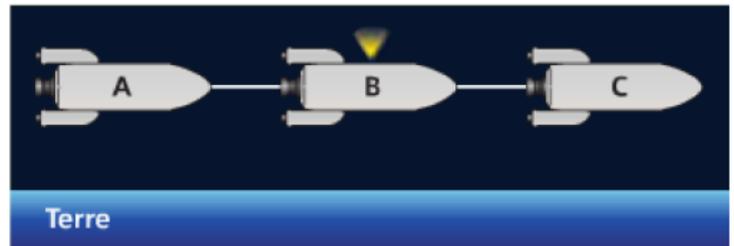
Un train traverse un tunnel. Définir les deux évènements qui permettent de mesurer la durée nécessaire à la traversée du tunnel.

**Pour les questions 3 à 8, choisir la ou les bonne(s) réponse(s) en justifiant.**

3) Evènements simultanés

Trois vaisseaux spatiaux accrochés les uns aux autres se déplacent à vitesse constante par rapport à la Terre. La distance entre le vaisseau de tête et le vaisseau du milieu est la même qu'entre le vaisseau central et le vaisseau de queue.

Le vaisseau central envoie un signal lumineux aux deux autres.



- a) Dans le référentiel des vaisseaux, les deux vaisseaux extrêmes reçoivent le signal en même temps.
- b) Dans le référentiel des vaisseaux, l'un des vaisseaux extrêmes reçoit le signal avant l'autre.
- c) Dans le référentiel terrestre, les deux vaisseaux extrêmes reçoivent le signal en même temps.
- d) Dans le référentiel terrestre, l'un des vaisseaux extrêmes reçoit le signal avant l'autre.

4) Temps propre

Une fusée va de la Terre à la Lune à vitesse constante. La durée propre du vol :

- a) est mesurée dans le référentiel terrestre.
- b) est mesurée dans le référentiel de la Lune.
- c) est mesurée dans le référentiel de la fusée.
- d) est la même dans tous les référentiels.

5) Durée impropre et durée propre

La durée impropre entre deux évènements :

- a) est égale à la durée propre.
- b) est inférieure à la durée propre.
- c) est supérieure à la durée propre.
- d) dépend de la vitesse du référentiel de l'observateur effectuant la mesure.

6) Durée impropre et vitesse

Dans un référentiel galiléen qui se déplace à vitesse constante  $v$  par rapport au référentiel propre, la durée entre deux évènements :

- a) est proportionnelle à  $v$ .
- b) est inversement proportionnelle à  $v$ .
- c) augmente si  $v$  augmente.
- d) diminue si  $v$  augmente.

7) Dilatation des durées

Des particules radioactives ont une durée de vie moyenne  $T_a = 10$  s dans leur référentiel propre. Grâce à un accélérateur de particules, leur vitesse est portée à  $v = 0,95 c$ . Quelle est leur durée de vie moyenne  $T$  dans le référentiel du laboratoire?

- a)  $T = 3,1$  s
- b)  $T = 9,5$  s
- c)  $T = 25$  s
- d)  $T = 32$  s

### 8) Mesure de vitesse

Un vaisseau spatial se déplace à vitesse constante  $v$  par rapport à la Terre. La durée nécessaire à ce vaisseau pour traverser une galaxie, mesurée par rapport à la Terre, est trois fois plus grande que cette même durée mesurée dans le référentiel du vaisseau. La vitesse du vaisseau est :

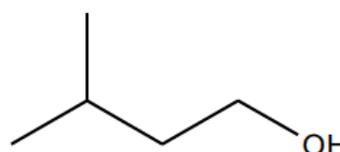
a) $v = \frac{c}{3}$	b) $v = c$	c) $v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c$	d) $v = 3c$
----------------------	------------	--------------------------------	-------------

Rappel : 
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

## Exercice 2 : A propos de stéréochimie (6,5 points)

### 1. Isomérisie du 3-Méthylbutan-1-ol

La formule topologique du 3-méthylbutan-1-ol est :



- Donner la formule brute de la molécule
- Rappeler la définition de l'isomérisie

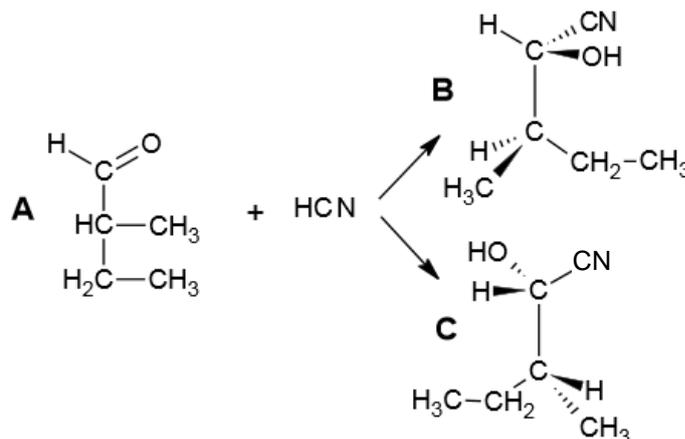
Pour les questions suivantes vous êtes libres de choisir la représentation qui vous convient.

