République Libanaise

Ministère de l'Education
et de l'Enseignement Supérieur

Centre de Recherche
et de Développement Pédagogiques

GUIDE POUR L'EVALUATION

PHYSIQUE - CHIMIE

QUESTIONS TYPES
POUR
L'EVALUATION SCOLAIRE

EPREUVES TYPES
POUR
LES EXAMENS OFFICIELS

CYCLE SECONDAIRE

Octobre 2000

République Libanaise
Ministère de l'Education
et de l'Enseignement Supérieur
Centre de Recherche
et de Développement Pédagogiques

GUIDE POUR L'EVALUATION

PHYSIQUE

CYCLE SECONDAIRE

QUESTIONS TYPES POUR
L'EVALUATION SCOLAIRE

EPREUVES TYPES
POUR LES EXAMENS OFFICIELS

الشهادة الثانوية العامة

Octobre 2000

Société d'Edition Secondaire s.a.r.l.

Société d'Edition Secondaire s.a.r.l.
P.O. Box : 55530 – Tel/Fax : 01/488775 - Dekwané

Préface

Le Centre de Recherche et de Développement Pédagogiques peut aujourd'hui se féliciter de l'exploit réalisé dans le domaine de l'évaluation scolaire à savoir: l'élaboration d'un système complet d'évaluation en accord avec les finalités, les objectifs et le contenu des nouveaux programmes. Il faut signaler que ces programmes ont été mis en application avant que ne leur soit intégré l'élément essentiel qu'est l'évaluation. C'est la raison pour laquelle une commission créée en mai 1999, s'est chargée de concevoir les principes de base de l'évaluation et d'élaborer, pour chaque classe, les tableaux de compétences requises pour chaque discipline. Des sessions d'initiation à ce nouveau système d'évaluation et adressées aux formateurs et aux enseignants, se sont déroulées durant les années 1999 - 2000. Les guides de l'évaluation relatifs aux matières enseignées dans les deux premières années de chaque cycle d'enseignement, furent distribués aux écoles et aux enseignants pendant que le processus de formation de l'année scolaire et de l'été 2000 suivait son cours. Simultanément, le comité central et les commissions des disciplines travaillaient les listes de compétences relatives à la troisième année de chaque cycle, à la conception d'épreuves type pour les examens officiels de la 9ème année de l'Education de Base et la 3ème année du cycle secondaire et à la production des guides complets d'évaluation pour toutes les disciplines et tous les niveaux. Cette entreprise est avant-gardiste dans l'histoire de l'Education au Liban, voire dans les pays du monde arabe.

La valeur de ce travail réside dans le fait qu'il dépasse le processus de la simple notation traditionnelle basée sur des objectifs spécifiques, un processus complet d'évaluation, plus équitable et plus précis portant sur le niveau d'acquisition de compétences chez l'apprenant, tant dans ses travaux quotidiens que dans les épreuves officielles. Aussi s'avère-t-il impératif à ce stade, d'attirer l'attention de l'enseignant sur la différence entre la mesure et l'évaluation. En fait, le système traditionnel se base sur la note qui représente l'indicateur unique permettant de porter un jugement sur la production de l'élève. Quant à l'évaluation, bien qu'elle tienne compte de la note, elle va bien au-delà, pour apprécier chez

l'élève, le niveau d'acquisition des compétences prévues au niveau de la discipline, voire même certains savoirs-faire et savoirs-être relatifs à différentes situations.

Par conséquent, il est primordial de considérer l'enseignement et l'évaluation comme deux entités indissociables, dans la mesure où l'évaluation devient un aspect essentiel de l'opération apprentissage/enseignement. Il est également important que l'enseignant connaisse les compétences requises et qu'il en informe l'élève en vue d'adopter des techniques de travail appropriées.

L'enseignant pourrait aussi avoir recours à un ensemble de techniques pour évaluer l'apprentissage de l'élève. Car l'évaluation est une opération globale qui requiert l'usage de divers types de procédés : la note et les appréciations. Par ailleurs, l'évaluation n'implique pas obligatoirement un contrôle écrit mais nécessite aussi l'exécution de certaines tâches, de certaines activités, voire même l'observation des performances. Les informations obtenues à partir de l'évaluation du travail de l'élève sont exploitées par l'enseignant en vue de réaliser deux objectifs: d'abord, remettre continuellement en question l'opération éducative afin de la perfectionner, ensuite, aider l'élève à prendre conscience, non seulement de ce qu'il est parvenu à réaliser, mais aussi de ses lacunes.

En définitive, nous adressons nos vifs remerciements à tous ceux qui ont accompagné ce chantier, du commencement jusqu'à la fin. Aussi soulignons-nous que le Centre de Recherche et de Développement Pédagogiques tiendra toujours compte des opinions et commentaires de tous les acteurs concernés, dans la perspective d'apporter les modifications nécessaires aux techniques du système d'évaluation.

2 Octobre 2000

Le Président

Nemer FRAYHA

Sommaire

Pages

Physique

Chimie

Textes explicatifs sur les domaines de compétences en physique

Cette liste de compétences et de domaines de compétences est un instrument de travail. Des explications complémentaires sont nécessaires pour sa mise en application. Les explications relatives à un domaine donné sont généralement les mêmes transversalement (pour différentes disciplines) et longitudinalement (pour les différents cycles dans la même discipline). Elles font apparaître le poids accordé à chaque domaine et les éléments qu'on cherche lors de l'évaluation d'une compétence de ce domaine. Les élèves doivent être au courant de ces explications.

1. Application des connaissances

L'école du 21ème siècle est appelée à fonctionner dans un environnement social complexe; l'image du système éducatif idéal doit changer: il faut passer d'un système fermé à un système ouvert, à un projet : la modification de la société (Gazaïel et Warnet 1998).

Les connaissances scientifiques acquises à l'école ont généralement un double but: leur **investissement** dans des nouvelles recherches afin de contribuer au progrès scientifique et leur **réutilisation** dans des situations nouvelles liées à la vie quotidienne. Ce **transfert des connaissances**, auquel nous accordons une très grande importance, doit se manifester dans le processus d'évaluation à travers l'interprétation, l'explication et l'analyse des phénomènes physiques du monde réel.

Dans cette optique sur le rôle de l'école, le domaine de l'application des connaissances ne signifie en aucun cas l'application directe des connaissances, comme par exemple : appliquer la relation traduisant la loi de Coulomb pour calculer la force d'interaction entre deux charges électriques ou calculer une tension électrique aux bornes d'un conducteur ohmique connaissant sa résistance et l'intensité du courant qui le traverse.

Les compétences de ce domaine doivent être évaluées dans des situations complexes nouvelles et / ou des situations proches de celles vues en classe. L'application d'une loi doit se faire dans une situation où plusieurs lois peuvent apparaître utiles. L'élève choisit alors cette loi comme étant la seule connaissance convenable pour trouver l'inconnue. Les éléments qui doivent apparaître dans les compétences de ce domaine impliquent ce qui suit :

a- **Tirer, par l'observation d'un fait ou par la lecture d'un document scientifique, les informations pertinentes** concernant les grandeurs physiques relatives à la situation proposée: en électricité et électronique (intensité, tension, résistance, puissance, énergie, amplification de tension ou de courant…), en ondes (fréquence, période, amplitude, vitesse de propagation, longueur d'onde, position de l'objet et de l'image, distance focale d'une lentille, accommodation de l'œil…), en mécanique (position, vitesse, accélération, force, travail, énergie…) et en physique nucléaire (activité, demi-vie, décroissance radioactive, fission, fusion….)

b- **Analyser les données** : c'est-à-dire trier, en se basant sur ses connaissances antérieures, les informations essentielles et mettre à côté les informations superflues. Il est à noter que, dans la même situation, des informations sont considérées essentielles pour répondre à une

question, mais elles ne le sont pas pour une autre question. Dans une situation où il y a réflexion et réfraction de la lumière, l'indice de réfraction, par exemple, est une information superflue pour la détermination de l'angle de réflexion, mais il représente une information pertinente pour la détermination de l'angle de réfraction.
L'élève est-il capable d'identifier les grandeurs physiques en jeu et de les lier aux connaissances acquises propres à la situation donnée ?

c- **Mobiliser et appliquer des connaissances appropriées à la physique**. Une fois la relation précédente accomplie, l'élève est-il capable de choisir les connaissances convenables (loi, formule, définition, unités...) ? Si le bon choix est déjà fait, est-il capable d'appliquer la loi choisie ? Est-il capable d'élaborer un modèle ou une hypothèse? (En fait, cette phase est relativement difficile; il est plus simple et plus pratique de demander aux élèves de choisir un modèle parmi plusieurs autres et de justifier ce choix)

Cette phase est liée à l'autonomie de décision. C'est l'élève qui décide des connaissances à mobiliser, de leur organisation et de leur emploi, afin de répondre à la question.

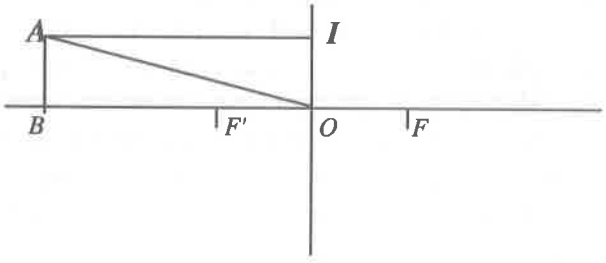
d- **Mobiliser et appliquer des connaissances non appropriées à la physique** (calcul, échelle, fonctions circulaires, graphe, vecteur...).

e- **Vérifier la pertinence des résultats** : les sciences physiques décrivent des situations très proches de la vie réelle. Les résultats obtenus sont-ils vraisemblables ? L'élève accepte-t-il des réponses illogiques : masse négative, vitesse supérieure à celle de la lumière, masse de la Terre égale à quelques grammes... ? Respecte-t-il l'ordre de grandeur des grandeurs physiques ?

f- **Transférer les résultats obtenus à des situations réelles**. C'est l'étape la plus importante comme on l'a mentionné au début de ce paragraphe.

À titre d'exemple, considérons la situation suivante ayant pour but de déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet donnée par une lentille divergente.

La figure ci-dessous représente un objet AB devant une lentille.



a- Examiner attentivement le schéma pour préciser la nature de la lentille. Justifier la réponse.

b- Tracer la marche des rayons émergents correspondant aux incidents AI et AO.

c- Caractériser l'image A´B´ de AB donnée par la lentille.

d- Peut-on utiliser cette lentille pour lire le pourcentage en or d'une alliance ? Justifier la réponse.

e- Dans les villes, la majorité des portes d'entrée des maisons est munie d'un judas qui permet de voir derrière la porte. Le judas est constitué essentiellement d'une lentille. Cette lentille est-elle du même type que la lentille en question ? Justifier la réponse.

Dans cette situation, les questions a), b) et c) ont pour but de tirer des informations et d'extraire des connaissances sur les images données par des lentilles divergentes alors que les questions d) et e) portent sur le transfert de ces connaissances dans des situations pratiques.
Il est nécessaire de noter qu'une question qui n'affecte pas la situation ne peut pas être introduite. Il n'est pas conseillé de poser une question pour la seule raison qu'il reste un point ou un point et demi dans le barème. Une question sur la vergence de la lentille, par exemple, est sans aucun intérêt dans la situation précédente.

2. L'expérimentation

Ce domaine sous-tend deux grands titres: la réalisation d'un protocole expérimental avec ou sans fiche de travaux pratiques et la résolution des problèmes à aspect expérimental.
L'intérêt de ce domaine réside dans la mise en application des caractéristiques d'un appareil figurant dans sa fiche technique dans le but d'assurer son bon fonctionnement. Les compétences de ce domaine se manifestent, en fait, dans la vie réelle une fois que l'élève quitte l'école. Elles convergent, en ce sens, avec les compétences du domaine de l'application des connaissances.

Dans la **réalisation d'un protocole expérimental**, l'élève doit notamment suivre les étapes suivantes:

a- Lire le plan d'une expérience
b- Choisir et utiliser les matériels adaptés (multimètre, oscilloscope, cuve à ondes, source de lumière, miroirs, lentille...)
c- Réaliser le montage d'une expérience à partir d'un schéma ou d'un texte
d- Respecter les consignes de sécurité (des personnes et des installations)
e- Faire des mesures et valider les résultats
f- Répondre aux questions
g- Faire un compte rendu illustré de schémas clairs et annotés.

Les deux derniers points (f et g) peuvent évaluer des compétences appartenant au domaine de la communication. Il n'est pas pratique d'expérimenter et de faire des mesures sans exploiter les résultats obtenus ou sans rédiger un compte rendu (compétences appartenant au domaine de la communication). L'évaluation d'une compétence du domaine de l'expérimentation est corrélée dans la majorité des cas à l'évaluation d'une compétence du domaine de la communication.

Dans la **résolution des problèmes à aspect expérimental**, l'élève mobilise ses connaissances pratiques dans des situations plutôt théoriques. Il est possible de donner le schéma d'un montage ou d'un appareil et de lui proposer des changements dans le montage, dans l'échelle de l'appareil de mesure utilisé, dans son mode de branchement etc. Par exemple, sur quel bouton faut-il agir si l'on veut que deux cycles de l'oscillogramme visualisé sur l'écran de l'oscilloscope couvrent horizontalement tout l'écran?

Qu'est ce qu'on cherche dans un compte rendu?

- Le but de l'expérience ?
- Le matériel utilisé ?
- Le principe ou le concept physique ?
- Le déroulement de l'expérience ?
- Les tableaux et les graphiques ?
- Les schémas annotés ?
- La pertinence du résultat ?
- La conclusion ?

3. Domaine de la communication

Ce domaine est très important sur le plan pratique. Nous vivons dans un monde où l'interaction avec les autres est un fait journalier. Exprimer ses idées sur un sujet donné dans un contexte bien déterminé et en utilisant un certain mode de représentation est une compétence liée au savoir-être de l'individu. La même blague fait rire les autres si racontée par quelqu'un alors qu'elle n'a pas le même effet si racontée par un autre. Les connaissances qui constituent le phénomène sont les mêmes ; mais comment les intégrer, comment les mobiliser, est une chose qui appartient à la personne. Pour cela nous disons que la compétence fait appel à des savoir-devenir orientés vers le développement de l'autonomie (J.M. De Ketele).

Exploiter un diagramme déterminé est une compétence incluse dans ce domaine. Cette compétence, rencontrée dans un autre contexte dans les différentes disciplines et même dans les journaux et les revues, intègre les objectifs d'apprentissage suivants comme éléments constitutifs:

a- Tracer un diagramme
b- Donner les significations physiques de l'abscisse et de l'ordonnée
c- Choisir convenablement une échelle
d- Déterminer graphiquement le point de fonctionnement d'un dispositif
e- Tirer d'un graphique les caractéristiques d'un dispositif
f- Utiliser les valeurs mesurées pour calculer les valeurs d'autres grandeurs physiques.

QUESTIONS TYPES POUR L'EVALUATION SCOLAIRE
Cycle Secondaire

1ère année secondaire

Domaines et compétences

Domaines	Compétences
Application des connaissances	♦ **Appliquer des connaissances spécifiques:** - **l'électricité** (électrisation, loi de Coulomb, lois des tensions et des intensités, loi de fonctionnement d'un conducteur ohmique, d'un générateur et d'un récepteur, effet Joule…). - **Aux ondes** (caractéristiques d'une onde, réflexion, réfraction…) - **l'optique** (miroir plan, lentilles, œil, loupe…) - **la mécanique** (mouvement rectiligne, lois de Newton…) ♦ **Distinguer des grandeurs physiques et des phénomènes étroitement liés** (f.é.m. et f.c.é.m., ondes transversales et ondes longitudinales, réflexion et réfraction, vitesse moyenne et vitesse instantanée) ♦ **Identifier** **- Un dipôle électrique** **- Une image formée par un système optique** **- Un œil myope et un œil presbyte.** ♦ **Interpréter des phénomènes physiques de la vie quotidienne** (coupe-circuit, court-circuit, écho, arc-en-ciel, éclipses…) ♦ **Respecter les modes de protection des personnes et des installations contre les dangers de l'électricité.**
Expérimentation	♦ **Utiliser les appareils de mesure (multimètres, oscilloscope…)** ♦ **Réaliser un circuit électrique simple comportant des dipôles en série et des dipôles en dérivation.** ♦ **Vérifier les lois de réflexion et de réfraction de la lumière.** ♦ **Suivre un protocole expérimental pour tracer la caractéristique intensité – tension d'un dipôle électrique.** ♦ **Déterminer expérimentalement les caractéristiques de l'image d'un objet réel formée par un système optique.** ♦ **Vérifier les lois de Newton.** ♦ **Déterminer la distance focale d'une lentille convergente.**

Domaines	Compétences
Communication	♦ **Exploiter un diagramme** - Caractéristique intensité - tension d'un conducteur ohmique, d'un générateur et d'un récepteur. - Tension visualisée sur l'écran d'un oscilloscope. - Enregistrement sur la table à coussin d'air. ♦ **Utiliser un vocabulaire scientifique adapté aux différents modes de représentation: oral, écrit, schémas, tableaux, graphiques…** ♦ **Tirer des informations aux sources documentaires diversifiées.**

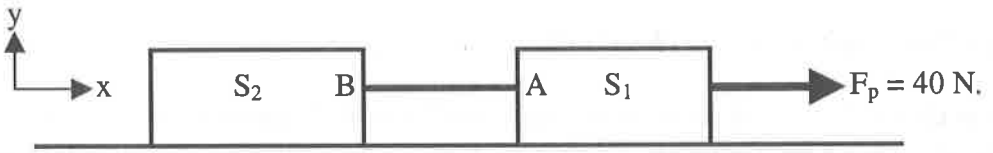
Exemples d'évaluation des compétences en première année secondaire

Domaine 1: Application des connaissances

Compétence à évaluer : Appliquer des connaissances spécifiques au principe de l'inertie.

Exercice 1 : ***Equilibre d'un corps soumis à plusieurs forces***

Deux boîtes S_1 et S_2, de très petites dimensions et de masses respectives m_1 et m_2, sont liées l'une à l'autre par une corde AB, de masse négligeable, et posées sur une table horizontale. Une personne exerce une force horizontale $\mathbf{F_p}$ de 40 N sur la boîte de masse m_1 de telle façon que l'ensemble se déplace à vitesse constante.



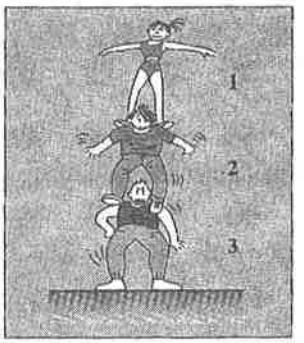
La force de frottement exercée par la table sur S_1, de sens opposé à celui de $\mathbf{F_p}$ est évaluée à 15 N. Déterminer :

i- L'action exercée par la corde sur la boîte S_1.
ii- La force de frottement exercée par la table sur la boîte S_2.

Compétence à évaluer : Déterminer les forces agissantes à un système donné.

Exercice 2

Trois acrobates A, B et C, de masses respectives $m_1 = 60$ kg, $m_2 = 75$ kg et $m_3 = 90$ kg, se mettent l'un au-dessus de l'autre. Prendre g = 10 N / kg.



a- Déterminer les caractéristiques des actions mécaniques qui s'exercent sur chacun d'eux.
b- Sur trois schémas différents, représenter ces actions à une même échelle.

Compétence à évaluer : Expliquer le phénomène d'électrisation par contact.

Exercice 3 : ***Charger un électroscope***

L'extrémité électrisée d'une tige de verre déjà frottée contre un chiffon en soie est mise en contact avec la sphère métallique d'un électroscope initialement neutre. Les feuilles de l'électroscope se séparent.

1. Interpréter l'écartement des feuilles de l'électroscope.
2. Que se passe-t-il si on éloigne la tige de verre de la sphère métallique de l'électroscope ? Justifier la réponse.
3. Donner le nom de ce phénomène.

Compétence à évaluer : Expliquer le phénomène d'électrisation par contact.

Exercice 4 : ***Conséquences d'une électrisation***

La boule métallisée d'un pendule électrostatique est électrisée négativement. Elle est suspendue à l'aide d'un fil isolant de façon à se situer à mi-distance de deux plaques P_1 et P_2. Lorsque le fil s'incline pour une raison quelconque, sa longueur est suffisante pour que la boule puisse toucher l'une ou l'autre de deux plaques. Expliquer ce qui se passe lorsque les plaques P_1 et P_2 sont respectivement reliées aux bornes positive et négative d'une pile.

Compétence à évaluer: Appliquer les lois de Newton à un mouvement rectiligne.

Exercice 5: ***Mouvement de l'ascenseur***

Le mouvement d'un ascenseur est généralement constitué de trois phases. La première est la phase de démarrage qui ne dure que quelques secondes; la seconde est la plus importante en effet au cours de cette phase l'ascenseur fait la plus grande partie du trajet à vitesse constante ; la troisième, est la phase de freinage à la fin de laquelle l'ascenseur arrive à l'étage souhaité avec une vitesse nulle.

Samia et son père, de masse totale 150 kg, prennent l'ascenseur pour monter au quatrième étage. La cabine de l'ascenseur a une masse de 350 kg et $g = 10\ m.s^{-2}$.
Pendant la première phase de la montée, le câble exerce sur la cabine une force verticale ascendante d'intensité 6000 N.

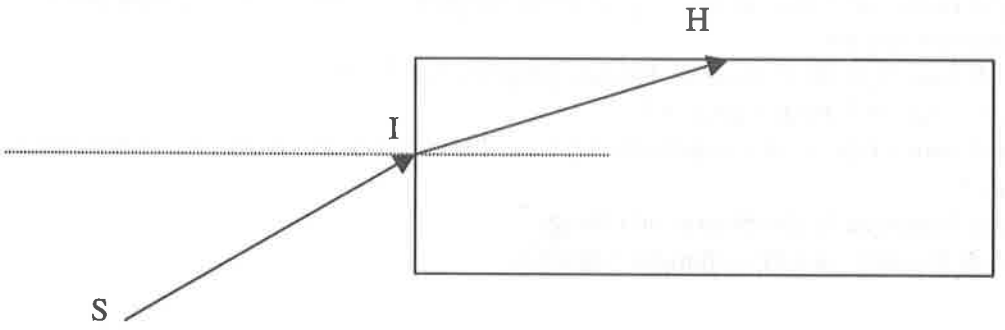
1. Déterminer l'accélération de la cabine durant cette phase.
2. Déterminer l'action exercée par le câble sur la cabine pendant la deuxième phase.

Compétence à évaluer: Appliquer des connaissances spécifiques à la réflexion et à la réfraction.

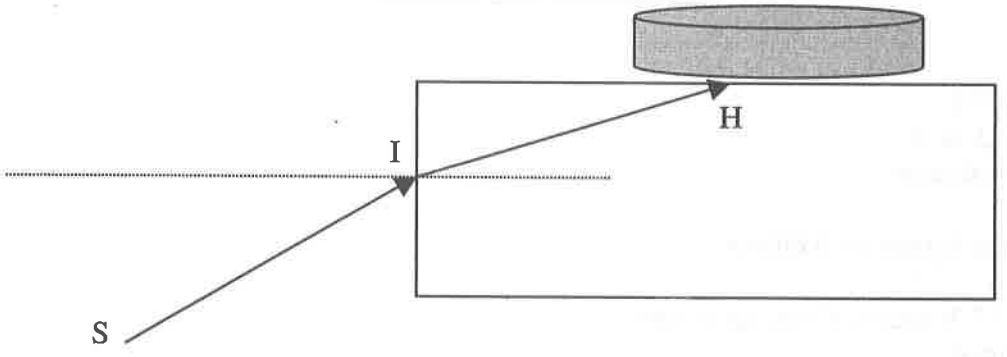
Exercice 6: ***Une fibre optique***

Une fibre optique est généralement formée d'un tube cylindrique transparent, appelé cœur, entouré d'une couche transparente d'indice de réfraction plus petit et appelé gaine. L'ensemble est enveloppé par une couche protectrice opaque.

Une tige en verre d'indice de réfraction $\sqrt{2}$ est utilisée comme une fibre optique dans l'air. Elle reçoit un rayon lumineux SI sous une incidence de 45 °. Prendre $\sqrt{2} = 1{,}414$.



1. Calculer l'angle de réfraction correspondant.
2. Que se passe-t-il quand le rayon réfracté IH rencontre la surface de la tige? Déduire le rôle d'une telle tige.
3. Que se passe-t-il au rayon réfracté IH si une goutte d'huile, d'indice de réfraction 1,4, vient accidentellement se fixer sur la paroi externe de la tige? Tirer une conclusion sur le rôle de la gaine.



Compétence à évaluer: Appliquer des connaissances spécifiques aux lentilles et aux miroirs plans.

Exercice 7: ***Appareil de projection***

Un appareil de projection est utilisé généralement pour projeter, sur un écran vertical (ou sur un mur) situé à une certaine distance D, une image agrandie d'une diapositive (ou d'un film) afin de la rendre ainsi visible par un grand nombre de personnes.

L'objectif d'un appareil de projection de diapositives est assimilé à une lentille mince convergente de distance focale 6,25 cm. La diapositive à projeter est un carré de 24 cm de côté; et sa distance à l'écran est de 3 m.

1. Trouver la position de l'objectif de l'appareil par rapport à la lentille si l'on veut obtenir une image nette sur l'écran.
2. Déterminer la forme et la dimension de l'image projetée sur l'écran.
3. On rapproche l'écran de 1 m de l'appareil.
   a. Dans quel sens et de combien doit-on déplacer l'objectif pour avoir une image nette sur l'écran?
   b. Déterminer la nouvelle dimension de l'image.
   c. La forme de l'image va-t-elle changer? Justifier.

Domaine 2: Expérimentation

Compétence à évaluer : Vérifier expérimentalement les lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière.

Exercice 1: ***Réflexion et réfraction de la lumière***

Fiche à distribuer aux différents groupes

Situation

- Au laboratoire.
- Travail en groupe
- Durée : 50 minutes.

Matériel (Pour chaque équipe de 3 élèves)

- Lampe de 12 V munie d'une fente fine
- Disque gradué
- Miroir plan rectangulaire pouvant être placé verticalement
- Demi- cylindre en verre.

Démarche expérimentale

- Réaliser le montage permettant de vérifier les lois de la réflexion ;
- Donner à l'angle d'incidence cinq valeurs et mesurer, chaque fois, l'angle de réflexion correspondant ;
- Réaliser le montage permettant la vérification des lois de la réfraction ;
- Augmenter, à partir de zéro, l'angle d'incidence de 5 en 5 et noter à chaque fois l'angle de réfraction correspondant ;
- Chercher l'angle d'incidence minimal pour lequel un rayon lumineux passant du verre dans l'air subit la réflexion totale.

Questions (travail individuel)

1. Comparer les angles d'incidence et de réflexion. Tirer une conclusion.
2. Calculer l'indice de réfraction du verre.
3. Tracer, sur un papier millimétré, le graphique représentant les variations du sinus i_1 en fonction de sinus i_2.

Exercice 2

Vérifier les lois de réflexion et de réfraction des ondes mécaniques à la surface de l'eau d'une cuve à ondes.

Rédiger un compte rendu illustré par des schémas annotés.

Domaine 3: Communication

Compétence à évaluer : Exploiter les caractéristiques intensité- tension d'une pile et d'une lampe.

Exercice 1: ***Point de fonctionnement d'un circuit électrique***

Le point de fonctionnement d'un circuit électrique représente le couple (U, I) : U étant la tension aux bornes du générateur, et I l'intensité du courant que le générateur débite lorsque le circuit fonctionne normalement.

