Planche 1

Questions de cours

Chimie (C5) : Définir le nombre d'oxydation. Indiquer les valeurs extrêmes théoriques pour un élément donné.

Physique (P17) : Définir le moment cinétique d'un système par rapport à un point puis par rapport à un axe. Exprimer le moment cinétique d'un solide par rapport à son axe de rotation et définir le moment d'inertie.

Exercice de chimie : Étude de la pile Zinc/Argent

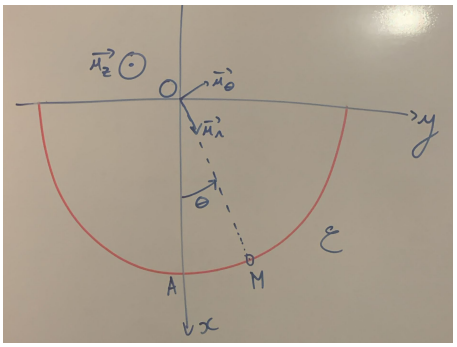
On considère la pile schématisée par $\mathrm{Ag}\,|\,\mathrm{Ag^+}\,||\,\mathrm{Zn^{2+}}\,|\,\mathrm{Zn}$. Les deux compartiments ont le même volume de 100 mL. La solution d'argent I est initialement à 0,180 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$, la solution de zinc II est initialement à 0,300 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$. La plaque d'argent pèse 33,0 g et la plaque de zinc pèse 47,0 g au début.

Données : $M_{Ag} = 107{,}87\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$; $M_{Zn} = 65{,}38\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$; $E^\circ(\mathrm{Ag^+/Ag}) = +0{,}80\ \mathrm{V}$; $E^\circ(\mathrm{Zn^{2+}/Zn}) = -0{,}76\ \mathrm{V}$; $F = 96\,485\ \mathrm{C\,mol^{-1}}$; $T = 298\ \mathrm{K}$

1. Schématiser la pile. Indiquer l'anode et la cathode.
2. Déterminer le fonctionnement de la pile : f.é.m., équation bilan, constante de réaction, sens de déplacement des charges.
3. Déterminer la composition de la pile lorsqu'elle ne débite plus et calculer les masses des deux plaques de métal.
4. En déduire la capacité de la pile et la durée de fonctionnement maximale si elle débit une intensité continue de 5 A.

Exercice de physique : Perle coulissant sur un rail

Un point matériel M (masse m), assimilé à une perle quasi-ponctuelle, est susceptible de coulisser sans frottement de type solide le long d'un rail demi-circulaire de centre O et de rayon r, sans pouvoir le quitter. Le point M est repéré par l'angle $\theta = (\vec{u}_x, \vec{u}_r)$, tel que $\vec{u}_r = \overrightarrow{OM}/r$. Le référentiel $\mathcal{R}$ de repère $(O\,;\,\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ est supposé galiléen. Le point M subit l'action d'une force de frottement fluide $\vec{f} = -m\lambda\vec{v}$ (coefficient positif λ).



1. Montrer que le moment cinétique du point matériel M par rapport à O a pour expression :

$$L_O(M) = mr^2\dot{\theta}\,\vec{u}_z$$

2. Exprimer les moments par rapport à O des forces appliquées à M.
3. On considère des petits mouvements au voisinage du point A (bas du demi-cercle). Établir l'équation différentielle vérifiée par θ. Quelle est la relation entre λ, r et g correspondant au régime critique ? Dans le cas où cette condition est vérifiée, résoudre cette équation différentielle en considérant qu'à $t = 0$ la perle est lâchée de la position $\theta = \theta_0$ sans vitesse initiale.

Planche 2

Questions de cours

Chimie (C5) : Énoncer la formule de Nernst. Exprimer la constante d'équilibre d'une réaction d'oxydoréduction en fonction des potentiels redox standards des couples mis en jeu. À quelle condition la réaction est-elle thermodynamiquement favorisée ?

Physique (P17) : Définir le moment d'une force par rapport à un point puis par rapport à un axe et donner son expression avec le bras de levier. Définir le lien entre couple et moment.

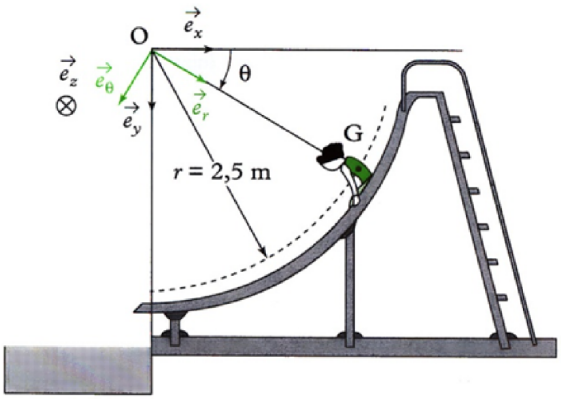
Exercice de chimie : Réaction du diiode avec le thiosulfate

On titre du diiode avec du thiosulfate de sodium. Les couples mis en jeu sont I_2/I^- et ${S_4O_6}^{2-}/{S_2O_3}^{2-}$. Les potentiels standards respectifs sont 0,62 V et 0,09 V.