- Proposer un isomère de position du 3-méthylbutan-1-ol. Le nommer
- Proposer un isomère de fonction du 3-méthylbutan-1-ol.
- Proposer un isomère de chaîne du 3-méthylbutan-1-ol. Le nommer

### 2. Synthèse asymétrique

Il est souvent nécessaire de disposer d'une molécule sous la forme d'un énantiomère pur. Or, lors des synthèses organiques au laboratoire ou dans l'industrie, les chimistes obtiennent le plus souvent deux énantiomères en proportions égales. Cependant, lorsqu'un des réactifs est présent sous la forme d'un seul énantiomère et que l'on introduit un nouvel atome de carbone asymétrique, on obtient généralement deux produits dont l'un est majoritaire : on parle de *synthèse asymétrique*.

Ainsi, pour la réaction écrite ci-contre, les produits B et C ne sont pas obtenus en quantités égales.



D'après Bordas –Collection Espace (2012)

- Dans quel domaine peut-il être indispensable de disposer d'un énantiomère pur ? Justifier en une phrase.
- Comment appelle-t-on un mélange équimolaire de deux énantiomères ?
- Qu'appelle-t-on « carbone asymétrique » ?
- Indiquer quel est le carbone responsable de la chiralité de la molécule A. Le repérer à l'aide d'un \*. Justifier.
- Combien de stéréoisomères de configuration possède cette molécule A ? Les dessiner.

- f) La molécule B est chirale. Représenter son énantiomère.
- g) Justifier que les molécules B et C sont des diastéréoisomères.
- h) Comment distinguer expérimentalement les molécules B et C ?
- i) Donner une représentation de Cram d'un isomère de conformation de la molécule B. Peut-on distinguer expérimentalement les 2 conformères. Pourquoi ?

### Exercice 3 : Synthèse organique (8,5 points)

L'acétate d'éthyle est un liquide utilisé comme solvant pour les vernis à ongles et certaines colles, en raison de sa faible nocivité et de sa volatilité importante. Il est aussi utilisé dans l'industrie agroalimentaire dans certains arômes fruités.

La synthèse de l'acétate d'éthyle est facilement réalisable au laboratoire. Un exemple de protocole expérimental est décrit ci-dessous :

**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$ ) et quelques grains de pierre ponce. Porter le mélange à ébullition dans un dispositif de chauffage à reflux pendant 30 minutes.

**Étape 2.** Laisser refroidir le mélange réactionnel à l'air ambiant puis dans un bain d'eau froide. Verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter contenant environ 50 mL d'eau salée. Agiter prudemment quelques instants en dégazant régulièrement, puis éliminer la phase aqueuse.

**Étape 3.** Ajouter alors à la phase organique 60 mL d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{Na}^+_{(aq)}$  +  $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ ) de concentration molaire  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Laisser dégazer et décanter puis éliminer la phase aqueuse. Recueillir la phase organique dans un bécher. Sécher cette phase avec du chlorure de calcium anhydre puis filtrer. Recueillir le filtrat dans un erlenmeyer propre et sec.

Une synthèse réalisée au laboratoire en suivant ce protocole a permis d'obtenir un volume de filtrat égal à 5,9 mL.

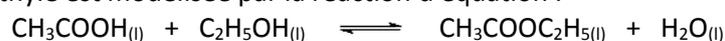
#### Données

Couple acide/base:  $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_{2(aq)} / \text{HCO}_3^-_{(aq)}$

	Acide acétique	Éthanol	Acétate d'éthyle
Masse molaire ( $\text{g.mol}^{-1}$ )	60,0	46,1	88,1
Masse volumique ( $\text{g.mL}^{-1}$ )	1,05	0,789	0,925
Température d'ébullition ( $^{\circ}\text{C}$ )	118	78,4	77,1
Température de fusion ( $^{\circ}\text{C}$ )	16,6	- 117	- 83,6
Solubilité dans l'eau	Très grande	Très grande	87 $\text{g.L}^{-1}$ à $20^{\circ}\text{C}$
Solubilité dans l'eau salée	Très grande	Très grande	Presque nulle

#### 1. Réaction de synthèse

La synthèse de l'acétate d'éthyle est modélisée par la réaction d'équation :