Ce point représente l'intersection des caractéristiques intensité–tension de tous les dipôles constituant le circuit concerné. Pour déterminer le point de fonctionnement d'un circuit électrique constitué d'une pile plate et d'une lampe à incandescence, on procède comme suit:

1. Dans une première expérience, la pile est branchée en série avec un rhéostat et un ampèremètre. Un voltmètre est branché en dérivation aux bornes de la pile. On agit

progressivement sur le curseur du rhéostat et on relève, à chaque fois, les indications de l'ampèremètre et du voltmètre. Les valeurs obtenues sont dressées dans le tableau suivant:

U (en V)	*4,25*	*3,85*	*3,45*	*3,00*	*2,60*	*2,05*	*1,30*	*0,35*
I (en mA)	*0*	*50*	*100*	*150*	*200*	*250*	*310*	*390*

2. Dans une deuxième expérience, la lampe est branchée en série avec l'ampèremètre entre les bornes d'un générateur de courant continu à tension réglable. Le voltmètre est branché aux bornes de la lampe. En faisant varier la tension délivrée par le générateur, l'ampèremètre indique à chaque fois l'intensité du courant passant par la lampe. Les valeurs obtenues sont transcrites dans le tableau suivant:

U (en V)	*0*	*0,20*	*0,76*	*1,70*	*2,60*	*3,75*	*5,20*
I (en mA)	*0*	*50*	*100*	*150*	*200*	*250*	*300*

Questions:

a- Tracer la caractéristique intensité – tension de cette pile. En déduire sa force électromotrice et sa résistance interne dans la partie linéaire.

b- Sur le même système d'axes et aux mêmes échelles de tension et de courant, tracer la caractéristique intensité-tension de la lampe.

c- Déterminer graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement de la lampe lorsqu'elle est branchée seule aux bornes de la pile. Est-il possible de retrouver, par calcul, les résultats précédents? Justifier.

<u>Compétence à évaluer</u> : Exploiter les caractéristiques intensité- tension d'une pile et d'un conducteur ohmique.

<u>Exercice 2</u>

La caractéristique d'une pile est rectiligne. Sa tension à vide est de 22,5 V, et sa résistance interne est de 12 Ω. On branche entre ses bornes un conducteur ohmique de résistance 57 Ω.

i. Tracer dans le même système d'axes (I en abscisse et U en ordonnée) la caractéristique de la pile et celle du conducteur ohmique.

ii. Donner, d'après la construction graphique, les coordonnées du point d'intersection de deux caractéristiques (point de fonctionnement).

iii. Retrouver, par le calcul, les résultats précédents.

Compétence à évaluer: Exploiter un document sur les lois de Newton en mécanique.

Exercice 3: ***Principe de l'inertie***

Voici un document écrit par le physicien Richard Feynman:

Un jour, je jouais avec ma petite carriole, une sorte de chariot avec un timon[1] pour le tirer. Une balle se trouvait dessus, je m'en souviens comme si c'était hier: une balle était sur le chariot et il produisait quelque chose de bizarre quand je tirais. J'allais voir mon père:

- Dis papa, j'ai remarqué une chose: quand je tire le chariot, la balle roule vers l'arrière du chariot. Et quand je tire et puis je m'arrête, la balle roule vers l'avant. Pourquoi?

- Ah ! personne ne le sait, répondit-il. Les choses qui bougent tendent à rester en mouvement, et les choses qui ne bougent pas tendent à rester immobiles...

Il continua: " Si tu regardes bien, tu verras que la balle ne va pas vers l'arrière du chariot quand tu le tires; c'est l'arrière du chariot qui vient vers elle. La balle reste à peu près immobile".

Je retournais en courant vers mon chariot, je le tirais dans tous les sens en observant la balle; elle restait bien plus ou moins immobile. Elle reculait par rapport au chariot, mais par rapport au sol, elle avançait légèrement.

Extrait de The pleasure of finding things out, R. P. Feynman
Helix Book / Persus books, 1999

Questions:

a- De quel principe s'agit-il dans ce texte? Dans quelle phrase se manifeste-t-il?
b- Relever la phrase qui traduit la relativité du mouvement.
c- Dans le dernier paragraphe, l'enfant parlait de l'immobilité de la balle quand il tirait sur le chariot dans tous les sens. Interpréter cette immobilité et expliquer pourquoi la balle restait " plus ou moins immobile".

Compétence à évaluer: Exploiter un enregistrement, sur une table à coussin d'air, d'un mouvement rectiligne.

Exercice 4: ***Caractéristiques d'un mouvement rectiligne***

Sur le document ci-dessous, on a enregistré en vraie grandeur les positions d'un mobile autoporteur abandonné sans vitesse initiale à $t_0 = 0$ sur une table à coussin d'air inclinée par rapport à l'horizontale. La période d'impulsions τ est égale à 0,1 s.

[1] Timon: Une longue pièce en bois disposée à l'avant d'une charrue.

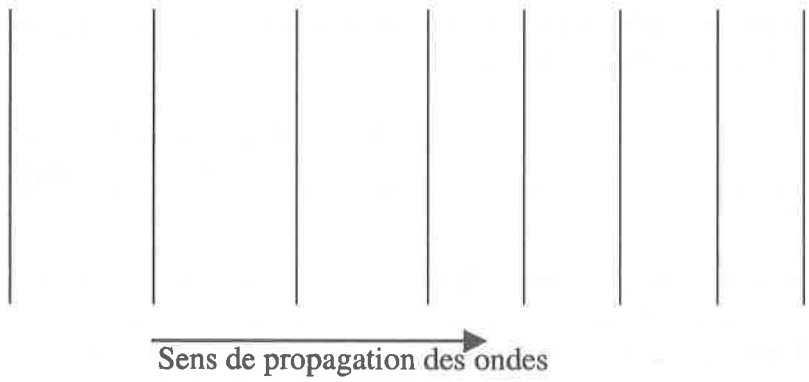
A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
×	×	×	×	×	×	×	×
t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7

1) Calculer la vitesse moyenne du mobile entre t_2 et t_5 et entre t_4 et t_7.
2) Calculer la vitesse instantanée aux instants t_1 , t_2 , t_4 , t_5 et t_6.
3) Représenter, en précisant l'échelle utilisée, le vecteur vitesse instantanée à l'instant t_4.
4) Montrer que le mouvement rectiligne est accéléré.
5) Ecrire l'équation horaire du mouvement en précisant l'origine des abscisses.

<u>Compétence à évaluer</u> : Exploiter un document sur les ondes.

<u>Exercice 5</u>: ***Réfraction des ondes***

Le schéma ci-contre représente, à l'échelle ½, les crêtes d'ondes planes observées à un instant donné sur la surface d'un liquide dans une cuve à ondes .



i) Ce schéma illustre le phénomène de réfraction des ondes. Justifier .
ii) Déterminer graphiquement la longueur d'onde des ondes incidentes et des ondes réfractées.
iii) La fréquence de la source est de f = 10 Hz. Calculer la vitesse de propagation de ces ondes dans le liquide avant et après réfraction.

Compétence à évaluer : **Extraire des données et des informations appropriées à partir d'un texte.**

Exercice 6: ***Le bronzage***

Sous l'effet du rayonnement ultraviolet du Soleil, des cellules spécifiques situées dans la couche profonde de l'épiderme, les mélanocytes, sécrètent un pigment de teinte foncé, la mélanine. Celle-ci est dispersée à la base de l'épiderme et confère à la peau son hâle : c'est le bronzage. La mélanine joue alors un rôle dans la protection de la peau contre les effets nocifs du rayonnement ultraviolet.

Les rayons UV et le bronzage : Les rayons ultraviolets provenant du Soleil sont classés en 3 catégories :

Les UVA (400 nm à 320 nm).

Ils font bronzer, mais provoquent à long terme un vieillissement prématuré de la peau.

Les UVB (320 nm à 280 nm)

Il font bronzer également, mais sont très actifs dans les "coups de soleil", de la légère rougeur à la brûlure très grave .

Les UVC (moins de 280 nm)

Ils n'atteignent pas la surface de la Terre, sauf en haute altitude. Ils provoquent brûlures, inflammations et conjonctivites aiguës.

On peut également bronzer "en chambre" grâce à des lampes "solaires" à vapeur de mercure qui émettent essentiellement des UVA et une faible quantité d'UVB (environ 1%)

Si l'exposition du corps au Soleil peut être bénéfique, elle doit être **progressive et limitée**.

Les excès de Soleil ou de bronzage artificiel provoquent **un vieillissement prématuré de la peau** et peuvent engendrer des **cancers cutanés.**

Protection contre les UV :

Les crèmes protectrices et les lunettes de soleil absorbent ou réfléchissent une partie des rayonnements ultraviolets. On classe les crèmes en leur attribuant un indice de protection compris entre 1 et 15. Les lunettes de soleil arrêtent la majorité des rayons ultraviolets.

Si le rayonnement est intense ou comporte des UVC, comme en haute montagne, il faut utiliser des lunettes spéciales.

Questions

1- Peut-on bronzer en s'exposant à la chaleur d'un feu de bois? Justifier.
2- Quel est le rôle du rayonnement ultraviolet dans le bronzage ?
3- Comment sont classés les rayons UV issus du Soleil ? Indiquer leur particularité vis-à-vis du bronzage.
4- Dans quel domaine de longueurs d'onde sont émis les rayonnements ultraviolets d'une lampe solaire ?
5- Rechercher des "crèmes solaires" ou "laits solaires" et étudier leurs étiquettes.

Deuxième année secondaire
Série : Scientifique

Domaines et Compétences

Domaines	Compétences
Application des connaissances	▪ **Appliquer des connaissances spécifiques :** - **Aux ondes** (ondes sonores et superposition des ondes). - **la mécanique** (mouvement plan, lois de Newton, énergie mécanique, dynamique de rotation…) - **la thermodynamique** (théorie cinétique des gaz, gaz parfaits, loi de la thermodynamique, calorimétrie…) - **l'électromagnétisme** (champs électrique et magnétique, force électromagnétique) - **l'électronique** (diodes, transistors et amplificateurs opérationnels) ▪ **Distinguer:** - la charge de la décharge d'un condensateur. - l'émetteur du récepteur sonore. - le microphone du haut-parleur. - le rôle du transistor du rôle d'un amplificateur opérationnel. - les interférences des battements. ▪ **Expliquer :** - le phénomène d'ondes stationnaires, - le redressement d'un courant alternatif ▪ **Interpréter** - la formation des franges d'interférences, - l'effet Doppler, - le rôle d'une diode, - la déviation d'une particule chargée dans un champ électrique ou magnétique. ▪ **Respecter les modes de protection des personnes et des installations** (pollution sonore …)
Expérimentation	▪ **Mesurer la fréquence d'un phénomène périodique à l'aide d'un stroboscope.** ▪ **Visualiser sur l'écran de l'oscilloscope le phénomène du battement, la charge et la décharge du condensateur.** ▪ **Réaliser un montage électrique avec des diodes, des transistors et des amplificateurs opérationnels.** ▪ **Vérifier les lois de Newton.** ▪ **Vérifier le théorème de l'énergie cinétique.** ▪ **Déterminer expérimentalement :** - les caractéristiques de la force électromagnétique - le champ magnétique entre les bobines de Helmholtz.

Domaines	Compétences
Communication	▪ **Exploiter :** - Des enregistrements sur une table à coussin d'air. - Des tableaux, des graphes ou des oscillogrammes spécifiques aux diodes, aux transistors et aux amplificateurs opérationnels. ▪ **Déterminer graphiquement le régime de fonctionnement d'une diode, d'un transistor et d'un amplificateur opérationnel.** ▪ **Utiliser un vocabulaire scientifique adapté aux différents modes de représentation** : oral, écrit, schémas, tableaux, graphiques… ▪ **Tirer des informations aux sources documentaires diversifiées**

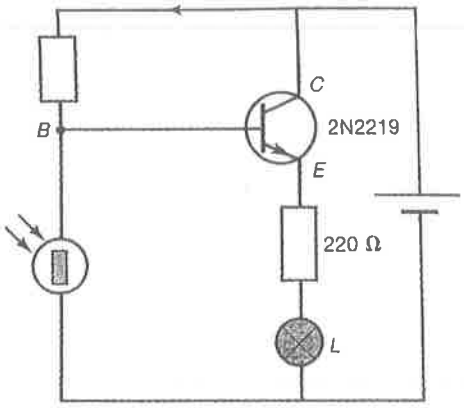
Exemples d'évaluation des compétences en 2ème année secondaire- Série scientifique

Domaine 1 : Application des connaissances

Compétence à évaluer : Appliquer des connaissances relatives à l'électronique.

Exercice 1: ***Extinction automatique d'un réverbère***

Le montage de la figure ci-dessus représente le principe de commande automatique d'un réverbère lorsque le jour se lève. La lampe L symbolise le réverbère. Elle s'allume lorsque la photorésistance est à l'obscurité pour s'éteindre automatiquement dès que celle-ci est éclairée. La résistance de la photorésistance est de l'ordre de 10^6 Ω à l'obscurité, et voisine de 10 Ω en pleine lumière.

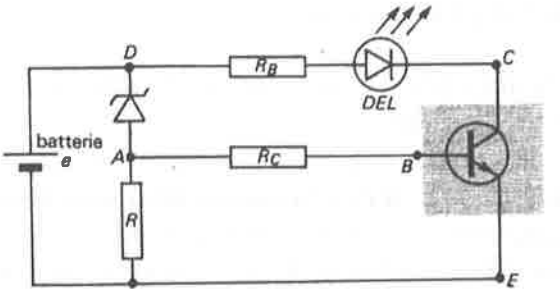


a. Expliquer pourquoi la lampe L est allumée pendant la nuit.
b. Expliquer pourquoi la lampe L s'éteint lorsque le jour se lève.

Compétence à évaluer : Appliquer des connaissances relatives à l'électronique.

Exercice 2

Le montage de la figure ci-dessous comporte un transistor T, de gain en courant $\beta = 100$, pour lequel la tension seuil de la jonction base – émetteur est égale à 0,7 V.
De même, la diode Zener, considérée comme idéale, a une tension Zener de 10,5 V.
Les caractéristiques de la DEL sont : $U_{max} = 1{,}8$ V et $I_{max} = 50$ mA.
Une pile, de résistance interne négligeable et de f.é.m e, est branchée entre les points D et E.
On donne: $R_B = 4$ kΩ , $R_C = 250$ Ω et R = 500 Ω.



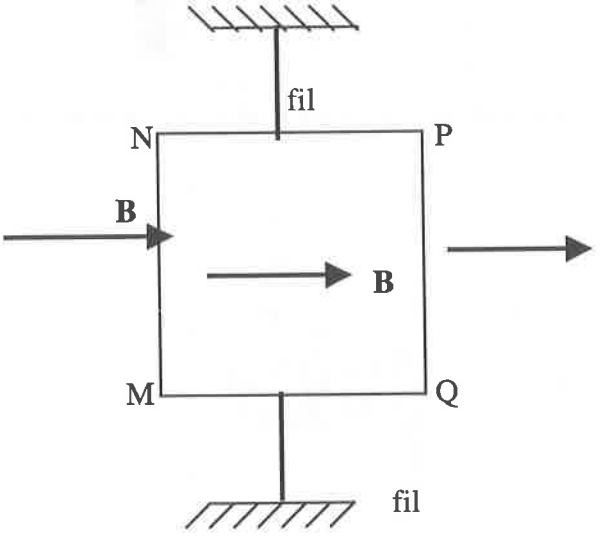
i- Montrer que si e < 10,5 V, le transistor est bloqué.
ii- e > 10,5. Exprimer successivement U_{AE}, U_{AB}, I_B et I_C en fonction de e.
iii- Pour quelle valeur de e le transistor se débloque-t-il ? Pour quelle valeur de e la DEL est-elle parcourue par un courant d'intensité égale à 20 mA ?
iv- Expliquer qualitativement le rôle de R_C.

Compétence à évaluer: Appliquer des connaissances spécifiques aux forces électromagnétiques.

Exercice 3

Un appareil de mesure d'une certaine grandeur physique électrique est constitué par un cadre carré MNPQ, de côté (a), maintenu verticalement par deux fils alignés et isolants. Ce cadre est placé dans un champ magnétique uniforme de vecteur-induction **B** horizontal.

Le plan du cadre, initialement parallèle au vecteur **B**, est contenu dans le plan de la figure ci-dessous. Dans cette position, on lance dans le cadre un courant d'intensité I dans le sens M, N, P, Q. On ne tient compte que du champ magnétique **B**, et on néglige tout autre champ magnétique.



A- Relativement à la position indiquée du cadre:

1. Indiquer, sur un schéma clair, la direction et le sens des forces électromagnétiques appliquées sur les côtés du cadre.
2. Exprimer en fonction de a, B et I la grandeur de chacune de ces forces.
3. Déterminer, en fonction de a, B et I, la somme des moments de ces forces par rapport à un axe de rotation confondu avec la direction des fils.
4. Montrer que le cadre tend à tourner à partir de cette position et préciser le sens de sa rotation.

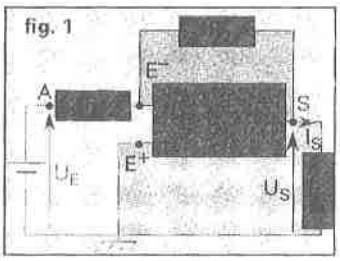
B- En tournant d'un angle α, un moment résistant proportionnel à l'angle α fait que le cadre prend une position d'équilibre.

a. En admettant que la somme des moments, déjà calculée, reste constante pendant la rotation, déterminer l'expression de I en fonction de a, B et α.
b. Attribuer un nom à ce dispositif et préciser la grandeur physique qu'il peut mesurer.

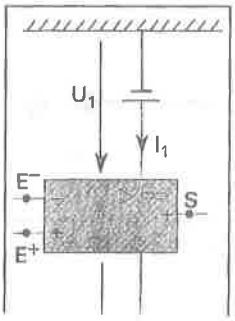
<u>Compétence à évaluer</u>: Appliquer des connaissances spécifiques à l'électricité

<u>Exercice 4</u> : ***Rendement d'un montage électronique avec un amplificateur opérationnel***

Le montage suivant (figure 1) comporte un amplificateur opérationnel (TL 081) et trois conducteurs ohmiques de résistances R_1, R_2 et R_c.



La figure 2 représente le circuit d'alimentation de l 'amplificateur supposé idéal et fonctionnant en régime linéaire.



La tension d'entrée U_E est de 3,5 V, et la résistance de charge R_c vaut 1 kΩ
Des mesures précises ont permis d'obtenir les résultats suivants:

Les intensités en mA

I_E	I_1	I'_1
0,76	1,25	7,5

Les tensions en V

U_s	U_1	U'_1
- 7,6	15,2	15,2

1. Comparer la puissance électrique à l'entrée fournie au montage à l'entrée et la puissance à la sortie cédée à la résistance R_c. Conclure.
2. Exprimer et calculer la puissance électrique totale fournie au montage.
3. Exprimer et calculer le rendement énergétique du circuit.
4. Trouver le pourcentage des pertes d'énergie par effet Joule dans le montage.

Compétence à évaluer : Expliquer l'émission sonore par la membrane d'un haut-parleur.

Exercice 5

Un haut-parleur est branché aux bornes d'un G.B.F. délivrant une tension sinusoïdale de fréquence 100 Hz.
Interpréter le son émis par la membrane du haut-parleur et déterminer sa fréquence.

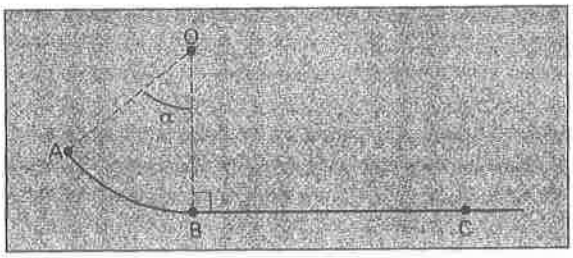
Exercice 6

Un G.B.F alimente simultanément deux haut-parleurs placés à 80 cm l'un de l'autre. Leurs membranes sont en regard. Le G.B.F. délivre une tension sinusoïdale de fréquence 850 Hz.
Expliquez le phénomène perçu lorsque vous promenez votre oreille d'un haut-parleur à l'autre dans la région qui les sépare.

Compétence à évaluer: Appliquer des connaissances spécifiques à la mécanique.

Exercice 7: Mouvement d'un skieur sur une piste

Un skieur de masse m glisse sur une portion de piste formée de deux parties: AB arc de cercle de centre O et de rayon r et BC partie horizontale de longueur L = 2r. Toute la trajectoire est située dans un plan vertical. On désigne par α l'angle formé par OA et OB. Le skieur démarre en A avec une vitesse nulle. Il est assimilé à un point matériel au cours de son mouvement. La piste est verglacée sur AB, enneigée sur BC. On admettra que les forces de frottement qui existent sur BC sont équivalentes à une force constante **f** de direction parallèle à la piste. Les frottements sont négligeables sur AB.



1. Exprimer la vitesse v_B du skieur en B en fonction de r, g et α.
2. Le skieur arrive en C avec une vitesse nulle. Trouver l'expression de f en fonction de m, g et α

Domaine 2 : Expérimentation

Compétence à évaluer : Mesurer expérimentalement la fréquence des battements.

Exercice 1

Fiche à distribuer aux élèves

Situation

- Au laboratoire
- Travail en groupe
- Durée :45 minutes

Matériel

- Deux G.B.F.
- Un microphone.
- Un oscilloscope.
- Deux haut-parleurs.

Manipulation

- Réaliser le montage représenté par le schéma…
- Régler les deux G.B.F. à une même fréquence (1000 Hz, par exemple).
- Tout en gardant fixe la fréquence de l'un de deux G.B.F. faire varier très lentement celle de l'autre jusqu'à obtention du phénomène des battements.
- Mesurer la période des battements.

Questions

i- Écrire un compte rendu illustré par des schémas annotés.
ii- Connaissant la période, déterminer la fréquence du phénomène.
iii- Comparer cette valeur aux deux valeurs affichées par les deux G.B.F.
iv- Tirer une conclusion.

Compétence à évaluer : Réaliser la superposition de deux ondes sinusoïdales de fréquences respectives f et 2 f.

Exercice 2

Fiche à distribuer aux élèves

Situation

- Au laboratoire
- Travail en groupe
- Durée :45 minutes

Matériel

- deux G.B.F.
- un oscilloscope

Manipulation

- Réaliser le montage de la figure…
- Régler les deux G.B.F. au signal sinusoïdal.
- Choisir la fréquence 500 Hz pour l'un de deux G.B.F. et 1000 Hz pour l'autre.
- Additionner les deux sinusoïdes visualisées sur l'écran de l'oscilloscope.
- Mesurer la période de signal résultant.

Questions

1. Calculer sa fréquence. Tirer une conclusion.
2. Que représentent, pour la vibration résultante, les deux signaux sinusoïdaux de fréquences respectives f et 2f ?
3. Quelle est la différence entre son pur et son complexe ?
4. Écrire un compte rendu illustré par des schémas annotés.

Domaine 3 : Communication

Compétence à évaluer : Exploiter un diagramme d'un mouvement plan sur une table à coussin d'air.

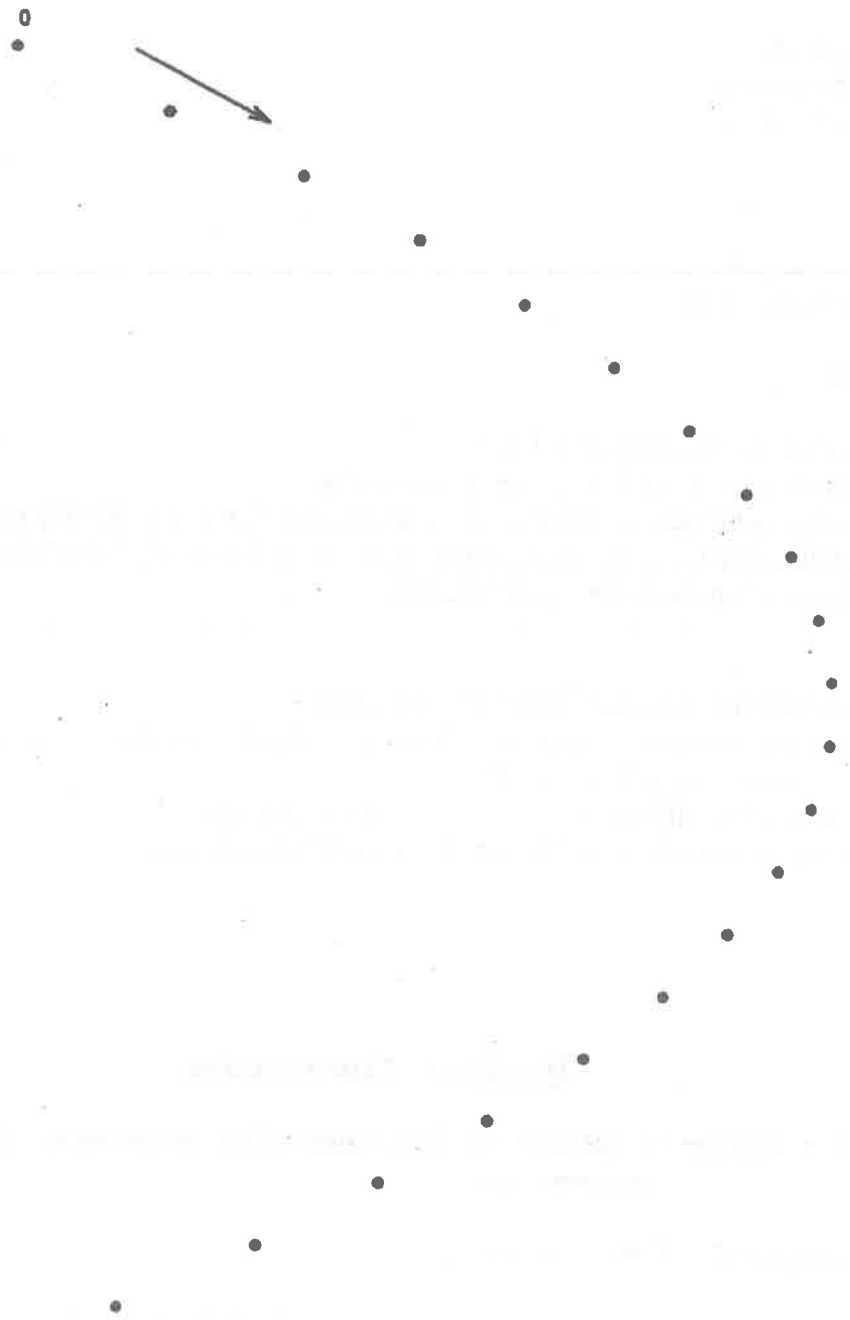
Exercice 1: *Mouvement d'un projectile*

L'enregistrement de la figure ci-jointe représente, à l'échelle réelle, des positions prises par un projectile à des intervalles de temps réguliers de valeur τ.

i- Représenter le vecteur vitesse du projectile aux instants : 3, 4, 5, 10, 11, 12, 15, 16 et 17.

ii- Représenter les composantes v_x et v_y des vecteurs vitesse $\mathbf{v_4}$, $\mathbf{v_{11}}$ et $\mathbf{v_{16}}$. Que peut-on dire de la composante v_x ?

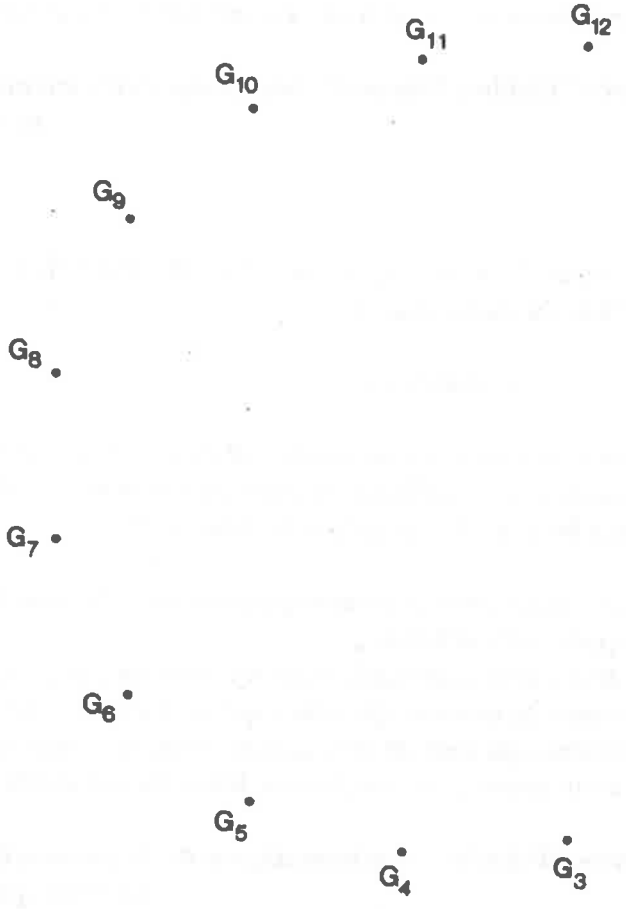
iii- Représenter le vecteur accélération du projectile aux instants 4, 11 et 16. Tirer une conclusion.



