**Feuille 1 : Révisions Mécanique - Électrocinétique - Chimie**

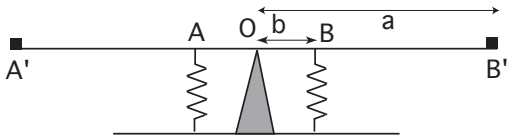
Chapitres à réviser :

- Mécanique : changement de référentiel - frottements solides - mouvement d'un solide autour d'un axe fixe - forces centrales - Énergie
- Electrocinétique : régime sinusoïdal forcé - Filtres - Réponse d'un filtre à un signal quelconque.
- Chimie : Thermochimique - Atomistique - Cristallographie.

**Revoir les questions de cours des thèmes Mécanique - Electrocinétique - Chimie (disponibles sur le site de la classe)**

# 1 Mécanique

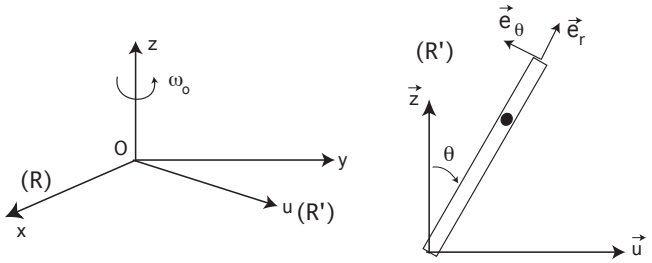
On considère une balançoire liée à un axe horizontal $Ox$ fixe en $O$. Deux ressorts identiques sont fixés en $A$ et $B$, de même constante de raideur $k$ et de même longueur à vide $\ell_0$. Le moment d'inertie de la balançoire par rapport à $Ox$ est : $J = \dfrac{Ma^2}{3}$. Un enfant de masse $m$ se place en $A'$. La balançoire retrouve l'équilibre lorsque $A'$ est descendu de 15 cm.




1. Calculer la constante de raideur $k$ des ressorts avec $a = 1{,}20$ m et $b = 50$ cm.
2. Un autre enfant de même masse $m$ s'assoit en $B'$. Quelle force faut-il appliquer en $A'$ pour que la balançoire retrouve la position du 1. ?

# 2 Mécanique - Bille dans un tube

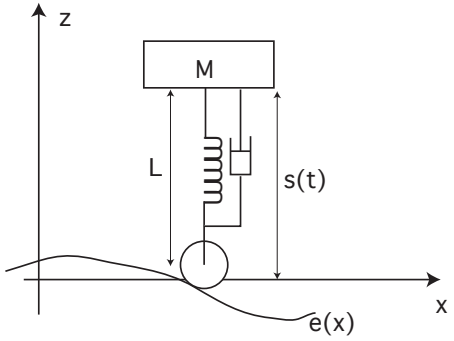
On considère le système ci-dessous. Une bille coulisse sans frottement dans un tube incliné d'un angle $\alpha$ fixe par rapport à $Oz$. $(R')$ est un référentiel en rotation avec la vitesse angulaire constante $\omega_0$ autour de l'axe $Oz$ de $(R)$ galiléen. La position de la bille dans le tube est notée : $r(t)\,\overrightarrow{e_r}$.




1. Faire un bilan des forces exercées sur la bille dans le référentiel $(R')$.
2. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $r(t)$ ?
3. À l'instant $t = 0$, la bille est au repos par rapport au tube, à la distance $r_0$. Déterminer l'expression du temps $t_1$ que met la bille à sortir du tube.

# 3 Mécanique

On considère un système d'amortisseur d'automobile : ressort de longueur $L$, de constante de raideur $k$ et de longueur à vide $L_0$, amortisseur modélisé par une force de frottement fluide : $\overrightarrow{f} = -a\dfrac{dL}{dt}\overrightarrow{u_z}$. La roue est de rayon $R$. Le châssis est modélisé par une masse $M$ et son altitude selon $Oz$ est donnée par $s(t)$. La vitesse horizontale du châssis est constante et égale à $V$. Le sol est ondulé et suit l'équation $e(x) = e_m \cos(2\pi x/d)$. On néglige la variation de la position du point de contact entre la roue et la route.

