

Sujet de PHYSIQUE-CHIMIE

SESSION DE 2004

CA/PLP

Concours interne

Section : MATHÉMATIQUES-SCIENCES PHYSIQUES

Composition de physique-chimie

Durée : 4 heures

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999).

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

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

- *résolvant physique et chimie sur des copies séparées ;*
- *respectant la numérotation de l'énoncé.*

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

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

Plan du sujet

PREMIERE PARTIE : CHIMIE

Exercice n°1 : Dosage des ions chlorures.

Exercice n°2 : Polyaddition

DEUXIEME PARTIE : PHYSIQUE

Exercice n°1 : Redressement et filtrage.

Exercice n°2 : Acoustique

PARTIE A : - CHIMIE

Données utiles pour la résolution des exercices de CHIMIE.

L'atome de carbone : $\begin{matrix} 12 \\ \text{C} \\ 6 \end{matrix}$ L'atome d'hydrogène : $\begin{matrix} 1 \\ \text{H} \\ 1 \end{matrix}$

Masses molaires atomiques :

M_{Ag} : 107,9 g/mol ; M_{N} : 14,0 g/mol ; M_{O} : 16,0 g/mol ; M_{Cl} : 35,5 g/mol ; M_{Cr} : 52,0 g/mol

L'ion chromate : CrO_4^{2-}

EXERCICE I - Dosage des ions chlorures.

Extrait condensé du protocole d'un sujet de travaux pratiques de Baccalauréat Professionnel.

Détermination expérimentale de la concentration molaire C_0 en ions chlorures d'une eau minérale.

1 – Préparation de la burette.

En ajustant au zéro, remplir la burette d'une solution de nitrate d'argent de concentration molaire $C_1 = 0,0125$ mol/L.

2 – Préparation d'une solution témoin.

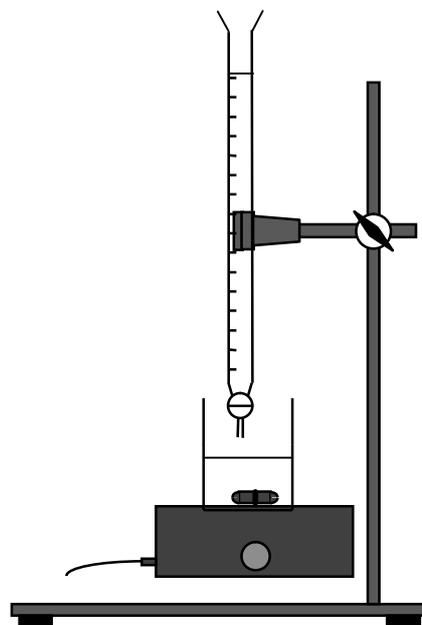
Dans un bécher étiqueté « solution témoin », verser 20 mL d'eau minérale ; ajouter 5 gouttes de chromate de potassium et 10 gouttes de nitrate d'argent de concentration 0,1 mol/L (la solution devient opaque mais ne change pas de couleur).

3 – Préparation de la prise d'essai pour le dosage.

Dans un bécher, placer $V_0 = 20$ mL d'eau minérale et ajouter 5 gouttes de chromate de potassium.

4 – Dosage.

En agitant (agitateur magnétique), verser la solution de nitrate d'argent contenue dans la burette dans le bécher contenant la prise d'essai et noter la couleur de la solution ; repérer le volume V correspondant au changement de couleur.



Questions destinées aux candidats du concours PLP.

1- Préparation de la solution de nitrate d'argent de concentration $C_1 = 0,0125 \text{ mol/L}$.

- 1.1. Donner la formule chimique du nitrate d'argent et calculer sa masse molaire moléculaire.
- 1.2. Calculer, en grammes (arrondie au milligramme), la masse m de nitrate d'argent anhydre solide nécessaire pour préparer 500 mL d'une solution aqueuse de concentration molaire $C_1 = 0,0125 \text{ mol/L}$.
- 1.3. Sur l'étiquette du flacon contenant le nitrate d'argent solide figurent diverses informations dont :

un pictogramme :



une phrase de risque :

R 34 : *provoque des brûlures.*

Indiquer quelle est la signification du pictogramme.

Indiquer les mesures de sécurité nécessaires pour réaliser la pesée.

2- Chlorure d'argent et chromate d'argent.

Le chlorure d'argent et le chromate d'argent sont considérés comme des sels insolubles.

- 2.1. Donner une définition de la solubilité s d'un sel en précisant l'unité.
- 2.2. Ecrire les équilibres de dissociation du chlorure d'argent et du chromate d'argent dans l'eau pure.
- 2.3. Donner les expressions des constantes d'équilibres K_1 et K_2 pour ces deux équilibres.
Pour chacun des deux sels d'argent, donner l'expression du produit de solubilité (K_{s1} et K_{s2}).
- 2.4. Les pK_s du chlorure d'argent et du chromate d'argent sont respectivement $pK_{s1} = 10,0$ et $pK_{s2} = 11,7$.
Calculer, en mole par litre puis en gramme par litre, la solubilité s_1 du chlorure d'argent et la solubilité s_2 du chromate d'argent.

3 - Préparation de la solution témoin.

- 3.1. Le protocole précise que la solution devient opaque mais ne change pas de couleur.

Indiquer ce qui rend la solution opaque et préciser la couleur.

Calculer quelle devrait être la concentration molaire c en ions chlorure de l'eau minérale pour que la solution reste limpide lorsque l'on ajoute 10 gouttes de nitrate d'argent à $0,1 \text{ mol/L}$ à 20 mL d'eau. Donner une conclusion. On prendra $v = 5 \cdot 10^{-5} \text{ L}$ pour le volume d'une goutte.

- 3.2. Le chromate d'argent forme un précipité rouge dans l'eau.

