

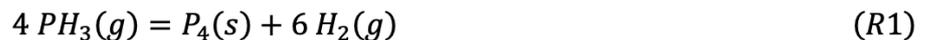
Chimie et mécanique

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction**, la **clarté** et la **précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

Problème : cinétique de la décomposition de la phosphine (extrait Banque PT)

On considère la décomposition thermique de la phosphine PH_3 sur catalyseur de silice $SiO_2(s)$ selon la réaction (R1) :



On étudie maintenant la cinétique de la réaction (R1), supposée totale. À $t = 0$, on introduit une quantité n_0 de phosphine et une quantité connue de catalyseur dans un réacteur indéformable, initialement vide, de volume V et maintenu à la température $T = 800 K$ pendant toute la durée de l'expérience. On mesure alors l'évolution temporelle de la pression totale P dans le réacteur. Les gaz sont modélisés par des gaz parfaits.

- Q9.** En justifiant la réponse, indiquer si au cours de la transformation l'opérateur doit chauffer ou refroidir le réacteur afin de maintenir la température constante.
- Q10.** Dresser un tableau d'avancement pour la réaction (R1) en indiquant une ligne pour l'état initial et une ligne à un état d'avancement ξ quelconque.
- Q11.** Établir l'équation ci-dessous liant la pression initiale P_0 dans le réacteur, la pression totale P à l'instant t , et la pression partielle P_{PH_3} en phosphine à l'instant t :

$$P_{PH_3} = 3P_0 - 2P$$

- Q12.** En déduire l'expression de la concentration molaire en phosphine C_{PH_3} dans la phase gazeuse en fonction, entre autres, de la pression totale P et de la pression initiale P_0 .

Grâce à la relation précédente, on établit les tracés de la Figure 2 et les régressions linéaires associées.

- Q13.** En vous basant sur la Figure 2, montrer que la décomposition de la phosphine obéit à une loi de vitesse d'ordre 1, et établir une relation entre les concentrations molaires $C_{PH_3}(t)$ et $C_0 = C_{PH_3}(t = 0)$, le temps t et la constante de vitesse k associée à (R1).
- Q14.** Déterminer la valeur de k .
- Q15.** Établir l'expression littérale du temps τ nécessaire à la décomposition de 90% de la phosphine dans les conditions de l'expérience en fonction de k .
- Q16.** Évaluer τ en secondes.

