

# Physique - Chimie

## DEVOIR SUR TABLE N° 1

L'épreuve a été conçue pour être traitée sans calculatrice.

**L'usage des calculatrices est rigoureusement interdit.**

**TOUT DOCUMENT INTERDIT.**

Les résultats numériques doivent être précédés d'un **calcul littéral**.

**La présentation et la rédaction** font partie du sujet et interviennent dans la notation.

**I] EXERCICE 1 :** sur 10,0 points. **SYNTHÈSES ORGANIQUES**

**A] Hémisynthèse de l'aspirine.**

En 1853, C.-F. GERHARDT, un chimiste français, réussit la première synthèse de l'aspirine. Réalisée à partir de l'acide salicylique extrait de l'écorce de saule, il s'agit d'une hémisynthèse.

Au laboratoire, la synthèse de l'aspirine peut être réalisée à partir de l'acide salicylique et de l'anhydride éthanoïque.

L'équation chimique de la réaction s'écrit :



Les différentes étapes du protocole sont listées ci-dessous.

**Étape 1** \* Dans un erlenmeyer, introduire 25 mmol d'acide salicylique, 53 mmol d'anhydride éthanoïque, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et un barreau aimanté.

\* Adapter un réfrigérant à air sur l'erlenmeyer.

\* Plonger l'erlenmeyer dans un bain-marie à 70°C placé sur un agitateur magnétique chauffant.

\* Chauffer le mélange réactionnel tout en agitant pendant 20 min.

**Étape 2** \* Retirer l'erlenmeyer et laisser refroidir à l'air libre.

\* Introduire 50 mL d'eau glacée et agiter.

\* Placer l'erlenmeyer dans un bain d'eau glacée et laisser reposer. Un solide blanc se forme : l'aspirine.

Données.

Espèce chimique	Picto-grammes	Masse molaire (g·mol <sup>-1</sup> )	Solubilité dans l'eau froide
Acide salicylique		138	Peu soluble
Anhydride éthanoïque	 	102	Soluble
Aspirine		180	Peu soluble
Acide éthanoïque		60	Soluble
Acide sulfurique			Soluble

• Masse volumique de l'anhydride éthanoïque :  
1,08 g·mL<sup>-1</sup>

- Quelles précautions expérimentales doivent être prises lors de cette synthèse ? *Justifier.*
- Quel intérêt présente le montage utilisé.
- 3.1. Déterminer le volume d'anhydride éthanoïque  $V_{\text{anh}}$  à verser dans l'erlenmeyer.  
3.2. Calculer la masse d'acide salicylique  $m_{\text{sal}}$  à utiliser.
- Pourquoi refroidir l'erlenmeyer à la fin de l'Étape 2 ?
- Comment isoler le solide formé et contrôler sa pureté ?

**B] Synthèse de l'acide butanoïque.**

L'acide butanoïque se retrouve par exemple dans le beurre rance, le parmesan, et le contenu gastrique, où il dégage une odeur forte et désagréable. Il est ainsi utilisé dans la préparation de divers arômes (esters butanoates, esters d'acide butyrique) aux goûts agréables, qui, de ce fait, sont utilisés comme additifs dans l'alimentation et les parfums.

Grâce à sa forte odeur, il est également utilisé comme additif pour les appâts de pêche.

Au laboratoire, on fait réagir une masse  $m = 1,33$  g de butan-1-ol,  $C_4H_{10}O$ , avec un volume  $V = 50,0$  mL d'une solution acidifiée de permanganate de potassium,  $K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$ , de concentration apportée  $C = 0,400$  mol.L<sup>-1</sup> selon l'équation chimique :



Les ions hydrogène,  $H^+_{(aq)}$ , sont en excès. La masse d'acide butanoïque,  $C_4H_8O_2_{(liq)}$ , obtenu est  $m' = 1,32$  g.

**Données.**  $M(C_4H_{10}O) = 74,0$  g.mol<sup>-1</sup> ;  $M(C_4H_8O_2) = 88,0$  g.mol<sup>-1</sup>.

1. Établir les demi-équations électroniques permettant d'obtenir l'équation chimique ci-dessus.
2. 2.1. Calculer la quantité de matière initiale de butan-1-ol et la quantité de matière initiale d'ion permanganate.  
2.2. Identifier le réactif limitant, en s'aidant éventuellement d'un tableau d'avancement.
3. 3.1. Définir le rendement d'une synthèse organique.  
3.2. Calculer la quantité de matière d'acide butanoïque obtenue.  
3.3. Calculer le rendement de la synthèse réalisée.