Expliquer pourquoi, lorsque l'on ajoute 5 gouttes de chromate de potassium à une solution contenant de l'eau minérale additionnée de 10 gouttes de nitrate d'argent, le précipité de chromate d'argent n'apparaît pas.

4 - Dosage.

La couleur rouge apparaît dans le bécher contenant la prise d'essai lorsque l'on a versé $V = 14,5 \text{ mL}$ de la solution de nitrate d'argent contenue dans la burette.

- 4.1. Calculer la concentration molaire C_0 en ions chlorure de l'eau minérale.
- 4.2. Sur la bouteille d'où provient l'eau minérale utilisée, on lit :

teneur en ions chlorures Cl^- : 322 mg/L .

La valeur trouvée à la question 4.1 est-elle en accord avec cette indication ? Présenter les calculs justifiant la réponse.

- 4.3. Pourquoi cette méthode de dosage est-elle dite « à précipitation préférentielle » ? Sous quel autre nom est-elle connue ?

EXERCICE II - Polyaddition.

Les programmes de Sciences Physiques des Baccalauréats Professionnels sont constitués de différentes unités spécifiques. L'unité spécifique C9 est intitulée : Matériaux organiques : polyaddition.

Questions destinées aux candidats du concours PLP.

1 - L'éthène. L'éthène est un alcène de formule brute C_2H_4 .

- 1.1. Décrire un test simple permettant de caractériser un alcène.
- 1.2. Ecrire la formule développée de la molécule d'éthène et préciser ses caractéristiques géométriques.
- 1.3. Après avoir présenté la structure électronique du carbone et de l'hydrogène, préciser la nature des liaisons dans la molécule d'éthène et montrer qu'elle permet d'expliquer certaines caractéristiques de cette molécule.

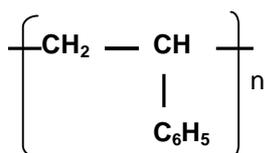
2 - Polymérisation : le polyéthylène.

Selon les conditions expérimentales, on peut obtenir deux types de polyéthylène.

- Sous haute pression (≈ 2000 bars) et à une température de $180^\circ C$ en présence de traces d'oxygène, on obtient le polyéthylène basse densité (PE bd ; $d \approx 0,91$).
 - Sous basse pression (de 10 à 30 bars) et à une température d'environ $60^\circ C$ en présence de catalyseurs (de type Ziegler-Natta à base de titane et d'aluminium), on obtient le polyéthylène haute densité (PE hd ; $d \approx 0,95$).
- 2.1. Citer deux utilisations industrielles ou de la vie courante de chacun de ces deux types de polyéthylène.
 - 2.2. Donner la formule du polyéthylène ; définir les termes : monomère, polymère, degré (ou indice) de polymérisation .
 - 2.3. Définir ce qu'est un catalyseur ; préciser son rôle dans une réaction et indiquer son mode d'action.

3 - Un autre polymère important : le polystyrène. Le polystyrène est un polymère très utilisé.

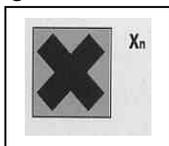
Sa formule est :



- 3.1. Préciser quel est le monomère et donner la formule développée de sa molécule.
- 3.2. Au laboratoire de chimie, face aux élèves, on veut réaliser la synthèse du polystyrène.

Sur l'étiquette du flacon contenant le monomère figurent diverses indications dont :

un pictogramme :



des phrases de risque :

R10 : *inflammable.*
R20 : *nocif par inhalation.*
R36/38 : *irritant pour les yeux et la peau.*

Décrire la manipulation réalisée en indiquant :

- les produits nécessaires en précisant le catalyseur utilisé (donner sa formule semi-développée) ;
- le produit formé en précisant s'il est liquide ou solide ;
- les conditions expérimentales et notamment les mesures de sécurité à respecter.

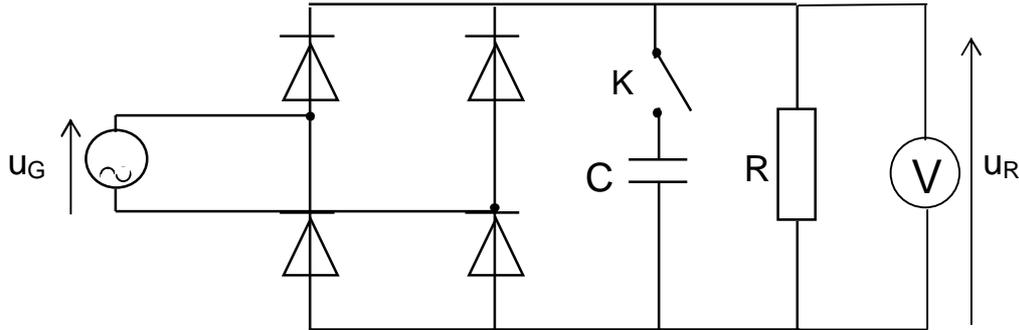
3.3. Le polystyrène existe également sous forme **expansée**. Indiquer comment, industriellement, on obtient le polystyrène expansé et citer deux utilisations industrielles ou de la vie courante.

PARTIE B : PHYSIQUE

EXERCICE I : Redressement et filtrage.

Extrait d'un sujet de Baccalauréat Professionnel

Le schéma suivant représente une partie d'une alimentation d'antenne parabolique de télévision.