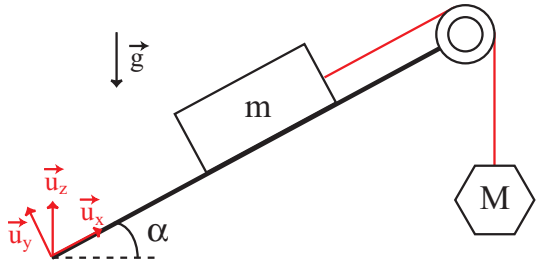



1. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $s(t)$. On pose $X = s - s_{\text{éq}}$ où $s_{eq}$ est la position d'équilibre lorsque $e = 0$. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $X$.
2. Montrer que $e$ peut être considérée comme une fonction sinusoïdale du temps avec une pulsation $\omega$ à expliciter en fonction de $V$ et $d$. Déterminer l'amplitude des oscillations en régime sinusoïdal forcé.
3. Dans une scène du film "Le salaire de la peur", un camion transportant de la nitroglycérine (qui explose lorsqu'elle est secouée s'apprête à rouler sur un sol ondulé. Le conducteur explique qu'il faut rouler soit très lentement, soit très rapidement. Justifier.

Élément de réponse : $M\ddot{X} = -k(X - e) - a(\dot{X} - \dot{e})$ avec $e(t) = e_m \cos(\omega t)$

# 4 Mécanique - frottements solides

Une masse $m$ est maintenue par un fil sur un plan incliné faisant un angle $\alpha$ avec l'horizontale. Le fil passant par une poulie sans frottement est tendu par une masse $M$. Le contact { $m$ - plan incliné } possède un coefficient de frottement solide $f$. On confond les coefficients de frottement statique et dynamique.

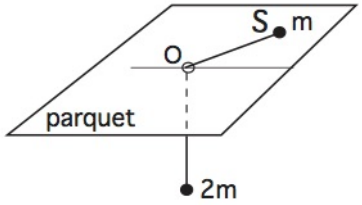



1. Déterminer un encadrement $M_{min} < M_{eq} < M_{max}$ de la masse $M$ qu'il faut suspendre pour que la masse $m$ reste en équilibre.
2. Déterminer le mouvement de la masse $m$ lorsque $M > M_{max}$ sachant que le mobile est lâché avec une vitesse nulle en $O$, origine du repère, à $t = 0$.

Réponses : 1. $m(\sin\alpha - f\cos\alpha) < M_{eq} < m(\sin\alpha + f\cos\alpha)$ 2. $(m + M)\ddot{x} = Mg - mg(\sin\alpha + f\cos\alpha)$.

# 5 Mécanique

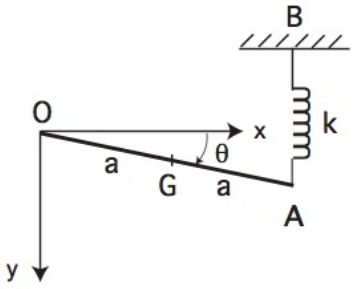
Sur un parquet très glissant se trouve une souris $S$ en plastique de masse $m$. Elle est fixée à une extrémité d'un fil inextensible de longueur $L$. À l'autre extrémité, pendant à travers un trou, se trouve une masse $2m$. À $t = 0$, la masse $2m$ est juste en dessous du trou. Pour les A.N., on prendra $m = 100$ g et $L = 2{,}0$ m.




1. a) Relation entre l'accélération $a_s$ de la souris et celle $a_m$ de la masse $2m$ ?
   b) La vitesse initiale étant nulle, déterminer la position de la souris à l'instant $t$.
2. a) Déterminer l'instant $t_0$ tel que la souris soit à $L/2$ du trou.
   b) Déterminer la vitesse de la souris à $t_0$.

# 6 Mécanique

Une tige homogène de centre de masse $G$, de masse $m$, de longueur $2a$ est fixée en $O$ à une de ses extrémités, l'autre étant fixée à un ressort de longueur à vide $\ell_0$ et de constante de raideur $k$. La tige a un moment d'inertie par rapport à $Oz$ égal à $J = \frac{4}{3}ma^2$. On note $\overrightarrow{g}$ le champ de pesanteur. Il n'y a aucun frottement. À l'équilibre, la tige est horizontale et on considère le ressort constamment parallèle à l'axe vertical $Oy$.




