

Equilibre chimique et mécanique

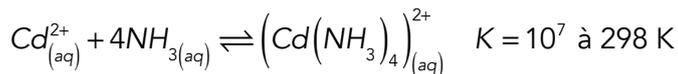
Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« 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. »

Exercice 1: Equilibre chimique de complexation

On considère à 298 K, un bécher contenant 20 mL d'ammoniaque de concentration $C_1 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ dans lequel on ajoute 20 mL d'une solution d'ions Cd^{2+} à la concentration $C_2 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$.

On précise l'équation-bilan suivante et la constante d'équilibre correspondante :

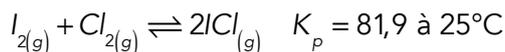


La molécule ionique $(\text{Cd}(\text{NH}_3)_4)^{2+}$ s'appelle un complexe (pas de rapport avec les nombres complexes en mathématiques !)

Déterminez toutes les concentrations à l'équilibre. Il faudra justifier les hypothèses éventuellement utilisées.

Exercice 2: Pression partielle à l'équilibre chimique

On considère la transformation chimique suivante :



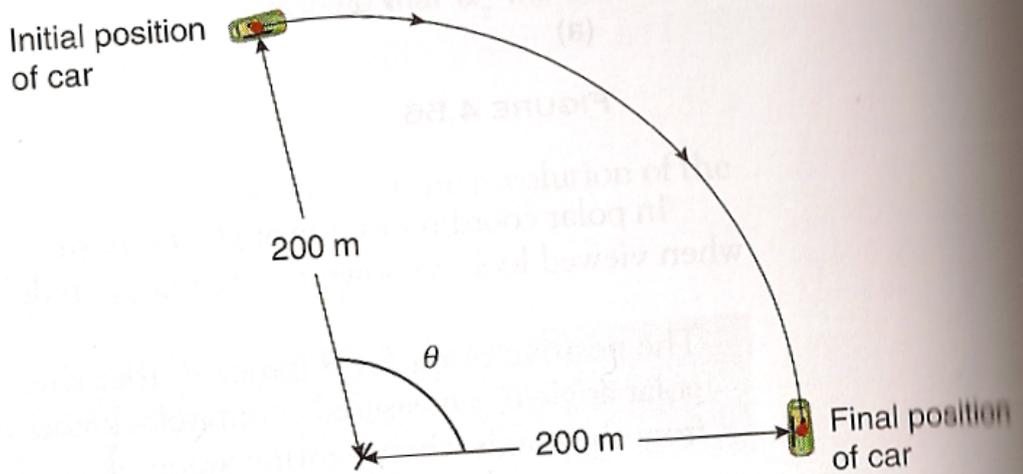
On part d'un mélange initial à 25°C avec les valeurs suivantes des pressions partielles :

$$P_{\text{I}_2} = 0,100 \text{ bar}, \quad P_{\text{Cl}_2} = 0,100 \text{ bar} \text{ et } P_{\text{ICl}} = 0,100 \text{ bar.}$$

a) Dans quel sens la réaction va-t-elle se produire ?

b) Déterminez toutes les pressions partielles à l'équilibre. Il faudra justifier les hypothèses éventuellement utilisées.

Exercice 3: 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 !).

- a)** Déterminez la valeur de l'accélération angulaire α .
- b)** 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} .
- c)** 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} .
- d)** 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 4: Trajectoire d'une balle

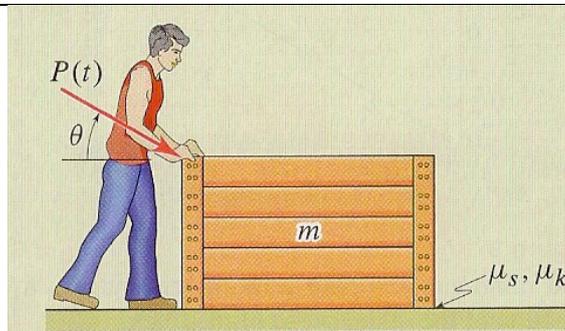
Vous tapez une balle de golf avec une vitesse de norme v_0 et avec un angle θ_0 par rapport à l'horizontale. On néglige la résistance de l'air.

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...

Exercice 5: Transition entre les frottements statiques et les frottements dynamiques



Une personne pousse une caisse avec une force qui augmente linéairement avec le temps $P(t) = P_0 t$ et qui fait un angle θ avec l'horizontale (cf. figure). On note μ_s le coefficient de frottement statique et μ_k le coefficient de frottement dynamique avec $\mu_k < \mu_s$. On assimilera la caisse à un point matériel.

- a)** Déterminez le temps t_s à partir duquel la caisse se met en mouvement. Discutez une condition physique pour l'existence de t_s .
- b)** Faites l'application numérique. $m = 50 \text{ kg}$, $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$, $P_0 = 200 \text{ N.s}^{-1}$, $\theta = 40^\circ$, $\mu_s = 0,6$ et $\mu_k = 0,45$.

Note: Dans cet exercice, il est évidemment fortement recommandé de faire un schéma avec le système de coordonnées utilisé, de dessiner le diagramme des forces, d'utiliser les lois de Newton, les lois de Coulomb du frottement solide etc...