

SESSION 2009

**CONCOURS INTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS A L'ÉCHELLE DE RÉMUNÉRATION**

Section : MATHÉMATIQUES – SCIENCES PHYSIQUES

COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

Il est recommandé aux candidats de partager également le temps entre la physique et la chimie.

La composition comporte deux exercices de physique et deux exercices de chimie, que les candidats peuvent résoudre dans l'ordre qui leur convient, tout en :

- *résolvant chacun des exercices sur une copie séparée ;*
- *respectant la numérotation de l'énoncé.*

Les correcteurs tiennent le plus grand compte des qualités de soin et de présentation.

PLAN DU SUJET

Exercice 1 : ELECTRICITE : Du monophasé au triphasé

Exercice 2 : MECANIQUE : Les oscillations mécaniques

Exercice 3 : CHIMIE MINERALE : Le zinc dans quelques réactions d'oxydoréduction

Exercice 4 : CHIMIE ORGANIQUE : Les savons

Exercice 1 : Du monophasé au triphasé

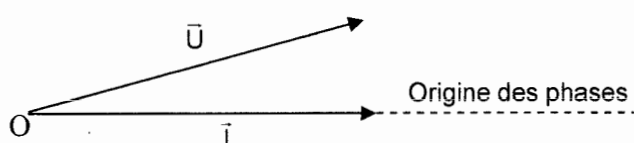
On a reproduit dans l'encadré ci-dessous un extrait du sujet de l'épreuve de Sciences Physiques de la session 2005 du baccalauréat professionnel « Traitements des surfaces ». Après en avoir pris connaissance, répondre aux questions posées après l'encadré.

Etude d'un dipôle en régime sinusoïdal monophasé :

Une bobine (R, L) est assimilée à une bobine parfaite d'inductance L, en série avec une résistance R. Cette bobine (R, L) est alimentée sous une tension sinusoïdale $u(t)$, de valeur efficace U égale à 24 V. Elle est traversée par un courant d'intensité $i(t)$, de valeur efficace I égale à 0,24 A.

Le diagramme de Fresnel lié au fonctionnement de la bobine est représenté ci-dessous :

$$f = 50 \text{ Hz}$$



Figure

- 1- Travail sur la figure N°1
 - a) Mesurer au rapporteur la valeur du déphasage entre l'intensité du courant et la tension, représentées par les vecteurs associés.
 - b) Calculer l'échelle de représentation du vecteur \bar{U} si la mesure de la norme de ce vecteur est 4,8 cm.
 - c) Indiquer parmi les grandeurs $i(t)$ et $u(t)$, celle qui est en avance sur l'autre.
- 2- Calculer l'impédance de la bobine (R, L).
- 3- Calculer la puissance électrique (puissance active) absorbée par la bobine.

Questions destinées aux candidats du concours PLP

1- Exercice du baccalauréat professionnel : Rédiger une solution de l'exercice proposé aux candidats et donner les expressions de l'intensité instantanée et de la tension instantanée.

2- Etude d'un récepteur (R, X) : Un récepteur (R, X) est assimilé à un dipôle purement résistif de résistance R en série avec un dipôle purement réactif de réactance X. Il est alimenté par une tension sinusoïdale $u(t) = 325 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ et est traversé par un courant d'intensité

$i(t) = 9,6 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{18})$. Ces grandeurs sont données dans les unités du système international.

2.1- Représenter avec soin, le diagramme de Fresnel lié au fonctionnement du dipôle (R, X). Donner les indications permettant une lecture précise du diagramme.

2.2- Déterminer les valeurs des puissances apparente, active et réactive mises en jeu par le récepteur (R, X).

2.3- Déterminer les valeurs de R et de X.

2.4- Indiquer la nature de la réactance. Calculer la valeur de la capacité du condensateur ou de l'inductance de la bobine qui en est la source.

3- Tension triphasée et transport du courant électrique :

Un atelier peut être alimenté depuis un transformateur par une ligne monophasée (2 câbles de cuivre, la résistance de chaque câble sera notée R_M) ou par une ligne triphasée (3 câbles de cuivre, la résistance de chaque câble sera notée R_T). Des quantités identiques de cuivre sont utilisées pour fabriquer la ligne monophasée et la ligne triphasée.