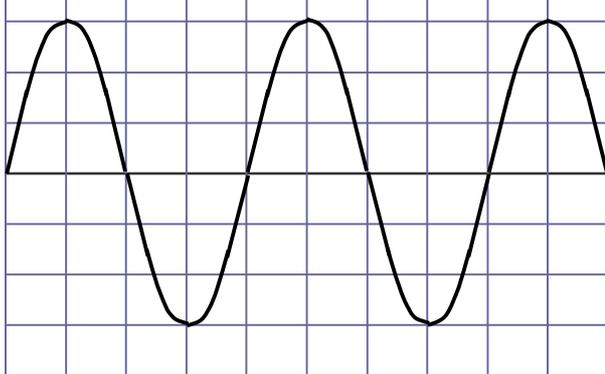
G : générateur de tension sinusoïdale

C : condensateur
K : interrupteur

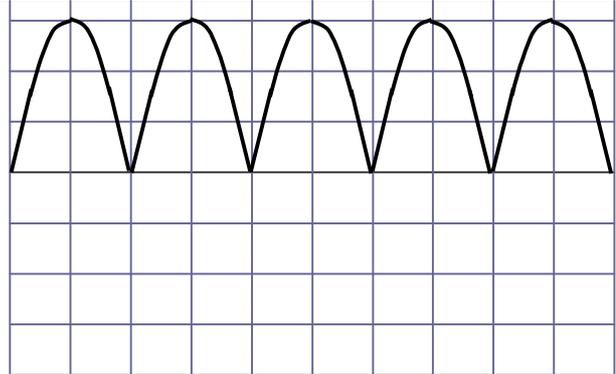
R : résistance
V : voltmètre

Question 1 : L'interrupteur K étant ouvert, à l'aide d'un oscilloscope, on obtient les oscillogrammes :

oscillogramme 1 : tension u_G délivrée par le générateur
5 ms pour une division ; 5 V pour une division



oscillogramme 2 : tension u_R aux bornes de la résistance R.
5 ms pour une division ; 5 V pour une division

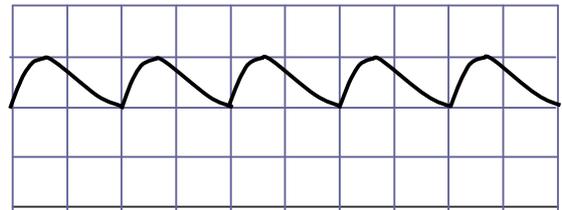


- Quel est le rôle du pont de diodes appelé "Pont de Graëtz" ?
- A l'aide de l'oscillogramme 1, déterminer la période, la fréquence puis la valeur maximale U_{Gmax} de la tension délivrée par le générateur.
- A l'aide de l'oscillogramme 2 :
 - déterminer la période, la fréquence puis la valeur maximale U_{Rmax} de la tension visualisée aux bornes de la résistance ;
 - citer les deux valeurs qui ne peuvent pas être lues sur le voltmètre parmi les trois valeurs suivantes : 0 V ; 15 V ; 10,6 V .

Question 2 : On ferme l'interrupteur K.

A l'aide de l'oscilloscope, on obtient l'oscillogramme 3, représentant la nouvelle tension u_R aux bornes de la résistance R.

- quel est le rôle du condensateur ?
- le voltmètre indique une tension $U_R = 13,5V$ lorsque la résistance est $R = 10\Omega$; calculer l'intensité du courant traversant la résistance R .



oscillogramme 3 :
tension u_R aux bornes de la résistance R
5 ms pour une division ;
5 V pour une division

Questions destinées aux candidats du concours PLP.

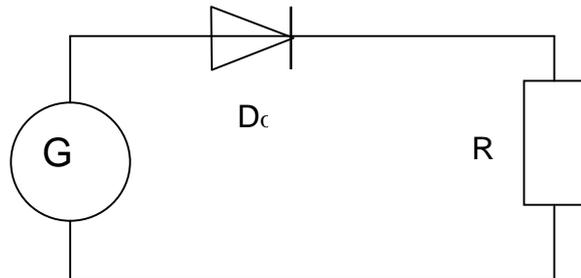
1. Rédiger le corrigé de cet extrait de sujet de Baccalauréat Professionnel (le barème n'est pas demandé).

2. Diodes et redressement.

2.1. Décrire rapidement une diode à jonction et indiquer sa particularité essentielle.

2.2. Tracer l'allure de la caractéristique $I = f(U)$ d'une diode à jonction réelle. Préciser la notion de « tension de seuil » et, sur la tracé de la caractéristique, montrer comment on l'obtient.

2.3. On réalise le montage ci-contre, où G délivre une tension sinusoïdale. À l'oscilloscope, on relève la tension aux bornes du résistor R. Dessiner l'allure de l'oscillogramme observé.



2.4. Après avoir reproduit le schéma du pont de Graëtz alimenté par une tension sinusoïdale et débitant dans un résistor R, donner les explications permettant de justifier la courbe obtenue sur l'oscillogramme 2 de l'extrait du sujet de baccalauréat professionnel.

2.5. Quel est l'intérêt d'utiliser un tel pont par rapport au montage de la question 2.3 ?

3. Charge d'un condensateur.

3.1. Décrire rapidement un condensateur en précisant les différents éléments constitutifs. A quoi correspond le « claquage » d'un condensateur ?

3.2. Il existe deux types de condensateurs : les condensateurs à lame mince et les condensateurs électrochimiques. Indiquer les principaux avantages et les principaux inconvénients de chacun de ces types de condensateurs.

3.3. On charge un condensateur de capacité C par un courant d'intensité constante $I = 330\text{mA}$. Le condensateur, complètement déchargé à l'instant $t = 0$, acquiert, au bout d'une durée $\Delta t = 0,1\text{s}$, une tension à ses bornes de $U = 15\text{V}$. Calculer la capacité C en microfarad (μF). Compte tenu de la valeur trouvée, dire s'il s'agit d'un condensateur à lame mince ou d'un condensateur électrochimique.

