

# DS de Physique-Chimie

## Exercice 1 : Estérification

Le méthanoate d'éthyle est un ester à odeur de rhum, très peu soluble dans l'eau. On veut le préparer par action d'un acide (A) sur un alcool (B).

- 1) a) Ecrire l'équation-bilan de la synthèse de cet ester.  
b) Donnez les noms de (A) et (B).  
c) Précisez les caractéristiques de cette réaction.
  
- 2) Dans un ballon, on mélange 20,0 mL de A et un volume  $v_B$  de B. On ajoute à ce mélange environ 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce puis on réalise un chauffage à reflux. On obtient 25,4 g d'ester.  
a) Faire le schéma du montage.  
b) Déterminez  $v_B$  pour que le mélange soit équimolaire.  
c) Quels sont les rôles de l'acide sulfurique? Du chauffage? De la pierre ponce? Du chauffage à reflux?
  
- 3) On recommence l'expérience en adaptant au ballon un dispositif de distillation permettant d'éliminer, au fur et à mesure, l'ester formé.  
a) Faire le schéma du montage.  
b) En justifiant la réponse, indiquez qualitativement l'effet du dispositif sur le rendement de la réaction.  
c) Citez une autre méthode permettant d'augmenter le rendement de la réaction. Calculez le rendement dans le cas où  $(n_B)_i = 2 (n_A)_i$

### Données:

Masses volumiques respectives de A et de B:

$$\mu_A = 1,2 \text{ g/cm}^3 \quad \mu_B = 0,79 \text{ g/cm}^3$$

Masses molaires:

$$M(H) = 1,00 \text{ g/mol} \quad M(C) = 12,0 \text{ g/mol} \quad M(O) = 16,0 \text{ g/mol}$$

Valeur de la constante d'équilibre associée à l'équation-bilan de la réaction d'estérification:  $K = 4,0$

## **Exercice 2 : Oscillateur mécanique horizontal**

Un ressort de masse négligeable, à spires non jointives, a un coefficient de raideur  $k$  et une longueur à vide  $l_0$ . L'axe du ressort est horizontal.

Il est fixé à son extrémité gauche à un support fixe.

Une bille, de masse  $m = 150$  g, est fixée à son extrémité droite.

Le mouvement de la bille est étudié dans le repère  $(O, i)$ .

L'origine  $O$  du repère coïncide avec la position de repos du centre d'inertie de la bille (le ressort étant ni étiré ni comprimé): l'axe est orienté de la gauche vers la droite.

On comprime le ressort de sorte qu'à l'instant initial  $t = 0$ ,  $x(0) = -0,10$  m, puis on abandonne la bille sans vitesse initiale.

On chronomètre 20 oscillations de la bille pendant lesquelles l'amplitude ne varie pas notablement: on lit une durée de 8,2 s.

- 1) Calculez la période  $T$  des oscillations peu amorties.
- 2) A l'aide de l'analyse dimensionnelle, montrez que  $2\pi\sqrt{(m/k)}$  a la dimension d'un temps.
- 3) Calculez la valeur de la constante de raideur du ressort.
- 4) Déterminez la valeur de la force exercée par le ressort sur la bille à l'instant 0.
- 5) Quelle est la valeur de l'accélération de la bille à cet instant initial  $t=0$ s ?

## **Exercice 3 : Energie mécanique d'un pendule simple**

Au cours d'une séance de TP, Mounir et Islam ont fabriqué un pendule de période propre  $T_0 = 2,00$ s (on dit qu'il « bat la seconde ») avec un fil fin et une bille en acier de rayon  $R = 18$  mm et une masse  $m = 200$  g.

Ils écartent le fil du pendule d'un angle  $\alpha_m$  de  $10^\circ$  par rapport à la verticale et l'abandonnent sans vitesse initiale.

Ils constatent après 20 oscillations que l'amplitude des oscillations n'a pas changé.

- 1) a) Comment caractériseriez-vous ce mouvement pendulaire.  
b) Déterminez la longueur  $l$  du pendule simple ainsi fabriqué.
- 2) a) Quelle est l'expression littérale de l'énergie potentielle initiale du pendule en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $l$  et  $\alpha_m$ ? On prendra pour origine des énergies potentielles la position du centre d'inertie de la bille à la position d'équilibre.  
b) Quelle est l'expression littérale de l'énergie mécanique du pendule à l'instant initial?
- 3) Quelle est la valeur maximale de la vitesse atteinte par la bille au cours du mouvement?
- 4) Ils remplacent ensuite la bille en acier par une boule en bois plus légère tout en conservant la longueur du pendule. Ils conservent également les conditions initiales précédentes.  
a) La vitesse de passage du pendule par la position d'équilibre change-t-elle? Justifiez.  
b) L'énergie mécanique de ce pendule a-t-elle la même valeur que celle du précédent?

