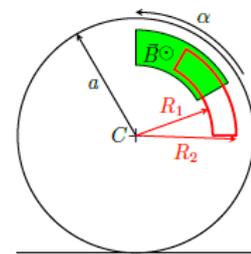


Oral 1

- Consignes :**
- 30 min de préparation + 30 min de présentation
 - Calculatrice personnelle interdite
 - Deux exercices : Physique (2/3 des points) + Chimie (1/3 des points)

Exercice 1 : Centrale MP 2011

Un cycliste, soucieux d'économiser ses patins de frein, met à profit ses connaissances de physique et installe sur son vélo un dispositif électromagnétique. Un électroaimant crée, à la demande du cycliste, un champ magnétique horizontal stationnaire perpendiculaire à une des deux roues dans une zone restreinte (zone colorée ci-dessous). Pour simplifier l'étude, nous supposons le champ magnétique uniforme dans cette zone. Sur une roue dépourvue de rayons (roue lenticulaire : disque non conducteur) est fixé un contour en cuivre donc la forme est visible sur le schéma ci-dessous (contour en trait gras de même largeur angulaire α que la zone colorée, de rayons intérieur et extérieur R_1 et R_2). Comme le montre la figure, le contour peut pénétrer entièrement dans la zone où règne un champ magnétique.



Le cycliste actionne l'électroaimant alors qu'il roule en ligne droite à une vitesse V_0 .

- 1) Sur quel argument qualitatif se base le cycliste-physicien pour expliquer le dispositif choisi ?
- 2) Déterminer l'évolution temporelle de la vitesse angulaire des roues au cours du premier tour de roue où l'électroaimant est actionné. On donnera en particulier la diminution de vitesse angulaire au bout du premier tour.
- 3) Combien de tours sont nécessaires pour un arrêt complet du vélo ? Quelle est la distance parcourue au cours du freinage ?
- 4) Quel phénomène gênant apparaît dans le fil de cuivre ? Avec quelle(s) conséquence(s) ?

Les applications numériques seront effectuées avec les données suivantes

- Vitesse initiale $V_0 = 30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Masse de l'ensemble {cycliste + vélo} : 80 kg.
- Roue lenticulaire de diamètre $2a = 700 \text{ mm}$, de masse $m = 1,2 \text{ kg}$, de moment d'inertie par rapport à son axe de rotation $J = 12 \text{ ma}^2$.
- Zone de champ magnétique : $\alpha = 0,20 \text{ rad}$, $B = 1,0 \text{ T}$.
- Contour en cuivre de section $s = 2,5 \text{ mm}^2$, de résistivité $\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $R_1 = 25 \text{ cm}$, $R_2 = 30 \text{ cm}$, même ouverture angulaire α que la zone de champ magnétique.

Exercice 2 : Solubilité et complexation

Quelle quantité n de NH_3 concentré faut-il ajouter à 1L d'une solution contenant 10^{-3} mol de $\text{Cd}(\text{OH})_2$ pour observer la disparition totale du précipité ?

Données : $\text{Cd}(\text{OH})_2$: $\text{p}K_s = 14$; $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$: $\log\beta_4 = 7$

Oral 2

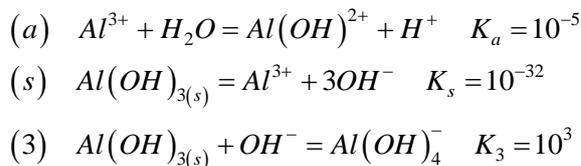
- Consignes :**
- 30 min de préparation + 30 min de présentation
 - Calculatrice personnelle interdite
 - Deux exercices : Physique (2/3 des points) + Chimie (1/3 des points)

Exercice 1 : Boule chargée en volume

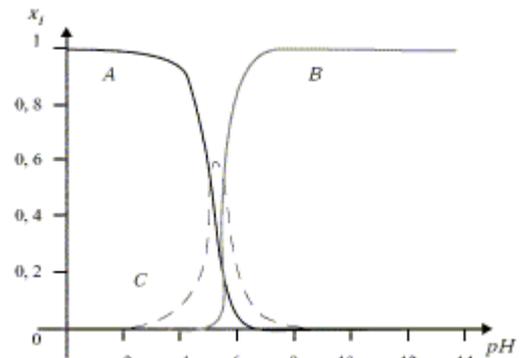
Une sphère de centre O, rayon R, est chargée avec une densité volumique uniforme $\rho > 0$.