4. Décharge d'un condensateur au travers d'un résistor.

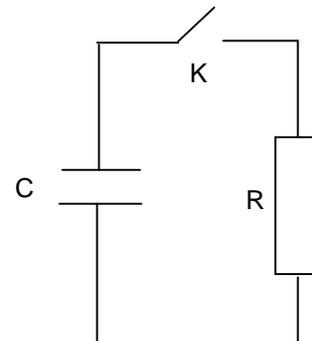
Un condensateur de capacité $C = 2200 \mu\text{F}$ est initialement chargé. La tension à ses bornes est alors $U = 15\text{V}$.

On réalise le montage ci-contre, avec $R = 10 \Omega$.

4.1. Etablir et résoudre l'équation différentielle permettant d'obtenir l'expression de la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur lorsque l'on ferme l'interrupteur K.

4.2. Tracer l'allure de la courbe $u(t)$.

4.3. Faire les tracés permettant de retrouver graphiquement la « constante de temps » τ du circuit. Expliquer rapidement l'influence d'une augmentation de cette constante de temps τ .



5. Retour sur le montage de l'alimentation de l'antenne.

L'oscillogramme 3 de l'extrait du sujet de baccalauréat professionnel représente la tension aux bornes de la résistance R en parallèle avec un condensateur de capacité C, cet ensemble étant alimenté à travers un pont de Graëtz.

Commenter l'allure de l'oscillogramme en distinguant les différentes phases au cours d'une période et expliquer alors le rôle du condensateur.

Quelle modification apporterait une augmentation de la constante de temps τ du circuit ?

Cela représenterait-il un avantage ou un inconvénient pour le but recherché par un tel montage ?

EXERCICE II : Acoustique.

EXTRAIT D'UN SUJET DE BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

En fonctionnement, une machine à tronçonner des profilés d'aluminium émet un bruit de puissance sonore $P_s = 0,5 \text{ W}$.

L'oreille d'un ouvrier est à une distance $d = 1,20 \text{ m}$ de la source sonore supposée ponctuelle.

1. Calculer l'intensité acoustique I reçue par l'oreille de l'ouvrier.
Calculer alors le niveau d'intensité acoustique L .
2. Au delà d'un niveau d'intensité acoustique $L = 85 \text{ dB}$, la norme oblige le port d'un casque anti-bruit. Celui-ci est-il obligatoire pour l'utilisation de la machine à tronçonner ? Justifier la réponse.

$$\text{Rappels : } I = \frac{P_s}{4\pi d^2} \quad ; \quad L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad ; \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Questions destinées aux candidats du concours PLP.

1. Rédiger une solution pour l'exercice du sujet (le barème n'est pas demandé).

2. Caractéristiques des sons.

Un son est considéré comme une onde se propageant dans le milieu matériel.

- 2.1. Préciser si cette onde est transversale ou longitudinale.
- 2.2. Chaque son possède ses propres qualités : intensité, hauteur et timbre. Préciser à quoi correspond chacune de ces qualités et à quelle caractéristique de l'onde elle correspond.

3. Perception d'un son par l'oreille humaine.

- 3.1. L'oreille humaine ne perçoit pas tous les sons émis ; indiquer quelles sont, approximativement, les limites du champ auditif normal.
- 3.2. La grandeur caractérisant la perception d'un son par l'oreille située à une distance d (en m) d'une source émettant un son avec une puissance sonore P_s (en W) est l'intensité acoustique I (en W/m^2). Justifier l'expression donnant I en fonction de P_s .
- 3.3. En terme de mesure, c'est le niveau d'intensité acoustique L (en dB) qui est relevé.
Quel est l'appareil permettant de mesurer un niveau d'intensité acoustique ?
Que représente la valeur $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ de la formule de calcul ?
- 3.4. Une façon d'abaisser le niveau d'intensité acoustique L au niveau d'une oreille est de s'éloigner de la source émettrice. Calculer à quelle distance d' d'une source considérée comme ponctuelle émettant un son de puissance sonore $P_s = 0,5 \text{ W}$ il faut se placer pour que le niveau d'intensité acoustique soit de 85 dB.
- 3.5. Une seconde machine à tronçonner identique (puissance sonore émise $P_s = 0,5 \text{ W}$) se met en route. L'oreille de l'ouvrier est située à la même distance $d = 1,20 \text{ m}$ des deux machines. Calculer la variation de niveau d'intensité acoustique provoquée par la mise en fonctionnement de la seconde machine, la première étant déjà en marche.

4. La propagation du son.

- 4.1. Décrire une expérience montrant la nécessité d'un milieu matériel pour qu'un son puisse se propager
- 4.2. Donner deux exemples de situations concrètes simples que l'on peut citer à des élèves pour leur faire comprendre que le son se propage dans l'air avec une certaine célérité.
- 4.3. Proposer et décrire un dispositif expérimental permettant en classe de mesurer la célérité du son dans l'air. Quelle est la valeur approximative que l'on s'attend à trouver, la mesure étant faite à une température ambiante voisine de 18°C ?
- 4.4. La célérité de propagation du son dans un gaz est donnée par la relation de Laplace :

$$V = \sqrt{\gamma \frac{P_0 \cdot T}{a_0 \cdot d \cdot T_0}}$$

$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$: rapport des chaleurs massiques du gaz ;
 p_0 : pression atmosphérique normale ($p_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Pa) ;
 a_0 : masse volumique de l'air dans les conditions normales ($a_0 = 1,293$ kg/m³) ;
 d : densité du gaz par rapport à l'air ($d \approx M/29$, M masse molaire moléculaire du gaz) ;
T : température absolue en Kelvin ;
 T_0 : température absolue normale ($T_0 = 273$ K).