3.1- Calculer le rapport $\frac{R_T}{R_M}$.

3.2- L'atelier consomme une puissance active P et possède un facteur de puissance de valeur $\cos\phi$. Donner l'expression des pertes par effet Joule P_M et P_T dans chacune des lignes. Calculer le rapport $\frac{P_T}{P_M}$ et conclure.

4- Système triphasé de tensions :

4.1- Donner la définition d'un système triphasé de tensions. Quand dit-on qu'un tel système est équilibré ?

4.2- Un réseau triphasé comprend trois fils de phase et un fil de neutre. Sur le schéma figurant en annexe, indiquer les différentes tensions qui existent entre les fils et préciser leur nature.

4.3- Les représentations de Fresnel des tensions instantanées $v_1(t)$, $v_2(t)$ et $v_3(t)$ entre le neutre et chaque phase sont représentées sur le diagramme figurant en annexe. Compléter ce diagramme en y traçant les représentations de Fresnel des tensions $u_{12}(t)$, $u_{23}(t)$ et $u_{31}(t)$.

4.4- L'oscillogramme de la tension instantanée $v_1(t)$ est visualisé sur l'écran d'un oscilloscope. L'oscillogramme est reproduit en annexe. Représenter, sur cet oscillogramme, les traces que laisserait sur l'écran de l'oscilloscope la tension $v_2(t)$ ainsi que la tension $u_{12}(t)$. Justifier.

4.5- Il existe deux façons de coupler des récepteurs sur un réseau triphasé.

4.5.1- Représenter par des schémas les couplages qu'il est possible de réaliser.

4.5.2- Préciser pour chacun d'eux les intensités des courants de ligne et des courants dans les récepteurs.

4.5.3- Dans quelles conditions le fil de neutre est-il indispensable ? Pourquoi ?

5- Etude d'un cas :

5.1- Un système triphasé de tensions équilibré (230V/400V, 50 Hz) alimente un récepteur triphasé équilibré couplé en triangle. Chaque récepteur monophasé est équivalent à une résistance de 30Ω , en série avec une inductance de $7 \cdot 10^{-2} \text{ H}$.

5.1.1- Donner la signification des grandeurs 230V/400V, 50 Hz.

5.1.2- Donner l'expression de l'impédance complexe d'un des récepteurs monophasés.

5.1.3- Calculer les valeurs de l'impédance et de l'angle de déphasage.

5.1.4- Calculer l'intensité des courants qui parcourent les récepteurs et l'intensité des courants de ligne.

5.1.5- Calculer les puissances active, réactive et apparente.

5.2- Proposer un schéma de montage avec un ou plusieurs wattmètres qui permettrait de vérifier expérimentalement la valeur de la puissance active. Préciser le protocole.

5.3- Pour la suite du problème, on considèrera que le facteur de puissance du récepteur triphasé précédent est égal à 0,8. Pour ramener ce facteur de puissance à 1, le circuit précédent est complété par une batterie de condensateurs montés en étoile. Faire un schéma du montage.

5.4- Calculer la capacité des condensateurs qui ramèneront à l'unité la valeur du facteur de puissance.

5.5- Calculer la puissance active P .

5.6- Calculer l'intensité des courants de ligne.

5.7- Calculer l'intensité des courants qui traversent chaque récepteur monophasé et l'intensité des courants dans les condensateurs.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI MSP 2

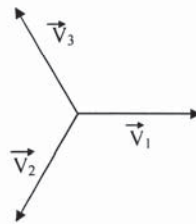
Annexe

Du monophasé au triphasé

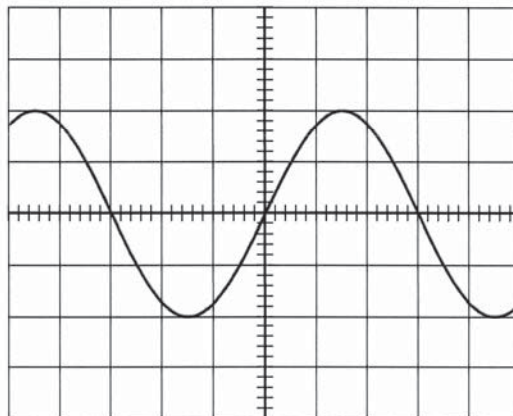
Question 4.2

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- N _____

Question 4.3



Question 4.4.