- 1) Exprimer le champ électrostatique \vec{E} produit en tout point M de l'espace ($OM = r$). En déduire le potentiel électrostatique V au point M. Tracer les graphes $E(r)$ et $V(r)$ en justifiant leur relation. Exprimer l'énergie emmagasinée par cette sphère chargée.
- 2) La sphère précédente notée 1 comporte une cavité sphérique, de centre O_2 , de rayon R_2 tout incluse dans la sphère (O_1, R_1). Exprimer le champ électrique en un point M de la cavité.

Exercice 2 : Solubilité de l'aluminium en solution aqueuse



On considère que l'aluminium en solution aqueuse se trouve sous l'une des formes suivantes : Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$ et $Al(OH)_4^-$



On désigne par s la concentration totale de l'aluminium en solution aqueuse en présence du précipité d'hydroxyde d'aluminium et on pose : $x_1 = [Al^{3+}]/s$; $x_2 = [Al(OH)^{2+}]/s$; $x_3 = [Al(OH)_4^-]/s$

- 1) Exprimer x_1 , x_2 et x_3 en fonction de $h = [H_3O^+]$, K_a , K_s , K et K_e .
- 2) Le graphe ci-dessus représente les variations des x_i en fonction du pH. Identifier les différentes courbes. Justifier.
- 3) On ajoute progressivement de la soude concentrée à une solution de chlorure d'aluminium de concentration $c_0 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ (le volume de la solution peut être considéré comme constant)
 - Un précipité apparaît pour pH_1 et disparaît pour pH_2 . Interpréter et calculer pH_1 et pH_2 .
 - Déterminer la valeur pH_3 pour laquelle la quantité de précipité est maximale.
 - Montrer que si c_0 est inférieure à une limite s_m que l'on calculera, il est impossible de former le précipité.

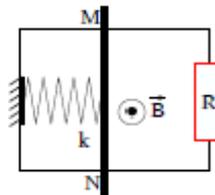
Oral 3

- Consignes :**
- 30 min de préparation + 30 min de présentation
 - Calculatrice personnelle interdite
 - Deux exercices : Physique (2/3 des points) + Chimie (1/3 des points)

Exercice 1 : Oscillation d'une barre

La barre MN est reliée à un ressort fixé en A. On l'écarte de sa position initiale, et on la lâche à $t = 0$.

- 1) Décrire ce qu'il se passe. Calculer le courant induit. Quel en est le sens ?
- 2) Etablir l'équation différentielle : $\ddot{x} + \frac{2}{\tau}\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$ et donner τ et ω_0 .
- 3) Quelle est l'énergie dissipée ?



Exercice 2 : Solubilité et effet d'ions communs

Déterminer la solubilité :

- 1) du chlorure d'argent AgCl dans l'eau pure ($pK_s = 9,7$) ?
- 2) du chlorure d'argent dans une solution de (Na^+, Cl^-) à $c = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$?
- 3) du chlorure de plomb $PbCl_2$ dans l'eau pure ($pK_s = 4,6$) ?

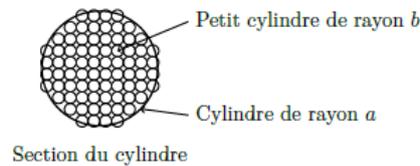
Oral 4

- Consignes :**
- 30 min de préparation + 30 min de présentation
 - Calculatrice personnelle interdite
 - Deux exercices : Physique (2/3 des points) + Chimie (1/3 des points)

Exercice 1 : Centrale TSI 2011

Un cylindre métallique de conductivité γ , de « grande » longueur, d'axe Oz, de rayon a, est plongé dans un champ magnétique uniforme colinéaire à Oz, variable dans le temps : $\vec{B} = B_0 \cos(\omega t)$.

- 1) Déterminer le champ électrique $\vec{E}(M, t)$ induit par le champ \vec{B} en tout point M du cylindre et en déduire le vecteur densité volumique de courant $\vec{j}(M, t)$. On néglige pour l'instant le champ magnétique créé par ces courants induits.
- 2) Calculer la puissance moyenne P_J dissipée par effet joule dans une portion de cylindre de longueur h.
- 3) On remplace le cylindre par un grand nombre de cylindres de petit rayon b, de même longueur, serrés les uns contre les autres de manière à ce que l'ensemble de ces cylindres occupe le même volume que le cylindre initial.