## **Exercice 4 : Suspensions d'une automobile**

La suspension d'une automobile permet d'atténuer les vibrations verticales qui nuisent au confort et à la sécurité des passagers, par exemple lors du passage du véhicule dans un trou sur une route. Elle est constituée, au niveau de chaque roue, d'un ressort et d'un amortisseur.

On note  $G$  le centre d'inertie du véhicule. Lorsqu'on écarte le véhicule de sa position d'équilibre  $G_0$  et qu'on le lâche, il oscille autour de cette position. L'amplitude des oscillations décroît suivant le degré d'amortissement de la suspension.

L'ensemble du véhicule est équivalent à un oscillateur mécanique unique vertical de masse  $m$  et de raideur  $k$ .

On étudie le mouvement du centre d'inertie  $G$  seulement suivant la verticale. On repère son ordonnée  $y$  sur un axe  $Oy$  orienté vers le haut. La position  $G_0$  du centre d'inertie du système à l'équilibre (ressorts comprimés) est prise pour origine de l'axe  $Oy$ .

### Données:

Masse  $m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$

Constante de raideur du ressort équivalent  $k = 6,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}$

La force de frottement qui s'exerce sur la masse  $m$  est opposée à la vitesse du point  $G$  suivant la verticale, on peut l'écrire:

$$F = -\lambda \cdot V_y j$$

où  $V_y$  est la composante de la vitesse du point  $G$  par rapport à l'axe  $Oy$

où  $\lambda$  est une constante positive appelée coefficient d'amortissement ou de frottement.

On s'intéresse par la suite à l'influence de ce coefficient sur la qualité de la suspension.

## **I Oscillations libres de la suspension**

- Donnez l'expression littérale de la période.
- Evaluer celle de l'oscillateur caractérisé par la masse  $m$  et le coefficient de raideur  $k$  dont les valeurs ont été données dans le tableau 1.
- La figure 1 donne les trois courbes représentant  $y(t)$  pour trois véhicules dont seules les valeurs du coefficient d'amortissement sont différentes.

Expliquez pourquoi les courbes 1 et 3 correspondent respectivement aux coefficients d'amortissement  $\lambda_1$  et  $\lambda_3$ .

- L'une des courbes de la figure 1 correspond à un mouvement pseudo-périodique. Définissez le terme de « pseudo-période », puis déterminez sa valeur graphiquement.
- Le rôle de l'amortisseur est d'absorber rapidement les oscillations de la caisse. Le régime critique est le meilleur pour le confort et la sécurité des passagers. Quelle valeur du coefficient d'amortissement convient le mieux parmi les trois valeurs proposées?

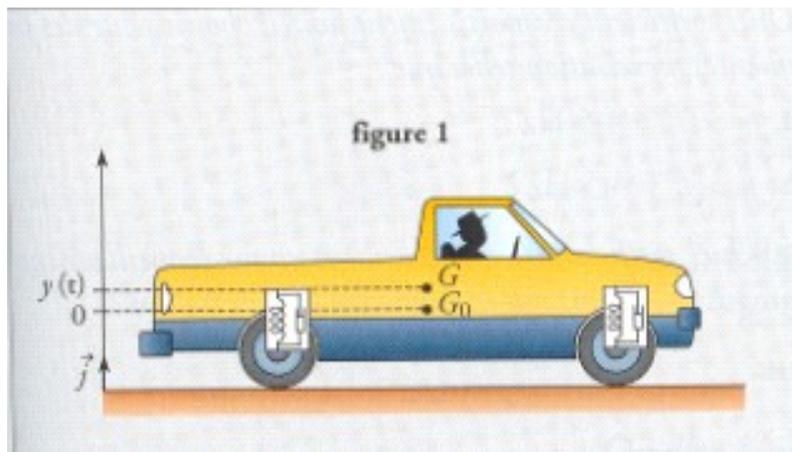
## **II Test des amortisseurs**

Pour tester chacun des amortisseurs, on soumet les roues à une même excitation sinusoïdale produite par un support placé sous chacune des roues (voir figure 2). La résolution des questions suivantes ne demande aucune mise en équation. On admettra que le comportement qualitatif du système s'apparente à celui d'un oscillateur amorti

soumis à une force excitatrice sinusoïdale.