- 4.4.1. Calculer la célérité théorique du son dans l'air à 25°C sous la pression atmosphérique normale (pour l'air, $\gamma \approx 1,4$).
- 4.4.2. Quelle serait la valeur de cette célérité si, dans les mêmes conditions, on se plaçait dans le dihydrogène H₂ (pour un gaz diatomique, $\gamma \approx 1,4$; $M_H = 1$ g/mol).
- 4.5. Le son se propage également dans les liquides et les solides. Donner les ordres de grandeur des célérités du son dans l'eau et l'acier.

EXERCICE I – Dosage des ions chlorures. (sur 21 points)

1 – Préparation de la solution de nitrate d'argent. (3 points)

1 – 1 - Formule du nitrate d'argent : AgNO_3 ; $M(\text{AgNO}_3) = 107,9 + 14 + (3 \times 16) = 170 \text{ g/mol}$

1 – 2 – Masse de nitrate d'argent à peser : il faut $0,0125/2$ mole, soit $0,0125 \times 170 \text{ g}$, donc $m = 1,062 \text{ g}$.

1 – 3 – Signification du pictogramme : **produit corrosif**.

Mesures de sécurité : **mettre des lunettes et des gants** (éviter le contact avec la peau et les yeux).

2 – Chlorure d'argent et chromate d'argent. (8 points)

2 – 1 – La solubilité s d'un sel dans l'eau est la **quantité (en gramme ou en nombre de mole) de ce sel qui peut être dissout dans un litre d'eau (à température donnée)**. L'unité est donc le **gramme par litre (g/L)** ou le **nombre de mole par litre (mol/L)**.

2 – 2 – Equilibres de dissociation : $\text{AgCl}_{(\text{solide})} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$; $\text{Ag}_2\text{CrO}_{4(\text{solide})} \rightleftharpoons 2.\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-}$

2 – 3 - $K_1 = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$; $K_2 = \frac{[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]}{[\text{Ag}_2\text{CrO}_4]}$; $K_{s1} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$; $K_{s2} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$

2 – 4 –

Pour le chlorure : $s_1 = [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$; $K_{s1} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = s_1^2$ et $s_1 = \sqrt{K_{s1}}$ avec $K_{s1} = e^{-pK_{s1}} = 10^{-10}$ d'où $s_1 = 10^{-5} \text{ mol/L}$

En masse : $s_1 = 10^{-5} (107,9 + 35,5) = 1,434.10^{-3} \text{ s}_1 = 1,434 \text{ mg/L}$

Pour le chromate : $s_2 = [\text{CrO}_4^{2-}] = \frac{[\text{Ag}^+]}{2}$; $K_{s2} = 4 s_2^3$ et $s_2 = \sqrt[3]{\frac{K_{s2}}{4}}$ avec $K_{s2} = e^{-pK_{s2}} = 10^{-11,7}$, d'où $s_2 = 7,94.10^{-5} \text{ mol/L}$

En masse : $s_2 = 7,94.10^{-5} (107,9 + 52 + (4 \times 16)) \text{ s}_2 = 17,8 \text{ mg/L}$

3 – Préparation de la solution témoin. (4 points)

3 – 1 – C'est la précipitation du chlorure d'argent (solide) de couleur blanc laiteux qui rend la solution opaque.

Volume de 10 gouttes : $v = 10 \times 5.10^{-5} = 5.10^{-4} \text{ v} = 5.10^{-4} \text{ L}$

Nombre de mole d' Ag^+ introduit : $5.10^{-4} \times 0,1 = 5.10^{-5} \text{ n}_{\text{Ag}^+} = 5.10^{-5} \text{ mole}$

Concentration dans les 20 mL : $c_{\text{Ag}^+} = \frac{5.10^{-5}}{2.10^{-2}} = 2,5.10^{-3} \text{ c}_{\text{Ag}^+} = 2,5.10^{-3} \text{ mol/L}$

$K_{s1} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$; il n'y aura pas de précipitation du chlorure si $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] < K_{s1}$

Soit $[\text{Cl}^-] < \frac{K_{s1}}{[\text{Ag}^+]}$; $[\text{Cl}^-] < \frac{10^{-10}}{2,5.10^{-3}}$ donc $[\text{Cl}^-] < 4.10^{-8} \text{ mol/L}$

La concentration en ions chlorures d'une eau minérale étant bien supérieure à cette valeur, le précipité se forme par addition de 10 gouttes de nitrate d'argent de concentration 0,1 mol/L.

3 – 2 – Le précipité rouge de chromate d'argent n'apparaît pas parce que les ions argent introduits sont consommés par la formation du précipité de chlorure d'argent.

4 – Dosage. (6 points)

4 – 1 – Concentration C_0 en ions chlorure de l'eau minérale.

Au moment de l'apparition du précipité rouge, tous les ions chlorures sont consommés par formation

du précipité ; donc : $V_{\text{versé}} \times C_1 = V_0 \times C_0$, d'où $C_0 = \frac{V_{\text{versé}} \times C_1}{V_0} = \frac{14,5 \times 0,0125}{20} = 9,0625.10^{-3}$; $C_0 \approx 9.10^{-3} \text{ mol/L}$

4 – 2 – Indications de la bouteille : 322 mg/L correspond à $\frac{322.10^{-3}}{35,5} = 9,07.10^{-3}$ résultat conforme à celui trouvé.

4 – 3 – Cette méthode est dite « à précipitation préférentielle » car on joue sur la différence de solubilité des sels d'un même métal pour faire apparaître successivement les précipités (effet d'ion commun).

Cette méthode est connue sous le nom de « méthode de Mohr ».

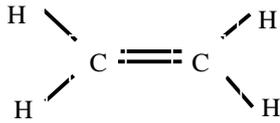
EXERCICE II - Polyaddition. (sur 19 points)

1 – L'éthène. (6 points)

1 – 1 – La caractérisation d'un alcène peut se faire par décoloration de l'eau de brome en mettant en évidence par un papier pH humecté l'absence d'acide (HCl qui pourrait provenir d'une substitution). On met en évidence une réaction d'addition sur une liaison double C = C.