1. Trouver la relation entre la longueur $\ell_e$ du ressort à l'équilibre et $\ell_0$.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $\theta$.
3. Exprimer $T_0$, période des petites oscillations.

# 7 Force centrale

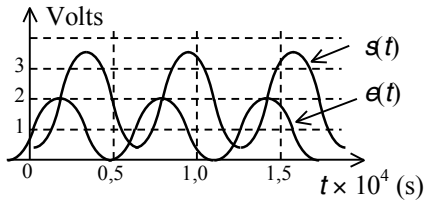
On étudie une particule de masse $m$ soumise à une force centrale attractive $\overrightarrow{f} = -G\frac{mM_T}{r^2}\overrightarrow{u_r}$ due à la force de gravitaion terrestre. On note $\overrightarrow{L}$ le moment cinétique de la particule par rapport au centre du champs de force.

1. Montrer que le mouvement est plan.
2. Énoncer la 3ème loi de Kepler. Démontrer cette loi en appliquant le principe fondamental de la dynamique.
3. La particule est maintenant lancée depuis la surface du sol terrestre (La Terre étant de rayon $R_T$). Déterminer sa vitesse de libération, c'est à dire la valeur minimale $v_0$ de sa vitesse initiale nécessaire pour qu'elle puisse s'échapper de l'attration terrestre.

# 8 Électrocinétique - Filtre

Soit un filtre de transfert : $H = \dfrac{G}{1 + 2\xi j\omega/\omega - (\omega/\omega_)^2}$.

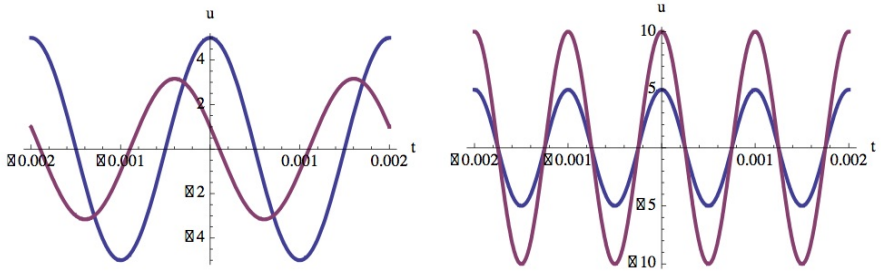
Le signal d'entrée est : $e(t) = E_0 + E_1\sin(\omega t)$ avec $E_0 = E_1 = 1$ V. La sortie $s(t)$ est observée à l'oscilloscope. Déterminer $G$, $\xi$ et $\omega_0$.



Réponses : $G = 2$, $\xi = 2/3 = 0{,}67$ et
$\omega_0 = 1{,}0 \times 10^5$ rad/s.

## 9 Électrocinétique

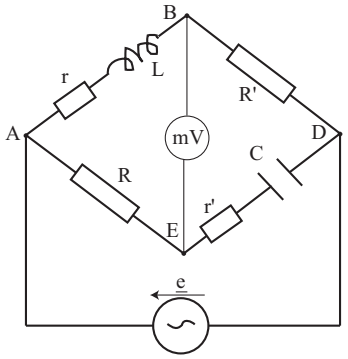
On alimente un filtre de fonction de transfert : $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{H_0}{1 + jQ(x - 1/x)}$ où $x = f/f_0$ avec une tension sinusoïdale $u_e(t) = 5\cos(2\pi f t)$. On observe à l'oscilloscope les courbes ci-dessous, avec $f = 500$ Hz (la première) et $f = 1000$ Hz.




1. Calculer $H_0$, $f_0$ et $Q$.
2. Déterminer la tension de sortie $u_s(t)$ pour $f = 300$ Hz et $f = 3000$ Hz. Représenter $u_s(t)$ pour $f = 300$ Hz.