Exercice 2 : MECANIQUE - Les oscillations mécaniques

On a reproduit dans l'encadré ci-dessous un extrait d'un sujet de Formation Méthodologique de Base. Après en avoir pris connaissance, répondre aux questions posées après l'encadré.

La vérification des performances mécaniques de la suspension d'une voiture dans le cadre du contrôle technique est obligatoire tous les deux ans. Un des éléments fondamentaux de cette suspension est constitué par le ressort. La « constante de raideur » du ressort ainsi que la « période propre de l'oscillateur élastique » représenté par le ressort, sont deux critères pris en compte lors de cette vérification.

TRAVAIL A REALISER :

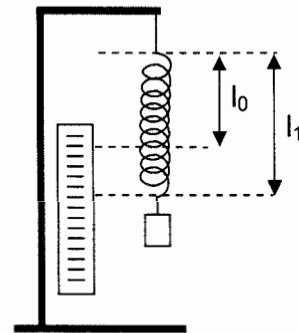
1. Etude expérimentale de l'allongement d'un ressort :

Un solide de masse m accroché à l'extrémité libre d'un ressort constitue

un pendule élastique. On étudie l'équilibre de ce solide...

Utiliser le dispositif ci-contre, accrocher les différentes masses marquées à l'extrémité du ressort, noter les longueurs l_1 prises par le ressort dans le tableau ci-dessous.

Compléter le tableau (prendre $g = 9,81 \text{ N/kg}$)



| | | | | | |
|------------------------------------|-----|-------|------|-------|-----|
| Masse m (kg) | 0,1 | 0,125 | 0,15 | 0,175 | 0,2 |
| $F = P$ en (N) | | | | | |
| $l_1 - l_0$ (m) | | | | | |
| $k = \frac{F}{l_1 - l_0}$ (N/m) | | | | | |

2. Calcul du coefficient de raideur k du ressort :

k est le coefficient de raideur du ressort. Calculer en N/m la moyenne des valeurs de k .

3. Détermination de la période propre de l'oscillateur (ressort + masse).

Questions destinées aux candidats du concours PLP

1- Description d'un protocole expérimental :

Proposer un protocole expérimental pour déterminer la période propre de l'oscillateur (ressort + masse). Quelles conditions doit-on respecter pour que l'expérience soit probante?

2- Etude de l'équilibre :

La masse m est suspendue à l'extrémité du ressort, à l'équilibre, le ressort acquiert une longueur l_1 .

2.1- Effectuer le bilan des forces qui s'exercent sur la masse marquée.

2.2- Le système étant en équilibre, énoncer le premier principe de Newton.

2.3- Ecrire la condition d'équilibre.

3- Oscillations non amorties :

On écarte verticalement le solide de masse m d'une distance X_m au-dessous de sa position d'équilibre, puis on le laisse osciller librement, après l'avoir lâché sans vitesse initiale, à l'instant $t = 0$.

3.1- Enoncer le second principe de Newton.

3.2- Appliquer ce principe et en déduire, dans le cas général, l'équation du mouvement du centre d'inertie du solide : on notera $x(t)$ l'écart entre sa position à l'instant t et sa position d'équilibre. On prendra l'orientation x positive si la masse est au-dessous de sa position d'équilibre.

3.3- Montrer que la période propre du pendule peut s'écrire $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

3.4- Application numérique : calculer le coefficient de raideur du ressort, la période propre, la fréquence propre et la pulsation propre du mouvement puis écrire l'équation du mouvement pour : $m = 118 \text{ g}$, $l_0 = 10 \text{ cm}$, $l_1 = 12,7 \text{ cm}$, $X_m = 1,8 \text{ cm}$ et $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

4 Étude énergétique :

4.1- Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du système masse-ressort. On prendra comme référence : $E_{pp} = 0 \text{ J}$ à l'équilibre ($x = 0$).