1 – 2 – Formule développée de la molécule d'éthène :

Molécule plane et rigide (pas de rotation autour de l'axe de la liaison carbone-carbone).



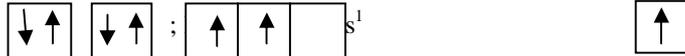
Longueur des liaisons :

Liaisons C-H : 0,110 nm ; Liaison C = C : 0,134 nm

Valeur des angles HCH et CCH : 120°

1 – 3 – Structures électroniques et liaisons.

Le carbone : $1s^2 2s^2 2p^2$ ou



Dans les édifices organiques, le carbone ne reste pas dans sa configuration fondamentale, et, par réorganisation des orbitales atomiques (hybridation), il forme des liaisons dont les directions sont différentes. Les caractéristiques géométriques de la molécule d'éthène conduisent à proposer une hybridation de type sp^2 conduisant à trois orbitales identiques dans un même plan d'orientations formant des angles de 120°, la troisième orbitale p restant identique, dans un plan orthogonal à celui des orbitales hybrides. Les liaisons C – H : liaisons σ , par recouvrement de l'orbitale s de l'hydrogène et d'une sp^2 du carbone. Elles sont dans un même plan contenant aussi la liaison C = C, de direction formant un angle de 120°. La liaison C = C : une liaison σ par recouvrement axial d'orbitales sp^2 non engagées avec les hydrogènes et une liaison π par recouvrement latéral d'orbitales p dans un plan orthogonal au plan de la molécule ; c'est cette liaison qui est la cause de la rigidité de la molécule.

2 – polymérisation : le polyéthylène. (6 points)

2 – 1 – P E b d : films agricoles, sachetterie, emballages pour palettes ; récipients ménagers ou industriels (cuvettes, pots, bouteilles,...) ; tuyaux souples ; isolants de câbles électriques, jouets, coques de bateaux ou de planches à voile.

P E h d : corps creux pour embouteillages rigides (bouteilles, flacons, bidons de lait, récipients pour lessives liquides, ...) ; grands récipients (fosses septiques, fûts industriels,...) ; objets injectés (panneaux de signalisation, conteneurs,...)

2 – 2 - Formule du polyéthylène : $-(CH_2 - CH_2)_n-$

Monomère : corps contenant au moins une liaison multiple qui par polyaddition donne une chaîne très longue (le polymère).

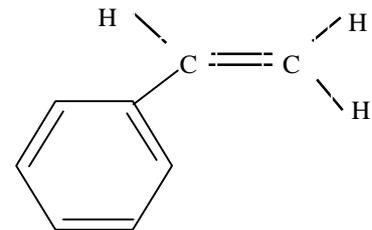
Polymère : chaîne très longue obtenue par de multiples additions d'une molécule identique (le monomère).

Degré (ou indice) de polymérisation : nombre de molécules de monomères qui se lient pour former le polymère.

2 – 3 – Catalyseur : corps chimique ajouté aux réactifs d'une réaction pour en faciliter la réalisation ; il n'intervient pas dans les produits et se retrouve identique à la fin de la réaction. Il a pour rôle de rendre possible ou d'augmenter la cinétique de la réaction. Il agit essentiellement en abaissant le niveau d'énergie pour la rupture des liaisons des réactifs.

3 – Un autre polymère important : le polystyrène. (7 points)

3 – 1 – Le monomère est le styrène de formule brute C_8H_8 de formule développée :



3 – 2 – Synthèse du polystyrène en classe.

Le styrène commercial, pour être conservé, contient un additif anti-oxydant ;

il faut donc le laver avec une solution d'hydroxyde de sodium à 1 ou 2 mol/L.

Le styrène (liquide – environ 4 à 5 cm³) est placé dans un gros tube à essais

et on ajoute un initiateur- catalyseur (le peroxyde de benzoyle de formule semi-développée $C_6H_5CO - O - O - OCH_2C_6H_5$).

Le tube à essais est surmonté d'un tube effilé pour éviter l'émission des vapeurs de styrène, puis placé au bain-marie maintenu à une température d'environ 80°C. Le mélange devient de plus en plus épais et fini par prendre en masse au bout d'un temps de l'ordre de trois quarts d'heure, temps au bout duquel est obtenu le polystyrène, solide transparent. Compte tenu des risques, il est nécessaire de travailler sous la hotte, avec des gants et des lunettes ; de plus il ne faut pas laisser le flacon de styrène ouvert près de la flamme.

3 – 3 – Le polystyrène expansé.

Dans le polystyrène liquide, on injecte sous pression du pentane C_5H_{12} ; il se forme des microbilles contenant du pentane liquide. Chauffé, le pentane se vaporise et gonfle les billes.

Utilisations : emballages « sur mesure », boîtes pour objets fragiles, isolation thermique et phonique.

EXERCICE I – Redressement et filtrage. (sur 24 points)

1 – Corrigé de l'extrait de sujet de Bac Pro.(4 points)

Quest 1 a) Le pont de Graët sert à rendre la tension unidirectionnelle (redressement double alternance).

b) Sur l'oscillogramme 1, 4 divisions pour la période, avec 5 ms par division d'où $T = 4 \times 5 = T = 20 \text{ ms}$.