Exercice 2: ***Mouvement circulaire uniforme***

On a enregistré toutes les 60 m' le mouvement du centre d'inertie d'un mobile autoporteur, de masse 680 g, relié par un fil inextensible à un support fixe O.

1. Déterminer la forme de la trajectoire du mobile.
2. Représenter les vecteurs vitesse $\mathbf{v_6}$, $\mathbf{v_7}$, $\mathbf{v_8}$, $\mathbf{v_9}$ et $\mathbf{v_{10}}$.
3. Déduire la nature du mouvement.
4. Représenter, en G_7 et G_9, respectivement les vecteurs $\Delta\mathbf{v_7} = \mathbf{v_8} - \mathbf{v_6}$ et $\Delta\mathbf{v_9} = \mathbf{v_{10}} - \mathbf{v_8}$. Que représentent les vecteurs $\Delta\mathbf{v_7} / 2\tau$ et $\Delta\mathbf{v_9} / 2\tau$?
5. Quelle est la valeur de l'accélération normale ? justifier.
6. Déterminer la tension du fil.



Compétence à évaluer: Extraire des données et des informations appropriées à partir d'un texte.

Exercice 3: ***Galilée, un précurseur de Newton***

Avant Newton, un autre savant, Galilée (1564 – 1642) eut l'immense mérite de dégager les premières idées qui furent à l'origine du principe de l'inertie énoncé par Newton.

Texte de Galilée

L'extrait suivant des "Discours" de Galilée, publié en 1638, présente la forme par laquelle Galilée s'approche le plus du principe de l'inertie.
"Il faut remarquer en outre que tout degré de vitesse qui se trouve être dans un mobile est imprimé en lui de façon indélébile du seul fait de sa nature, pourvu seulement que soient supprimées les causes extérieures d'accélération et de ralentissement, ce qui n'a lieu que sur un plan horizontal ; sur un plan descendant, en effet, il existe déjà une cause d'accélération, et sur un plan ascendant une cause de ralentissement ; d'où il suit encore que le mouvement sur un plan horizontal est éternel".

D'après "Galilée, Discours concernant deux sciences nouvelles".
Maurice Clavelin
Edition PUF.

Texte de Newton

Il est intéressant de rapprocher de ce texte l'énoncé du principe d'inertie formulé par Newton.

Axiomes ou lois du mouvement

Première loi

"Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque force n'agisse sur lui et ne le contraigne à changer d'état.

Les projectiles par eux-mêmes persévèrent dans leurs mouvements, mais la résistance de l'air les retarde, et la force de la gravité les porte vers la Terre.
Une toupie, dont les parties se détournent continuellement les unes les autres de la ligne droite par leur cohérence réciproque, ne cesse de tourner, que parce que la résistance de l'air les retarde peu à peu. Les planètes et les comètes qui sont de plus grandes masses, et qui se meuvent dans des espaces moins résistants, conservent plus longtemps leurs mouvements progressifs et circulaires".

D'après "Principes mathématiques de la philosophie naturelle",
Newton , publiés en 1686.

Questions

1- Texte de Galilée

a- Quelles sont les "causes extérieures d'accélération et de ralentissement" dont parle Galilée?

b- Quelle est la nature du mouvement du mobile tel que "*tout degré de vitesse est imprimé de façon indélébile dans ce mobile*"?

c- Supposons que le mobile ait la forme d'un palet, à quelle condition son "mouvement sur un plan horizontal est il éternel"?

2- Texte de Newton

a- Contrairement à Galilée, Newton évoque de façon précise un concept très utilisé en mécanique et qui permet d'expliquer la mise en mouvement des objets ; de quel concept s'agit-il ?

b- Commenter la phrase:
"Les projectiles par eux-mêmes persévèrent dans leurs mouvements, mais la résistance de l'air les retarde, et la force de la gravité les porte vers la Terre".

Deuxième année secondaire – Série Humanités

Domaines et compétences

Domaines	Compétences
Application des connaissances	♦ **Appliquer des connaissances spécifiques:** - à l'énergie électrique (production, transport, consommation) ; - aux ondes sonores ; - aux ondes électromagnétiques. ♦ **Identifier les caractéristiques des ondes électromagnétiques et des ondes sonores.** ♦ **Déterminer les effets polluants des centrales électriques thermiques** (charbon et pétrole) **et nucléaires.** ♦ **Expliquer les mesures de protection contre les dangers électriques.** ♦ **Analyser les effets des sons nuisibles à l'oreille.**
Communication	♦ **Lire les graphes u (t) et i (t) donnant les tensions et courants continus et alternatifs en fonction du temps.** ♦ **Exploiter des diagrammes liés à l'énergie électrique** (production mondiale d'énergie électrique, circuit électrique standard d'une maison et d'une voiture). ♦ **Déterminer graphiquement les qualités physiologiques du son** (hauteur, niveau d'intensité acoustique, timbre). ♦ **Rédiger un texte en utilisant un vocabulaire scientifique adapté aux différents modes de représentation** : oral, écrit, schémas et tableaux...

Exemples d'évaluation des compétences en deuxième année secondaire – série Humanités

Domaine 1: Application des connaissances

Compétence à évaluer : Appliquer des connaissances relatives aux ondes sonores.

Exercice 1 : ***Caractéristiques des ondes sonores***

Deux personnes prononcent la même voyelle (O par exemple) l'une plus fort que l'autre. Parmi les grandeurs suivantes, lesquelles restent les mêmes ? lesquelles sont différentes ?

i- vitesse de propagation
ii- fréquence
iii-longueur d'onde
iv-amplitude
v- timbre.

Pour chaque grandeur, justifier la réponse.

Exercice 2 : ***Niveau d'intensité acoustique***

Deux pétards produisent un son de niveau d'intensité 85 dB. Déterminer le niveau d'intensité acoustique produit par l'explosion d'un seul pétard ; à l'aide de quel appareil et comment, peut-on vérifier le résultat obtenu?

Compétence à évaluer : Analyser les effets sonores nuisibles à l'oreille.

Exercice 1: ***Pollution sonore***

Expliquer le terme « pollution sonore ». Citer quelques sources de pollution sonore.

Exercice 2: ***Pollution sonore***

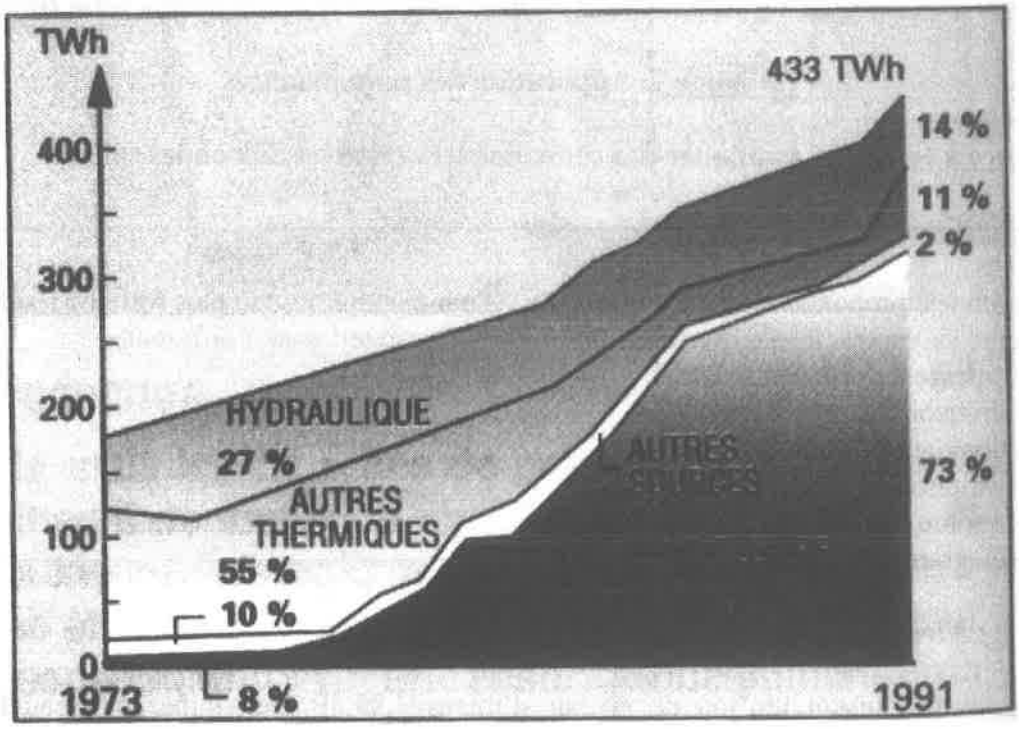
Comment lutter contre la pollution sonore ? Les baladeurs ont-ils des effets nuisibles ? Donner l'ordre de grandeur de la limite du niveau d'intensité acoustique autorisée dans quelques pays.

Domaine 2: Communication

Compétence à évaluer : Exploiter un diagramme de production d'énergie électrique.

Exercice 1: ***Production de l'énergie électrique dans un pays***

La figure ci-dessous présente la production d'énergie électrique dans un pays par des sources d'énergie entre 1973 et 1991.

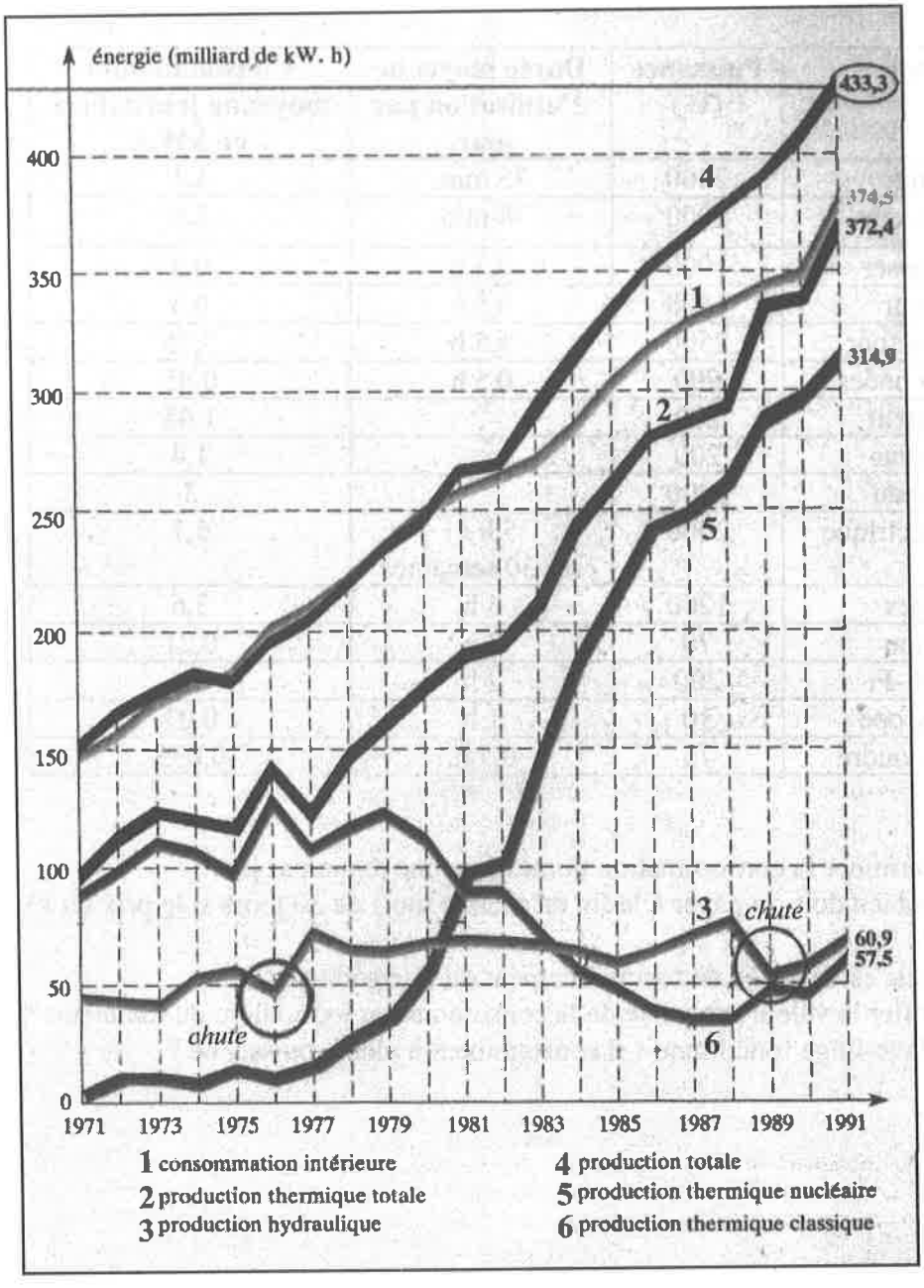


i- Comparer l'évolution de la production d'énergie électrique par voie nucléaire et par les centrales thermiques.
ii- Expliquer les conséquences de cette évolution.

Exercice 2 : ***Production et consommation de l'énergie électrique***

Les diagrammes du document ci-joint représentent la production et la consommation de l'énergie électrique.

1. Quelle est la production de l'énergie électrique qui n'a pas cessé de monter ? Quelle est la production qui est restée sensiblement constante ? Justifier la réponse.
2. Quelle est la cause de chacune de ces chutes de production ?
3. Quelles sont les centrales qui ont compensé cette chute ?
4. Donner, en pourcentage, l'augmentation de la consommation entre :
   i- 1990 – 1991.
   ii- 1971 et 1991.


énergie (milliard de kW. h)
400
350
300
250
200
150
100
50
0
1971
1973
1975
1977
1979
1981
1983
1985
1987
1989
1991
433,3
374,5
372,4
314,9
60,9
57,5
4
1
2
5
3
6
chute
chute
1 consommation intérieure
2 production thermique totale
3 production hydraulique
4 production totale
5 production thermique nucléaire
6 production thermique classique

Exercice 3: ***Consommation domestique de l'énergie électrique***

Appareil	Puissance (W)	Durée moyenne d'utilisation par jour.	Consommation moyenne journalière en kW.h
Lave-linge	2400	75 min.	1,1
Lave-vaisselle	3000	78 min.	1,6
Fer à repasser	1000	0,3 h	0,3
Aspirateur	1400	0,5 h	0,5
Cuisinière / four	2500	1,5 h	3,75
Four micro-ondes	900	0,5 h	0,45
Réfrigérateur	200		1,45
Congélateur	200		1,4
Chauffe-eau	2000		3
Radiateur électrique	2000	5 h / j sur 30 semaines	5,7
15 lampes	1200	3 h	3,6
Télévision	70	3 h	0,21
Chaîne Hi-Fi	200	2 h	0,4
Magnétoscope	30	1 h	0,03
Machine à coudre	70	0,5 h.	0,035

Questions

i- Déterminer la consommation domestique moyenne par jour.

ii- Combien doit-on payer à la fin de chaque mois de 30 jours si le prix du kW.h est de 80 L.L. ?

iii- Quelle est la durée de fonctionnement du réfrigérateur ?

iv- Vérifier la valeur moyenne de la consommation journalière du radiateur.

v- Le lave-linge fonctionne-t-il constamment à pleine puissance ?

Troisième année secondaire
Série : Sciences Générales

Domaines et Compétences

Domaines	Compétences
Application des connaissances	▪ **Appliquer des connaissances spécifiques :** - A l'énergie mécanique, à la quantité de mouvement et au moment cinétique, à des situations où il y a conservation ou non-conservation de ces grandeurs. - A l'électricité (loi d'Ohm, induction électromagnétique). - Aux postulats d'Einstein (dilatation de temps et la contraction des longueurs). - Aux réactions nucléaires (les lois de conservation de la charge, du nombre de masse et de l'énergie, l'énergie libérée, l'activité radioactive, etc.). ▪ **Appliquer les équations de continuité et de Bernoulli à des liquides parfaits.** ▪ **Relier les spectres d'émission et d'absorption aux niveaux d'énergie atomique** ▪ **Etablir les équations différentielles :** - D'établissement et d'annulation du courant i dans un circuit RL. - De la charge et de la décharge d'un condensateur dans un circuit RC. ▪ **Identifier les modes d'oscillations mécaniques et électriques** (libres amorties et non-amorties, entretenues, forcées ; résonance). ▪ **Interpréter des phénomènes liés aux deux aspects de la lumière** (diffraction, interférence, polarisation et effet photoélectrique) ▪ **Utiliser certaines connaissances scientifiques dans :** - le transport de l'énergie électrique, le fonctionnement d'un microphone électrodynamique, etc. - la détermination de l'âge des objets anciens, la radiothérapie, les centrales nucléaires, etc.
Expérimentation	▪ **Vérifier la conservation de la quantité de mouvement à l'aide d'une table à coussin d'air.** ▪ **Déterminer expérimentalement l'expression de la période des pendules, simple et élastique.** ▪ **Visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension et l'image de l'intensité dans un circuit RL, RC** (charge et décharge en signal carré ou alternatif) **et RLC** (charge et décharge en signal carré ; déphasage et résonance en signal sinusoïdal).

Domaines	Compétences
	▪ **Mettre en évidence les phénomènes lumineux** (diffraction, interférence et polarisation). ▪ **Déterminer expérimentalement les facteurs dont dépendent le courant et la tension induits.**
Communication	▪ **Exploiter :** - Des enregistrements sur une table à coussin d'air. - Des tableaux, des graphes ou des oscillogrammes spécifiques aux circuits RL, RC et RLC. - Le graphe de la décroissance radioactive. - Un document sur l'Univers. ▪ **Identifier un système oscillant à partir d'un graphe** (mode d'oscillation et caractéristiques). ▪ **Analyser un diagramme énergétique** (en mécanique et en électricité). ▪ **Utiliser un vocabulaire scientifique adapté aux différents modes de représentation** : oral, écrit, schémas, tableaux, graphiques …

Troisième année secondaire
Série : Sciences de la Vie

Domaines et Compétences

Domaines	Compétences
Application des connaissances	▪ **Appliquer des connaissances spécifiques :** - A l'énergie mécanique, à la quantité de mouvement et au moment cinétique, à des situations où il y a conservation ou non-conservation de ces grandeurs. - A l'électricité (loi d'Ohm, induction électromagnétique). - Aux réactions nucléaires (les lois de conservation de la charge, du nombre de masse et de l'énergie, l'énergie libérée, l'activité radioactive, etc.) ▪ **Appliquer les équations de continuité et de Bernoulli à des liquides parfaits.** ▪ **Relier les spectres d'émission et d'absorption aux niveaux d'énergie atomique.** ▪ **Etablir les équations différentielles :** - De la charge et de la décharge d'un condensateur dans un circuit RC. - D'un circuit RLC parcouru par un courant alternatif sinusoïdal. ▪ **Identifier les modes d'oscillations mécaniques** (libres amorties et non amorties – entretenues – forcées – résonance). ▪ **Interpréter des phénomènes liés aux deux aspects de la lumière** (diffraction, interférence, polarisation et effet photoélectrique) ▪ **Utiliser certaines connaissances scientifiques dans :** - Le transport de l'énergie électrique, le fonctionnement d'un microphone électrodynamique, etc. - La détermination de l'âge des objets anciens, la radiothérapie, les centrales nucléaires, etc.
Expérimentation	▪ **Vérifier la conservation de la quantité de mouvement à l'aide d'une table à coussin d'air.** ▪ **Déterminer expérimentalement l'expression de la période des pendules, simple et élastique.** ▪ **Visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension et l'image de l'intensité dans un circuit RL, RC** (charge et décharge en signal carré et en alternatif) **et RLC** (déphasage et résonance en signal sinusoïdal) ▪ **Mettre en évidence les phénomènes lumineux** (diffraction, interférence et polarisation)

Domaines	Compétences
	▪ **Déterminer expérimentalement les facteurs dont dépendent le courant et la tension induits.**
Communication	▪ **Exploiter :** - Des enregistrements sur une table à coussin d'air ; - Des tableaux, des graphes ou des oscillogrammes spécifiques aux circuits RC et RLC ; - Le graphe de la décroissance radioactive. ▪ **Identifier un système oscillant à partir d'un graphe** (mode d'oscillation et caractéristiques) ▪ **Analyser un diagramme énergétique** (en mécanique et en électricité) ▪ **Utiliser un vocabulaire scientifique adapté aux différents modes de représentation** : oral, écrit, schémas, tableaux, graphiques…

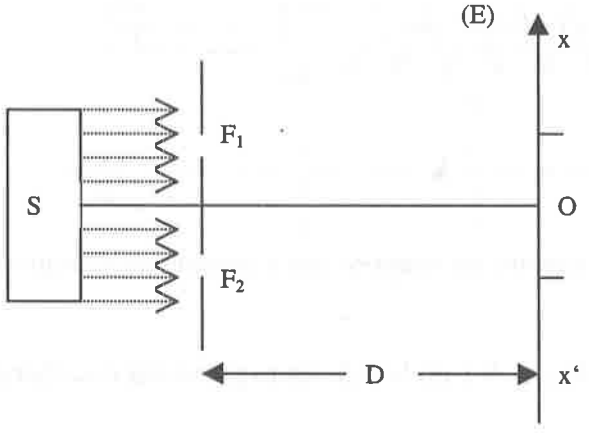
Exemples d'évaluation en troisième année secondaire
Séries Sciences Générales et Sciences de la Vie.

Domaine 1 : Application des connaissances.

Compétence à évaluer : Interpréter la formation des franges d'interférences.

Exercice 1: ***Franges d'interférences***

On réalise une expérience d'interférences avec une source laser (He-Ne) de longueur d'onde λ = 633 nm. Le dispositif comprend une plaque percée de deux fentes F_1 et F_2, parallèles et très fines, distantes de a = 1 mm. On observe les interférences sur un écran (E), parallèle à la plaque, situé à une distance D = 3 m de celle-ci. Les deux fentes sont à égales distances de la source.



1) Interpréter qualitativement le phénomène d'interférences observé sur (E).

2) Justifier la nature de la frange observée en O.

3) Exprimer, en fonction de λ, D, a et un entier k l'abscisse x_k d'un point de l'axe x'Ox pour lequel l'intensité lumineuse est minimale. En déduire l'interfrange.

4) Que se passe-t-il si l'une des fentes F_1 émet une radiation jaune alors que l'autre F_2 émet une radiation bleue ? Expliquer.

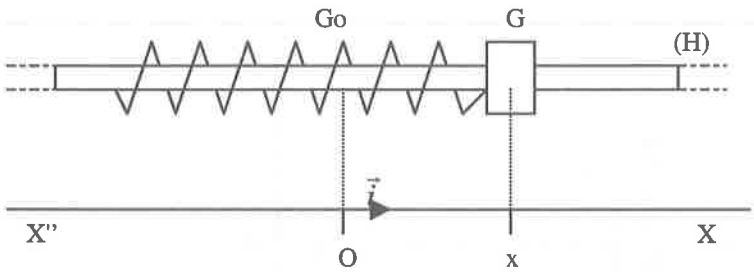
5) Pourrait-on observer un phénomène d'interférences si on remplaçait la source de lumière laser par une source de lumière blanche munie d'un filtre rouge? Justifier.

Compétence à évaluer : **Appliquer la conservation de l'énergie mécanique à l'étude d'un pendule élastique horizontal.**

Exercice 2: ***Pendule élastique horizontal***

Un solide de masse m = 100 g, est assujetti à coulisser sans frottement sur une tige horizontale (H). Il est accroché à une extrémité d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k = 10 $N.m^{-1}$. L'autre extrémité du ressort est fixe. La position du centre d'inertie G de l'objet est repérée par son abscisse x sur un repère $(O, \vec{i})$ dont l'origine O correspond à la position d'équilibre.

L'objet étant dans la position d'équilibre G_0 ; on lui communique une vitesse $\vec{V}_o = V_o\,\vec{i}$ telle que $V_0 = 10\ m.s^{-1}$; il effectue alors des oscillations autour de G_0.



Dans la situation décrite ci-dessus, on suppose que l'énergie mécanique du système : (objet, ressort) est conservée.

1) Donner, en fonction de m, k x et dx / dt, les expressions des énergies mises en jeu au cours du mouvement.

2)

i) Démontrer que V_0 est la vitesse maximale de G au cours du mouvement.

ii) Déterminer l'abscisse maximale X_m (amplitude) atteinte par G.

iii) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement de m.

3) L'équation du mouvement de G est : $x = X_m \sin(wt + \varphi)$. Etablir la relation entre V_0, X_m et ω.

4) Déduire l'expression de ω en fonction de K et m, et calculer la période T du mouvement de G.

Compétence à évaluer: **Appliquer des connaissances spécifiques aux réactions nucléaires.**

Exercice 3: ***émission de particule α par l'uranium*** $^{233}_{92}U$.

L'uranium $^{233}_{92}U$ est radioactif α.

i) Écrire l'équation de désintégration.

ii) Calculer en MeV l'énergie totale libérée par cette réaction.

iii) En négligeant les énergies cinétiques du noyau $^{233}_{92}U$ et du noyau fils formé, calculer l'énergie cinétique maximale de la particule α émise.

iv) L'analyse des radiations émises révèle l'existence d'un rayonnement γ. D'autre part, la particule α émise peut avoir pour énergie cinétique, outre la valeur maximale trouvée précédemment, les valeurs suivantes

$$E_{c1} = 4{,}85 \text{ MeV} \; ; \; E_{c2} = 4{,}89 \text{ MeV}$$

Interpréter l'origine de cette émission γ. Donner le nombre de raies observées et leurs fréquences.

On donne : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s ;1 u = 931,5 MeV.

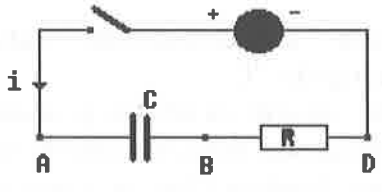
Extraits du tableau périodique :

$^{233}_{92}U$	$^{232}_{90}Th$	$^{229}_{90}Th$	$^{4}_{2}He$
233,0395 u	232,0382 u	229,0316	4,0026

Compétence à évaluer: **Etablir l'équation différentielle de la charge d'un condensateur dans un circuit (RC) alimenté par une tension continue.**

Exercice 4: ***équation différentielle de la charge d'un condensateur***

Le montage suivant est utilisé pour étudier la charge d'un condensateur. Le condensateur a une capacité $C = 10\ \mu F$ et le conducteur ohmique a une résistance R de 1 KΩ.



Le générateur de tension maintient aux bornes du dipôle (RC) une tension constante U = 12 V. Le condensateur est initialement déchargé. On ferme l'interrupteur à l'instant $t_0 = 0$. Soit q_A la charge de l'armature (A) du condensateur à l'instant t.

1)

i) Exprimer i en fonction de $\frac{dq_A}{dt}$ en adoptant le sens indiqué sur la figure comme sens positif du courant.

ii) Exprimer u_{AB} en fonction de q_A et C

iii) Exprimer u_{BD} en fonction de R et $\frac{dq_A}{dt}$.

2) Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de la charge q_A de l'armature (A) du condensateur en fonction du temps.

3) Cette équation différentielle admet une solution de la forme

$$q_A = K\left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)$$

Déterminer les expressions respectives des constantes K et τ en fonction de C, U et R. Calculer leurs valeurs numériques.

4) Déterminer la charge q_A du condensateur à la date t = τ.

<u>Compétence à évaluer</u> : Utiliser des connaissances spécifiques à la radioactivité pour déterminer l'âge d'un objet ancien.