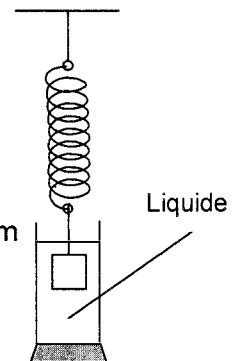
4.2- Démontrer que l'énergie mécanique du système masse ressort est constante.

4.3- Application numérique : Calculer l'énergie mécanique du système.

5- Etude des oscillations amorties :

Le ressort baigne dans un liquide.

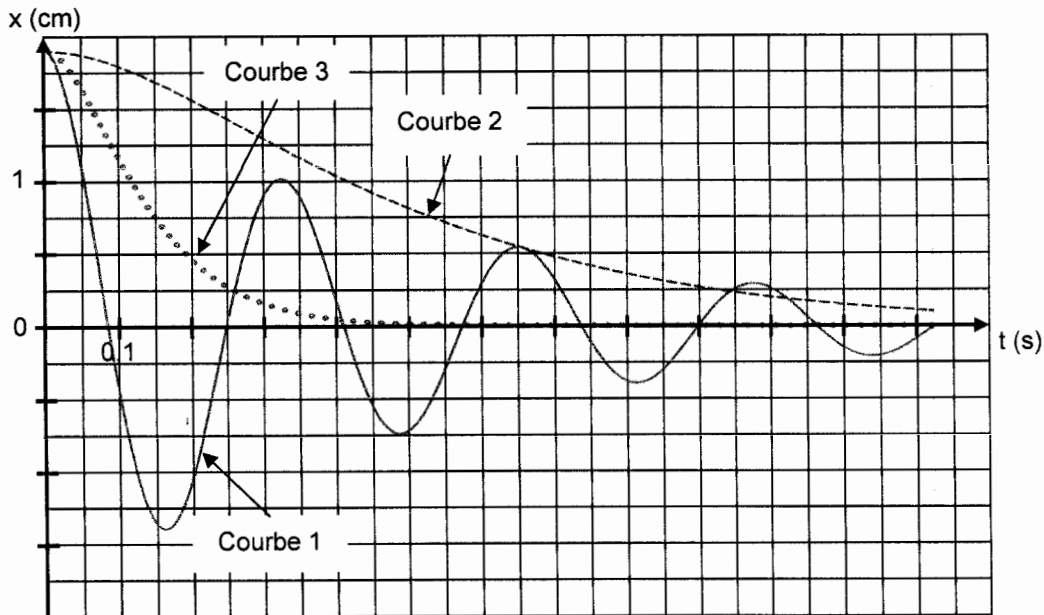
Depuis sa position d'équilibre, on écarte verticalement le solide de masse m d'une distance X_m ($X_m = 1,8 \text{ cm}$) avant de le laisser osciller librement.



5.1- Enumérer les forces qui s'exercent sur la masse m .

5.2- On note $\vec{F}_f = -\alpha \vec{v}$ la force de frottement fluide, où α est une constante et \vec{v} le vecteur-vitesse de la masse en translation verticale. Ecrire, sans la résoudre, l'équation différentielle qui traduit le second principe de Newton. On s'efforcera de simplifier au maximum l'écriture de cette équation différentielle vérifiée par $x(t)$.

5.3- A l'aide de ce montage, en suivant le même protocole expérimental avec des liquides de viscosités différentes, on obtiendrait les représentations graphiques suivantes :



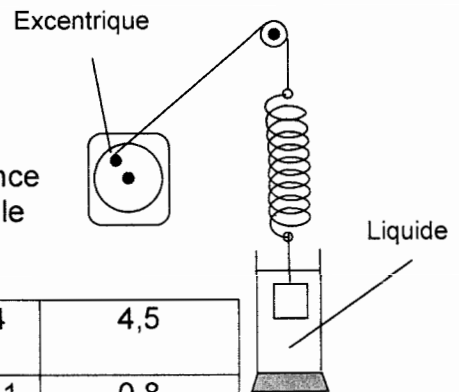
5.3.1- Pour les courbes 1 et 2, préciser la nature du mouvement observé, ainsi que la grandeur que l'on peut déterminer sur la courbe 1; en déduire la valeur du coefficient α .