En négligeant les petits volumes qui existent entre les petits cylindres, évaluer la nouvelle valeur P'_J de la puissance moyenne dissipée par effet joule. Exprimer le rapport P'_J / P_J en fonction de a et b. Commenter.

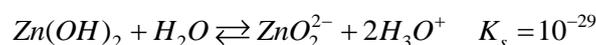
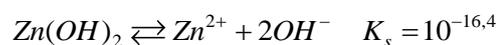
- 4) On reprend le cylindre initial de rayon a et on se propose d'évaluer le champ magnétique créé par les courants induits sur l'axe Oz.

Calculer le champ magnétique $d\vec{b}$ créé sur l'axe Oz par les courants induits dans le métal entre les cylindres de rayons r et r + dr. En déduire le champ magnétique total \vec{b} .

Comparer \vec{b} et \vec{B} . Commenter.

Exercice 2 : Influence du pH : hydroxyde amphotère

L'hydroxyde de zinc participe aux deux équilibres :



- 1) Exprimer la solubilité s de l'hydroxyde en fonction de $h = [\text{H}_3\text{O}^+]$. Quel pH conduit à s minimale ?
- 2) On part d'une solution $[\text{Zn}^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ à pH = 0, et on ajoute progressivement NaOH concentrée. Tracer la courbe $ps = f(\text{pH})$.

Oral 5

- Consignes :**
- 30 min de préparation + 30 min de présentation
 - Calculatrice personnelle interdite
 - Deux exercices : Physique (2/3 des points) + Chimie (1/3 des points)

Exercice 1 : Réception d'une onde électromagnétique

Une onde électromagnétique plane polarisée rectilignement se propage dans le vide dans la direction (Oz). Le champ électrique associé à l'onde est de la forme :

$$\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kz) \vec{u}_x$$

Une antenne réceptrice de forme carrée, de côté $a = 30$ cm, constituée de $N = 10$ tours de fil enroulé capte cette onde. L'émetteur est à une distance D de l'antenne.

- 1) Rappeler l'expression générale des équations de Maxwell en précisant pour chacune d'elles les théorèmes ou les propriétés qu'elles représentent localement.
- 2) Que deviennent ces équations dans le vide ?
- 3) Etablir l'équation d'onde (ou équation de propagation) du champ \vec{E} dans le vide.
- 4) Exprimer le vecteur champ magnétique \vec{B} de l'onde étudiée. Que peut-on dire des directions des champs \vec{E} et \vec{B} en chaque point ?
- 5) Déterminer la densité volumique d'énergie de l'onde ainsi que sa valeur moyenne.
- 6) Déterminer le vecteur de Poynting de l'onde ainsi que sa valeur moyenne. Quelle est la signification physique de ce vecteur ? Quelle est son unité ?
- 7) Comment orienter le cadre de manière à obtenir une tension maximale aux bornes de l'antenne ?
- 8) Calculer cette tension.
- 9) Commenter le résultat obtenu en comparant la taille a du cadre à la longueur d'onde de l'onde.
- 10) Que se passe-t-il pour des ondes de fréquence de l'ordre de 100 MHz (FM), pour des ondes de fréquence inférieure à 200kHz (Grandes Ondes) et pour des ondes de fréquence comprise entre 500 et 1500 kHz (Ondes Courtes) ?

Données :

$$\epsilon_0 = 8,84 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}; \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$\vec{\text{rot}}(\vec{\text{rot}} \vec{A}) = \text{grad div } \vec{A} - \Delta \vec{A}.$$

Exercice 2 : Existence du précipité d'iodure d'argent

On considère une solution de $(\text{Ag}^+, \text{NO}_3^-)$ de concentration $c = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. On ajoute, sans variation de volume, une solution d'iodure de potassium (K^+, I^-) . On note $c_1 = [\text{I}^-]$ la concentration en ions iodure dans la solution.

- 1) Pour quelle valeur de c_1 y-a-t-il formation de AgI ($\text{p}K_s = 16,2$) ?
- 2) Représenter le domaine d'existence du précipité AgI sur un axe repéré par : $\text{p}_1 = -\log[\text{I}^-]$