

4 Synthèse d'un conservateur

Exercice à caractère expérimental

L'acide benzoïque est un conservateur présent dans de nombreuses boissons sans alcool. Son code européen est E210. Il peut être préparé par synthèse en laboratoire.

Principe de cette synthèse : l'oxydation, en milieu basique et à chaud de l'alcool benzyllique $C_6H_5CH_2OH$ par les ions permanganate MnO_4^- en excès, conduit à la formation d'ions benzoate $C_6H_5O_2^-$ et de dioxyde de manganèse MnO_2 (solide brun).

Après réduction, par l'éthanol, des ions permanganate MnO_4^- excédentaires et élimination du dioxyde de manganèse MnO_2 , on obtient une solution incolore

contenant les ions benzoate. L'addition d'acide chlorhydrique à cette solution permet la cristallisation de l'acide benzoïque $C_6H_5CO_2H$ (solide blanc), que l'on recueille après filtration, lavage et séchage.

1. Donner, sans justifier, le nom des parties manquantes (verrerie, nom de montage...) notées de **❶** à **❸** dans le texte de l'encadré ci-dessous décrivant le protocole expérimental.

I. Formation de l'acide benzoïque

Après avoir versé dans un ballon bicol posé sur un valet et sous la hotte un volume $V_1 = 2,0 \text{ mL}$ d'alcool benzyllique puis bouché l'ensemble, on ajoute environ 20 mL de soude de concentration $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à l'aide d'..... **❶**

On introduit ensuite quelques grains de pierre ponce dans le ballon pour réguler l'ébullition lors du chauffage.

On réalise alors..... **❷**, permettant de chauffer le mélange sans perte de matière ni surpression. Après avoir versé lentement une solution aqueuse de permanganate de potassium dans le ballon, on porte le mélange à ébullition douce pendant 10 minutes environ.

On ajoute quelques millilitres d'éthanol afin d'éliminer le réactif en excès, puis on refroidit le ballon et son mélange.

II. Cristallisation de l'acide benzoïque

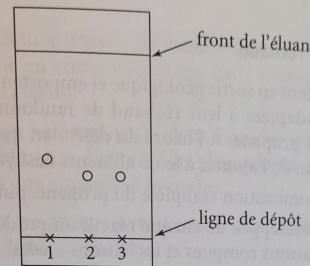
On filtre le mélange obtenu, rapidement, en utilisant..... **❸** et on recueille un filtrat limpide et incolore. Le filtrat est ensuite versé dans un bécher et refroidi dans la glace.

On ajoute prudemment 8,0 mL d'acide chlorhydrique concentré goutte à goutte et on observe la formation du précipité blanc d'acide benzoïque. On filtre et on rince avec un peu d'eau bien froide.

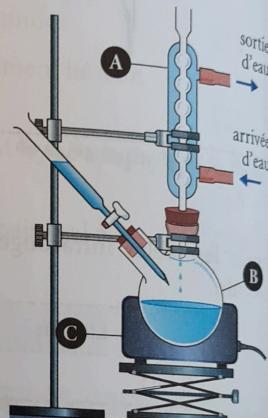
2. Nommer les éléments du montage repérés par les lettres A, B et C.

3. Afin de caractériser le produit formé, on réalise une chromatographie sur couche mince. Dans trois tubes à essai, on verse 1 mL d'éluant E. Dans le tube 1, on ajoute une goutte d'alcool benzyllique; dans le tube 2, une pointe de spatule du solide obtenu; et dans le tube 3, une pointe de spatule d'acide benzoïque pur.

On réalise une chromatographie sur couche mince à partir du contenu des trois tubes et de l'éluant E, puis on révèle le chromatogramme sous rayonnement UV.

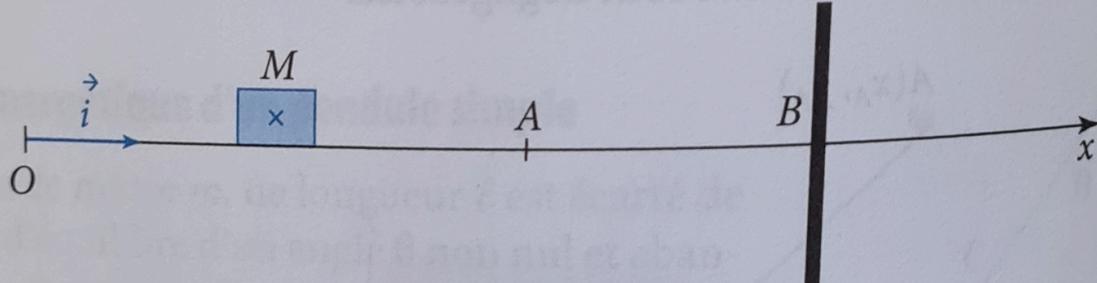


Interpréter le chromatogramme réalisé lors de la synthèse et conclure quant à la nature du solide obtenu.