5.3.2- La courbe 3 correspond à un « amortissement critique ». Qu'est-ce qu'un amortissement critique ? Quel est son intérêt ? Donner une application dans laquelle l'amortissement critique est recherché.

6- Etude des oscillations entretenues :

Afin d'obtenir des oscillations d'amplitude constante dans le liquide à faible viscosité, l'extrémité du ressort est reliée à un excentrique entraîné par un moteur.

L'amplitude maximale X_m des oscillations varie avec la fréquence de rotation N du moteur. Les résultats ont été regroupés dans le tableau suivant :



| | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| N (tr/s) ou (Hz) | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2,8 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 4 | 4,5 |
| X_m (cm) | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,4 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,1 | 0,8 |

6.1- Comment appelle-t-on les systèmes « moteur-excentrique » et « masse-ressort » ?

6.2- Tracer la courbe $X_m = f(N)$, choisir une échelle, que l'on précisera, afin de pouvoir effectuer des lectures graphiques pertinentes.

6.3- Cette courbe présente un extrémum, lequel ? Que caractérise-t-il ?

6.4- Qu'appelle-t-on bande passante ?

6.5- Déterminer la bande passante pour le phénomène observé.

6.6- Déterminer le facteur de qualité Q .

6.7- En utilisant le même protocole expérimental mais avec des liquides de plus en plus visqueux, quelle aurait été l'évolution de l'allure des courbes $X_m = f(N)$, comment appelle-t-on les phénomènes observés ?

Exercice 3 : CHIMIE MINERALE

Le zinc dans quelques réactions d'oxydoréduction

1 - Un échantillon de laiton 36/64 de masse m réagit avec une solution d'acide nitrique du commerce (62%, $d = 1,38$) en excès. Lorsque tout le laiton a disparu, on introduit les produits de la réaction dans une fiole jaugée de 250 mL puis on complète jusqu'au trait de jauge on obtient alors une solution (S).

Le laiton 36/64 est composé, en masse, de 36% de zinc et 64% de cuivre.

1.1-A l'état naturel, le zinc possède 5 isotopes: ^{64}Zn , ^{66}Zn , ^{67}Zn , ^{68}Zn , ^{70}Zn et le cuivre 2 isotopes : ^{63}Cu et ^{65}Cu .

1.1.1- Définir le mot isotope, donner la composition du noyau pour ^{66}Zn et ^{65}Cu

1.1.2- Donner la structure électronique du zinc et du cuivre dans leur état fondamental, ainsi que celle des ions Zn^{2+} et Cu^{2+} .

1.2- Préciser quelles sont les espèces chimiques susceptibles d'être oxydées au cours de la réaction. Pourquoi ?

1.3- Ecrire les formes limites des formules de Lewis de l'ion nitrate qui traduisent l'équivalence des atomes d'oxygène? Comment appelle-t-on ces formes limites ?

1.4- Ecrire les demi-équations des réactions d'oxydoréduction de l'acide nitrique sur le zinc et sur le cuivre. En déduire les équations bilans.

1.5- Qu'observe-t-on au cours de la réaction ? Pourquoi ? Faut-il prendre des précautions pour réaliser cette réaction ? Lesquelles ? Pourquoi ?

1.6- La détermination de la masse m de l'échantillon de laiton a donné : $m = 2,73$ g. Calculer le volume minimal d'acide nitrique du commerce (62%, $d = 1,38$) pour que tout l'échantillon de laiton réagisse.