- a) Quel type d'oscillations le système soumis à la force sinusoïdale effectue-t-il?
- b) Quel nom donne-t-on au support exerçant la force sinusoïdale? Quel nom donne-t-on à l'amortisseur?
- c) L'amplitude  $Y_E$  de l'excitation sinusoïdale est maintenue constante. La figure 3 donne les courbes représentant l'amplitude  $y_m$  des oscillations de la caisse en fonction de la fréquence  $f_E$  de l'excitation pour les trois valeurs du coefficient d'amortissement données dans la partie I. Pourquoi l'amplitude  $Y_E$  doit-elle être maintenue constante?
- d) Quel phénomène est mis en évidence lorsque l'amplitude  $y_m$  des oscillations de la caisse passe par une valeur maximale?
- e) Pour quelle fréquence ce phénomène est-il le plus nettement observé?
- f) La fréquence à laquelle il a lieu dépend-il de l'amortissement? Justifier.
- g) Sur les courbes, on voit qu'à la fréquence  $f = 4,5$  Hz de la force excitatrice, les amplitudes  $y_m$  sont les mêmes pour les trois valeurs de l'amortissement. On sait que plus l'amplitude des oscillations de la caisse est faible, meilleure est la qualité des amortisseurs. Quel coefficient d'amortissement faut-il choisir pour des fréquences d'excitation telles que:
  - $f_E < 4,5$  Hz ?
  - $f_E > 4,5$  Hz ?
- h) Quel coefficient d'amortissement donne le meilleur compromis quelle que soit la fréquence de l'excitation?

*Bon courage!!! C'est le dernier contrôle!!!*



| courbe n° 1   | courbe n° 2   | courbe n° 3   |
|---|---|---|
| $\lambda_1 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ | $\lambda_2 = 5,0 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ | $\lambda_3 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ |

tableau 1 : valeurs de  $\lambda$

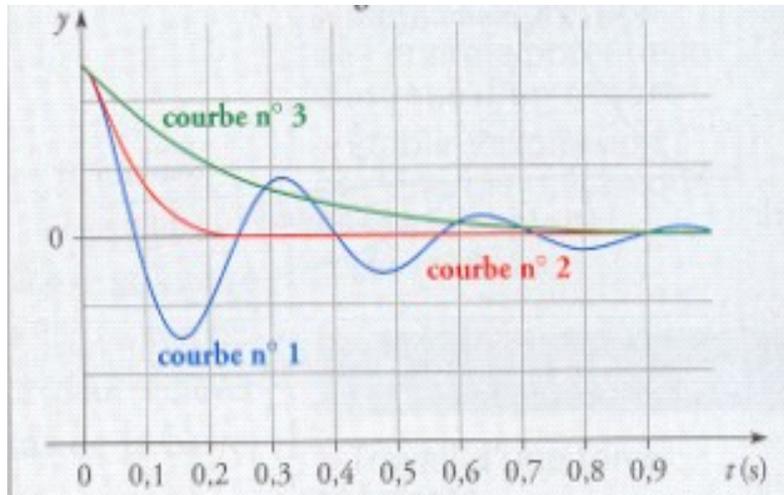


figure 1

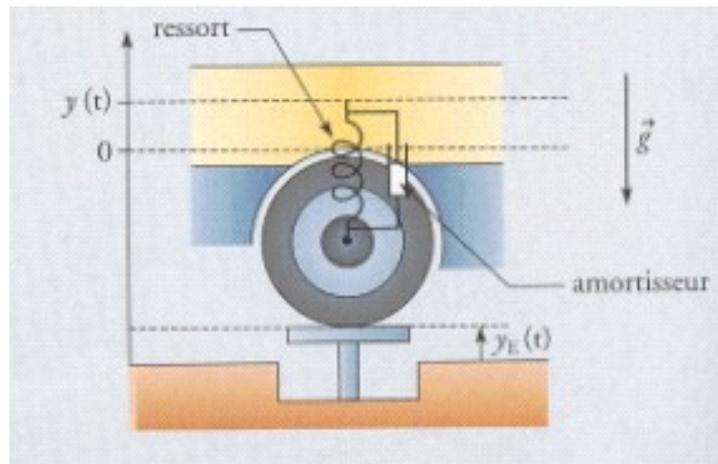


figure 2

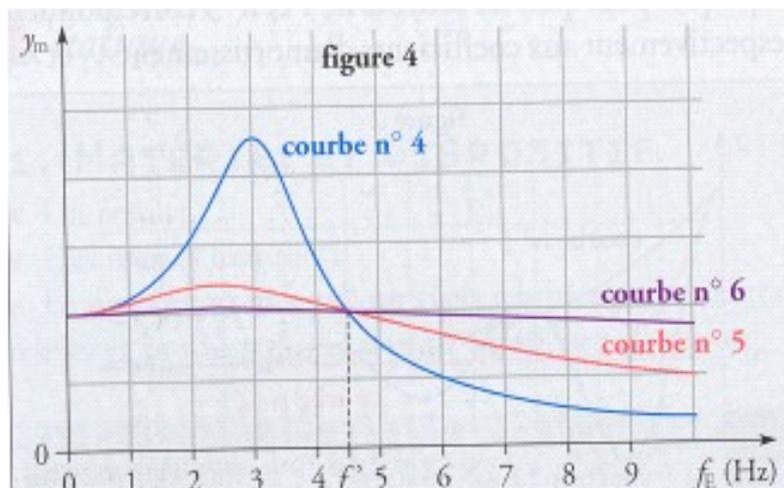


figure 3