Comme $f = 1/T$, $f = 1/20.10^{-3}$ soit $f = 50 \text{ Hz}$

Sur l'oscillogramme 1, valeur de la tension maximale : 3 divisions avec 5 V par division ; soit $U_{Gmax} = 15 \text{ V}$

c) Sur l'oscillogramme 2, 2 divisions pour la période, soit $T' = 10 \text{ ms}$ et $f' = 1/T' = 100 \text{ Hz}$

Avec 5 V par division, $U_{Rmax} = 15 \text{ V}$. Sur le voltmètre, les valeurs ne pouvant être lues sont : 0 V et 15 V

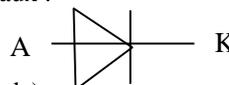
quest 2. a) Le rôle du condensateur est de **diminuer les variations de la tension, donc la « lisser »**.

b) Dans le résistor, $U_R = R \times I_R$, donc $I_R = U_R/R$, $I_R = 13,5/10$ et $I_R = 1,35 \text{ A}$

2 – Diodes et redressement. (5 points)

2 – 1 – Une diode est un composant électronique formé par la succession suivante de matériaux :

Métal	Semi-conducteur P	Semi-conducteur N	Métal
anode		cathode	



Particularité : ne laisse passer le courant que dans un sens (sens passant : anode vers cathode).

2 – 2 – Caractéristique d'une diode : cours ; la tension de seuil U est la tension à partir de laquelle l'intensité n'est plus considérée comme négligeable. Sur le tracé de la caractéristique, elle est obtenue en prolongeant la partie pratiquement rectiligne de la courbe jusqu'à l'axe des tensions ; cette tension de seuil a une valeur de l'ordre de 0,6 V à 0,7 V pour des diodes au silicium.

2 – 3 – redressement simple alternance

2 – 4 – Fonctionnement du pont de Graët : cours ; quel que soit le signe de la tension, le courant circulant dans le résistor a toujours le même sens ; la tension relevée à ses bornes est donc toujours positive ; l'alternance « positive » est donc toujours reproduite ce qui donne l'allure de l'oscillogramme 2.

2 – 5 – redresser les deux alternances double l'énergie utilisable par rapport au redressement d'une seule alternance.

3 – Charge d'un condensateur. (4 points)

3 – 1 Un condensateur est constitué de deux surfaces conductrices d'aires séparées par un isolant de très faible épaisseur. Les surfaces conductrices sont appelées les **armatures**. L'isolant est appelé **diélectrique**. L'épaisseur e du diélectrique est très faible devant les dimensions des armatures.

3 – 2 – Avantages et inconvénients des types de condensateurs.

A lame mince : Avantages : peuvent supporter des tensions assez élevées (jusqu'à 1500 V pour des condensateurs au papier imprégné de paraffine). Ne sont pas polarisés Inconvénients : faible valeur de la capacité du picofarad à quelques dizaines de microfarads. Encombrement parfois important

Electrochimiques : Avantages : capacité importante sous un encombrement qui peut être réduit. Inconvénients : ne supportent que des tensions modérées. Sont polarisées (risque de destruction en cas de mauvais branchement).

3 – 3 – $Q = I \times t = 330.10^{-3} \times 10^{-1}$; $Q = 3,3.10^{-2} \text{ Cb}$; et $C = Q/U = 3,3.10^{-2} / 15$; $C = 2,2.10^{-3} = 2200.10^{-6} \text{ C} = 2200 \text{ mF}$

Etant donné la valeur élevée de la capacité, il s'agit forcément d'un condensateur électrochimique.

4 – Décharge d'un condensateur au travers d'un résistor. (6 points)

4 – 1 – Equation différentielle : la loi des branches impose $u(t) = -Ri(t)$ avec $i(t) = dq(t)/dt$ et $dq(t) = Cu(t)$ donc $u(t) = -RC du(t)/dt$, ce qui conduit à $(du(t)/dt)/u(t) = -1/RC$ ou $\ln(u(t)) = (-t/RC) + k$ et $u(t) = e^{(-t/RC)} \cdot e^k$ ou $u(t) = Ke^{(-t/RC)}$ en posant $e^k = K$, avec les conditions initiales : à $t=0$, $u(t) = 15$, d'où $K = 15$. Avec $R=10$ et $C=2200.10^{-6}$, il vient $RC = \tau = 2,2.10^{-2}$ et finalement : $u(t) = 15 \cdot e^{(-100t/2,2)}$

4 – 2 – Allure de la courbe $u(t)$: exponentielle décroissante de 15V à 0V

4 – 3 – Tracé permettant de retrouver la valeur de « la constante de temps τ » : soit par intersection de la tangente à la courbe au point d'abscisse $t = 0$ avec l'axe des temps, soit en prenant la valeur de t correspondant à la valeur $u = 0,37 U$ (soit ici $15 \text{ V} \times 0,37 = 5,55 \text{ V}$). Si on augmente la valeur de la constante de temps, on ralentit la décharge du condensateur.

5 – Retour sur la montage de l'alimentation de l'antenne.(5 points)

Phase 1 : partie ascendante de u entre $t = 0$ et $t = 0,005\text{s}$: les diodes d_1 et d_4 conduisent et le condensateur se charge, la tension est celle délivrée à la sortie du pont de Graët.

Phase 2 : entre 0,005s et environ 0,0125s : la tension e délivrée par le pont de Graët décroît rapidement, mais le condensateur « freine » l'évolution de la tension u en l'empêchant de suivre l'évolution de la tension e ce qui impose $u > e$; le dipôle RC est isolé, l'évolution de u étant régie par la loi de décharge du condensateur dans un résistor.

Phase 3 : entre environ 0,0125s et 0,015s avec la croissance de e à partir de $t = 0,01\text{s}$, lorsque u redevient inférieur à e , les diodes conduisent à nouveau et on repart pour une charge du condensateur, et ainsi de suite.

Le rôle du condensateur est de « freiner » la décroissance de la tension et finalement d'arriver à un certain « lissage » de la courbe de tension. Si on augmente la constante de temps, on ralentit de plus en plus la décharge (on allonge la phase 2) et l'ondulation de la courbe de tension diminue, ce qui est un avantage dans ce cas car on tend vers une tension presque constante.