## 10 Électrocinétique

On considère le montage ci-dessous. La capacité $C$ et la résistance $r_0$ sont réglables et réglés de telle façon qu'on ne mesure aucune différence de potentiel au niveau du millivoltmètre. On note $\underline{Z}$ l'impédance de la branche $AB$ et $\underline{Z}_0$ celle de la branche $ED$.




1. Déterminer $\underline{u}_{AB}(t)$ en fonction de $\underline{Z}$, $R_0$ et $\underline{e}(t)$.
2. Déterminer $\underline{u}_{AE}(t)$ en fonction de $\underline{Z}_0$, $R$ et $\underline{e}(t)$.
3. Déterminer une relation entre $\underline{Z}$, $\underline{Z}_0$, $R$ et $R_0$.
4. Déterminer l'inductance $L$ de la bobine en fonction de $\omega$ et d'autres paramètres.

## 11 Dissociation de $PCl_5$

La dissociation de $PCl_{5(g)}$ est décrite par l'équation - bilan ci-dessous :

$$PCl_{5(g)} = PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

pour laquelle $\Delta_r H^0 = 87{,}9$ kJ.mol$^{-1}$ et $\Delta_r S^0 = 170$ J.K$^{-1}$.mol$^{-1}$, supposées indépendantes de la température.

1. Déterminer l'enthalpie libre standard $\Delta_r G^0(237°C)$ de cette réaction à la température de 237 °C.
2. Dans un récipient initialement vide, on introduit 1,0 mol de $PCl_{5(g)}$, 2,0 mol de $PCl_{3(g)}$ et 1,0 mol de $Cl_{2(g)}$. La pression totale étant maintenue à la valeur standard $P = P^0$ constante et la température étant de 237 °C, déterminer $\Delta_r G$ dans l ?état initial. En déduire le sens d'évolution de ce système.

3. On note $\alpha$ le coefficient de dissociation de $PCl_5$ à l'équilibre. Calculer $\alpha$.
4. Quelle est la chaleur échangée entre le milieu réactionnel et le milieu extérieur au cours de sa mise à l'équilibre.

## 12 Cristallographie

L'or cristallise selon un réseau cubique à faces centrées. On donne M(Au) = 197 g/mol, $N_A = 6{,}02.10^{23}$ $mol^{-1}$.

1. Un cube d'or d'une masse $m = 1$ kg a une arête $L = 3{,}72$ cm. Calculer le paramètre $a$ de la maille cubique.
2. En déduire le rayon R(Au). Quelle est la compacité ?
3. Position des sites octaédriques. Quel est le rayon maximal $R_M$ d'un motif pouvant être inséré dans un site octaédrique sans déformation ?

Réponses : a = 407 pm, 2. R(Au) = 144 pm et C = 0,74, 3. $R_O$ = 60 pm

## 13 Atomistique

1. Quelle est la structure électronique de l'azote ($Z = 7$) ainsi que la répartition des électrons de valence dans les sous-couches ?
2. Données : énergies de première ionisation, en eV :

| | B | C | N | O |
|---|---|---|---|---|
| EI | 8,3 | 11,3 | 14,5 | 13,6 |

   a) Définir l'énergie de première ionisation.
   b) Commenter les valeurs.
3. Quelle est la formule de Lewis de l'acide nitrique $HNO_3$, sachant que N est l'atome central ?

## 14 Thermochimie

Dans une enceinte de volume $V = 6$ L, maintenu à $T_1 = 900$ K, initialement vide, on introduit 2 moles de HI gazeux. Il se produit l'équilibre :

$$2\ HI_{(g)} = I_{2(g)} + H_{2(g)}$$

La pression en $H_2$ à l'équilibre vaut $P(H_2) = 3{,}1$ bar.

1. Calculer la pression totale, le coefficient de dissociation de HI et la constante d'équilibre $K^0$.
2. On introduit dans l'enceinte à la température $T_1$ constante : 2 moles de HI, 1 mole de $H_2$ et 1 mole de $I_2$. Le système est-il à l'équilibre ? Sinon dans quel sens évolue-t-il ?
3. Pour $T_2 = 769$ K, la constante d'équilibre vaut $K^0 = 2{,}18.10^{-2}$. Quel est le signe de l'enthalpie standard de réaction ? Calculer sa valeur ainsi que celle de l'entropie standard de réaction.