6 Travail d'une force de frottement

On s'intéresse à un point matériel M de masse m susceptible de glisser le long d'un axe Ox . M part de O avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0 \vec{i}$ et rebondit en B pour repartir dans l'autre sens.



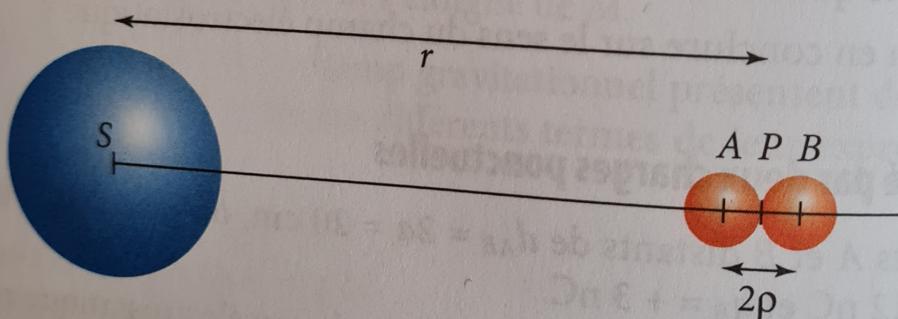
1. La loi de Coulomb du frottement postule que la composante tangentielle de la réaction du support est proportionnelle à sa composante normale. Soit f le coefficient de proportionnalité. En déduire la relation mathématique traduisant cette loi. Que représente la composante tangentielle ?
2. Etablir un bilan des forces agissant sur M . En déduire la valeur des composantes tangentielle et normale de la réaction du support.
3. Exprimer le travail de la force dissipative entre O et A sur l'aller seulement.
4. Exprimer le travail de la force dissipative sur le trajet aller-retour OA en passant par B . Conclure.

6 Sphère de Roche

La planète Saturne est entourée de nombreux satellites et d'anneaux.

Il existe une distance R_0 , appelée rayon de la sphère de Roche, qui marque la limite entre une zone où des satellites peuvent se former par assemblage de poussières cailloux, etc, formés en même temps que l'astre et une zone où cet assemblage est rendu impossible par l'action de l'astre. Il s'agit dans cet exercice de déterminer les raisons de l'existence de cette limite qui explique en partie l'existence des anneaux de Saturne.

On considère deux sphères homogènes identiques en contact, de masse m et de rayon ρ telles que la distance entre leurs centres A et B , soit $AB = 2\rho$. Le centre de gravité P de l'ensemble des deux sphères, milieu de $[AB]$, tourne à une distance r du centre S de Saturne. Les points S , A , P et B sont alignés.



1. Exprimer en fonction des paramètres utiles choisis parmi m , M_S la masse de Saturne, G , ρ , R_S le rayon de Saturne et r , la valeur de la force d'attraction F_{AB} qui s'exerce entre les deux sphères de centres respectifs A et B .

2. Les deux sphères sont attirées par Saturne par deux forces $F_{S/A}$ et $F_{S/B}$. On montre

08

que la valeur de la différence de ces forces vaut :

$$F_{S/A} - F_{S/B} = 4 \frac{G \cdot M_S \cdot m \cdot \rho}{r^3}$$

et que cette différence d'attraction a tendance à séparer ces deux sphères.

Pourquoi les deux sphères ne sont-elles pas attirées de la même façon par Saturne ?

3. R_0 , le rayon de la sphère de Roche, est tel que pour $r = R_0$, $F_{AB} = F_{S/A} - F_{S/B}$. Exprimer R_0 en fonction du rapport des masses et de ρ .

4. L'espace où les deux éléments A et B peuvent se regrouper pour donner naissance à un élément plus gros est-il défini par $r < R_0$ ou $r > R_0$? Justifier la réponse.