**Aides aux calculs :**  $\frac{53}{1,08} \cong 49$  ;  $53 \times 1,08 \cong 57$  ;  $\frac{266}{74} \cong 3,6$ .

## II ] EXERCICE 2 : sur 10,0 points.

### P E N D U L E S

#### A] Pendule simple.

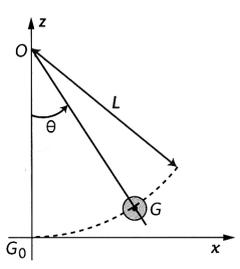
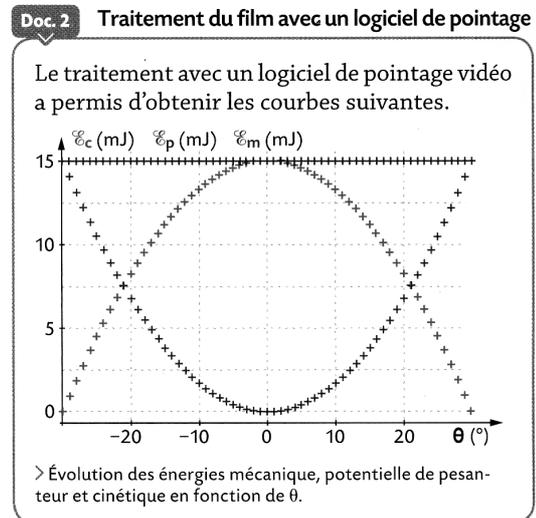
On a filmé le mouvement d'un pendule simple, lâché sans vitesse initiale.  
On donne les documents suivants et la valeur de  $g = 9,81$  m.s<sup>-2</sup>.

**Doc. 1** Description du pendule simple

Un pendule est constitué d'une bille supposée ponctuelle de masse  $m = 30$  g suspendue à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable. L'autre extrémité du fil est accrochée en un point  $O$  fixe dans le référentiel terrestre.

Le repère  $(G_0, x, z)$  est orienté comme sur la figure ci-contre. L'altitude de  $G_0$  est prise pour référence des énergies potentielles de pesanteur.

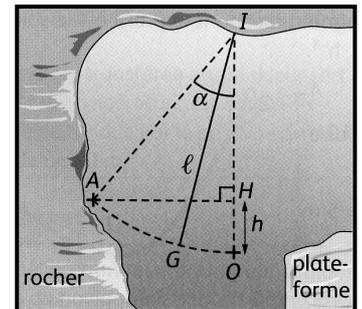
On montre que l'ordonnée du point  $G$  est liée à l'angle  $\theta$  par la relation :

$$z_G = L \cdot (1 - \cos\theta)$$



1. Donner l'expression littérale de l'énergie cinétique du pendule, en précisant la signification de chacune des grandeurs et les unités.
2. 2.1. Faire de même pour l'énergie potentielle de pesanteur.  
2.2. Pour quel angle  $\theta$  l'énergie potentielle de pesanteur du pendule est-elle nulle ?
3. D'après les courbes du Document 2, comment l'énergie mécanique du système varie-t-elle ? *Que peut-on en conclure sur les forces de frottement de l'air exercées sur la bille du pendule ?*
4. Identifier les transferts énergétiques lors d'une période d'oscillation du pendule.
5. 5.1. Quelle est l'énergie cinétique maximale du pendule ?  
5.2. En déduire la valeur maximale de la vitesse du pendule.  
5.3. Calculer la hauteur maximale atteinte par le pendule.
6. 6.1. Quel est l'angle maximal  $\theta_{max}$  atteint par le pendule ?  
6.2. Donner l'expression littérale permettant de calculer la longueur  $L$  du pendule.

#### B] Alpinisme.

Un alpiniste, modélisé par un solide ponctuel  $G$ , de masse  $m = 80$  kg, est situé en un point  $A$  sur une montagne. En situation délicate du fait d'un manque d'appui, il décide de « penduler » pour gagner une plateforme plus confortable. Pour cela, il se laisse partir en chute dans le vide, sans vitesse initiale, suspendu à sa corde, de masse négligeable, qui a été fixée en un point  $I$  par son compagnon de cordée. Il passe en un point  $O$  situé à la verticale de  $I$  avec une vitesse de valeur  $v_0$ .



**Données.** L'angle entre la corde et la verticale au départ est :  $\alpha = 40^\circ$ . Au cours de la chute, lorsque la corde est tendue, la distance entre l'alpiniste et le point de fixation de la corde ne varie pratiquement pas :  $IG = \ell = 10$  m.

1. Montrer que la valeur  $v_0$  de la vitesse de l'alpiniste en  $O$  peut s'écrire:  $v_0 = \sqrt{2gh}$ .
2. En déduire l'expression littérale de  $v_0$  en fonction de  $\alpha$ ,  $g$  et  $\ell$ .