<u>Exercice 5</u>: ***Datation par le carbone***

Le carbone ^{14}C radioactif β^-, et le carbone ^{12}C très stable, sont assimilés par les plantes au cours de la synthèse chlorophyllienne. Pendant toute la vie des plantes, la teneur en ^{14}C reste stable.

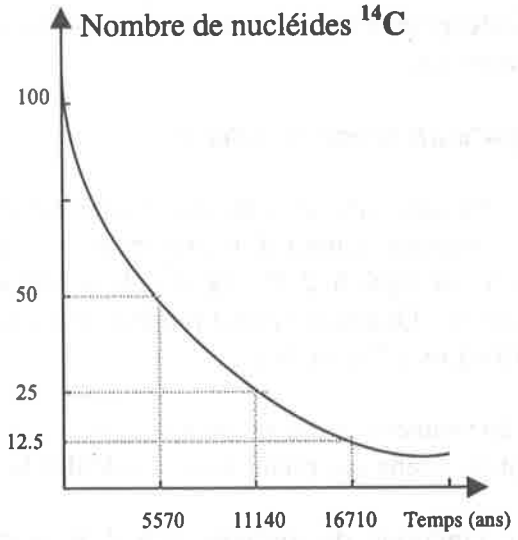
A la mort d'une plante, la quantité du ^{14}C décroît. Pour dater la mort de cette plante on mesure la proportion du ^{14}C dans un échantillon de cette plante.

En s'aidant éventuellement du document ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

1- Pourquoi la quantité du ^{14}C dans la plante morte décroît-elle ?

2- a- Rappeler la définition de la période d'un radionucléide ? Calculer la période du ^{14}C.
b- Déterminer la constante radioactive du ^{14}C.

3- Dans un échantillon d'une plante vivante, on détecte un atome de ^{14}C pour 10^{12} atomes de carbone. Dans un morceau de bois ancien, mort, on constate qu'il n'y a plus qu'un atome de ^{14}C pour 6×10^{12} atomes de carbone. Quel est l'âge de ce morceau de bois ?



<u>Compétence à évaluer</u> : Justifier l'utilisation d'un transformateur dans le transport de l'énergie électrique.

<u>Exercice 6</u>: ***Transport de l'énergie électrique***

Pour un projet de transport d'énergie électrique à une ville, l'E.D.L dispose d'un réseau aérien de deux câbles de 100 km chacun, de résistance 0,15 Ω par km et dont le facteur de puissance est k = 0,8.
La puissance P disponible au départ du réseau, P = 10 MW, est produite dans la centrale électrique sous une tension efficace de 6600 V. On élève cette tension, au départ du réseau, à une certaine valeur U par des transformateurs parfaits dont les secondaires comportent 10 fois plus de tours de fils que les primaires.

1-
- i- Calculer la tension efficace U au départ du réseau.
- ii- Déterminer l'intensité efficace I du courant passant dans les câbles en fonction de P, U et k. Calculer sa valeur.
- iii- Déterminer la puissance p_l perdue par effet Joule dans le réseau en fonction de P,U, k et la résistance totale R du réseau. Calculer sa valeur.
- iv- Déduire le rendement du réseau.

2- On pense actuellement à élever la tension au départ à la valeur 220000 V. Calculer la nouvelle valeur du rendement du réseau. Conclure.

3- On sait qu'un champ magnétique est créé au voisinage des câbles. Des recherches ont montré que certains troubles pathologiques pourraient résulter d'une exposition prolongée au champ magnétique intense. Tenant compte de ce qui précède dans cette question et des résultats trouvés précédemment justifier l'utilisation de cette technique dans le transport de l'énergie électrique sous haute tension.

Compétence à évaluer : Interpréter des phénomènes de la vie quotidienne liés au moment cinétique.

Exercice 7: ***Moment cinétique d'un sportif en rotation***

Un sportif est assis sur un tabouret, les bras tendus et tenant dans les mains deux haltères. Le tabouret peut tourner, sans frottement, autour d'un axe vertical. Le moment d'inertie du système (sportif, haltères et tabouret) est égal à 2,25 $kg.m^2$. On communique au tabouret une vitesse angulaire de 5,00 $rad.s^{-1}$ (Figure a). Quand le sportif ramène les bras vers lui, le moment d'inertie du système devient égal à 1,80 $kg.m^2$ (Figure b).

1- Interpréter la diminution du moment d'inertie du système.
2- Décrire et interpréter le phénomène qui prend lieu, et calculer la nouvelle valeur de la vitesse angulaire du tabouret.
3- Comment varie l'énergie cinétique du système quand le sportif ramène les bras vers lui ? Justifier.

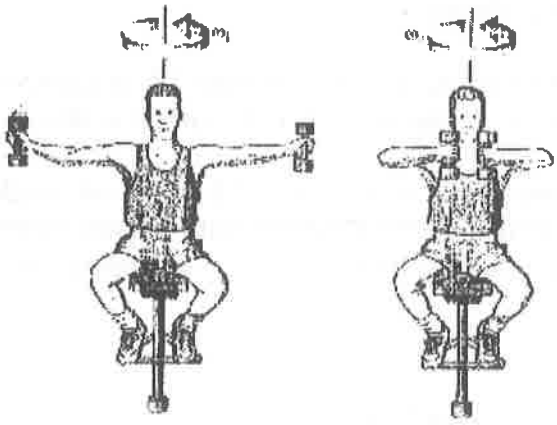


fig. a) fig. b)

Domaine 2 : Expérimentation

Compétence à évaluer : Vérifier expérimentalement l'expression de la période d'un pendule élastique vertical.

Exercice 1

Fiche à distribuer aux élèves

Situation

- Au laboratoire.
- Travail en groupe.
- Durée : 30 min.

Matériel

- Un ressort, à spires non jointives, de constante de raideur K.
- Un support vertical.
- Des masses marquées (à crochet).
- Une règle.
- Un chronomètre.

Manipulation

- Réaliser le montage nécessaire pour effectuer les mesures qui permettent de déterminer K
- Mesurer, pour différentes masses, la durée t de 20 oscillations.
- Inscrire les valeurs dans le tableau suivant.

Questions :

1. Déterminer la raideur K du ressort.
2. Remplir le tableau.
3. Calculer la valeur moyenne de la période.
4. Tracer, sur une feuille de papier millimétré, le graphique $T^2 = f(m)$.
5. Déduire du graphique la loi de variation de la période T en fonction de la masse m.
6. Déterminer la valeur de la constante K de la formule $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$. Comparer cette valeur à celle trouvée dans la première question.
7. Rédiger un compte rendu illustré par des schémas annotés.

(La question 7 évalue la compétence « Utiliser les différents modes de représentation » du domaine de la maîtrise de la communication).

Compétence à évaluer : **Visualiser la tension pendant la charge et la décharge d'un condensateur alimenté par une tension en créneau.**

Exercice 2

Fiche à distribuer aux élèves

Situation

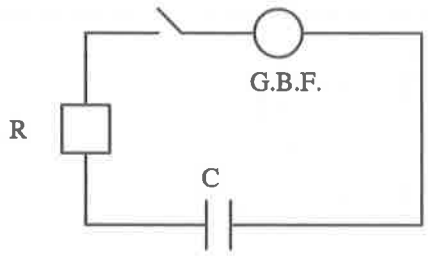
- Au laboratoire.
- Travail en groupe.
- Durée : 30 min.

Matériel

- Un G.B.F
- Une résistance: $R = 500\,\Omega$.
- Deux condensateurs de capacités : $C_1 = 0{,}22\ \mu F$ et $C_2 = 0{,}47\ \mu F$.
- Un oscilloscope.
- Un interrupteur.
- Des fils de connexion.

Manipulation

- Réaliser d'abord le montage de la figure suivante avec le condensateur $C_1 = 0{,}22\ \mu F$.



- Régler le GBF au signal en créneau de fréquence de 1000 Hz.
- Sans modifier le réglage du G.B.F, visualiser la tension u_g aux bornes du générateur et la tension u_C aux bornes du condensateur en précisant les sensibilités utilisées. Représenter soigneusement, sur un papier millimétré les oscillogrammes obtenus.
- Remplacer le condensateur C_1 par un autre de capacité $C_2 = 0{,}47\ \mu F$. Décrire les modifications observées sur l'écran de l'oscilloscope.

Questions :

1) Rédiger un compte rendu illustré par des schémas annotés montrant le branchement de l'oscilloscope.
2) Quels sont les différents régimes observables de la tension u_C.
3) Interpréter les modifications observées dans l'étape (4) de la manipulation.

4) Déterminer, à l'aide de l'oscillogramme, la constante de temps du circuit (R, C_1).
5) Calculer la valeur théorique de cette constante et la comparer à celle trouvée expérimentalement.

(La question 1) évalue la compétence « Utiliser les différents modes de représentation » du domaine de la maîtrise de la communication).

Compétence à évaluer : Visualiser sur l'oscilloscope la réponse d'un circuit (R,L,C) alimenté par une tension sinusoïdale : résonance d'intensité.

Exercice 3

Fiche à distribuer aux élèves

Situation

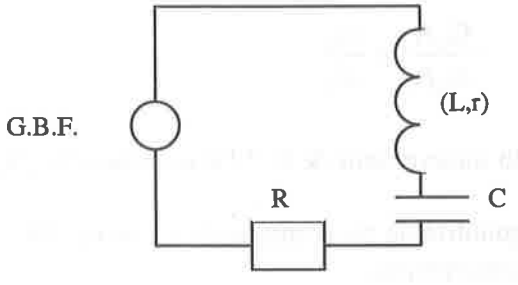
- Au laboratoire.
- Travail en groupe.
- Durée : 30 min.

Matériel

- Un G.B.F
- Une bobine d'inductance L = 10 mH, de résistance r(Ω)
- Un condensateur de capacité $C = 0{,}22\mu F$
- Une résistance $R = 10\ \Omega$
- Un oscilloscope.

Manipulation

- Réaliser le montage de la figure ci-dessous.



- Visualiser les tensions : u_1 aux bornes du G.B.F et u_2 aux bornes de R.

- Régler l'amplitude de la tension u_1 à la valeur $U_{1m} = 1$ V et la maintenir pendant toute la durée de l'expérience.
- Faire varier la fréquence f du G.B.F entre 2000 et 5000 Hz, et relever pour chaque fréquence la valeur de l'intensité maximale.

$$I_m = \frac{U_{2m}}{R}$$

Questions:

1. Rédiger un compte rendu illustré par des schémas annotés et montrant le branchement de l'oscilloscope.
2. Tracer sur un papier millimétré la courbe représentant les variations de I_m en fonction de la fréquence f.
3. Déterminer graphiquement la fréquence de résonance f_0. Calculer la valeur théorique de f_0 et la comparer à celle trouvée expérimentalement.
4. Calculer la résistance r de la bobine.

(Les questions 1, 2 et 3 évaluent la compétence « Utiliser des différents modes de représentation » du domaine de la communication)

Domaine 3 : Communication.

Compétence à évaluer : Exploiter un enregistrement sur une table à coussin d'air.

Exercice 1: ***Choc sur une table à coussin d'air***

On dispose de deux mobiles autoporteurs S_1 et S_2, de masses respectives $m_1 = 1{,}34$ kg et $m_2 = 0{,}670$ kg.
On lance S_1 et S_2 sur une table horizontale de sorte qu'ils se rencontrent et rebondissent l'un sur l'autre. On obtient l'enregistrement ci-dessous sur lequel on a annoté les positions A_i et B_i occupées simultanément par les centres d'inertie de S_1 et S_2 à la date t_i.

1- Soit G_i la position du centre d'inertie G du système $(S_1 ; S_2)$ à la date t_i. Reconstituer la trajectoire du centre d'inertie de l'ensemble $(S_1 ; S_2)$ en utilisant la relation :

$$\frac{G_iA_i}{G_iB_i} = \frac{m_2}{m_1}$$

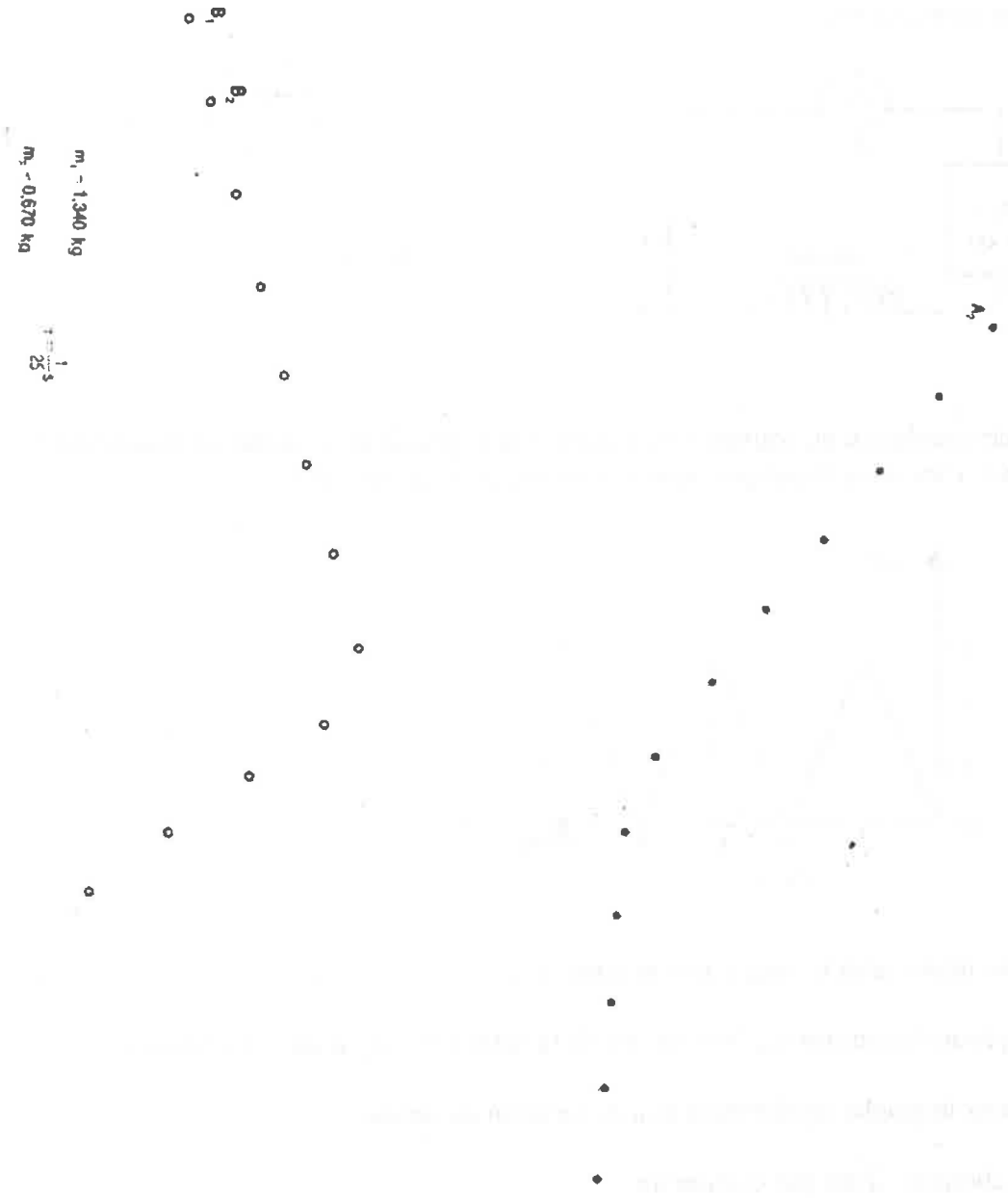
2- Quelle est la nature du mouvement de G ? Le système $(S_1 ; S_2)$ est-il isolé ?

3- Tracer les vecteurs quantité de mouvement du système $(S_1 ; S_2)$ avant et après le choc en utilisant une échelle convenable.

4- La quantité de mouvement du système $(S_1 ; S_2)$ est-elle conservée ? Justifier.

5- L'énergie cinétique est-elle conservée ? Justifier.

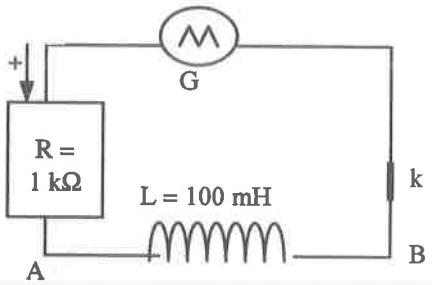
6- Représenter $\Delta V_B = V_{\text{après le choc}} - V_{\text{avant le choc}}$ à l'instant t_8. Déterminer la direction de l'action exercée par S_1 sur S_2.



<u>Compétence à évaluer</u> : Exploiter un graphe d'un circuit RL.

<u>Exercice 2</u>

On réalise le circuit schématisé ci-dessous. Ce circuit comprend une bobine d'inductance L = 100 mH, un conducteur ohmique de résistance R = 1 KΩ et un générateur G délivrant une tension périodique triangulaire.



Le sens de circulation du courant choisi comme sens positif est indiqué sur le schéma. L'intensité i du courant varie avec le temps comme l'indique la figure suivante.

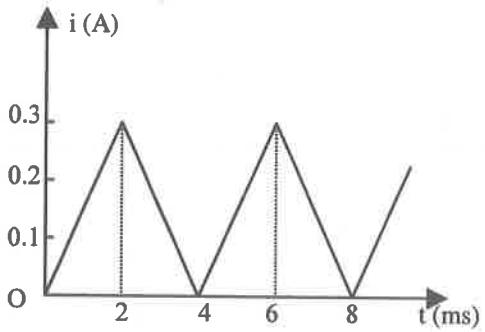


Fig. 2

1- Déterminer di/dt le long d'une période de i.

2- Exprimer la tension u_{AB} aux bornes de la bobine le long d'une période de i.

3- Tracer le graphe représentant u_{AB} en fonction du temps.
échelles :
- en abscisse : 2 ms par centimètre ;
- en ordonnée : 5 V par centimètre

4- A quel phénomène physique est due l'allure du graphe représentant u_{AB} ?

Compétence à évaluer : Exploiter des diagrammes d'un circuit RC.

Exercice 3: ***étude graphique de la charge d'un condensateur***

Un condensateur de capacité C, initialement déchargé, est monté en série avec une résistance $R = 10^4\ \Omega$ et un générateur délivrant une tension constante $U_0 = 6$ V. On relève la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction de la durée de la charge et on obtient les valeurs suivantes :

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
u_c(V)	0	1,60	2,75	3,80	4,20	4,70	5,00	5,30	5,50	5,60	5,75

1- Faire le schéma du montage.

2- Etablir une relation entre U_0, R, u_c et du_c/dt.

3- Tracer le graphique représentant $u_c = f(t)$.
Echelles : 1 cm en abscisse correspond à 10 s, et 1 cm en ordonnée correspond à 0,5 V.

4- Quelle est l'ordonnée de l'asymptote horizontale à la courbe $u_c = f(t)$? Interpréter graphiquement ce résultat.

5- Déduire que la tangente à la courbe à $t = 0$ coupe l'asymptote horizontale à l'instant $\tau = RC$. Déterminer alors la valeur de τ.

6- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

Compétence à évaluer : Exploiter le diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène.

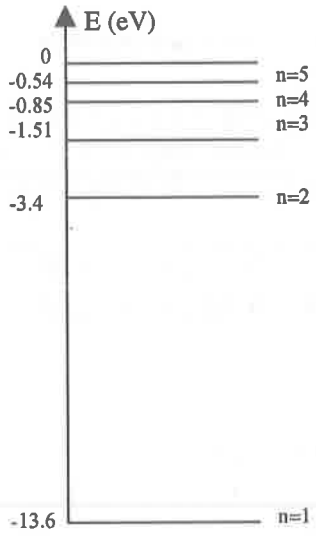
Exercice 4: ***Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène***

La grande nébuleuse d'Orion possède 4 étoiles émettant des radiations ultraviolettes de longueurs d'ondes inférieures à 91,2 nm à travers une énorme couche nuageuse de gaz interstellaire constitué essentiellement d'hydrogène.

Le diagramme ci-dessous représente quelques niveaux d'énergie possibles de l'atome d'hydrogène.

Données numériques :

Constante de Planck : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ j.s
Charge électrique élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$ m/s
1 nm = 10^{-9} m.



1-

a. A quoi correspond le niveau d'énergie E = 0 eV ?

b. Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ?

2- Quel est le comportement d'un atome d'hydrogène pris à l'état fondamental lorsqu'il reçoit une radiation de longueur d'onde $\lambda = 91{,}2$ nm ?

3- Un atome d'hydrogène qui reçoit une radiation de longueur d'onde $\lambda' = 110$ nm peut-il être excité ? Justifier.

4- Déterminer la longueur d'onde de la radiation émise lorsqu'un atome d'hydrogène passe de l'état excité n = 3 à l'état excité n = 2 ?

Troisième année secondaire
Séries : Littéraire et Humanité – Sociologie et Economie

Domaines et Compétences

Domaines	Compétences
Application des connaissances	• **Appliquer des connaissances spécifiques à l'énergie et sa conservation** (travail, énergie mécanique, $E = m c^2$, etc…). • **Identifier :** - les différentes formes et sources d'énergie ; - les réactions et les radiations nucléaires ; - les moyens de transport. • **Comparer :** - Les théories cosmologiques (le géocentrisme, l'héliocentrisme et la cosmologie moderne) ; - Les instruments et les moyens d'observation du ciel. • **Expliquer des phénomènes physiques liés à la vie quotidienne :** - Les effets de la pollution due à la combustion des fuels ou aux radiations nucléaires sur l'environnement et sur la santé ; - L'utilisation des radiations nucléaires en médecine. • **Analyser la relation entre l'énergie, l'économie et la pollution.**
Communication	• **Exploiter un diagramme ou un texte** portant sur : l'énergie – les réactions nucléaires - le système solaire - l'Univers -le pétrole (production, prix, réserves, etc.). • **Utiliser un vocabulaire scientifique adapté aux différents modes de représentations** : oral, écrit, schémas, tableaux, graphiques…

Exemples d'évaluation des compétences en troisième année secondaire

Séries : Littéraire et Humanités – Sociologie et Economie

Domaine 1 : Application des connaissances

Compétence à évaluer : Appliquer des connaissances spécifiques à l'énergie mécanique.

Exercice 1: ***Chute d'un pot de fleurs***

Un pot de fleurs, de masse M = 2 kg, est lâché sans vitesse initiale d'un point A de hauteur 20 m au-dessus du sol. On prend le sol comme origine des énergies potentielles de gravitation et on donne $g = 10\ m / s^2$.

1. Le pot est dans sa position initiale A.
   ii) Calculer son énergie cinétique ;
   iii) Calculer son énergie potentielle de gravitation ;
   iv) En déduire son énergie mécanique.

2. On néglige les frottements dus à l'air.
   i) Que peut – on dire de l'énergie mécanique du pot ?
   ii) Calculer la valeur de l'énergie cinétique du pot quand il touche le sol.
   iii) En déduire la valeur de sa vitesse.

3. En réalité la vitesse du pot mesurée au niveau du sol est de $16\ m.s^{-1}$. Déterminer la perte en énergie mécanique. Sous quelle forme apparaît-elle?

Compétence à évaluer : Appliquer des connaissances spécifiques à l'énergie nucléaire.

Exercice 2: ***Fission nucléaire***

1. La célèbre relation d'Einstein s'écrit $E = m \times c^2$. Que traduit-elle ? Donner la signification de chacun des termes E, m et c ?

2. L'un des modes de fission nucléaire de l'uranium 235 est le suivant :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{139}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 3\,^{1}_{0}n$$

   Calculer l'énergie libérée au cours de cette réaction sachant qu'il y a diminution de masse de $3{,}58 \times 10^{-28}$ kg. On donne : $c = 3 \times 10^{8}\ m / s$.

3. Un kilogramme d'uranium 235 contient $25{,}6 \times 10^{23}$ noyaux. Calculer l'énergie libérée au cours de la fission d'un kilogramme d'uranium 235.

4. Déterminer la masse de pétrole correspondant à la production de cette énergie, sachant que la combustion d'une tonne de pétrole libère une énergie de $4{,}2 \times 10^{10}$ J.

<u>Compétence à évaluer</u> : Identifier les réactions nucléaires.

<u>Exercice 3</u>: *Désintégration du phosphore*

L'équation - bilan de la désintégration d'un noyau de phosphore ${}^{30}_{15}P$ est :

$$ {}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{a}_{z}X + {}^{0}_{1}e $$

i) Déterminer, en justifiant, les valeurs de a et de z.
ii) Donner le nom de la particule notée ${}^{0}_{1}e$
iii) Nommer l'élément X . Justifier la réponse. On donne le tableau suivant :

Elément	Aluminium	Silicium	Phosphore	Soufre	Chlore
Nombre de charge	13	14	15	16	17

iv) Le phosphore ${}^{30}_{15}P$ est de période T = 156 s. Un échantillon contient, à un instant t, N = $8{,}4 \times 10^{15}$ noyaux de cet isotope. Combien de temps s'est écoulé à partir de l'instant t lorsque le nombre de noyaux de cet isotope est égal à $2{,}1 \times 10^{15}$?

<u>Compétence à évaluer</u> : Identifier des différentes formes d'énergie.

<u>Exercice 4</u>: *échanges d'énergie*

L'eau d'un lac de barrage actionne une génératrice électrique. Celle-ci alimente un moteur qui actionne une pompe remontant de l'eau d'un puits.

i. Préciser les différentes formes d'énergie mises en jeu dans cette chaîne énergétique.
ii. Préciser lequel des éléments de la chaîne est une source d'énergie dont l'origine est l'énergie solaire. Justifier.
iii. Énoncer le principe qui s'applique à tous les échanges d'énergie.
iv. L'énergie utilisée pour remonter de l'eau d'un puits est inférieure à l'énergie consommée par l'eau du lac. Qu'est devenue l'énergie perdue ?

Compétence : Analyser la relation énergie- économie-pollution.

Exercice 5: ***économie et pollution énergétiques***

Une bouteille de propane, un gaz naturel de formule C_3H_8, contient 13 kg de gaz liquéfié. La combustion complète d'un kilogramme de propane libère une énergie de 50000 kJ (1 kJ = 1000 J). Pour élever la température d'un litre d'eau de 1°C, il faut lui fournir une chaleur de 4,2 kJ.

i) Sous quelle forme apparaît l'énergie libérée par la combustion de propane ?

ii) Calculer le volume d'eau dont peut élever la température de 1°C à l'aide d'une bouteille de propane.

iii) La bouteille de propane est vendue à 13000 L.L tandis que le prix moyen d'un kilowattheure (1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J) d'énergie électrique est de 120 L.L. Laquelle des deux énergies est plus économique ? Pourquoi ?

iv) L'un des produits de la combustion complète du propane pourrait créer un problème écologique appelé « effet de serre ». Quel est ce produit ? Quelle serait à long terme la conséquence de l'effet de serre ?

Compétence : Analyser la relation énergie- économie-pollution.

Exercice 6

Montrer que l'énergie nucléaire est à la fois bénéfique et dangereuse.

Compétence à évaluer: Expliquer l'utilisation des radiations nucléaires en médecine.

Exercice 7: ***Détection d'une anomalie dans la glande thyroïde***

Si l'on injecte une solution d'Iode dans la circulation sanguine d'une personne, l'iode se fixe de préférence sur la thyroïde.

a. L'injection d'un isotope radioactif de l'iode permet de détecter l'anomalie de fonctionnement de la thyroïde. Comment ?
b. L'iode possède deux isotopes radioactifs : ^{131}I et ^{132}I. Leurs périodes radioactives sont respectivement 8 jours et 2,3 heures. Mais on préfère utiliser l'isotope ^{131}I. Pourquoi ?

Domaine 2 : Communication.

Compétence à évaluer : Analyser un document sur l'Univers.