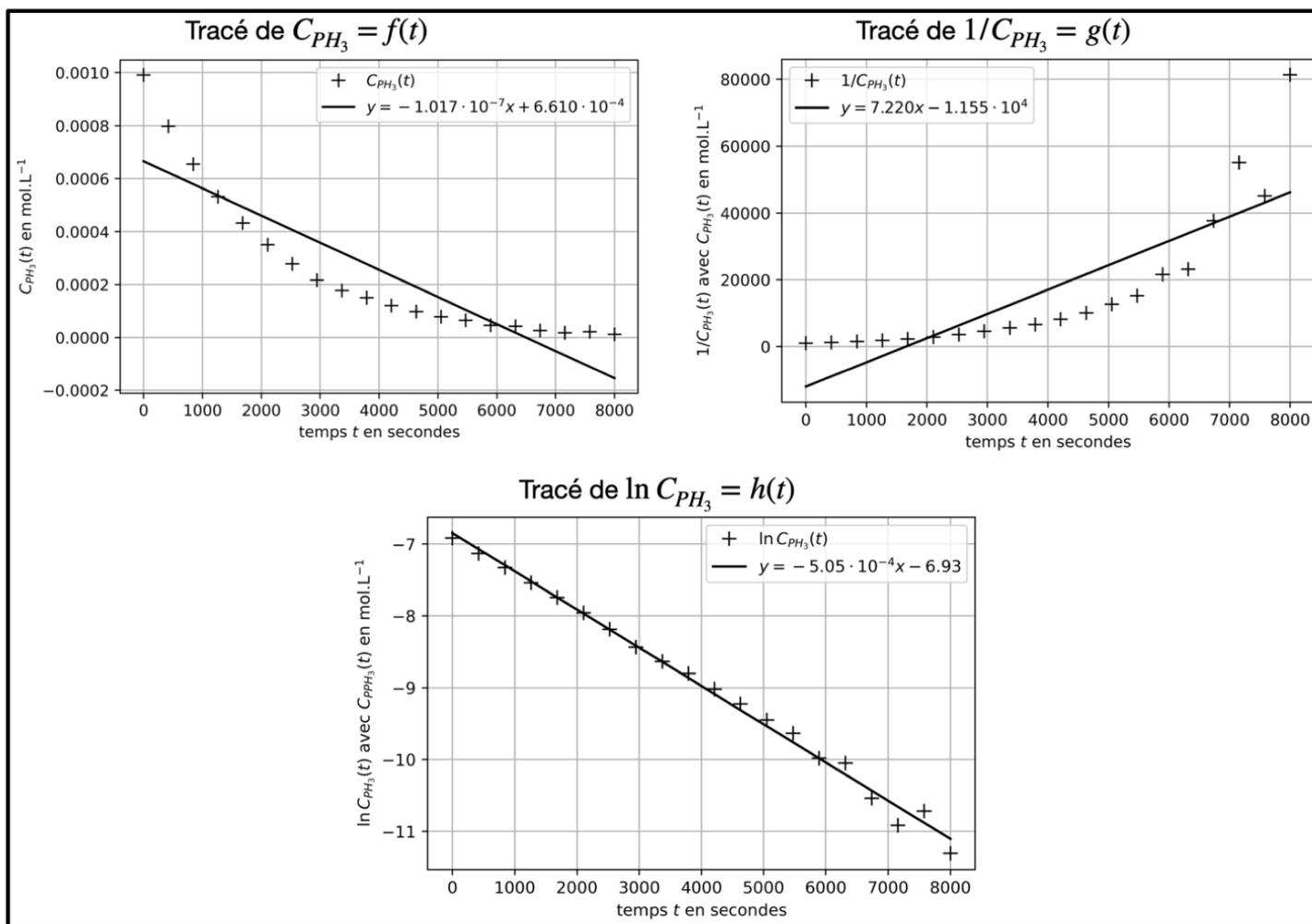


Figure 2

Exercice 1 : pH et pourcentage de déprotonation d'un acide faible

L'acide acétique (nom commun, nom officiel acide éthanóïque) est un acide faible courant aussi bien au laboratoire qu'à la maison (acide du vinaigre) mais à quel point ses molécules ont-elles été réellement déprotonées ?

On considère une solution d'acide acétique $CH_3COOH_{(aq)}$ à $0,080 \text{ mol.L}^{-1}$ qui se décompose dans l'eau suivant la réaction acide-base :

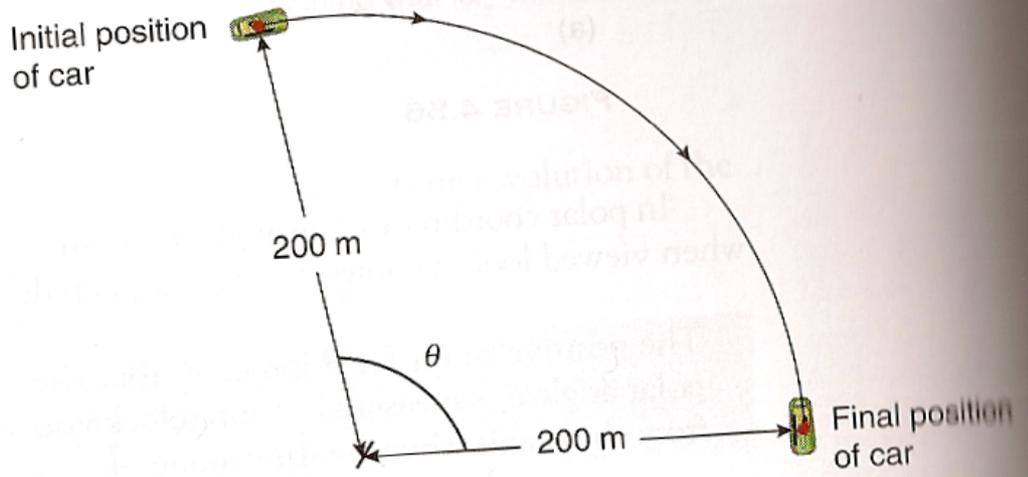


a) Après avoir établi un tableau d'avancement en mol.L^{-1} , déterminer la concentration des espèces à l'équilibre. On fera la bonne hypothèse pour déterminer les concentrations que l'on vérifiera après coup. En déduire le

$$pH \equiv -\log \frac{[H_3O^+]}{C_0} \text{ de la solution.}$$

b) Déterminer le pourcentage d'acide acétique qui s'est dissocié (on dit déprotoné). Conclusion.

Exercice 2 : mouvement circulaire



Une voiture décrit une trajectoire circulaire de rayon 200 m (cf. schéma ci-dessus). Sur sa trajectoire, la voiture passe d'une vitesse initiale de 36 km.h^{-1} à une vitesse finale de 90 km.h^{-1} pendant une durée de 20 s et avec une accélération angulaire $\alpha \equiv \ddot{\theta}$ constante (expérience à ne pas reproduire !).

- Déterminez la valeur de l'accélération angulaire α .
- Déterminez la norme de l'accélération radiale a_r , de l'accélération tangentielle a_θ et de l'accélération totale de la voiture quand (i) la voiture a la vitesse de 36 km.h^{-1} et quand (ii) la voiture a la vitesse de 90 km.h^{-1} .
- Déterminez l'angle ϕ entre la direction de l'accélération totale et la direction de l'accélération radiale quand la vitesse de la voiture est de 36 km.h^{-1} puis de 90 km.h^{-1} .
- Déterminez l'angle parcouru θ par la voiture durant les 20 s et la distance parcourue correspondante.

Note : dans cet exercice il est évidemment fortement recommandé de faire un schéma avec les coordonnées polaires, les vecteurs unitaires etc...

Exercice 3 : trajectoire d'une balle

Vous tapez une balle de golf avec une vitesse de norme v_0 et avec un angle θ_0 par rapport à l'horizontale. On néglige la résistance de l'air.

Quelle doit être la vitesse minimum v_0^{\min} pour que la balle puisse passer par-dessus un mur de hauteur h et situé à une distance d ? Calculer v_0^{\min} pour $\theta_0 = 25^\circ$, $d = 50 \text{ m}$ et $h = 2 \text{ m}$. Quel est le problème si

$$\tan \theta_0 < \frac{h}{d} ?$$

Note : dans cet exercice, il est évidemment fortement recommandé de faire un schéma avec le système de coordonnées utilisé, le diagramme des forces etc...