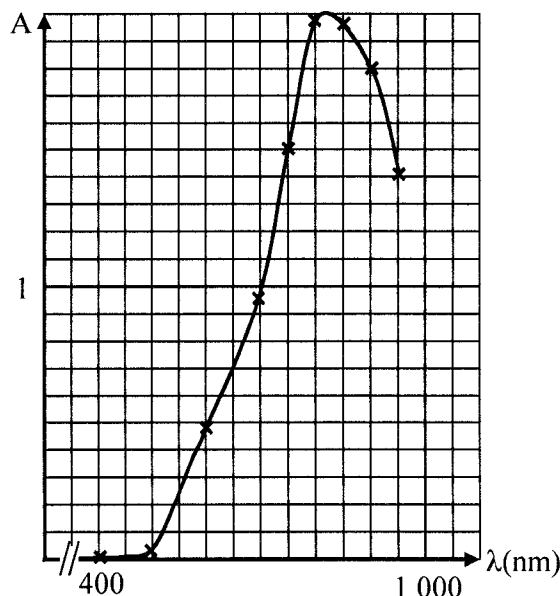
1.7- Déterminer la concentration des ions zinc (II) et cuivre (II) de la solution dans la fiole jaugée.

1.8- Vérification de la composition du laiton par spectrophotométrie.

1.8.1- Donner le principe des dosages spectrophotométriques.

1.8.2- Pour préparer la solution mère M_0 , on prépare une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II) en dissolvant 18,71g de sulfate de cuivre pentahydraté ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) dans un bécher avec de l'eau distillée puis on introduit cette solution dans une fiole de 500 mL, on ajuste au trait de jauge et on agite.

Les mesures d'absorbance réalisées à partir de la solution mère à différentes longueurs d'onde ont permis de tracer la courbe ci-dessous. La valeur de la longueur d'onde pour l'absorbance maximale est-elle celle que vous attendiez ? Pourquoi ?



1.8.3- Préparation des solutions filles S_i : Dans une fiole jaugée de 25 mL on introduit V_i mL de la solution M_0 , on ajuste trait de jauge, on bouche et on agite. Les mesures d'absorbance A effectuées avec les solutions S_i pour une longueur d'onde de 810 nm ont donné les résultats suivants :

| solution | S_0 | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | S_5 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Volume V_i de solution M_0 (mL) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| A | 0 | 0,40 | 0,81 | 1,11 | 1,39 | 1,75 |

Tracer la courbe d'étalonnage qui donne l'absorbance en fonction de la concentration en sulfate de cuivre (II). Les résultats obtenus sont-ils en accord avec la loi de Beer-Lambert ? Pourquoi ?

1.8.4- La mesure d'absorbance de la solution (S) a donné $A = 1,33$, ce résultat est-il en accord avec la valeur attendue ?

2- On réalise une pile électrochimique à l'aide d'une lame épaisse de zinc plongeant dans 1 L d'une solution aqueuse de nitrate de zinc de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, d'un fil d'argent plongeant dans 1 L d'une solution aqueuse de nitrate d'argent de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, de deux fils conducteurs, d'un dipôle résistif et d'un pont salin.

2.1- Faire un schéma de la pile en précisant la nature et la polarité des électrodes, les réactions qui s'y produisent, le sens du courant, le sens de déplacement des électrons et le rôle du pont salin lorsque la pile fonctionne.

2.2- $E^0 (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$ est le potentiel redox standard du couple Zn^{2+}/Zn . Mais expérimentalement, on ne sait mesurer que des différences de potentiel ; on a donc choisi une électrode de référence dont le potentiel redox standard a été posé égal à zéro. Cette électrode est connue par le sigle E.S.H.

2.2.1- Que signifie le sigle E.S.H. ?

2.2.2- A quel couple de référence correspond-elle ?

2.2.3- Qu'appelle-t-on conditions standards ?

2.3- Calculer la force électromotrice de cette pile.

3- Dans un bécher contenant une solution de chlorure de zinc de concentration initiale $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, on ajoute goutte à goutte une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 1 mol.L^{-1} . On observe d'abord l'apparition d'un précipité d'hydroxyde de zinc (II) qui finit par disparaître complètement lorsque la quantité d'hydroxyde de sodium ajoutée est suffisante. L'hydroxyde de zinc (II) formé initialement a réagi pour donner l'ion complexe tétrahydroxozincate (II) Zn(OH)_4^{2-} .

La variation de volume de la solution aqueuse sera considérée comme négligeable.

Equation globale de formation des ions Zn(OH)_4^{2-} : $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-}$

K_3 = constante globale de formation, $\log K_3 = 15,3$

3.1- Etude des complexes.