Exercice 1: ***L'Univers***

« Les étoiles qui nous entourent sont groupées en une galaxie, la nôtre, que nous appelons la Voie Lactée (...). Il existe des milliards de galaxies comme la nôtre dans l'Univers (...). C'est grâce à la lumière que nous observons le monde. L'observation nous montre que toutes les galaxies s'éloignent les unes des autres (...). Ce mouvement d'expansion se poursuit depuis environ quinze milliards d'années. L'expansion débute par une explosion. Il se peut que l'expansion se poursuive indéfiniment. Il se peut également que, d'ici à quelques dizaines de milliards d'années, elle s'arrête et fasse marche arrière (...). Le choix entre ces deux possibilités dépend de la quantité de matière qui se trouve dans l'Univers. Aujourd'hui, nous avons quelques raisons de penser que la première possibilité – expansion – est la bonne (...). Même en expansion indéfinie, l'Univers ne serait peut être pas éternel. La matière se désintégrerait lentement en lumière. ».

«Hubert Reeves ; Patience dans l'Azur»

Questions :

1. Qu'est ce que la Voie Lactée ?
2. Quel est le phénomène physique qui est à la base de cette théorie ? Nommer le savant qui a découvert ce phénomène ?
3. Comment aurait débuté l'expansion de l'Univers ?
4. Quel est, selon l'auteur du texte, l'âge de l'Univers ?
5. Quels scénarios présente l'auteur de l'avenir de l'Univers ?

Compétence à évaluer : Exploiter un tableau sur le système solaire.

Exercice 2: Le système solaire

Certaines caractéristiques du système solaire sont résumées dans le tableau suivant :

Planète	Distance moyenne au Soleil (en 10^6 km)	Vitesse orbitale (km /s)	Durée d'une révolution autour du Soleil (en années)	Composition chimique de l'atmosphère	Température superficielle (C)
Mercure	57,6	47,9	0,24	Aucune	-170 (nuit) à 390 (jour)
Vénus	108,2	35	0,61	CO_2	480
Terre	149,6	29,8	1	N_2,O_2	22
Mars	227,9	24,1	1,88	CO_2	- 23

Planète	Distance moyenne au Soleil (en 10^6 km)	Vitesse orbitale (km /s)	Durée d'une révolution autour du Soleil (en années)	Composition chimique de l'atmosphère	Température superficielle (C)
Jupiter	778,3	13,0	11,86	H_2, He	- 150
Saturne	1429	9,6	29,45	H_2, He	- 160
Uranus	2875	6,8	84	H_2, He, CH_4	- 180
Neptune	4504	5,4	164	H_2, He, CH_4	- 200
Pluton	5916	4,7	247,7	?	- 240

i) Pourquoi parle-t-on de la distance moyenne au Soleil pour chaque planète ?
ii) Comparer la vitesse orbitale des planètes avec leur distance au Soleil.
iii) De quelle « année » s'agit-il pour la durée d'un tour ? Comparer la durée de révolution des planètes avec leur distance au Soleil.
iv) Comparer la température observée à la surface des planètes avec leur distance au Soleil. Qu'observe-t-on de curieux pour la planète Vénus ? A quoi est due cette exception ?
v) En 1987, la sonde spatiale Voyager 2 a survolé la planète Uranus. Combien de temps l'information a-t-elle mis pour arriver sur Terre ? Les ondes électromagnétiques se déplacent à la même vitesse c que la lumière.

On donne : c = 300000 km / s.

<u>Compétence à évaluer</u> : Exploiter un document sur la radioactivité.

<u>Exercice 3</u>: ***L'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl***

Voici un paragraphe sur l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl.
«Pour qu'une exposition radioactive au césium 137 provoque une stérilité chez la femme, il faudrait en absorber une quantité énorme. Chez une femme de 25 ans, une stérilité définitive apparaît pour une irradiation des ovaires de 1200 rems délivrée en un temps très court. Or les femmes ont reçu des doses ne dépassant pas 20 rems la première année et encore moins les années suivantes, ce qui exclut tout risque de stérilité d'origine radiologique. »

i) Définir la dose absorbée. Préciser son unité.
ii) La dose absorbée par une masse donnée dépend-elle de la durée d'exposition ?
iii) Lorsqu'on se trouve au voisinage d'une source radioactive, la dose absorbée diminue avec le temps. Pourquoi ?
iv) Le rem est l'unité de quelle grandeur?
v) De quels facteurs dépendent les effets biologiques d'un rayonnement donné ?

EPREUVES TYPES
POUR LES EXAMENS OFFICIELS

Instructions générales pour l'épreuve écrite en physique aux examens officiels

Sciences Générales et Sciences de la Vie

L'épreuve de physique doit permettre, en général, d'apprécier les mesures dans lesquelles le candidat a acquis les compétences définies dans le « tableau de compétences » : Guide de l'enseignant pour l'évaluation.

Elle doit répondre à plusieurs exigences :

- Le strict respect de l'esprit de la philosophie de l'évaluation (guide et annales zéro) et de la lettre du programme officiel (Bulletin officiel : N° 21 du 30 / 4 / 1999).
- La prise en compte des pratiques pédagogiques des enseignants qui font appel, d'une manière équilibrée, aux trois niveaux de connaissances (acquisition, transfert et production).
- Le choix de compétences appartenant à tous les domaines et intégrant des objectifs d'apprentissage appartenant aux différents points du programme.
- La présentation soignée des documents proposés et la clarté de la rédaction des questions. Ainsi, si l'on désire la justification d'un résultat, une démonstration, un commentaire, un schéma, il faut le demander explicitement dans la question. On ne réservera pas des points dans le barème à ce qui n'aura pas été demandé.
- L'adjonction d'un barème propre à chaque exercice dans le but de garantir une notation homogène des copies.
- L'autorisation de l'usage d'une calculatrice scientifique non programmable dans le but de choisir des situations d'évaluation pratiques et réelles.

▪Nature de l'épreuve

L'épreuve de physique est constituée en Terminale Scientifique de quatre exercices dont trois, notés sur un total de 20 points, sont communs entre SV et SG. Le quatrième exercice, réservé aux Sciences Générales, est noté sur 7,5 points.
Les exercices sont indépendants, et peuvent être traités par le candidat dans l'ordre de son choix.

Chacun de ces exercices est conçu pour évaluer des compétences intégrées dans des domaines différents.

Les situations de différents exercices ont été choisies, dans la mesure du possible, de telle façon que chaque exercice représente une situation réelle. On commence par une étude théorique ou expérimentale pour finir par une application pratique du concept, sujet de la situation, à la vie quotidienne.

▪Coefficient

La note attribuée à chacun des trois premiers exercices peut varier entre 5 et 8 points. La note avec coefficient, est obtenue en multipliant par 4, la note des SV (sur 20) et celle des SG (sur 27.5).

▪Durée

La durée de l'épreuve est de trois heures pour les Sciences Générales et de 2 heures pour les Sciences de la Vie..

▪Qu'est-ce qu'on cherche dans la copie de l'élève ?

Dans le domaine de **l'application de connaissances :**

- Tri et analyse des données pertinentes.
- Mobilisation des connaissances appropriées à la physique :
  - Choix du concept, principe, modèle, loi, hypothèse,…
  - Choix de la formule
  - Expression littérale de la solution
  - Choix des unités.
- Mobilisation des connaissances non appropriées à la physique (calcul, fonctions circulaires, logarithme, vecteurs,…)
- Pertinence du résultat.

Dans le domaine de **la communication :**

- Passage d'un mode de représentation à un autre.
- Respect des règles du mode de représentation choisi (symbole, équation, échelle, écriture des indices,…).
- Tri et analyse des informations pertinentes.
- Mobilisation des connaissances appropriées à la physique
- Mobilisation des connaissances non appropriées à la physique
- Rédaction claire et sans redondance.

Dans le domaine de **l'expérimentation :**

- Choix du matériel
- Réalisation du montage
- Respect des consignes de sécurité
- Mesures
- Réponses aux questions
- Pertinence du résultat
- Compte-rendu

Cette liste n'est pas exhaustive.

Que chaque exercice déroule autour d'un ou plusieurs domaines, il ne faut en aucun cas que la note réservée aux connaissances appropriées à la physique soit inférieure à celle réservée aux autres connaissances.

Sciences Générales

Épreuve de **Session: .....**

Durée : 3 heures **Note : 27,5 points**

Cette épreuve, constituée de quatre exercices, comporte ..... pages numérotées de 1 /... à ... / ...

Tous les exercices sont <u>obligatoires</u>.

L'usage de calculatrices non programmables est autorisé

Premier exercice (… points)

I.

1.

a)

b)

2.

a)

b)

Deuxième exercice (… points)

II.

1.

a)

b)

2.

a)

b)

Troisième exercice (… points)

III.

1.

a)

b)

2.

a)

b)

Quatrième exercice (… points)

IV.

1.

a)

b)

2.

a)

b)

Conseils aux élèves

Comment s'organiser ?

▪Par quelle question commencer ?
Par celle qui vous paraît la plus facile. Ne pas hésiter à abandonner un exercice si l'on se trouve bloqué (quitte à y revenir à la fin).

▪Comment aborder un exercice ?
Lire attentivement l'énoncé.
Repérer les mots et les termes importants
Observer attentivement le document joint.

▪Présentation de la copie

Inutile de recopier l'énoncé.
Écrire lisiblement sans utiliser la marge : si vous écrivez mal, écrivez au moins assez gros et assez aéré.
Employer strictement les notations de l'énoncé ; ne pas les changer. Si vous introduisez de nouvelles notations pensez à bien les définir.
Faire des schémas clairs.
Numérotez clairement les réponses conformément à l'énoncé.

▪Résultats et applications numériques
Faire un calcul littéral puis passer à l'application numérique.
Ne pas oublier les unités.
Encadrer les résultats.

SCIENCES GÉNÉRALES

Épreuve de physique **Session: .....**

Durée : 3 heures **Note : 27,5 points**

Cette épreuve, formée de quatre exercices, comporte 4 pages numérotées de 1 à 4

Tous les exercices sont <u>obligatoires</u>.

L'usage de calculatrices non programmables est autorisé

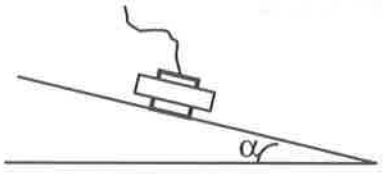
Sciences Générales et Sciences de la Vie

Épreuve 1

PREMIER EXERCICE (8 points)

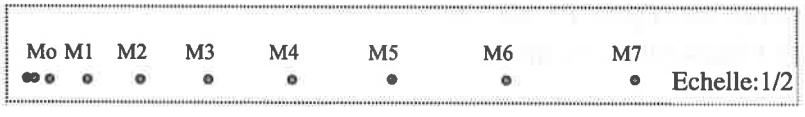
Mouvement d'un objet sur un plan incliné

Pour étudier expérimentalement le mouvement d'un objet sur un plan incliné sans frottement, on considère un palet autoporteur, de masse 0,52 kg, placé sur le bord supérieur d'une table à coussin d'air incliné de 14,5° par rapport au plan horizontal.



On lâche le système sans vitesse initiale à un instant t_0 pris comme origine des temps, et on enregistre les différentes positions de son centre d'inertie M à des intervalles de temps réguliers τ.

Le diagramme ci-dessous représente certaines positions du centre d'inertie M du palet pour $\tau = 40$ ms. Le document est reproduit à l'échelle ½.



1. Déterminer la valeur de la vitesse du palet et la valeur de sa quantité de mouvement aux positions M_2 et M_5. Compléter le tableau suivant :

M_i	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
Abscisse x (cm)	0	0,5	1,2	2,1	3,2	4,5	6,0	7,7
Vitesse V (m / s)	XXX XXX	0,3		0,5	0,6		0,8	XXX XXX
Quantité du mouvement P (kg.m/s)	XXX XXX	0,156		0,26	0,312		0,416	XXX XXX

2.

i. Tracer la courbe représentant la quantité du mouvement du palet en fonction du temps sachant qu'à $t = 0$, M est en M_0.
Echelles : 1 cm pour 40 ms ; 1 cm pour 0,1 kg.m/s.

ii. En déduire l'intensité de la résultante des forces exercées sur le palet.

iii. Déterminer l'instant t_0 auquel l'objet a été lâché.

3. L'origine de l'énergie potentielle gravitationnelle est prise au point M_6.
   i. Déterminer la valeur de l'énergie mécanique du système (Terre, air, palet) aux points M_1 et M_6. Prendre $g = 9{,}8\ m/s^2$.
   ii. Vérifier la conservation de l'énergie mécanique du système considéré? À quoi est due cette conservation de l'énergie mécanique ?

DEUXIÈME EXERCICE (7 points)

Circuit RLC : Déphasage et résonance

Pour déterminer la valeur de la capacité d'un condensateur, on réalise un circuit RLC alimenté par une source de tension sinusoïdale de fréquence f variable.
Un oscilloscope permet de visualiser la tension u_g aux bornes du générateur et la tension u_R aux bornes de la résistance R. La sensibilité verticale de l'oscilloscope est de 1 V / div. pour (a) et 5 V / div. pour (b), et la sensibilité horizontale est réglée à 1 ms / div.
La figure ci-dessous représente les oscillogrammes obtenus.

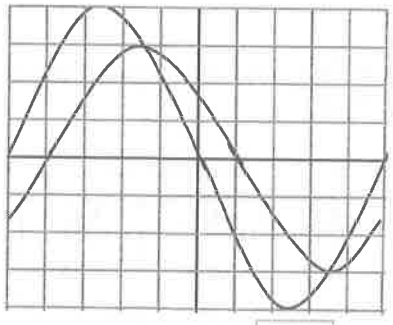


fig. 1

1. Faire un schéma du circuit en précisant les branchements de l'oscilloscope.

2. La courbe (b) représente la tension u_g. Pourquoi ?

3. Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant dans le circuit sachant que R = 10 Ω.

4. Déterminer la différence de phase φ entre u_g et l'intensité instantanée i du courant. Préciser laquelle des deux est en avance de phase par rapport à l'autre.

5. L'intensité instantanée du courant i est donnée par la relation : $i = I_m \cos \omega t$.
   i. Calculer ω.
   ii. Ecrire l'expression de u_g en fonction du temps.

6. Pour la fréquence f = 1000 Hz, la différence de phase φ entre u_g et i devient nulle.
   i. Quelle est alors le mode d'oscillations du circuit ? Déterminer la valeur de la fréquence propre du circuit.
   ii. Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur sachant que L = 0,01 H.
   iii. Quelle est dans ce cas la valeur efficace de l'intensité du courant sachant que la résistance de la bobine est : r = 20 Ω?

TROISIÈME EXERCICE (5 points)

Datation des roches volcaniques

Pour déterminer l'âge de quelques roches volcaniques riches en potassium 40, on utilise la désintégration des noyaux de potassium en noyaux d'argon.
Le potassium $^{40}_{19}K$, de période radioactive 10^9 ans, se désintègre en donnant un noyau fils, l'argon $^{40}_{18}Ar$.

1. a. Écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante.
   b. Préciser le type de cette désintégration.

2. La loi de décroissance radioactive d'un radioélément donne l'évolution du nombre n (t) de ses noyaux, au cours du temps, en fonction de leur nombre n_o à l'instant t = 0.
   a- Exprimer selon cette loi, pour le potassium 40 l'expression de n_k (t) en fonction de n_{ok} et du temps t.
   b- En déduire l'expression de l'évolution du nombre de noyaux n_{Ar} (t) dans un échantillon ne contenant initialement que n_{ok} noyaux de potassium.

3. Au moment de sa formation, l'obsidienne qui représente un certain type de roches volcaniques ne contient pas d'argon. Un géologue, analysant un échantillon de cette roche, constate que les atomes d'argon 40 y sont deux fois moins nombreux que les atomes de potassium 40. Déterminer l'âge approximatif de cette roche?

QUATRIÈME EXERCICE (7,5 points)

Relativité restreinte : dilatation du temps et contraction des longueurs

On aborde dans cet exercice des effets relativistes des vitesses comparables à la célérité de la lumière.

Une fusée cylindrique de 10 m de longueur et de 2 m de diamètre se déplace à une vitesse de 0,9 c par rapport à la Terre.

1. Sachant que le cœur du pilote bat 70 fois par minute sur la Terre, déterminer combien de fois bat-il par minute par rapport à :
   i. Un observateur sur la Terre.
   ii. Un observateur sur la fusée.

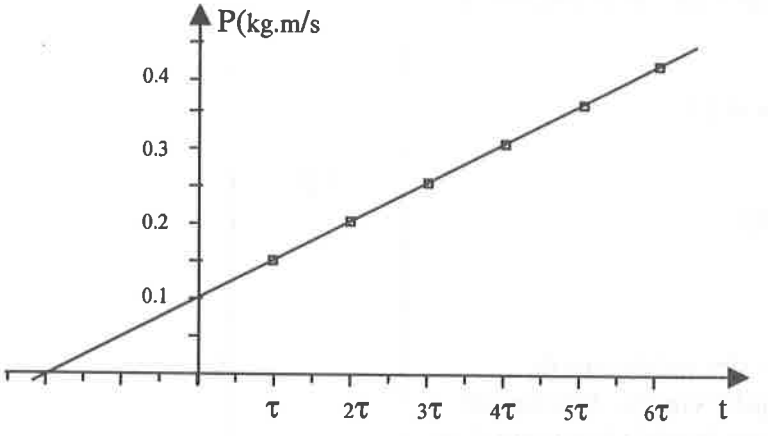
2. Calculer la longueur et le diamètre de la fusée par rapport à un observateur sur Terre.

3. Une deuxième fusée, se déplaçant dans la même direction, paraît avoir la même longueur que la première fusée par rapport à un observateur sur la Terre. Quelle est la valeur de la vitesse de la deuxième fusée sachant que la longueur propre de l'une des deux fusées est égale à trois fois la longueur propre de l'autre ?

Solution des exercices de l'épreuve 1

Exercice 1 (8 points)

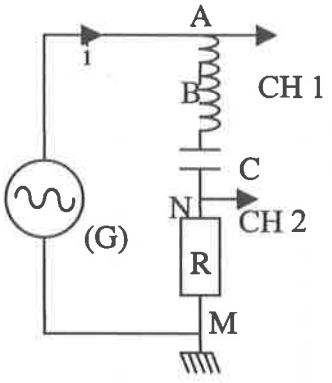
Cet exercice favorise le domaine de communication malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs de compétences appartenant au domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1.		
$V_2 = \frac{M_1M_3}{2\tau} = \frac{(x_3 - x_1)\times 2}{2\times 40\times 10^{-3}} = \frac{0{,}016 \times 2}{0{,}08} = 0{,}4\ m/s$ $P_2 = mV_2 = 0{,}52\times 0{,}4 = 0{,}208\ kg.m/s$ $V_5 = \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{0{,}028\times 2}{0{,}08} = 0{,}7\ m/s$ $P_5 = mV_5 = 0{,}52\times 0{,}7 = 0{,}364\ kg.m\ /s$	2 pts	
2. a.  	1 pt	Non respect d'échelle : - ½

b. L'intensité F de la force est donnée par la deuxième loi de Newton : $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$; donc F est le coefficient directeur de la droite représentant la variation de P en fonction du temps. Si l'on choisit les deux points M_1 et M_6 on obtient : $F = \frac{P_6 - P_1}{5\tau} = \frac{0,416 - 0,156}{5 \times 0,04} = 1,3\ N$	1 pt	Formule sans signification: - ¼
c. L'abscisse du point d'intersection de la courbe et de l'axe du temps est : $t = -2\tau = -80$ ms $= -0,08$ s. Le palet a été lâché 0,08 s avant l'enregistrement du point M_0.	1 pt	
3. a. L'énergie cinétique du palet au point M_1 est : $E_{c1} = ½\ m.(V_1)^2 = 0,5 \times 0,52 \times (0,3)^2$ $E_{c1} = 0,023$ J. L'énergie cinétique du palet au point M_6 est : $E_{c6} = ½\ m.(V_6)^2 = 0,5 \times 0,52 \times (0,8)^2$ $E_{c6} = 0,166$ J. Dans le repère du laboratoire la Terre est immobile donc son énergie cinétique est nulle et l'énergie cinétique du système est égale à celle du palet. L'énergie potentielle du système au point M d'abscisse x est : $Ep = mgh$, avec $h = (x_6 - x)\sin\alpha$. $Ep_1 = 0,52 \times 9,8 \times 2 \times 5,5 \times 10^{-2} \times 0,25$ $E_{p1} = 0,140$ J $Ep_6 = 0$ J. L'énergie mécanique $Em = Ec + Ep$ $Em_1 = 0,023 + 0,140 = 0,163$ J $Em_6 = 0,166 + 0 = 0,166$ J.	2 pts 1 pt	
b. $Em_1 \approx Em_6$ donc, dans les limites des précisions de mesures effectuées on peut dire que l'énergie mécanique est conservée car les frottements sur la table à coussin d'air sont considérés comme négligeables.		

Exercice 2 (7 points)

Cet exercice favorise le domaine de la communication malgré l'apparition des éléments constitutifs des compétences appartenant au domaine d'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. 	0,5 pt.	
2. Le maximum de la tension représentée par la courbe (a) correspond à 4 divisions donc à une tension $u_a = 1 \times 4 = 4$ V. Le maximum de la tension représentée par la courbe (b) correspond à 5 divisions donc à une tension $u_b = 5 \times 3 = 15$ V. Or la valeur maximale de la tension aux bornes du générateur est supérieure à celle aux bornes de la résistance. Donc la courbe (b) représente u_g.	1 pt	

3. $I = \frac{Imax}{\sqrt{2}} = \frac{Umax(R)}{R\sqrt{2}} = \frac{4}{10\sqrt{2}} = 0{,}28\ A$		
4. La différence de phase est donnée par la relation : $\varphi = 2\pi d/D$ où D est la distance horizontale qui correspond à une période et d est la distance horizontale les valeurs maximales les plus proches de deux tensions. D = 10 divisions et d = 1 division. $\varphi = 2\pi \times 1 / 10 = \pi / 5$	1 pt	
L'intensité i du courant est en avance de phase par rapport à la tension u_g car la tension aux bornes de R qui est proportionnelle à i passe par un maximum avant u_g.	1 pt	
5. a. La période correspond à 10 divisions donc $T = 10 \times 10^{-3} = 10$ s $\omega = 2\pi / T = 200\ \pi$ rad/s. b. $u_g = 15 \cos (200\ \pi t - \pi/5)$ (u_g en V ; t en s)		
6. a. Le circuit oscille à la résonance donc sa fréquence propre étant égale à la fréquence de la résonance est : $f_0 = 1000$ Hz.	1 pt	
b. A la résonance : $LC\ \omega_0^2 = 1$, donc : $4\pi^2 f_0^2 LC = 1$; $C = 1/4\pi^2 f_0^2 L$ $C = 1 / (4 \times \pi^2 \times 10^6 \times 0{,}01)$ $= 2{,}53 \times 10^{-6}$ F	1 pt	
c. $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{15}{\sqrt{2}} = 10{,}60$ V $I = \frac{U}{R+r} = \frac{10{,}60}{30} = 0{,}35$ A	1 pt 1/2 pt	

Exercice 3 (5 points)

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. a. ${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{a}_{z}P$ Conservation de la charge électrique : 19 = 18 + z, donc z = 1. Conservation du nombre des nucléons : 40 = 40 + a, donc a = 0. La particule P émise est donc le positron ou positon, et l'équation de la réaction est : $${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}\nu$$	1,5 pts	
b.- Désintégration β^+.		
2. a. Soit λ la constante radioactive du potassium 40. La relation demandée s'écrit d'après la loi de décroissance radioactive: $n_k(t) = n_{ok}\, e^{-\lambda t}$	0,5 pt 0,5 pt	
b- La somme des nombres d'atomes de potassium et d'argon à chaque instant t est égale au nombre de noyaux de potassium initialement présents à t = 0: $n_k(t) + n_{Ar}(t) = n_{ok}$ d'où : $n_{Ar}(t) = n_{ok}\,(1-e^{-\lambda t})$	1 pt	
3- Le nombre de noyaux de potassium 40 est deux fois plus grand que celui de noyaux d'argon 40 dans l'échantillon d'obsidienne. $n_{ok}\, e^{-\lambda t} = 2n_{ok}\,(1-e^{-\lambda t})$ d'où $e^{-\lambda t} = 2-2e^{-\lambda t}$ soit $e^{-\lambda t} = \frac{2}{3}$ et par suite Ln (2 / 3) = - λt = - (0,693 t) / T $\Rightarrow$ t / T = 0,585 d'où t = 585 × 10^6 ans.	1,5 pts	

Exercice 4 (7,5 points)
Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. a. Supposons que le pilote de la fusée utilise une horloge pour mesurer l'intervalle du temps $\Delta t'$ = 1 minute, et que l'observateur sur Terre utilise une horloge identique il mesure alors un intervalle du temps Δt tel que : $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{60}{\sqrt{1-\frac{(0,9c)^2}{c^2}}} = 137,65\ s$ L'observateur sur Terre mesure 70 battements pendant 137,65 s, le cœur bat : 70 × 60 / 137,65 = 30,5 battements par minute.	2 pts	
b. Le pilote est immobile par rapport à l'observateur lié à la fusée donc : $\Delta t = \Delta t'$; cet observateur mesure le même nombre de battements (70) pendant une minute.	1 pt	
2. La longueur L_1 de la fusée paraît contractée à l'observateur sur Terre car la fusée se déplace parallèlement à sa longueur. La longueur observée L est : $L = L_1\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 10\sqrt{1-\frac{(0,9c)^2}{c^2}}$ $L = 4,36\ m$	1,5 pts	
Le diamètre garde la même valeur par rapport à l'observateur sur Terre car le diamètre est perpendiculaire à la vitesse.	1 pt	

3. Deux cas sont à envisager : Si la première fusée est 3 fois plus longue que la deuxième la longueur L_2 de celle-ci est de : $L_2 = 10 \div 3 = 3{,}33$ m ; cette longueur est inférieure à la longueur observée pendant le mouvement, donc ce cas est à rejeter. Si $L_2 = 3\ L_1 = 30$ m et si v' est la vitesse de la deuxième fusée : $$4{,}36 = 30\sqrt{1 - \frac{v'^2}{c^2}} \Rightarrow v' = 0{,}99\,c$$	2 pts	

Épreuve 2

PREMIER EXERCICE (10 points)

Étude énergétique d'un pendule simple

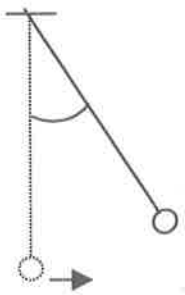
Un pendule simple est constitué d'un fil, de masse négligeable et de longueur L, et d'une petite shpère métallique de masse m.
Dans le but de faire une étude énergétique de ce pendule, on néglige tous les frottements, et on se met dans les conditions d'oscillations libres non amorties et de faible amplitude. Dans ce cas, on admet l'approximation : $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$.
Lorsque le pendule est en équilibre, on communique à la sphère une vitesse $\mathbf{v_0}$ horizontale.

L'énergie mécanique du système (S) [pendule + Terre] se conserve.

Soit θ, l'élongation angulaire du mouvement de pendule à la date t .

Données numériques:

L = 0,50 m
m = 50 g
$v_0 = 0{,}40\ m.s^{-1}$
$g = 9{,}80\ m.s^{-2}$.



1) Déterminer à la date t :
a) L'énergie potentielle de pesanteur du système (S) en fonction de : m, g, L et θ. Préciser le niveau de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.
b) L'énergie cinétique de la sphère en fonction de : m, L et θ' .

2) Trouver la relation liant : L, g, θ et θ'' .

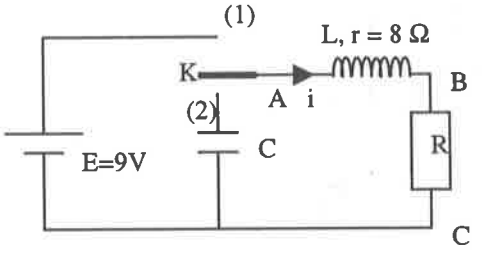
3) Calculer l'amplitude angulaire, θ_m , du mouvement de pendule. L'approximation des petits angles est-elle justifiée?

4) Pour quelle valeur de θ, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique de ce pendule sont-elles égales?