1. Donner la réaction de titrage.
2. Calculer la constante de réaction du titrage.
3. L'empoi d'amidon est une espèce incolore lorsqu'il est seul. Ce dernier est bleu foncé en présence de diiode. Comment peut-on déterminer l'équivalence de la réaction du diiode avec le thiosulfate ?
4. Cette réaction est-elle adaptée à un titrage ?

Exercice de physique : Toboggan

Un enfant assimilé à un point matériel G de masse m glisse sur un toboggan décrivant une trajectoire circulaire de rayon $r = 2{,}5$ m depuis la position $\theta = \theta_0 = 15$, où il possède une vitesse nulle, jusqu'à la position $\theta = 90$, où il quitte le toboggan. On néglige tous les frottements. On suppose le référentiel lié à la Terre galiléen.



1. Établir l'équation différentielle du mouvement de l'enfant à l'aide du théorème du moment cinétique. On sera vigilant à la manière dont θ est indiqué sur le schéma.
2. En déduire l'expression de la vitesse v de l'enfant en fonction de sa position repérée par θ.
3. Calculer la vitesse maximale atteinte par l'enfant. Commenter.

Données : $r = 2{,}5$ m ; $g = 9{,}81$ m s^{-2} ; $\theta_0 = 15$

Planche 3

Questions de cours

Chimie (C5) : Représenter la structure générale d'une pile électrochimique. Indiquer la nature des réactions aux électrodes et le mouvement des différentes particules chargées lors de son fonctionnement.

Physique (P17) : Énoncer et démontrer le théorème du moment cinétique et sa version scalaire.

Exercice de chimie : Étude d'une pile de concentration

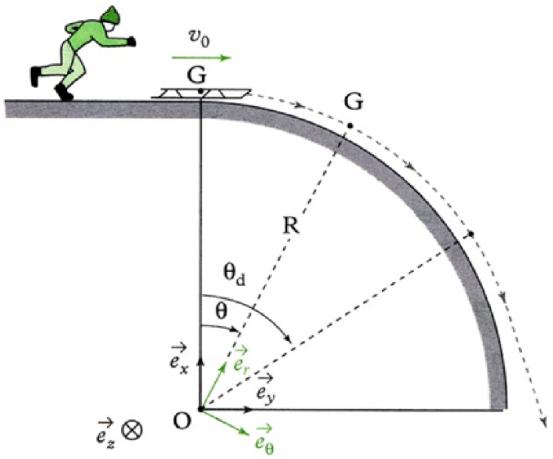
On considère une pile formée de deux béchers A et B reliés par un pont salin de chlorure de potassium. La solution dans le bécher A est une solution de 50 mL de sulfate de fer II à 0,1 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$ et de chlorure de fer III à 0,2 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$. La solution dans le bécher B est une solution de 50 mL de sulfate de fer II à 0,2 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$ et de chlorure de fer III à 0,1 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$. On place un fil de platine dans chaque bécher.

Données : $E^\circ(\mathrm{Fe^{3+}/Fe^{2+}}) = +0{,}77$ V ; $T = 298$ K ; $F = 96\,485$ $\mathrm{C\,mol^{-1}}$

1. Faire un schéma de la pile.
2. Indiquer les demi-équations en jeu ainsi que l'équation globale de la pile.
3. Nommer la cathode et l'anode et indiquer le sens de déplacement des porteurs de charge.
4. Déterminer la f.é.m. de la pile.
5. Indiquer la f.é.m. de la pile à l'équilibre.
6. Déterminer les concentrations à l'état final.
7. Déterminer la capacité de la pile.

Exercice de physique : Luge

Une luge assimilée à un point matériel G de masse m arrive au niveau d'un profil circulaire avec une vitesse horizontale v_0. Tant que la luge suit ce profil, elle décrit une trajectoire circulaire de rayon $R = 5$ m et est repérée par l'angle θ. On néglige tous les frottements. On suppose le référentiel lié à la Terre galiléen.



1. Écrire l'équation différentielle du mouvement à l'aide du théorème du moment cinétique.
2. En déduire l'expression de $\dot{\theta}$ en fonction de la position repérée par θ et de v_0.
3. Déterminer l'expression de la réaction du sol.
4. Déterminer l'angle limite θ_d au-delà duquel la luge quitte le profil circulaire (en fonction de v_0).
5. Montrer qu'il existe une valeur limite de v_0 au-delà de laquelle la luge ne suit pas du tout le profil circulaire.

Données : $R = 5$ m ; $g = 9{,}81$ $\mathrm{m\,s^{-2}}$