EXERCICE II – Acoustique. (sur 16 points)

1 – Solution de l'exercice du sujet de Baccalauréat professionnel. (2 points)

Question 1 : $I = P_s/4\pi d^2$; $I = 0,5/4\pi 1,2^2$; $I \approx 2,763 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$; $L = 10 \cdot \log(2,763 \cdot 10^{-2}/10^{-12})$; $L \approx 104 \text{ dB}$

Question 2 : Le port du casque est obligatoire car la limite de 85 dB est dépassée.

2 – Caractéristiques des sons. (4 points)

2 – 1 – Il s'agit d'une onde longitudinale (de même direction que la propagation).

2 – 2 - Intensité : qualité permettant de distinguer un son fort d'un son faible ; cela dépend de l'amplitude de l'onde.

Hauteur : qualité permettant de distinguer un son aigu d'un son grave ; cela dépend de la fréquence de la vibration.

Timbre : qualité qui nous fait distinguer des sons de même intensité et de même hauteur selon l'émetteur (même note produite par différents instruments de musique par exemple) ; cela dépend de la complexité de l'onde qui est périodique mais pas forcément sinusoidale du fait de la présence d'un plus ou moins grand nombre d'harmoniques.

3 – Perception d'un son par l'oreille humaine. (5 points)

3 – 1 – Limites approximatives du champ auditif : entre 16 Hz et 20000 Hz ;

3- 2 - Lorsqu'une source sonore émet un bruit ou un son avec une puissance P_s , l'onde longitudinale qui se forme se propage dans toutes les directions ; si on considère le milieu de propagation comme homogène et linéaire, cette propagation se fait donc à la même célérité et le front d'onde est donc sphérique. La puissance initiale P_s se répartit donc sur l'aire de la sphère formée par le front d'onde. A une distance d de la source émettrice, la sphère a un rayon d et son aire est $4 \cdot \pi \cdot d^2$. L'intensité acoustique I qui représente la puissance reçue par unité de surface a donc bien pour expression : $I = P_s/4 \cdot \pi \cdot d^2$ qui s'exprime donc en W/m^2 .

3 – 3 – L'appareil permettant de mesurer le niveau d'intensité acoustiques L est le **sonomètre**.

I_0 correspond à l'intensité acoustique minimale perceptible par une oreille humaine normale

3 – 4 – On doit avoir $85 = 10 \cdot \log(0,5/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot I_0)$ soit $8,5 = \log(0,5/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot I_0)$ ou $0,5/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot I_0 = 10^{8,5}$ qui conduit à :

$$d^2 = \frac{0,5}{4\pi \cdot 10^{-12} \cdot 10^{8,5}} \text{ et donc } d = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 10^{3,5}}{4\pi}} = \mathbf{11,22 \text{ m.}}$$

3 – 5 - $\Delta L = L' - L = 10 \cdot \log(2I/I_0) - 10 \cdot \log(I/I_0)$,

donc $\Delta L = 10 \log 2I - 10 \log I_0 - 10 \log I + 10 \log I_0 = 10 \log 2 + 10 \log I - 10 \log I_0 - 10 \log I + 10 \log I_0$

finalement : $\Delta L = 10 \log 2 = 10 \times 0,301029 = 3,010299 \approx \mathbf{3 \text{ dB}}$

4 – La propagation du son. (5 points)

4 – 1 – Sous une cloche dans laquelle on peut faire le vide, on place une sonnette ; en présence d'air, on voit et on entend la sonnette ; au fur et à mesure que l'on fait le vide, on voit toujours la sonnette, mais le son est de moins en moins audible jusqu'à l'extinction. Si le rayonnement lumineux n'a pas besoin d'un milieu matériel pour se propager (onde électromagnétique), le son, lui, en a besoin (onde mécanique).

4 – 2 – Eclair et perception du tonnerre ; éclatement d'une fusée de feu d'artifice et perception du bruit lorsque l'on est à une certaine distance ; choc sur une partie métallique.....

4 – 3 – Matériel : Oscilloscope bicourbes, GBF, haut-parleur, microphone, banc gradué.

Manipulation : Sur l'écran de l'oscilloscope, on fait apparaître le signal émis par le haut-parleur (c'est celui fourni par le GBF) ; on positionne le micro à une distance d_1 pour que le signal reçu soit en phase avec le signal émis ; on éloigne le microphone en recherchant à quelle distance d_2 il faut le placer pour que, pour la première fois les signaux émis et reçus par le microphone soient à nouveau en phase. La distance ($d_2 - d_1$) est égale à la longueur d'onde λ du signal. Comme $\lambda = c \cdot T$, c étant la célérité de propagation et T la période du signal, la détermination de T (en seconde) sur l'oscillogramme et le calcul de $d_2 - d_1$ (en mètre) permettent donc le calcul de c (en m/s).

A une température voisine de 18°C , la valeur trouvée doit être voisine de 340 m/s

4 – 4 – Propagation dans les gaz.

4 – 4 – 1 - Dans l'air à 25°C : $V_{25} = \sqrt{1,4 \times \frac{1,013 \times 10^5 \times 298}{1,293 \times 1 \times 273}}$; $V_{25} = \sqrt{119727}$; $V_{25} \approx \mathbf{346 \text{ m/s}}$

4 – 4 – 2 – Célérité à 25°C dans le dihydrogène. : $V_{25}^{\text{H}_2} = \sqrt{\frac{1,4 \times 1,013 \times 10^5 \times 29 \times 298}{1,293 \times 2 \times 273}}$; $V_{25}^{\text{H}_2} \approx \mathbf{1318 \text{ m/s}}$

4 – 5 – Dans l'eau, la valeur est de l'ordre de $c = 1500 \text{ m/s}$. Dans l'acier, la valeur est de l'ordre de $c = 5000 \text{ m/s}$.