3.1.1-Définir un ion complexe. Illustrer vos propos en expliquant brièvement la formation de l'ion tétrahydroxozincate (II) et sa géométrie.

3.1.2- Qu'appelle-t-on indice de coordination ? Donner l'indice de coordination de l'ion tétrahydroxozincate.

3.1.3-Donner 3 exemples d'applications dans lesquelles la formation des complexes est utilisée.

3.2- Formation des complexes.

3.2.1- Ecrire l'équation de la réaction de formation du précipité d'hydroxyde de zinc. Donner l'expression de la constante d'équilibre K_1 .

3.2.2- Ecrire l'équation de la réaction de dissolution du précipité d'hydroxyde de Zinc II. Donner l'expression de la constante d'équilibre K_2 .

3.2.3- Donner l'expression de la constante globale d'équilibre (K_3) de la réaction de formation des ions Zn(OH)_4^{2-} . Donner la relation liant les 3 constantes d'équilibre.

3.3- Calcul des constantes d'équilibre

3.3.1- Ecrire l'expression du produit de solubilité de l'hydroxyde de zinc, donner sa valeur.

3.3.2- Calculer la valeur de chaque constante d'équilibre.

3.4- Calcul des valeurs de pH lors de la formation et de la dissolution du précipité.

3.4.1- Calculer la valeur du pH à partir de laquelle le précipité d'hydroxyde de zinc apparaît.

3.4.2 – Calculer la valeur du pH à partir de laquelle le précipité est totalement transformé en ions complexes Zn(OH)_4^{2-} .

3.5- Influence du pH sur les concentrations des ions, diagramme de prédominance.

3.5.1- Déterminer l'expression des concentrations $[\text{Zn}^{2+}]$ et $[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]$ en fonction de la concentration en ion $[\text{H}^+]$ si la solution est saturée.

3.5.2- Calculer la valeur du pH pour laquelle les concentrations en ions zinc (II) et tetrahydroxozincate sont égales.

3.5.3- Calculer la valeur du pH pour laquelle la solubilité en Zn^{2+} et $Zn(OH)_4^{2-}$ est minimale.

3.5.4-Quelle est la valeur de cette solubilité minimale ?

3.5.5- Tracer $\log s = f(\text{pH})$ et commenter.

3.6- On plonge un morceau de grenaille de zinc dans la solution saturée en hydroxyde de zinc (II).

3.6.1-Ecrire les deux équilibres dont la grenaille de zinc est le siège.

3.6.2- Ecrire les deux expressions de la loi de Nernst pour l'électrode ainsi constituée et établir la relation entre K_s , $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn}$ et $E^\circ_{Zn(OH)_2/Zn}$; en déduire le potentiel standard du couple $Zn(OH)_2/Zn$.

3.6.3- Calculer le potentiel de l'électrode de zinc lorsque le pH est égal à 9.

Exercice 4 : CHIMIE ORGANIQUE

Les savons

Les sels de sodium ou potassium des acides aliphatiques linéaires à longue chaîne constituent les savons. On les obtient par saponification des corps gras naturels qui sont des esters de ces acides et du glycérol.

1- Etude d'une saponification :

Dans un ballon de 250 mL, on introduit 5 mL de benzoate d'éthyle de formule brute $C_9H_{10}O_2$ et 25 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium à 4 mol.L^{-1} . On ajoute quelques grains de pierre ponce. On chauffe à reflux pendant 15 minutes. Après refroidissement du mélange, on ajoute un excès d'acide chlorhydrique; un précipité d'acide benzoïque apparaît. Après filtration sous vide et séchage en étuve, il est pesé, on obtient 3 g d'acide benzoïque.

