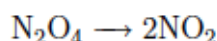


Mécanique, cinétique chimiqueAVERTISSEMENT

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 leur calculs.

Exercice n°1: Cinétique chimique (Extrait « Petites Mines », concours commun 2005)**G. Cinétique de décomposition du tétroxyde d'azote**

Le tétroxyde d'azote se décompose en phase gazeuse en dioxyde d'azote suivant la réaction globale



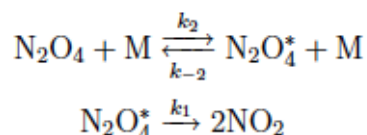
- 44) En supposant que la réaction corresponde à un acte élémentaire, indiquer l'influence de la concentration sur la vitesse de décomposition.

Déterminer, dans cette hypothèse, l'expression théorique de la concentration  $[\text{N}_2\text{O}_4]$  dans le réacteur en fonction du temps  $t$ , de la concentration initiale  $[\text{N}_2\text{O}_4]_0$  et de la constante de vitesse  $k$  de la réaction.

En réalité, il apparaît que la vitesse de réaction dépend non seulement de la concentration en réactif mais aussi de la concentration totale des espèces gazeuses présentes dans l'enceinte ou, ce qui revient au même, de la pression totale.

Ceci se manifeste, en particulier, par un changement de l'ordre global de la réaction qui peut passer de un à deux lorsque la pression totale  $P$  varie.

Ce comportement assez fréquent dans les réactions unimoléculaires en phase gazeuse s'explique à l'aide du mécanisme de Lindemann–Hinshelwood suivant



Dans ces différentes étapes M désigne une molécule quelconque (réactif, produit ou toute autre espèce gazeuse présente dans l'enceinte).  $\text{N}_2\text{O}_4^*$  est une molécule de tétroxyde d'azote qui a acquis suffisamment d'énergie par collision pour pouvoir se décomposer.

- 45) Donner l'expression de la vitesse d'apparition de l'intermédiaire réactionnel  $\text{N}_2\text{O}_4^*$ . Déterminer sa concentration,  $[\text{N}_2\text{O}_4^*]$ , à l'aide du principe de l'état quasi stationnaire, en fonction de  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_{-2}$ ,  $[\text{M}]$  et  $[\text{N}_2\text{O}_4]$ .

- 46) Montrer que la vitesse de réaction se met sous la forme

$$v = k[\text{N}_2\text{O}_4]$$

où  $k$  est la constante de réaction unimoléculaire que l'on exprimera en fonction de  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_{-2}$  et  $[\text{M}]$ .

- 47) Donner, à faible pression ( $P \rightarrow 0$ ), l'expression approchée  $k_0$  de  $k$  en fonction de  $k_2$  et  $[\text{M}]$ . Quelle est la molécularité de la réaction globale?

Inversement, à haute pression ( $P \rightarrow \infty$ ), déterminer l'expression  $k_\infty$  de  $k$ . Que devient la molécularité de la réaction globale?

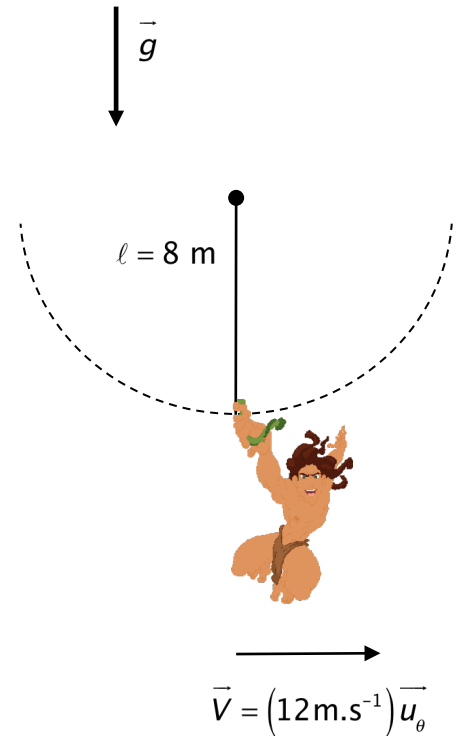
Interpréter simplement ces résultats.

### Exercice n°2: Tarzan et sa liane

Tarzan, dont la masse est de 90 kg, souhaite traverser une rivière avec une liane. Pour être certain que la liane, de longueur 8 m, puisse le supporter, Tarzan teste la liane à l'équilibre (position verticale). La liane résiste bien et Tarzan se lance dans la traversée de la rivière mais la liane se rompt quand Tarzan se trouve au milieu de la rivière (position verticale). Tarzan est très perplexe (il n'a jamais eu la chance d'étudier la physique dans la jungle).

1) Calculer la tension de la corde quand Tarzan (assimilé à un point matériel) teste cette dernière à l'équilibre (position verticale).

2) Calculer la tension de la corde quand Tarzan se trouve au milieu de la rivière (position verticale) sachant qu'il a une vitesse de  $12 \text{ m.s}^{-1}$  et que son mouvement est circulaire (cf. figure ci-contre). Expliquer pourquoi la liane s'est rompue.



### Exercice n°3: Balistique avec frottement fluide

On considère un projectile de masse  $m$  qui, à  $t = 0$ , se situe à l'origine et qui est lancé à la vitesse  $\vec{v}_0$ , vitesse située dans le plan  $(xOy)$  et qui fait un angle  $\theta_0$  avec l'axe horizontal  $(Ox)$ . Il est soumis en plus de son poids à une force de frottement fluide à cause de l'air de la forme  $\vec{f}_f \equiv -\alpha \vec{v}$  où  $\alpha$  est une constante.



1) Déterminer  $v_x(t)$ . Que vaut  $\lim_{t \rightarrow \infty} v_x(t)$  ? Commenter. Tracer le courbe  $v_x(t)$ .

2) Déterminer  $v_y(t)$ . Que vaut  $\lim_{t \rightarrow \infty} v_y(t)$  ? Commenter. Tracer le courbe  $v_y(t)$ .

3) Déterminer  $y(t)$ . Que vaut  $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$  ? Commenter. Tracer le courbe  $y(t)$ .

4) Déterminer  $x(t)$ . Que vaut  $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t)$  ? Commenter. Tracer le courbe  $x(t)$ .

5) Une balle de baseball de masse  $140 \text{ g}$  est frappée avec une vitesse de  $45 \text{ m.s}^{-1}$  sous un angle de  $60^\circ$  par rapport à l'horizontale. Déterminer la distance horizontale maximale atteinte. Comparer au cas sans frottement. On prendra  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  et  $\alpha = 0,033 \text{ N.m}^{-1} \cdot \text{s}$ .