DEUXIÈME EXERCICE (10 points)

Détermination de l'inductance d'une bobine

Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine, on réalise le circuit schématisé par la figure ci-dessous. La résistance interne du générateur est négligeable.



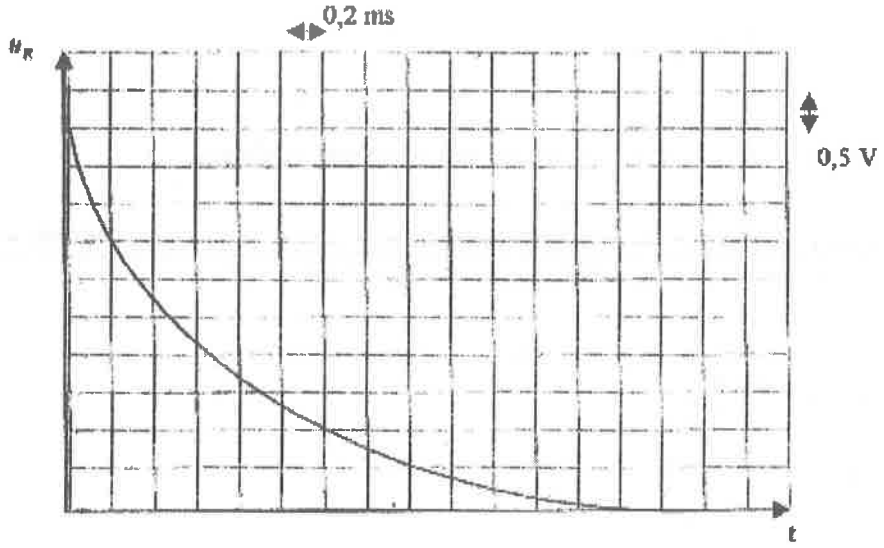
1. Dans une première expérience, l'interrupteur k est dans la position (1). Déterminer, en régime stationnaire, la valeur I_0 de l'intensité du courant débitée par le générateur.

2. Dans une deuxième expérience et à un instant donné pris comme origine, l'interrupteur K est dans la position (2). En supposant qu'aucune étincelle ne jaillit entre les bornes de l'interrupteur et en prenant comme sens positif du courant celui qui est indiqué sur la figure:

   i. Exprimer les tensions u_{AB} et u_{BC} en fonction de L, R, r, i et di / dt.
   ii. Établir l'équation différentielle à laquelle obéit le courant dans le circuit.
   iii. Vérifier que la solution de cette équation est de la forme:
   $$i(t) = I_0.e^{-t/\tau} \text{ où } \tau = L / (R + r).$$

3. Soit u_R la tension aux bornes du conducteur ohmique entre B et C, et soit t_1 et t_2 les instants au bout desquels cette tension u_R atteigne respectivement 90 % et 10 % de sa valeur maximale.

   i) Exprimer $t_\alpha = t_1 - t_2$ en fonction de τ.
   ii) En se servant de la courbe ci-dessous, déterminer t_α , puis déduire la valeur de τ.
   iii) Déterminer la valeur de l'inductance L.



TROISIÈME EXERCICE (10 Points)

Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

On rappelle que l'atome d'hydrogène peut exister à différents niveaux d'énergie. Les énergies relatives à ces niveaux, exprimées en électronvolts, sont données par la relation:

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

Où E_0 est une constante positive et n entier strictement positif (n = 1, 2, 3....).

Données numériques :

- Constante de Planck : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s
- Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3{,}0 \times 10^{8}\, m\, s^{-1}$.
- Charge élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C.

1)

i. A quel état de l'atome d'hydrogène correspond le niveau d'énergie $E = 0$ eV.

ii. Quelle est la signification physique du signe négatif de l'énergie E_n.

iii. Que représente l'énergie d'ionisation , E_i, de l'atome d'hydrogène à partir de son état fondamental? Déterminer E_0, sachant que $E_i = 13{,}6$ eV .

2) Préciser ce qui se passe quand un atome d'hydrogène, initialement dans son état fondamental, absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda = 70$ nm .

3) Quelle est la plus grande longueur d'onde λ_{max} des radiations que peut absorber un atome d'hydrogène supposé dans son état fondamental?

A quel domaine spectral la radiation correspondante appartient-elle? (limite du spectre visible: 400 nm - 800 nm).

QUATRIÈME EXERCICE (10 Points)

Énergie libérée par fission nucléaire

Dans une centrale nucléaire, la plupart des noyaux d'uranium $^{235}_{92}U$ qui absorbent un neutron lent, deviennent instables et subissent la fission. L'une des réactions nucléaires possibles conduit à la formation d'un noyau de césium $^{137}_{55}Cs$, d'un noyau de zirconium $^{97}_{40}Zr$, de neutrons et d'électrons.

Données numériques:

Energie de liaison par nucléon pour:

- Le noyau d'uranium: 7,62 MeV/nucléon.
- Le noyau de cesium: 8,45 MeV/nucléon.
- Le noyau de zirconium: 8,65 MeV/nucléon.

Masse du noyau d'uranium : 235 u.m.a.
Charge de l'électron : $-1,6.10^{-19}$ C.
1 u.m.a $=1,66.10^{-27}$ Kg.

1) Ecrire l'équation - bilan de cette fission.

2) Calculer, en MeV et en joule, l'énergie libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium. Sous quelle forme cette énergie apparaît-elle?

3) En supposant que tous les autres modes de fission sont équivalents du point de vue énergétique à celui-ci, calculer l'énergie libérée par la fission d'un gramme d'uranium 235.

4) La puissance électrique de la centrale est de 900 MW, et son rendement est de 30%, calculer sa consommation journalière en uranium 235.

5) Pour la même puissance électrique, calculer la consommation journalière en pétrole d'une centrale thermique ayant un rendement de 35 %, sachant que la combustion d'une tonne de pétrole libère une énergie $Q = 4,2.10^{10}.J$.

Solution de l'épreuve 2

Exercice 1 **(10 points)**

Cet exercice porte sur le domaine de l'application des connaissances malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs de compétences appartenant au domaine de la communication.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1)a) Soit G_0, la position du centre d'inertie de la sphère à l'équilibre et G, celle à la date t Prenant comme niveau de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur, le plan horizontal passant par G_0. A la date t, l'énergie potentielle de pesanteur du système (S) est : $E_{p.p} = m\,g\,z$. Avec z=1-1cosθ, alors Epp = mgl(1-cosθ).	1,5 pts	L'élève peut prendre, à son choix, le niveau de référence des énergies potentielles.
b) Soit v , la vitesse linéaire de la sphère à l'instant t . L'énergie cinétique de la sphère est : $E_c = \frac{1}{2} m\,v^2$. D'autre part on a que : $v = l\theta'$, où θ' est la vitesse angulaire à l'instant t . On aura donc : $Ec = \frac{1}{2} m\,l^2\,\theta'^2$	1 pt	
2) L'expression de l'énergie mécanique de (S) est alors : $E_m = m\,g\,l(1-\cos\theta) + \frac{1}{2} m\,l^2\theta'^2$ Tenant compte de l'approximation : $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$, on aura: $E_m = m\,g\,l\frac{\theta^2}{2} + \frac{1}{2} m\,l^2\,\theta'^2$. Puisque l'énergie mécanique du système (S) reste constante, on peut, donc, écrire : $\frac{d\,E_m}{d\,t} = 0$, soit $m\,g\,l\,\theta\,\theta' + m\,l^2\,\theta'\theta'' = 0$	0,5 pt	

Réponse attendue	Barème	Commentaires
Ce qui donne : $m\,l\,\theta'(l\,\theta'' + g\,\theta) = 0$.		
Le système est en mouvement ,$\Rightarrow$ $\theta' \neq 0$, d'où $$\theta'' + \frac{1}{g}\theta = 0$$	1 pt	
3) Soit G_1, la position maximale du centre d'inertie de la sphère. θ_m, est l'élongation correspondante à cette position.	1 pt	
A $t = 0$; (Position G_0) on a $(E\,m)_{G_0} = \frac{1}{2} m\,v_0^{\,2}$. A t_1; (Position G_1) on a $(E\,m)_{G_1} = m\,g\,l\,(1 - \cos\theta_m)$ $(Em)_{G_0} = (Em)_{G_1} \Rightarrow \frac{1}{2} m\,v_0^{\,2} = m\,g\,l\,(1 - \cos\theta_m) \Rightarrow$ $\cos\theta_m = 1 - \frac{v_0^{\,2}}{2\,g\,l}$.	1,5 pts	
A.N. $\cos\theta_m = 1 - \frac{(0,4)^2}{2 \times 9,8 \times 0,5} = 0,984$ d'où $\theta_m \approx 10^0$	0,5 pt	
• Durant l'oscillation du pendule on a que $-\theta_m \leq \theta \leq +\theta_m$ Donc l'approximation des petits angles est justifiée.		
4) L'énergie mécanique de (S) est la même quelque soit t . On a donc : $$E\,m = (E\,m)_{G_0} = \frac{1}{2} m\,v_0^{\,2}.$$	0,25 pt	
Soit θ_2, l'élongation correspondante à la position pour laquelle Epp = Ec .	1 pt	
$Ep.p = Ec; Em = 2\,Epp \Rightarrow \frac{1}{2} m\,v_0^{\,2} = 2\,m\,g\,l\,(1 - \cos\theta_2)$ Soit $\cos\theta_2 = 1 - \frac{v_0^{\,2}}{4\,g\,l}$.	0,75 pt	
A.N. $\cos\theta_2 = 1 - \frac{(0,4)^2}{4 \times 9,8 \times 0,5} = 0,992 \Rightarrow \theta_2 \approx 7^0$	0,5 pt	

Exercice 2 **(10 points)**

Cet exercice porte sur le domaine de l'application des connaissances malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs de compétences appartenant au domaine de la maîtrise de la communication.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. En régime stationnaire, la valeur i(t) de l'intensité du courant électrique atteint une valeur constante I_0.	0,5 pt	
Alors, di / dt = 0 et la bobine se comporte comme un conducteur ohmique de résistance r = 8 Ω.	0,5 pt	
$I_0 = E / (R + r) \Rightarrow I_0 = 0.5$ A.	1 pt	
2. a. $u_{AB} = L\, di / dt + r\, i$. (loi d'Ohm pour une bobine). $U_R = R.i.$	1 pt	
b. $u_{AB} + u_R = 0 \Rightarrow L\, di / dt + (R + r)i = 0$ (1)		
c. $di / dt = - (I_0 / \tau)e^{-t/\tau}$	1 pt	
$\Rightarrow - L(I_0 / \tau)e^{-t/\tau} + (R + r)\, I_0\, e^{-t/\tau}$		
$\Rightarrow i(t) = I_0.e^{-t/\tau}$ est une solution de l'équation (1) pour $L = (R + r).\tau$.	2 pts	
3. a) $u_R = R.i. = RI_0.e^{-t/\tau} = U_0.I_0.e^{-t/\tau}$.		
90 % $U_0 \Rightarrow t_1 = - \tau.Ln\,(0.9)$		
10 % $U_0 \Rightarrow t_2 = - \tau.Ln\,(0.1)$	1,5 pts	
$\Rightarrow t_\alpha = 2.2\, \tau$.		
b) Graphiquement, $t_\alpha = 1.6$ ms $\Rightarrow \tau$ 0.72 ms.		
c) $u_R / u_{R\,max} = u_R / U_0 = 0.37$ ms.	1 pt	
Graphiquement, $\tau = 0.7$ ms $\Rightarrow L = 12.6$ mH	1,5 pts	

Exercice 3 **(10 points)**

Cet exercice porte sur le domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1)a) Le niveau d'énergie E = 0 eV, correspond à l'atome d'hydrogène ionisé, c'est-à-dire quand l'électron est très loin du noyau.	0,5 pt	
b) L'origine des énergies correspond alors à un électron infiniment éloigné du noyau. Pour tous les autres états de l'atome, la stabilité est plus grande donc l'énergie est plus faible; elle est donc négative.	0,5 pt	
c) L'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène est l'énergie qu'on doit lui fournir, à partir de son état fondamental, pour le faire passer à l'état ionisé c'est-à-dire pour lui arracher un électron. (cet électron quittant l'atome sans énergie cinétique) L'énergie d'ionisation vaut : $E_i = E_{(\text{état ionisé})} - E_{(\text{état fondamental})} = 0 - (-E_0) = E_0$. D'où $E_0 = 13{,}6\,\text{eV}$	1 pt	
2) L'énergie du photon absorbé est : $E = h\nu = \dfrac{hc}{\lambda}$.	0,5 pt	
A.N : $E = \dfrac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{70\times10^{-9}} = 2{,}84\times10^{-18}\,J$.	1,5 pt	
Soit en électron-volts: $E = \dfrac{2{,}84\times10^{-18}}{1{,}6\times10^{-19}} = 17{,}7$ eV Donc ce photon provoque l'ionisation de l'atome d'hydrogène, ce qui nécessite 13,6 eV et le reste c'est-à-dire: 17,7 – 13,6 = 4,1 eV est transmise à l'électron arraché sous forme d'énergie cinétique.	1,5 pt	

Réponse attendue	Barème	Commentaires
3) Une radiation de longueur d'onde λ possède une énergie : $$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$ L'énergie de la radiation absorbée par l'atome correspond à une certaine transition énergétique.	2 pts	Explication 1,5 pt et calcul ½ pt.
La longueur d'onde est la plus grande si l'énergie de la transition est la plus petite possible.		
Pour un atome dans son état fondamental, la plus petite transition énergétique est celle qui le fait passer du niveau n = 1 au niveau n = 2.		
Soit $E_{min} = E_2 - E_1$. Or $$E_{min} = \frac{hc}{\lambda_{max}} \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{hc}{E_{min}} = \frac{hc}{E_2 - E_1}.$$	1 pt	
A.N: $E_2 = \frac{-13,6}{4} = -3,40$ eV et $E_1 = -13,6$ eV	1 pt	
Alors: $E_2 - E_1 = -3,40 - (-13,6) = 10,2$ eV soit $\approx 1,63 \times 10^{-18}$ J. D'où $$\lambda_{max} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1,63 \times 10^{-18}} \approx 1,22 \times 10^{-7} \text{ m} \approx 122 \text{ nm}.$$ $\lambda_{max} \leq 400$ nm : Cette radiation appartient au domaine ultraviolet.	0,5 pt	

Exercice 4 **(10 points)**

Cet exercice porte sur le domaine de l'application des connaissances malgré la présence de quelques éléments constitutifs des compétences appartenant au domaine de la communication.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Soit l'équation-bilan d'une réaction de fission de l'uranium 235 : $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{137}_{55}Cs + ^{97}_{40}Zr + x\,^{1}_{0}n + y\,^{0}_{-1}e$	0,5 pt	
Pour déterminer x et y, on applique les lois de conservation suivantes: ➢ Conservation du nombre de masse : 235 + 1 = 137 + 97 + x soit : x = 2	0,5 pt	
➢ Conservation du nombre de charge: 92 + 0 = 55 + 40 - y soit : y = 3. D'où l'équation-bilan de cette fission: $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{137}_{55}Cs + ^{97}_{40}Zr + 2\,^{1}_{0}n + 3\,^{0}_{-1}e$	0,5 pt	
2. L'énergie E libérée lors d'une fission nucléaire est la différence entre l'énergie de liaison des produits formés et l'énergie de liaison des produits initiaux.	0,5 pt	L'énergie de liaison d'un noyau peut être comptée négativement ou positivement selon le concept adopté : si c'est une énergie potentielle (donc en moins) elle sera comptée négativement, et si c'est l'énergie qu'il faut fournir pour briser le noyau, elle sera comptée positivement.
L'énergie E_1 <u>nécesaire pour briser le noyau</u> d'uranium est: $E_1 = 235 \times 7{,}62 = 1790{,}7$ MeV.	1 pt	
L'énergie E_2 nécessaire pour briser les noyaux obtenus est: $E_2 = 137 \times 8{,}45 + 97 \times 8{,}65 = 1996{,}7$ MeV.	0,5 pt	
D'où l'énergie libérée par la fission: $E = E_2 - E_1 = 1996{,}7 - 1790{,}6 = 206$ MeV.	0,5 pt	
Cette énergie libérée apparaît lors de la fission sous forme d'énergie cinétique possédée par les différents produits de la réaction.	0,5 pt	

3. Soit $m_{(U)}$ (en grammes) la masse d'un noyau d'uranium 235. Le nombre, n, de noyaux contenus dans une masse m = 1 g de ce nucléide est: $n = \frac{m}{m_{(U)}}$	0,5 pt	
L'énergie E_0, libérée par la fission de cette masse m d'uranium est: $$E_0 = nE. = \frac{m}{m_{(U)}}.\times E$$ (E est l'énergie libérée par un noyau d'uranium 235).	1 pt	
<u>**A.N**</u> $m_{(U)} = 235\times1,66\times10^{-24}.g$		
$E_0 = \frac{1}{235\times1,66\times10^{-24}}\times206 = 5,28\times10^{23}.M.eV$	0,5 pt	
Comme $1.M.eV = 1,6\times10^{-13}J. \Rightarrow E_0 = 8,45\times10^{10}J$		
4. Le rendement, r , de la centrale nucléaire est: $$r = \frac{W_{(e'lect.)}}{E_{(nucle'.)}}. \Rightarrow .E_{(nucle'.)} = \frac{P_{(e'lect.)}\times t}{r}$$	1 pt	
La masse m_1 d'uranium 235 qui a fissionnée pour donner cette énergie vaut: $$m_1 = \frac{E_{(nucle'.)}}{E_0} = \frac{P_{(e'lect.)}\times t}{r\times E_0}$$ $$m_1 = \frac{9\times10^8\times86400}{0,3\times8,45\times10^{10}} = 3,067\times10^3.g \approx 3.Kg$$	1,25 pt	
5. Le rendement r' de la centrale thermique est: $$r' = \frac{P_{(élect.)}\times t}{E_{(pétrole)}}$$ Soit m_2 la masse de pétrole consommée par jour. On a donc $$m_2 = \frac{E_{(pétrole)}}{Q} = \frac{P_{(élect.)}\times t}{r'\times Q}$$ $$m_2 = \frac{9\times10^8\times86400}{0,35\times4,2\times10^{10}} = 5289,79 \approx 5290.tonnes$$	1,25 pt	

Épreuve 3

PREMIER EXECICE (10 points)

Spectre des raies émises par l'atome d'hydrogène.

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ avec n entier} \geq 1 \text{ et } E_0 = 13{,}6 \text{ eV}$$

Données numériques:

- Valeur de la charge élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C
- Célérité de lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
- Constante de Planck : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s

1. Calculer E_0 en joules.

2. Calculer en joules les énergies E_1, E_2 et E_3 correspondant aux niveaux 1, 2 et 3.

3.
   i. Calculer les fréquences ν_{31} et ν_{21} des photons émis lors des transitions du niveau n = 3 au niveau n = 1 et du niveau n = 2 au niveau n = 1.
   ii. Déduire les longueurs d'onde λ_{32} et λ_{21} des raies correspondantes.
   iii. A quel domaine du spectre électromagnétique ces radiations appartiennent-elles sachant que les limites du spectre visible sont : 400 nm – 800 nm.

4.
   i. Calculer la fréquence ν_{32} du photon émis lors d'une transition du niveau n = 3 au niveau n = 2.

   ii. Etablir une relation entre ν_{31}, ν_{21} et ν_{32}. Justifier la réponse. Peut-on généraliser cette relation et l'appliquer à tout groupe de trois niveaux d'énergie ? Expliquer.

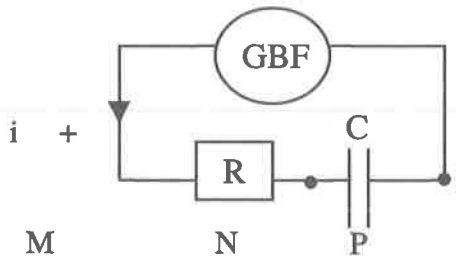
5. Calculer la plus courte longueur d'onde que l'on peut trouver dans le spectre de l'atome d'hydrogène.

DEUXIÈME EXERCICE (10 points)

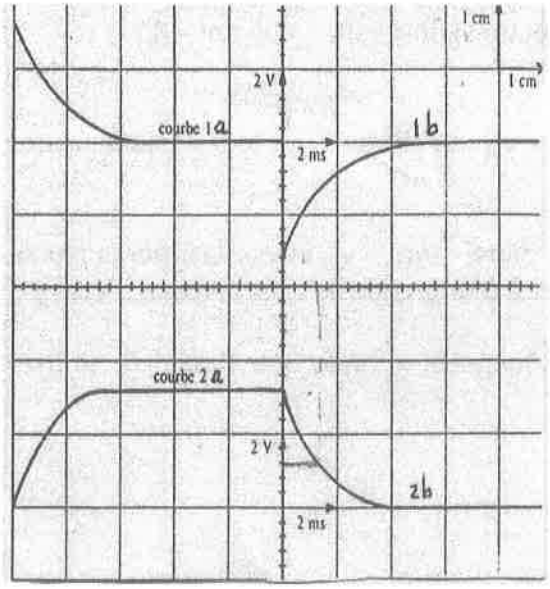
Charge et décharge d'un condensateur

Afin d'étudier la charge et la décharge d'un condensateur, on réalise le circuit suivant comportant en série:

- un générateur basse fréquence délivrant une tension en créneaux.
- un conducteur ohmique de résistance R = 200 Ω
- un condensateur de capacité C.



Grâce à un oscilloscope bicourbe, on obtient les oscillogrammes ci-dessous représentant $u_{MN} = u_R$ aux bornes de R et $u_{NP} = u_C$ aux bornes de C.



1. a- La courbe 1 représente la tension u_R. Justifier cette affirmation.

b- A quoi correspondent les deux parties a et b de chacun des oscillogrammes 1 et 2 ? Justifier la réponse.

2. Déterminer, à partir des oscillogrammes, les grandeurs suivantes:
   - la tension maximale aux bornes du condensateur
   - la tension maximale aux bornes de R.
   - la valeur maximale du courant de charge.

3. a- Établir l'équation différentielle qui relie R, C, u_C et $\frac{du_c}{dt}$ en régime de décharge du condensateur. Vérifier que $u_C = A\, e^{-\frac{t}{RC}}$ est bien la solution de cette équation et donner la valeur numérique de A.

   b- Quelle est la signification physique de la constante de temps τ d'un circuit R, C en régime de décharge ? Se servir de l'oscillogramme pour calculer τ et en déduire la valeur de la capacité C.

TROISIÈME EXERCICE (10 points)

Détermination du volume sanguin d'un individu par voie radioactive.

La découverte de la radioactivité artificielle a permis de fabriquer à partir d'un élément stable un certain nombre de radio-isotopes ayant les mêmes propriétés chimiques que l'élément lui-même. Des tels radio-isotopes sont utilisés en analyse médicale.

1. L'isotope $^{24}_{11}Na$ est obtenu par bombardement de l'élément $^{23}_{11}Na$ par des neutrons. Écrire l'équation de cette réaction.

2. Le sodium 24 un émetteur β^- ayant une période de 15 heures. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du $^{24}_{11}Na$ sachant que le noyau fils est le magnésium Mg.

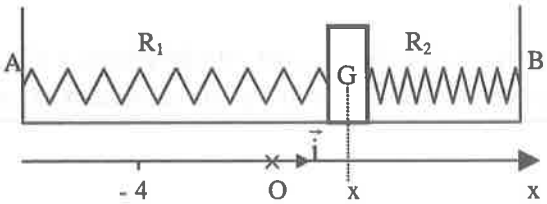
3. Un volume de 10 cm^3 d'une solution, contenant de l'isotope $^{24}_{11}Na$ de concentration 10^{-3} mol / L, est injecté dans le sang d'un individu.
   i. Trouver le nombre de moles de sodium 24 injectées dans le sang.

   ii. Après 5 heures de l'injection, on prélève de l'individu 10 cm^3 du sang et on constate que la concentration en sodium 24 est de $1,5 \times 10^{-6}$ mol / L.
      - Combien de moles de sodium 24 reste-t-il dans le sang 5 heures après l'injection ?
      - Calculer le volume total du sang de l'individu en question.

QUATRIÈME EXERCICE (10 points)

Étude énergétique d'un pendule élastique horizontal

Un palet autoporteur, de masse m = 500 g et mobile sans frottement sur une table horizontale, est accroché à deux ressorts identiques R_1 et R_2, de masse négligeable et tendus entre deux points fixes A et B. Ces ressorts, de constante de raideur $k_1 = k_2 = 20\ N.m^{-1}$ et de longueur à vide $L_{01} = L_{02} = L_0 = 20$ cm, ont pour longueur $L_1 = L_2 = L = 25$ cm lorsque le palet est en équilibre.



On écarte le palet de sa position d'équilibre suivant la droite AB à une position où l'abscisse de son centre d'inertie G est $x_0 = -4$ cm, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates.
Dans les conditions décrites ci-dessus l'énergie mécanique du système (palet, ressorts R_1 et R_2) est conservée.

1. Etablir l'expression de l'allongement de chaque ressort en fonction de L_0, L et x, l'abscisse de G à l'instant t.

2. Donner en fonction de m, k, L, L_0 et dx / dt les expressions des énergies mises en jeu au cours du mouvement du palet.