Masse volumique du benzoate d'éthyle: $\rho(C_9H_{10}O_2) = 1,050 \text{ kg/m}^3$

- 1.1- Proposer des schémas légendés du montage à reflux.
- 1.2- Quels sont les avantages d'un montage à reflux ? A quoi sert la pierre ponce ?
- 1.3- Représenter la structure de Lewis de l'atome d'oxygène puis celle de l'ion hydroxyde. Cet ion présente-t-il un site nucléophile ? Électrophile ? Lequel ?
- 1.4- Donner la formule semi-développée du benzoate d'éthyle. A quelle famille chimique appartient-il ? Donner la formule de son groupe fonctionnel.
- 1.5- Sur les atomes caractérisant le groupe fonctionnel du benzoate d'éthyle, indiquer les charges électriques partielles, puis en déduire si le carbone du groupe fonctionnel est un site électrophile ou nucléophile.
- 1.6- Ecrire la réaction de saponification et donner la formule semi-développée des produits obtenus.
- 1.7- Donner les caractéristiques d'une réaction de saponification.
- 1.8- Expliquer comment un détergent tel que le savon élimine au cours du lavage les taches grasses.
- 1.9- Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit lors de l'ajout de la solution d'acide chlorhydrique. Calculer la constante d'équilibre de cette réaction. Que pouvez-vous en conclure ?
- 1.10- Calculer le rendement de la réaction de saponification.

2- Les corps gras :

2.1- Les corps gras ou triglycérides sont des triesters du propan-1,2,3-triol et d'acides carboxyliques aliphatiques linéaires à longues chaînes.

- 2.1.1- Quand qualifie-t-on un composé chimique d'aliphatique ?
- 2.1.2- Donner le nom usuel du propan-1,2,3-triol et écrire sa formule semi-développée.

2.1.3- Ecrire la formule générale semi-développée d'un triglycéride.

2.2- Les corps gras peuvent être caractérisés par leur indice de saponification.

L'indice de saponification d'un triglycéride correspond à la masse (en mg) de potasse nécessaire pour saponifier un gramme de ce triglycéride. L'indice de saponification d'un triglycéride permet de déterminer sa masse molaire moléculaire.

2.2.1- Pour déterminer l'indice de saponification d'un triglycéride homogène pur, on utilise le protocole suivant :

Prise d'essai : Dans un erlenmeyer, on introduit $m_T = 2$ g de triglycéride insaturé, 20 mL de solvant (isobutanol-éthanol) et 10,00 cm³ d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium de concentration 0,5 mol.L⁻¹. On chauffe à reflux pendant une heure.

Une fois le mélange refroidi, on ajoute 2 gouttes de phénolphthaléine puis on dose à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,5$ mol.L⁻¹, la décoloration est obtenue pour un volume $V_{E1} = 5,00$ cm³ d'acide versé.

Prise témoin: On opère de façon identique à la prise d'essai mais sans ajouter de triglycéride. La décoloration est obtenue pour un volume $V_{E2} = 18,80$ cm³ d'acide versé.

2.2.1.1-Pourquoi utilise-t-on une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium ?

2.2.1.2- Comment appelle-t-on un tel dosage ?

2.2.1.3- Déterminer l'indice de saponification.

2.2.1.4- Déterminer la masse molaire moléculaire du triglycéride.

Données utiles pour la résolution des exercices de chimie

Numéros atomiques

de l'hydrogène : 1
du carbone : 6
de l'oxygène : 8
du cuivre : 29
du zinc: 30

Masses molaires atomiques

de l'hydrogène : 1 g.mol⁻¹
du carbone : 12 g.mol⁻¹
de l'azote : 14 g.mol⁻¹
de l'oxygène : 16 g.mol⁻¹
du soufre : 32 g.mol⁻¹
du potassium : 39 g.mol⁻¹
du cuivre : 63,5 g.mol⁻¹
du zinc : 65,4 g.mol⁻¹
de l'argent : 107,9 g.mol⁻¹
de l'iode : 127 g.mol⁻¹

Potentiels standards à 298 K

$$E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO}) = 0,957 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,799 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,342 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,000 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = - 0,762 \text{ V}$$

pK_a à 298 K :

$$pK_a(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}) = 0$$

$$pK_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = 4,2$$

pK_s à 298 K :

$$pK_s(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 16,3$$

Produit ionique de l'eau à 298 K:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

On rappelle la relation de Nernst à 298 K pour la demi-équation $b \text{ red} = a \text{ Ox} + n e^-$

$$E = E^\circ + \frac{0,06}{n} \log \frac{[\text{Ox}]^a}{[\text{Red}]^b}$$