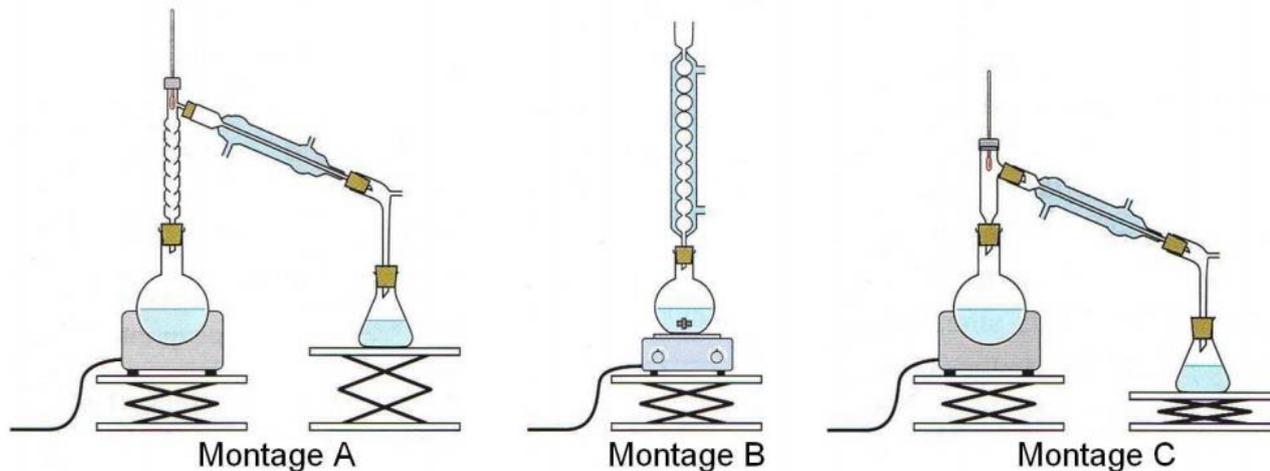


- 1.1.** Identifier, en justifiant votre réponse, les fonctions chimiques des molécules organiques intervenant dans la réaction de synthèse.

1.2. Quel est le nom de l'acétate d'éthyle en nomenclature officielle ?

## 2. Protocole expérimental

2.1. Parmi les montages suivants, justifier celui qu'il convient de choisir pour l'étape 1.  
Pourquoi les deux autres montages ne conviennent-ils pas ?



2.2. Proposer un titre pour nommer chacune des trois étapes du protocole.

2.3. Justifier, en argumentant avec une équation de réaction si cela est nécessaire, le choix dans ce protocole des conditions opératoires suivantes :

- ajout d'acide sulfurique concentré,
- chauffage à reflux,
- mélange avec de l'eau salée,
- ajout d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium.

## 3. Rendement

3.1. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse en expliquant la méthode mise en œuvre.

3.2. Est-il exact de dire que ce rendement est égal à la proportion d'éthanol consommé au cours de la transformation ? Commenter.

## 4. Mécanisme réactionnel

Le mécanisme réactionnel modélisant la réaction de synthèse de l'acétate d'éthyle à partir de l'acide acétique et l'éthanol comporte cinq étapes représentées sur l'annexe située **en annexe à rendre avec la copie**.

4.1. Quels groupes d'atomes correspondent respectivement aux lettres R et R' ?

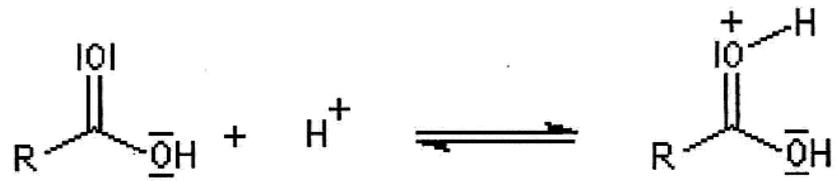
4.2. Compléter les étapes 1 à 5 avec une ou plusieurs flèches courbes, si nécessaire.  
Que représentent ces flèches courbes ?

4.3. Donner la catégorie des réactions des étapes 2 et 4, dans le sens direct.

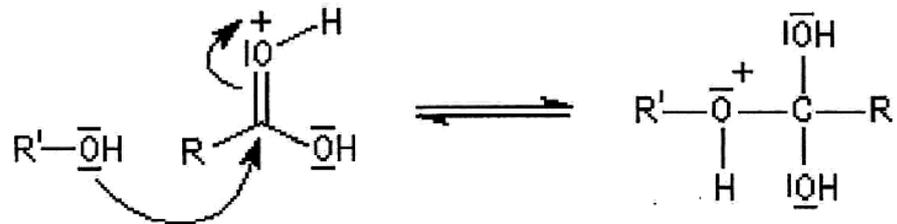
4.4. D'après le mécanisme proposé, quel est le rôle joué par  $H^+$  dans la synthèse de l'acétate d'éthyle ?  
Commenter.

Annexe de l'exercice 3 à rendre avec la copie

Étape 1



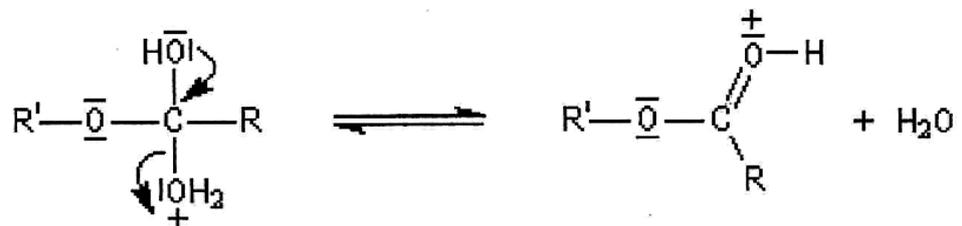
Étape 2



Étape 3



Étape 4



Étape 5