3. Etablir en se servant de la conservation de l'énergie mécanique l'équation différentielle du mouvement de G.

4. Calculer la pulsation propre ω_0 du mouvement de G et déduire sa période.

5. Ecrire l'équation horaire, x = x(t), du mouvement de G.

Solution des exercices de l'épreuve 3

Exercice 1 **(10 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. $E_0 = 13{,}6$ eV $= 13{,}6 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = 2{,}18 \times 10^{-18}$ J. 2. L'énergie en joules du niveau n est donnée par : $E_n = -(2{,}18 \times 10^{-18}) / n^2$.	0,5 pt	
Pour n = 1, $E_1 = -(2{,}18 \times 10^{-18}) / 1^2 = -2{,}18 \times 10^{-18}$ J. Pour n = 2, $E_2 = -(2{,}18 \times 10^{-18}) / 2^2 = -0{,}54 \times 10^{-18}$ J. Pour n = 3, $E_3 = -(2{,}18 \times 10^{-18}) / 3^2 = -0{,}24 \times 10^{-18}$ J.	1,5 pts	
3. a- L'énergie d'un photon émis lors de la transition du niveau m au niveau p est : $E_{mp} = h.\nu_{mp} = E_m - E_p \Rightarrow \nu_{mp} = (E_m - E_p) / h$ Pour la transition $3 \rightarrow 1$, $\nu_{31} = (E_3 - E_1) / h$ $\nu_{31} = -(0{,}24 \times 10^{-18} - 2{,}18 \times 10^{-18}) / 6{,}62 \times 10^{-34} = 2{,}93 \times 10^{15}$ Hz. Pour la transition $2 \rightarrow 1$, $\nu_{21} = (E_2 - E_1) / h$ $\nu_{21} = -(0{,}54 \times 10^{-18} - 2{,}18 \times 10^{-18}) / 6{,}62 \times 10^{-34} = 2{,}48 \times 10^{15}$ Hz.	2 pts	
b- $\lambda_{31} = c / \nu_{31} = 3 \times 10^8 / 2{,}93 \times 10^{15} = 1{,}03 \times 10^{-7}$ m. $\lambda_{21} = c / \nu_{21} = 3 \times 10^8 / 2{,}48 \times 10^{15} = 1{,}21 \times 10^{-7}$ m.	1 pt	
c- Ces photons appartiennent au domaine de l'ultraviolet.	0,5 pt	

4. a- $\nu_{32} = -(0{,}24 \times 10^{-18} - 0{,}54 \times 10^{-18}) / 6{,}62 \times 10^{-34}$ $= 0{,}453 \times 10^{15}$ Hz. b- On remarque que : $\upsilon_{31} - \upsilon_{21} = 2{,}930\times10^{15} - 2{,}477\times10^{15} = 0{,}453\times10^{15}$ Hz Donc : : $\upsilon_{31} - \upsilon_{21} = \upsilon_{32}$	0,5 pt	
E_n général s'il y a transition du niveau E_p au niveau E_m la fréquence ν_{pm} du photon émis est donnée par : $h\,\nu_{pm} = E_p - E_m$ Et s'il y a transition du niveau E_q au niveau E_m la fréquence ν_{qm} du photon émis est donnée par : $h\,\nu_{qm} = E_q - E_m$ D'autre part, on peut écrire : $h\,\nu_{pm} = E_p - E_m = E_p - E_q + E_q - E_m$ $h\,\nu_{pm} = h\,\nu_{pq} + h\,\nu_{qm}$ $\nu_{pm} = \nu_{pq} + \nu_{qm}$.	2,5 pts	
5. La plus courte longueur d'onde du spectre d'émission d'un atome d'hydrogène correspond à la transition entre les niveaux les plus éloignés qui sont : le niveau fondamental et le niveau de l'atome ionisé. Alors la différence d'énergie correspondante est E_0. $E_0 = h\nu_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$ $\lambda_{min} = \frac{hc}{E_0} = \frac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2{,}18\times10^{-18}} = 9{,}11\times10^{-8}\,m$	1,5 pts	

Exercice 2 **(10 points)**

Cet exercice favorise le domaine de communication malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs de compétences appartenant au domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1-		
i. La courbe 1 indique une discontinuité de la tension qui ne peut pas avoir lieu aux bornes d'un condensateur : la discontinuité observée correspond à un changement du signe de l'intensité.	1 pt	
ii. Les deux parties 1a et 2a correspondent au régime de charge du condensateur car la tension u_C aux bornes du condensateur augmente. Les deux parties 1b et 2b correspondent au régime de décharge du condensateur car u_C diminue.	1 pt	
2- La sensibilité verticale, pour les deux oscillogrammes, est telle que : 1 petite division $\rightarrow$ 0,4 V		
- Tension maximale aux bornes du condensateur $(u_C)_{max} = 8 \times 0,4 = 3,2$ V.	0,5 pt	
- Tension maximale aux bornes de R: $(u_R)_{max} = 8 \times 0,4 = 3,2$ V.	0,5 pt	
- Valeur maximale I_m du courant de awcharge $I_m = \frac{(u_R)max}{R} = \frac{3,2}{200} = 16.10^{-3} A$	0,5 pt	
3-		
a- Loi d'additivité des tensions entre M et P: $u_{GBF} = u_{MN} + u_{NP} = Ri + u_C$. En régime de décharge $u_{GBF} = 0$.		
$\Rightarrow$ $0 = Ri + u_C$ avec $u_C = \frac{q}{c}$; avec le sens indiqué pour	2 pts	

i: $i = +\dfrac{dq}{dt} = c\dfrac{du_c}{dt} \Rightarrow$ $RC\dfrac{du_c}{dt} + u_c = 0 \;\; soit \dfrac{du_c}{dt} + \dfrac{u_c}{RC} = 0$. Si $u_c = A.e^{-1/RC}$, alors $du_c / dt = -(A / RC)\, e^{-1/RC}$ D'où $-\dfrac{A}{RC}e^{-\frac{t}{RC}} + \dfrac{1}{RC}Ae^{-\frac{t}{RC}} = 0$	0,5 pt	
Valeur de A: à t = 0 u_c = A (en régime de décharge) d'où $A = (u_c)_{max} = 3{,}2$ V.	1 pt	
b. La constante de temps τ d'un circuit RC en régime de décharge est la durée au bout de laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint 37% de sa valeur maximale. Pour $t = \tau$ $u_c = 0{,}37\,(u_c)_{max} = 3{,}2 \times 0{,}37$ $u_c = 1{,}18$ V. Or 1,18 V correspond à 3 petites divisions sur la verticale (courbe 2b de décharge). Mais: 5 petites divisions sur l'horizontale $\rightarrow$ 2ms 3 petites divisions sur l'horizontale $\rightarrow \dfrac{6}{5}$ ms. D'où $\tau = 1{,}2 \times 10^{-3}$ s. Avec $\tau = RC$, on déduit : $C = \dfrac{\tau}{R} = \dfrac{1{,}2.10^{-3}}{200} = 6.10^{-6} F$	1 pt 1,5 pt 0,5 pt	

Exercice 3 **(10 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances à travers un phénomène physique lié à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. ${}^{23}_{11}Na + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{24}_{11}Na$	1 pt	
2. L'équation de la réaction est de la forme : $${}^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{A}_{z}Y + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$$ La loi de conservation de la charge électrique permet d'écrire : 11 = Z + (-1) ; d'où Z = 12.	2 pts	
La loi de conservation du nombre de masse donne : 24 = A + 0 + 0 ; donc le noyau fils est le nucléide : ${}^{24}_{12}Mg$, et l'équation de la réaction sera : $${}^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$$		
3. i- Le volume de la solution injectée est de 10 cm^3 ou 10^{-2} L.	1 pt	
Le nombre de moles de sodium est donc : $10^{-3} \times 10^{-2} = 10^{-5}$ mol.		
ii- Soit $n_0 = 10^{-5}$, le nombre de moles de sodium 24 à l'instant t = 0. Le nombre n de moles, restant sans désintégration à l'instant t, est donné par la loi de décroissance radioactive : $$n = n_0.e^{-\lambda t}$$ avec $\lambda = \text{Ln } 2 / T = 0{,}693 / 15\ h^{-1}$.		
Pour t = 5 h, le nombre de moles restant sera : $n = n_0.e^{-0{,}693 \times 5 / 15} = 7{,}94 \times 10^{-6}$ mol.	4 pts	
Soit V le volume du sang (en litre) et V + 0,01 le volume du sang et de la solution. La concentration en sodium est :		
$1{,}5 \times 10^{-6} = (7{,}94 \times 10^{-6}) / (V + 0{,}01)$ D'où : V = 5,283 L	2 pts	

Exercice 4 **(10 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances malgré l'apparition des éléments constitutifs des compétences appartenant au domaine de la communication.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Soit ΔL_{01} et ΔL_{02} les allongements initiaux de deux ressorts, avec : $\Delta L_{01} = \Delta L_{02} = L - L_0$ A un instant t : $\Delta L_1 = \Delta L_{01} + x$ et $\Delta L_2 = \Delta L_{02} - x$	2 pts	
2. L'énergie potentielle élastique totale est : $Epe = Epe_1 + Epe_2$ $= ½ k(\Delta L_1)^2 + ½ k(\Delta L)^2 = k(L- L_0)^2\ kx^2$. L'énergie cinétique du système est : $Ec = ½ m v^2 = ½ m (dx/dt)^2$. L'énergie mécanique du système est : $Em = ½ m(dx/dt)^2 + k(L- L_0)^2 + kx^2$	2 pts	
3. Em étant constante, sa dérivée par rapport au temps est donc nulle : $m(d^2x/dt^2)\ (dx/dt) + 0 + 2kx(dx/dt) = 0$ L'équation différentielle demandée est : $d^2x/dt^2 + 2k\ x\ /m = 0$	2 pts	
4. La pulsation propre est : $\omega_0 = (2k / m)^{1/2} = 6{,}32\ rad.s^{-1}$. La période propre $T_0 = 2\pi / \omega_0 = 0{,}99$ s	2 pts	
5. La solution de l'équation différentielle est de la forme : $x = A \cos (\omega_0 t + \varphi)$ avec $\varphi > 0$ La vitesse de G est : $V = - \omega_0 A \sin (\omega_0 t + \varphi)$ Pour t = 0 : $x = A \cos \varphi = - 4$ cm <0 Et $v = - \omega_0 A \sin \varphi = 0$ Donc $\sin \varphi = 0$ et par suite $\varphi = 0$ ou π. Or $A \cos \varphi < 0$ et $A > 0$ donc $\cos \varphi < 0$ alors $\varphi = \pi$ et : $x = - 4 \cos 6{,}32\ t$ (x en cm et t en s).	2 pts	

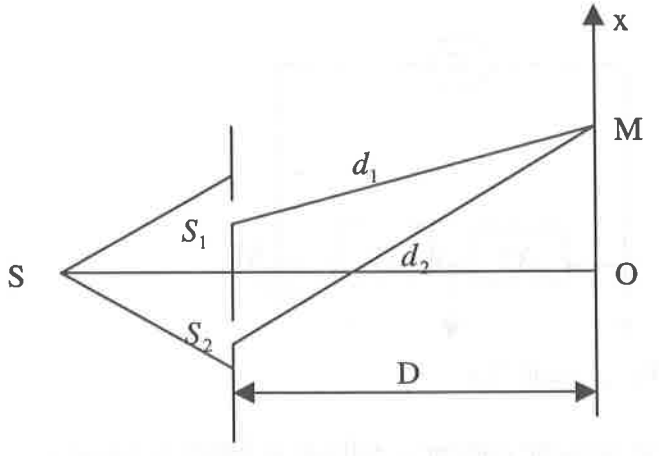
ÉPREUVE 4

PREMIER EXERCICE

Formation des franges d'interférences lumineuses

Un système interférentiel d'Young est constitué de deux fentes S_1 et S_2, distantes de a = 0,2 mm éclairées par une source lumineuse ponctuelle S. A la distance D = 1,5 m des fentes, on dispose un écran perpendiculairement à l'axe de symétrie SO du système.

Soit M un point d'abscisse x comptée à partir du milieu O. On démontre que la différence de marche $\delta = S_2M - S_1M$ des ondes lumineuses issues des fentes s'exprime par $\delta = \frac{ax}{D}$.



1) Pourquoi est-il nécessaire d'utiliser une seule source S de lumière pour obtenir un sysème observable des franges?

2) À quelle condition doit satisfaire δ pour qu'on observe une frange brillante au point M de l'écran? Exprimer l'abscisse x de M en fonction de a, λ, D et de k (k est un entier relatif). En déduire l'expression de l'interfrange.

3) La source lumineuse (S) émet une lumière blanche. Qu'observe-t-on en O ? Justifier votre réponse.

4) La source (S) est maintenant une source laser émettant une radiation de longueur d'onde λ = 543 nm. Combien de franges brillantes s'étalent sur un segment, de milieu O et de largeur d = 1,63 cm?

DEUXIÈME EXERCICE

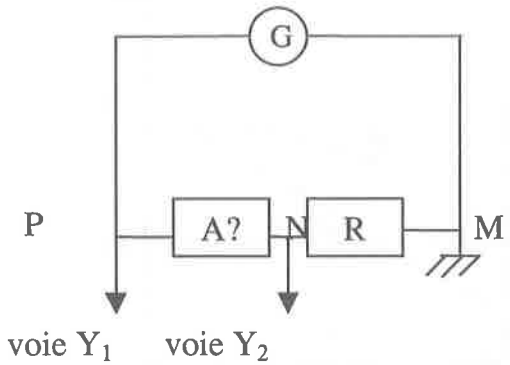
Identification de la nature d'un dipôle

On désire identifier un dipôle inconnu A, de grandeur caractéristique X, qui peut être l'un des trois dipôles suivants:

- un conducteur ohmique de résistance R′.
- un condensateur de capacité C.
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

Pour cela, on le branche, en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 35 Ω et un générateur basse fréquence maintenant entre ses bornes une tension sinusoïdale de la forme:

$$\mathbf{u = u_{PM} = 7{,}5 \cos 400\pi t} \qquad \text{(u en V; t en s)}$$



Un oscilloscope bi-courbe est branché comme l'indique la figure ci-dessus.

1-

a- Quelles sont les tensions visualisées sur les voies Y_1 et Y_2?

b- Déterminer, à partir des oscillogrammes obtenus dans la figure b, le déphasage entre ces deux tensions.

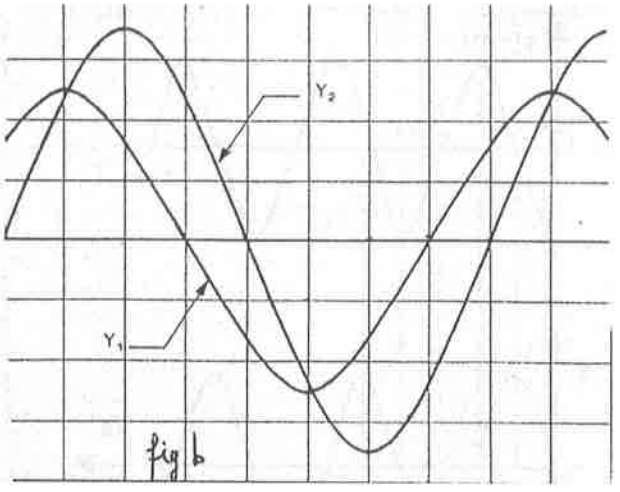
2- Préciser, en justifiant la réponse, la nature du dipôle A..

3- La sensibilité verticale pour la voie Y_2 est de 1V / division.

a- Donner l'expression de l'intensité i du courant dans le circuit.

b- Établir une relation donnant u_{PM} en fonction de i, $\frac{di}{dt}$, R et X, X étant la grandeur caractéristique du dipôle A.

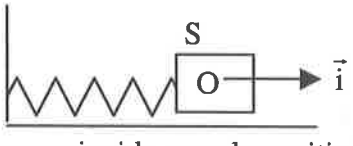
c- Déduire la relation liant u_{PM} à R, X et t. Sachant que cette relation est valable quelle que soit la valeur de t, calculer X en choisissant pour t une valeur convenable.



TROISIÈME EXERCICE

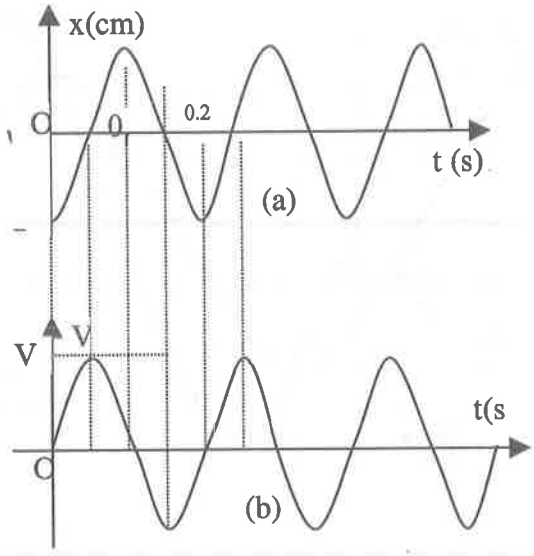
Analyse d'enregistrements des oscillations d'un pendule élastique horizontal

Un pendule élastique horizontal est constitué d'un solide, de masse m = 200 g, attaché à l'extrémité d'un ressort horizontal de masse négligeable et de constante de raideur k; l'autre extrémité du ressort étant fixée à un support. Le solide S peut glisser sans frottement sur une table à cousin d'air le long d'un axe horizontal $(O, \vec{i})$.



Au repos, l'origine O de l'axe coincide avec la position G_0 du centre d'inertie G de ce solide.
Au cours d'un essai, on a enregistré les oscillations du solide S. La position et la vitesse de son centre d'inertie G sont déterminés, à l'instant t, par les vecteurs **OG** = x $\vec{i}$ avec $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ et $\vec{V} = V\vec{i}$. La force exercée par le ressort sur (S), au même instant t, est donnée par $\vec{T} = T\vec{i}$.

Les graphiques (a) et (b) représentent respectivement les variations de x et V en fonction de t.



1) En se servant des graphiques (a) et (b) :

i. Préciser la nature du mouvement de (S).

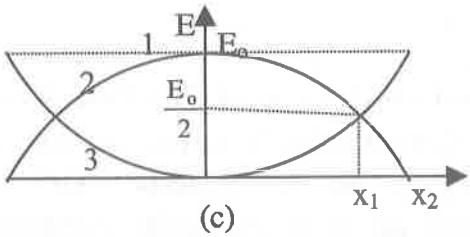
ii. Déterminer la pulsation propre ω_0 de cet oscillateur.

iii. Déduire la constante de raideur k du ressort.

iv. Déterminer A, φ et V_{max}

2) **a)** Déterminer à l'instant t, les expressions de l'énergie potentielle élastique et de l'énergie cinétique du système (solide – ressort) en fonction de x, k et A.

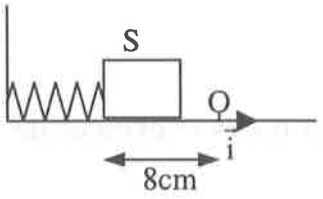
b) Associer à chacune des courbes numérotées 1, 2 et 3 de la figure ci-dessous (c) l'énergie correspondante.



(c)

c) Calculer E_0, x_1 et x_2.

3) Dans une deuxième expérience, le solide n'est pas attaché au ressort. On comprime ce dernier de 8 cm en agissant sur le solide S; puis on abandonne le système, à l'instant t = 0, sans vitesse initiale (figure d).



(d)

a) À quel instant t_1 le solide quitte-t-il le ressort?

b) Déterminer à cet instant la vitesse de G.

QUATRIÈME EXERCICE (10 points)

Quantité de mouvement

On étudie l'abordage d'un quai par une barque de masse M = 320 kg, menée par un pêcheur de masse m_1 = 80 kg, accompagné par son fils de masse m_2 = 50 kg.
On fait l'hypothèse qu'il n'existe aucune résistance à l'avancement de la barque sur l'eau.

1. La barque est immobile au bord du quai, le pêcheur est à sa poupe et son fils à sa proue.
   Le fils saute alors sur le quai avec une vitesse horizontale v = 4 $m.s^{-1}$.
   a. Montrer que la quantité du mouvement du système (barque + pêcheur + fils) se conserve.
   b. Déterminer le vecteur vitesse de la barque.

2. La barque est de nouveau immobilisée par le fils qui le tient perpendiculairement au bord du quai; le pêcheur est à sa poupe.

   Dès que le pêcheur commence à se déplacer vers la proue, le fils par imprudence lâche la barque. Le pêcheur continue son déplacement avec une vitesse horizontale perpendiculaire au bord du quai et de module v_1 = 0,3 $m.s^{-1}$.

   a) Justifier le mouvement de la barque et déterminer son vecteur vitesse.

   b) Est-il possible que le pêcheur pourra sauter sur le quai lorsqu'il sera parvenu à la proue? Préciser la distance entre la proue de la barque et le quai sachant que la longueur de la barque est L = 8 m.

   c) Quel conseil peut-on donner à ce pêcheur en ce qui concerne l'abordage d'un quai?

3. Un vase cylindrique contenant une certaine quantité d'eau repose sur un flotteur en liège à la surface de l'eau d'une piscine. On perce le vase tout près du fond. Appliquer les résultats des questions précédentes pour expliquer en détails le comportement du vase.

Solution des exercices de l'épreuve 4

Exercice 1

Cet exercice porte sur le domaine de l'application des connaissances à travers une situation liée à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1) Une condition nécessaire pour que le phénomène d'interférences soit visible est que les deux sources lumineuses utilisées soient *synchrones* et *cohérentes*, c'est-à-dire qu'elles gardent un déphasage constant.	1 pt	
Or,sauf les lasers, les sources lumineuses sont incohérentes. Dans ces conditions, il n'est pas possible d'observer des interférences lumineuses entre deux sources indépendantes car,alors,la figure d'interférences change trop vite pour que l'œil ait le temps de la voir.	0,75 pt	
On s'arrange donc pour dédoubler, par un dispositif approprié (les fentes d'Young dans le cas présent),une source lumineuse unique S. Les deux sources secondaires, S_1 et S_2, répondent alors aux critères mentionnés ci-dessus.	1 pt	
2) Une frange brillante est observée sur l'écran lorsque les interférences y sont constructives, c'est-à-dire quand les ondes qui interfèrent, en ce point,arrivent en phase. Lorsqu'il en est ainsi, on a : $\delta = k.\lambda$. (k est l'ordre d'interférence)		
D'autre part on a que : $\delta = \frac{ax}{D}$. D'où $\frac{ax}{D} = k.\lambda$	1,5 pt	

Réponse attendue	Barème	Commentaires
Les abscisses x des centres des franges brillantes observées sur l'écran sont ainsi : $x = k.\frac{\lambda.D}{a}$ (1) L'interfrange i est : $i = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda D}{a}$	0,5 pt	
3) Les deux sources secondaires S_1 et S_2 sont synchrones, cohérentes et en phase puisque $S.S_1 = S.S_2$. Comme $S_1O = S_2O$, les vibrations qui parviennent en O sont en phase et, par conséquent, on a, en O une frange brillante quelle que soit la longueur d'onde de la radiation émise par la source.	1,5 pts	
En lumière blanche, chaque radiation donne en O une frange brillante. Il en resulte, alors, la superposition en O de toutes les radiations émises par la source. Cette frange centrale a donc exactement la même composition spectrale que la source. Elle est brillante et blanche.	1 pt	
4) Les franges s'étalent latéralement à l'écran, de part et d'autre de la frange centrale, sur une largeur d = 1,63 cm. Alors on a : $-\frac{d}{2} \leq x \leq \frac{d}{2}$ ou $-\frac{d}{2} \leq k.\frac{\lambda.D}{a} \leq \frac{d}{2}$, d'où $-\frac{ad}{2.\lambda.D} \leq k \leq \frac{ad}{2.\lambda.D}$. **A.N.** $-2{,}001 \leq k \leq 2{,}001$ soit $k \in \{-2,-1,0,1,2\}$. Cinq franges brillantes seront donc observées à l'écran sur la largeur d.	2,75 pts	

Exercice 2

Cet exercice porte sur le domaine de la communication malgré la présence de quelques éléments constitutifs des compétences de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1- a) La voie Y_1 visualise la tension $u = u_{PM}$ aux bornes du générateur: $u_{PM} = 7{,}5\cos 400\,\pi t$ La voie Y_2 visualise la tension $u_R = u_{NM}$ aux bornes de R: $u_{NM} = R\,i(t)$	1,5 pt	
b) u_{PM} est en avance de phase de $\frac{\pi}{4}$ rad par rapport à u_{NM}. En effet, 8 divisions représentent une période T correspondant à 2π rad. $1 \text{ division} \rightarrow \Delta t = \frac{T}{8} \rightarrow \phi = \frac{\pi}{4}$ rad.	1,5 pt	
2- La tension u_{PM} est en avance de phase par rapport à u_{NM} qui est proportionnelle à l'intensité i du courant: le dipôle A est une bobine d'inductance L et de résistance négligeable: Dans un circuit (R, L) la tension est en avance de phase par rapport à l'intensité à cause du phénomène d'auto-induction.	1,5 pt	
3-a- De l'oscillogramme $Y_2 \rightarrow u_{NM} = Ri(t)$, on déduit $(U_{NM})max = 3{,}5div \times 1\ V/div = 3{,}5V$; l'amplitude de l'intensité i est $I_m = \frac{3{,}5}{35} = 0{,}1$ A. l'expression de i est alors: $i = 0{,}1\cos\left(400\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$	1,5 pt	
b- La loi d'Ohm aux bornes d'un circuit (R, L) d'inductance L = X fournit $U_{PM} = U_{PN} + U_{NM}$ $U_{PM} = X\frac{di}{dt} + Ri$	1 pt	
c- Avec $i = 0{,}1\cos\left(400\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ et		

$\frac{di}{dt} = -400\pi 0{,}1 \sin\left(400\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$, l'expression $u_{PM} = X\frac{di}{dt} + Ri$ devient $u_{PM} = -X.400\pi.0{,}1 \sin\left(400\pi t - \frac{\pi}{X}\right)$ $+ R.0{,}1.\cos\left(400\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$	1,5 pt	
• Connaissant $U_{PM} = 7{,}5\cos 400\pi t$, on déduit: $7{,}5\cos 400\pi t = -X.400\pi.0{,}1 \sin\left(400\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ $+ R.0{,}1.\cos\left(400\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ Pour t = 0 et R = 35 Ω, on trouve: X = 0,057 H	1,5 pt	

Exercice 3 **(10 points)**

Cet exercice porte sur le domaine de la communication malgré la présence de quelques éléments constitutifs des compétences appartenant au domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1) a) C'est un mouvement d'oscillation libre non amorti.	0,5 pt	
b) La période propre est $T_0 = 0{,}2\,s$. La pulsation propre est alors : $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 31{,}4\,rad\,s^{-1}$.	1 pt	
c) $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\,\omega_0^2 = 0{,}2 \times (31{,}4)^2 = 197\,N\,m^{-1}$	0,5 pt	
d) à t = 0, x = -8 cm et V = 0. Or $V = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$; à t= 0 on a que V = 0 $\Rightarrow \sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou π. D'autre part à t = 0, x = -8 = Acos φ. Comme A > 0 alors $\cos\varphi < 0 \Rightarrow \varphi = \pi$ et $A = 8\,cm$.	1,5 pt	L'amplitude A est > 0 Lecture justifiée de A: acceptée.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
$V = -A\sin(\omega_0 t + \pi) = A\,\omega_0 \sin\omega_0 t \Rightarrow V_{max} = A\omega_0$ d'où $V_{max} = 0{,}08 \times 31{,}4 = 2{,}51\ m\,s^{-1}$.		
2) a) L'énergie potentielle élastique est $E_{P\,élas} = \frac{1}{2}kx^2$	0,5 pt	Le calcul numérique de l'énergie potentielle n'est pas demandé.
$E_C = \frac{1}{2}m\,V^2$ avec $V = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$ $\Rightarrow E_C = \frac{1}{2}m\,A^2\,\omega_0^{\,2}\left(1 - \frac{x^2}{A^2}\right)$ avec $\omega_0^{\,2} = \frac{k}{m}$ d'où $E_C = \frac{1}{2}k\,(A^2 - x^2)$.	1 pt	
b) La courbe (3) reprsénte la variation de l'énergie potentielle élastique. La courbe (2) représente la variation de l'énergie cinétique. La courbe (1) représente l'énergie mécanique qui est constante.	1,5 pt	
c) $E_m = E_0 = E_p + E_c = ½\,kA^2$. D'où $E_0 = ½ \times 197 \times 64 \times 10^{-4} = 0{,}63$ J.	0,5 pt	
<u>Calcul de x_1</u>: Pour $x = x_1$, $E_p = ½\,E_m = E_0 / 2$. D'où: $½\,kx_1^2 = ¼\,kA^2$ $\Rightarrow x_1 = (A\sqrt{2}) / 4 = (8\sqrt{2}) / 4 = 5{,}65$ cm.	0,5 pt	Toute autre méthode pour calculer x_1 et x_2 est acceptée.
<u>Calcul de x_2:</u> x_2 est la valeur maximale de x; alors $x_2 = A = 8$ cm.	0,5 pt	
3) a) Le solide (S) quitte le ressort à l'instant où la tension de ce ressort est nulle. Or pour x = 0 on aura T = 0 donc $t_1 = 0{,}05$ s	1 pt	
b) A cet instant la vitesse est maximale. Donc $V = V_{max} = 2{,}51\ m\,s^{-1}$.	1 pt.	

Exercice 4 **(10 points)**

Cet exercice porte sur l'application des connaissances à travers une situation liée à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1.		
a. Le système (barque + pêcheur + fils) est isolé car les forces agissantes, poids du système et réaction de l'eau, se compensent et les frottements sont négligeables. La quantité du mouvement du système se conserve.	1 pt	
b. Avant que le fils ne saute, le système est immobile, son vecteur quantité du mouvement $\mathbf{P_1}$ est nulle. $\mathbf{P_1 = 0}$	0,5 pt	
Après le saut, $\mathbf{P_2} = m_2\,\mathbf{v} + (M + m_1)\,\mathbf{V}$. $\mathbf{V}$ étant la vitesse de la barque après le saut du fils.	0,5 pt	
La conservation de la quantité du mouvement donne: $m_2\,\mathbf{v} + (M + m_1)\,\mathbf{V} = \mathbf{0}$ Ou $\mathbf{V} = -(m_2 / M + m_1)\,\mathbf{v}$.	0,5 pt	
Le vecteur vitesse de la barque est colinéaire et de sens opposé à celui du fils. Son module est : $V = (50 / 400) \times 4 = 0{,}5\ m.s^{-1}$.	1 pt	**La détermination de la direction et du sens du vecteur vitesse par un schéma est valable.**
2.		
a) Soit $\mathbf{V'}$ le vecteur vitesse de la barque lorsque le pêcheur se déplace avec le vecteur vitesse $\mathbf{v_1}$.		
Avant que le pêcheur ne commence à se déplacer, la quantité du mouvement du système est nulle. Pendant que le pêcheur se déplace, la quantité du mouvement du système est $m_1\mathbf{v_1} + M\mathbf{V'}$ (le fils ne fait plus partie du système, il est sur le quai) Le système est toujours isolé; alors : $m_1\,\mathbf{v_1} + M\,\mathbf{V'} = \mathbf{0}$ $\Rightarrow \mathbf{V'} = -(m_1 / M)\,\mathbf{v_1}$.	1 pt	
La barque s'éloigne du quai avec une vitesse:	0,5 pt	
$V' = (80 \times 0{,}3) / 320 = 0{,}075\ m.s^{-1}$.	0,5 pt	
b) Soit t le temps que met le pêcheur pour aller de la poupe à la proue: $t = L / v_1$.		

La distance que peut parcourir la barque pendant ce temps est : $L' = V' \times t = (m_1 \times v_1 \times t) / M = m_1 L / M$ $\Rightarrow L' = 80 \times 8 / 320 = 2$ m. S'il sautait le pêcheur <u>risquerait fort de tomber</u> dans l'eau.	0,5 pt 0,5 pt 0,5 pt	
c) Ce problème montre qu'il est vraiment maladroit d'aborder le quai <u>perpendiculairement</u> à celui-ci; il faut bien évidemment arriver bien <u>tangentiellement</u> au quai.	0,5 pt 0,5 pt	
3. Avant de percer le vase, le système (vase + flotteur) était au repos; sa quantité de mouvement est nulle.	0,5 pt	
Lorsqu'on produit le trou, de l'eau va jaillir du vase dans une certaine direction AB. Pour assurer la conservation de la quantité du mouvement, le vase et le flotteur vont se déplacer dans le sens contraire.	0,5 pt	
Et puisque le débit d'eau dans le vase diminue avec la diminution de la quantité d'eau, la vitesse du déplacement du vase et du flotteur va diminuer aussi avec le temps.	0,5 pt	
Quand le vase se vide complètement et en l'absence de tout frottement, le vase et le flotteur vont continuer le déplacement en un mouvement rectiligne uniforme.	0,5 pt	

Instructions générales pour l'épreuve écrite en physique aux examens officiels

Séries : Littérature-Humanités et Sociologie-Économie

L'épreuve de physique doit permettre, en général, d'apprécier les mesures dans lesquelles le candidat a acquis les compétences définies dans le « tableau de compétences » : Guide de l'enseignant pour l'évaluation.

Elle doit répondre à plusieurs exigences :

- Le strict respect de l'esprit de la philosophie de l'évaluation (guide et annales zéro) et de la lettre du programme officiel (Bulletin officiel : N° 21 du 30 / 4 / 1999).
- La prise en compte des pratiques pédagogiques des enseignants qui font appel, d'une manière équilibrée, aux trois niveaux de connaissances (acquisition, transfert et production).
- Le choix de compétences appartenant à tous les domaines et intégrant des objectifs d'apprentissage appartenant aux différents points du programme.
- La présentation soignée des documents proposés et la clarté de la rédaction des questions. Ainsi, si l'on désire la justification d'un résultat, une démonstration, un commentaire, un schéma, il faut le demander explicitement dans la question. On ne réservera pas des points dans le barème à ce qui n'aura pas été demandé.
- L'adjonction d'un barème propre à chaque exercice dans le but de garantir une notation homogène des copies.
- L'autorisation de l'usage d'une calculatrice scientifique non programmable dans le but de choisir des situations d'évaluation pratiques et réelles.

▪ Nature de l'épreuve

L'épreuve de physique est constituée en Terminales Humanités et Sociologie - Économie de trois exercices notés sur un total de 20 points.
Les exercices sont indépendants, et peuvent être traités par le candidat dans l'ordre de son choix.

Chacun de ces exercices est conçu pour évaluer des compétences intégrées dans des domaines différents.

Les situations de différents exercices ont été choisis, dans la mesure du possible, de telle façon que chaque exercice représente une situation réelle. On commence par une étude théorique ou expérimentale pour finir par une application pratique du concept, sujet de la situation, à la vie quotidienne.

▪ Coefficient

La note attribuée à chacun des trois premiers exercices peut varier entre 6 et 8 points.

▪ Durée

La durée de l'épreuve est d'une heure.

- **Qu'est-ce qu'on cherche dans la copie de l'élève ?**

Dans le domaine de **l'application de connaissances :**

- Tri et analyse des données pertinentes.
- Mobilisation des connaissances appropriées à la physique :
  - Choix du concept, principe, modèle, loi, hypothèse,…
  - Choix de la formule
  - Expression littérale de la solution
  - Choix des unités.
- Mobilisation des connaissances non appropriées à la physique (calcul, fonctions circulaires, logarithme, vecteurs,…)
- Pertinence du résultat.

Dans le domaine de **la communication :**

- Passage d'un mode de représentation à un autre.
- Respect des règles du mode de représentation choisi (symbole, équation, échelle, écriture des indices,…).
- Tri et analyse des informations pertinentes.
- Mobilisation des connaissances appropriées à la physique
- Mobilisation des connaissances non appropriées à la physique
- Rédaction claire et sans redondance.

Dans le domaine de **l'expérimentation :**

- Choix du matériel
- Réalisation du montage
- Respect des consignes de sécurité
- Mesures
- Réponses aux questions
- Pertinence du résultat
- Compte-rendu

Cette liste n'est pas exhaustive.

Que chaque exercice se déroule autour d'un ou plusieurs domaines, il ne faut en aucun cas que la note réservée aux connaissances appropriées à la physique soit inférieure à celle réservée aux autres connaissances.

Premier exercice (... points)

I.

1.

a)

b)

2.

a)

b)

Deuxième exercice (... points)

II.

1.

a)

b)

2.

a)

b)

Troisième exercice (... points)

III.

1.

a)

b)

2.

a)

ii)

Conseils aux élèves

Comment s'organiser ?

- **Par quelle question commencer ?**

Par celle qui vous paraît la plus facile. Ne pas hésiter à abandonner un exercice si l'on se trouve bloqué (quitter à y revenir à la fin).

- **Comment aborder un exercice** ?

Lire attentivement l'énoncé.
Repérer les mots et les termes importants
Observer attentivement le document joint.

- **Présentation de la copie**

Inutile de recopier l'énoncé.
Écrire lisiblement sans utiliser la marge : si vous écrivez mal, écrivez au moins assez gros et assez aéré.
Employer strictement les notations de l'énoncé ; ne pas les changer. Si vous introduisez de nouvelles notations pensez à bien les définir.
Faire des schémas clairs.
Numérotez clairement les réponses conformément à l'énoncé.

- **Résultats et applications numériques**

Faire un calcul littéral puis passer à l'application numérique.
Ne pas oublier les unités.
Encadrer les résultats.

Littérature - Humanités et Sociologie - Économie

Épreuve de physique **Session :**

Durée : 1 heure **Note : 20 points**

Cette épreuve, constituée de trois exercices, comporte 3 pages numérotées de 1 à ...

Tous les exercices sont obligatoires.

L'usage de calculatrices non programmables est autorisé.

Épreuve 1

PREMIER EXERCICE **(5.5 points)**

Différentes formes d'énergie

On rappelle les formules suivantes :

1 W.h = 3600 J.
$E = P \times t$ où E est l'énergie en joules (J), P la puissance en watts (W) et t la durée en secondes (s).
$P = U \times I$ où U est la tension en volts (V) et I l'intensité en ampères (A).

Un moteur électrique actionne une perceuse. Le moteur consomme une énergie de 1760 W.h et il en restitue 1640 W.h sous forme d'énergie mécanique.

1. Quelle est la forme de l'énergie consommée par le moteur ?

2. Le moteur, alimenté sous une tension de 220 V, est parcouru par un courant d'intensité I = 8 A. Calculer la durée de son fonctionnement.

3. Qu'est devenue l'énergie correspondant à la différence des deux énergies 1760 W.h et 1640 W.h ? A quoi est due cette perte d'énergie ?

DEUXIÈME EXERCICE **(5.5 points)**

Datation des roches

Voici un extrait de revue de vulgarisation scientifique concernant la datation des roches:

« Pour dater les roches, les spécialistes de la Terre traquent (poursuivent) les isotopes radioactifs, c'est-à-dire ceux qui se transforment au fil de temps par radioactivité naturelle. Pour ne prendre qu'un exemple, l'uranium 235 (92 protons + 143 neutrons) se mue (par une série de transformations radioactives) en plomb 207 (82 protons + 125 neutrons)...Il faut exactement 710 millions d'années pour que la moitié des atomes d'uranium 235 contenus dans une roche se change en plomb 207 ; puis encore 710 millions d'années pour qu'une nouvelle moitié se transforme.. Et ainsi de suite jusqu'à disparition totale. Selon la proportion de tel ou tel isotope dans les échantillons de roches, on déduit l'âge. Quel que soit l'isotope radioactif dosé, la Terre a toujours 4,565 milliards d'années. »

1. Définir le phénomène de la radioactivité naturelle.

2. Quel est le numéro atomique ou le nombre de charge Z de l'uranium 235 ?

3. Quel est le nombre de masse A du plomb 207 ?

4. La durée 710 millions d'années représente une caractéristique de l'uranium 235 :
   i. Laquelle ?
   ii. Quelle est son utilité dans l'étude du système solaire ?

TROISIÈME EXERCICE **(9 points)**

Histoire de l'Univers

Voici un extrait d'un document concernant l'histoire de l'astronomie.

« Aristote pensait que la Terre était immobile et que le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles tournaient selon un mouvement circulaire autour d'elle. Il pensait cela parce qu'il estimait que la Terre était le centre de l'Univers…Développant cette idée au deuxième siècle après Jésus-Christ, Ptolémée aboutit à un système cosmologique achevé. La Terre occupait la position centrale, entourée de huit sphères qui portait respectivement la Lune, le Soleil, les étoiles et les cinq planètes connues à l'époque…La sphère la plus extérieure portait les étoiles fixes qui conservaient la même position les unes par rapport aux autres, mais qui tournaient en bloc…Cependant un système plus simple fut proposé en 1514 par Nicolas Copernic. D'après lui, le Soleil était immobile au centre de l'Univers et les planètes décrivaient des orbites circulaires dont il était le foyer…

Le coup fatal à la théorie d'Aristote / Ptolémée survint en 1609. Cette année-la, Galilée se mit à observer le ciel nocturne avec la lunette…En regardant ainsi Jupiter, il découvrit que cette planète était accompagnée de plusieurs petits satellites (ou lunes) qui tournaient autour d'elle…
A cette même époque, Johannes Kepler modifia la théorie de Copernic en suggérant que les planètes décrivent non plus des cercles mais des ellipses (une ellipse est un cercle allongé)…

En 1687 Newton publia son livre Principia …Dans cet ouvrage, Newton proposait la loi de la gravitation universelle …et montrait que d'après cette loi, c'était bien la gravitation qui faisait tourner la Lune autour de la Terre … que la Terre et les planètes suivent des trajectoires elliptiques autour du Soleil. »

Stephen Hawking
Une brève histoire de temps

1.
   i. Quels sont les corps célestes qui constituent l'Univers selon la théorie d'Aristote / Ptolémée ?
   ii. Que représente l'ensemble de ces corps pour un astronome contemporain ?

2. Comparer le système de Ptolémée et le système de Copernic.

3. L'auteur mentionne les contributions de Galilée et de Kepler au développement de l'astronomie.

i. Quelle était la contribution de Galilée? Pourquoi elle a constitué un coup fatal à la théorie d'Aristote / Ptolémée ?

ii. Quelle était la contribution de Kepler ?

4.

i. Quel savant a-t-il expliqué la raison du mouvement des planètes autour du Soleil ?

ii. Quelle était cette raison ?

Solution de l'épreuve 1

Exercice 1 **(5,5 points)**

Cet exercice favorise le domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Energie électrique	1	
$t = \frac{E}{P} = \frac{1760 \times 3600}{1760} = 3600\,s$	1	
2. $P = U \times I = 220 \times 8 = 1760\ W$	1.5	
3. Energie thermique	1	Les réponses : chaleur ou énergie calorifique sont admises.
La perte est due à la résistance électrique du moteur (l'effet Joule).	1	

Exercice 2 **(5,5 points)**

Cet exercice favorise le domaine de la communication malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs des compétences appartenant au domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	commentaires
1. C'est une transformation spontanée de noyaux atomiques en d'autres noyaux.	1 pt	On admet des réponses telles que : c'est une réaction ou un phénomène nucléaires qui sont indépendants des liaisons chimiques, de la température…
2. Z = 92 ; c'est le nombre de protons du noyau de l'uranium 23.	0,5 pt	
3. A = 207 ; ou A = 82 + 125 = 207 ; c'est le nombre de nucléons (protons et neutrons) du noyau du plomb 207.	1,5 pts	(valeur + explication)
4. a. C'est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux d'uranium se désintègre, donc c'est la période de l'uranium 235.	1,5 pts:	Explication (1) + calcul (0,5)
b. Elle permet de déterminer l'âge de la Terre et par suite l'âge du système solaire.	1 pt	Explication (1) + nomination (0,5)

Exercice 3 **(9 points)**

Cet exercice favorise le domaine de la communication.

Réponse attendue	Barème	commentaires
1.		
i. Selon la théorie d'Aristote / Ptolémée les corps célestes qui constituent l'Univers sont : la Terre, la Lune, le Soleil, les cinq planètes connues à l'époque et les étoiles visibles.	1 pt	On n'admet pas : le système solaire. D'autres éléments, communs ou différents, ne seront pas notés.
ii. Ils représentent la Voie Lactée ou la Galaxie.	1 pt	On insiste sur le fait que la Terre ou le Soleil sont immobiles dans le système considéré.
2. Dans les deux systèmes : - L'Univers est constitué des mêmes corps célestes. - Le mouvement des planètes et des étoiles		Ressemblances (1)

autour du centre de l'Univers est circulaire. La différence essentielle entre les deux systèmes concerne le corps céleste immobile et occupant le centre de l'Univers : C'est la Terre dans le système de Ptolémée et le Soleil dans le système de Copernic.	2,5 pts :	Différences (1,5)
3. a.- Galilée a amélioré la méthode d'observation du ciel en utilisant la lunette qui permet d'observer des objets et des détails invisibles à l'œil nu tels que les satellites de Jupiter. - Découvrant les satellites de Jupiter, Galilée a démontré que la Terre n'est qu'une planète comme les autres, elle a un satellite (la Lune) comme les autres en ont. Donc elle n'a aucun privilège pour que les corps célestes gravitent autour d'elle comme il était avancé par la théorie d'Aristote / Ptolémée.	2 pts : 1 pt	Les contributions non citées dans le texte ne sont pas admises. Contribution (1) Coup fatal (1) On admet la force d'attraction gravitationnelle.
b. Kepler a démontré que les trajectoires des planètes autour du Soleil sont des ellipses et non des cercles comme cela a été avancé par Aristote, Ptolémée et Copernic.	0,5 pt	
4. a. Newton. b. La gravitation est la cause du mouvement des planètes autour du Soleil.	1 pt	

Épreuve 2

PREMIER EXERCICE (8 points)

Énergie nécessaire pour le lancement du télescope Hubble

Le télescope spatial Hubble a une masse $m = 12 \times 10^3$ Kg. Il gravite à une vitesse constante $v = 7{,}5 \times 10^3$ m / s sur une orbite circulaire autour du centre de la Terre et à une altitude h = 600 Km au-dessus du sol. Pour lancer ce télescope et le mettre en mouvement sur son orbite, on a utilisé une fusée qui comporte des moteurs à oxygène liquide et kérosène (combustible). La valeur moyenne de l'accélération de la pesanteur g est égale à 8,5 m / s^2 entre l'altitude zéro et l'altitude 600 km. On prend le sol comme origine des énergies potentielles de gravitation.

1. Le télescope est sur le sol à l'instant du décollage; et la vitesse du décollage de la fusée est supposée nulle. Calculer :
   i. Son énergie cinétique.
   ii. Son énergie potentielle de gravitation.
   iii. Son énergie mécanique.

2. Le télescope est sur son orbite, calculer :
   a. son énergie cinétique.
   b. son énergie potentielle de gravitation.
   c. son énergie mécanique.

3.
   i. De combien a varié l'énergie mécanique du télescope au cours de son lancement et de sa mise en mouvement sur son orbite ?
   ii. A quoi est due cette variation ?
   iii. Si 10 % seulement de l'énergie produite par la combustion du kérosène est transférée au télescope. Calculer la quantité de kérosène consommée par la fusée pour lancer le télescope et le mettre en mouvement sur son orbite. La combustion d'un kilogramme de kérosène libère une énergie égale à $4{,}2 \times 10^7$ J.

DEUXIÈME EXERCICE (6.5 points)

Les planètes de notre système solaire

Certaines caractéristiques du système solaire sont résumées dans le tableau suivant :

Planète	Diamètre (en km)	Masse (en masse de la Terre)	Durée d'une révolution autour du Soleil (j : jour ; a : an)	Durée d'un tour autour d'elle-même (j : jour ; h : heure ; min : minute)	Masse volumique (g/cm^3)	Composition chimique de l'atmosphère
Mercure	4878	0,055	87,97 j	58,65 j	5,4	Aucune
Vénus	12104	0,815	224,7 j	243 j	5,2	CO_2
Terre	12756	1	365,26 j	23 h 56 min	5,5	N_2, O_2
Mars	6794	0,107	687 j	1 j 37 min	3,9	CO_2
Jupiter	142796	318	11,86 a	9 h 55 min	1,3	H_2, He
Saturne	120660	95	29,45 a	10 h 40 min	0,7	H_2, He
Uranus	50800	15	84 a	17 h 14 min	1,3	H_2, He, CH_4
Neptune	48600	17	164,8 a	16 h	1,6	H_2, He, CH_4
Pluton	2300	0,002	247,7 a	6,4 j	2	?

1. Les planètes : Mercure, Vénus et Saturne sont appelées planètes telluriques car elles sont composées des mêmes substances (fer, nickel, silicates…) que la Terre. Chercher dans le tableau une confirmation de cette affirmation.

2. La durée d'un jour sur une des planètes est plus longue que la durée de son année. Laquelle ?

3. Une planète est considérée la jumelle de la Terre.
   a. Laquelle ? Justifier la réponse.
   b. La vie n'existe pas sur cette planète. Pourquoi ?

4. Laquelle des planètes a-t-elle la plus grande masse ? Les autres planètes ne gravitent pas d'un mouvement régulier autour d'elle. Pourquoi ?

TROISIÈME EXERCICE (5.5 points)

Identification des réactions nucléaires

Les réactions nucléaires provoquées sont classées en réactions de fusion et réactions de fission.

1. Ces réactions sont-elles des réactions chimiques? Justifier la réponse.

2. Pour chacune des réactions suivantes, indiquer s'il s'agit de fusion ou de fission et justifier la réponse:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

3. Citer un exemple de phénomène naturel ou d'objet technique où se produit :
   i. la fission.
   ii. la fusion.

4. Lors de ces réactions, comment varie la masse du système : elle augmente, elle diminue ou elle reste la même ?

Solution de l'épreuve 2

Exercice 1 **(8 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances à travers une situation liée à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1.		
a. L'énergie cinétique Ec du satellite est : Ec = ½ mv^2 = 0 car v = 0.	0,5 pt	
b. L'énergie potentielle de gravitation Ep du satellite est : Ep = mgh = 0 car h = 0.	0,5 pt	
c. L'énergie mécanique Em du satellite est : Em = Ec + Ep = 0 + 0 = 0	0,5 pt	
2.		
i. Ec = ½ $\times 12 \times 10^3 \times (7{,}5 \times 10^3)^2 = 337{,}5 \times 10^9$ J.	1 pt	
ii. Ep = $12 \times 10^3 \times 8{,}5 \times 6 \times 10^5 = 612 \times 10^8$ J	1 pt	
iii. Em = $337{,}5 \times 10^9 + 612 \times 10^8 = 3987 \times 10^8$ J	0,5 pt	
3.		
i. L'énergie mécanique du satellite a varié de : $3987 \times 10^8 - 0 = 3987 \times 10^8$ J	0,5 pt	
ii. L'énergie mécanique du satellite a augmenté car il a reçu une part du travail effectué par les moteurs de la fusée.	1 pt	On admet les réponses mettant en jeu la transformation de l'énergie chimique du kérosène.
iii. La combustion du kérosène doit libérer une quantité de chaleur égale		
La quantité de kérosène consommée est :		
$\frac{3987x10^8 x100}{10} = 3987 \text{ x } 10^9$ J	2,5 pts : (1+1,5)	
$\frac{3987x10^9}{4{,}2x10^7} = 95x10^3 \text{ kg} = 95$ tonnes.		

Exercice 2 **(6,5 points)**

Cet exercice favorise le domaine de la communication malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs de compétences appartenant au domaine de l'application des connaissances

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Mercure, Vénus et mars ont des masses volumiques voisines ($\approx 5g/cm^3$) de celle de la Terre, il est donc normal d'admettre qu'elles ont la même composition que la Terre.	1 pt	
2. La durée d'un tour de Vénus autour de lui-même, c'est-à-dire la durée d'un jour sur cette planète, est de 23 jours terrestres. La durée d'un tour de Vénus autour du Soleil, c'est-à-dire la durée d'une année sur cette planète est de 224,5 jours terrestres. Son « jour » est alors plus long que son « année ».	1,5 pt	Nomination (0,5) Explication (1) Les caractéristiques communes qui ne figurent pas dans le document ne seront pas prises en compte.
3. i. Vénus. Son diamètre (12104 km) est très voisin de celui de la Terre (12756 km), de même sa masse qui est égale à 0,815 celle la Terre.	1,5 pt	Les raisons qui ne sont pas déduites du document ne seront pas prises en compte. Nomination (0,5) Explication (1)
ii. Son atmosphère ne contient pas le dioxygène indispensable au développement de la vie.	1 pt	
4. C'est Jupiter, sa masse est 318 fois celle de la Terre. Les autres planètes ne gravitent pas autour d'elle car elles sont soumises à l'énorme force d'attraction gravitationnelle exercée par le Soleil.	1,5 pt	Nomination (0,5) Explication (1)

Exercice 3 **(5,5 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Elles ne sont pas des réactions chimiques car elles ne mettent pas en jeu le nuage électronique mais les noyaux des atomes.	1 pt	
2. – La première est une réaction de fission car un noyau lourd se divise sous l'impact d'un neutron.	1 pt	0,25 pt (nomination) 0,75 pt (explication)
- La deuxième est une réaction de fusion car deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd.	1 pt	
3.		
i. La bombe atomique, la centrale nucléaire …	0,75 pt	
ii. La bombe à hydrogène.	0,75 pt	
4. La masse du système diminue.	1 pt	

Épreuve 3

PREMIER EXERCICE (6 points)

Émission radioactive

On se propose dans cet exercice de comparer les effets d'un rayonnement électromagnétique et de la particule α.

Le polonium $^{210}_{84}Pb$ est un noyau radioactif qui donne par désintégration une particule alpha et un noyau de plomb Pb selon l'équation - bilan suivante:

$$^{210}_{84}Pb \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{z}Pb$$

1. Déterminer A et Z en précisant les lois utilisées.

2. L'émission de la particule α s'accompagne le plus souvent d'une émission d'un rayonnement électromagnétique.

   i) Qu'appelle-t-on ce rayonnement ?
   ii) Qui est le plus pénétrant la particule α ou le rayonnement électromagnétique ? Comment on s'en protège ?
   iii) Pour une même dose absorbée, qui est plus nocif la particule α ou le rayonnement électromagnétique ? Justifier la réponse.

DEUXIÈME EXERCICE (5 points)

Pollution et énergie

Voici un document concernant la voiture électrique :

«… Les émissions de gaz dues aux voitures constituent la principale source de pollution urbaine. Pour diminuer cette pollution on a envisagé de développer des voitures à moteur électrique où une batterie d'accumulateurs débite le courant électrique dans le moteur. Ces accumulateurs doivent être rechargés sur la prise de courant à domestique. « La voiture électrique fonctionne à l'uranium ou au pétrole » est l'une des objections contre l'utilisation d'une telle voiture… »

1. Nommer deux constituants polluants que contiennent les émissions dues aux voitures.

2.
   i) Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée dans l'accumulateur ?
   ii) Sous quelle forme cette énergie est-elle fournie au moteur de la voiture électrique ?

3. Pourquoi les opposants à l'utilisation de la voiture électrique décrite ci-dessus disent-ils qu'elle fonctionne à l'uranium ou au pétrole ?

4. Existe-t-il une voiture électrique dépourvue de toute émission polluante? Justifer la réponse.

TROISIÈME EXERCICE **(9 points)**

Énergie solaire

On envisage, dans cet exercice, un chauffe-eau utilisant l'énergie solaire. Pour cela, on dispose d'un capteur solaire thermique comportant une plaque transparente qui piège l'énergie solaire par effet de serre. De l'eau circulant dans un tube métallique noirci inséré dans le capteur s'échauffe par l'énergie qu'il reçoit du capteur.

Données numériques :

i. Durée moyenne d'ensoleillement : 9 heures chaque jour.
ii. Énergie moyenne par seconde du rayonnement solaire : 600 J / m^2.
iii. Surface du capteur : 1,5 m^2.

1.
   i. Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée dans le Soleil ?
   ii. Sous quelle forme l'énergie libérée par le Soleil parvient-elle sur la Terre ?
   iii. Sous quelle forme l'énergie est-elle transférée du capteur à l'eau ?

2. Calculer l'énergie solaire moyenne reçue chaque jour par le capteur.

3. Déterminer l'énergie fournie à l'eau pendant un jour sachant que 30 % de l'énergie reçue par le capteur est transférée à l'eau.

4. Un capteur solaire coûte $1,5 \times 10^6$ L.L et peut servir à chauffer l'eau durant 5 ans (un an = 365 jours). Le prix moyen d'un kilowattheure (1 kilowattheure = $3,6 \times 10^6$ J) d'énergie électrique au Liban est de 120 L.L. Laquelle de deux énergies, solaire ou électrique, est-elle plus économique ? Pourquoi ?

5. Quel est l'avantage environnemental de l'énergie solaire ?

Solution de l'épreuve 3

Exercice 1 **(6 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances à travers un phénomène lié à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. La charge totale des noyaux ou le nombre de charges est conservé, donc : $84 = 2 + Z$, donc $Z = 82$	1 pt	Explication (0,5) Calcul (0,5)
Le nombre de masse ou des nucléons est conservé, donc : $210 = 4 + A$, donc $A = 206$	1 pt	
2.		
i. Le rayonnement γ.	0,5 pt	
ii. Le rayonnement γ, car il est plus énergétique. On s'en protège par des écrans en plomb.	2 pts	Protection 1 pt
iii. Pour une même dose absorbée la particule α est plus nocive que γ car son facteur de qualité (équivalent physiologique de dose) est plus grand que celui de γ.	0,5 pt 1 pt	

Exercice 2 **(5 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'explication des phénomènes physiques de la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Le monoxyde de plomb, les oxydes d'azote et du soufre, et le plomb.	0,5 pt 0,5 pt	N'importe quels deux constituants.
2. i. L'énergie stockée dans l'accumulateur est une énergie chimique. ii. Elle est fournie sous forme d'énergie électrique.	0,5 pt 0,5 pt	On n'admet pas : sous forme de courant électrique ou tension électrique.
3. On consomme de l'énergie électrique pour recharger les accumulateurs. Or l'énergie électrique est produite à grande échelle dans des centrales dont la majorité fonctionne à l'uranium (centrales nucléaires) ou au pétrole (centrales thermiques). En fin de compte la voiture électrique fonctionne à l'uranium ou au pétrole et par suite on ne diminue pas la pollution.	2 pts	
4. Il y a les voitures électriques ayant des accumulateurs qui convertissent l'énergie solaire en énergie électrique. Cette énergie solaire est produite par des réactions nucléaires ayant lieu à la surface du Soleil.	1 pt	

Exercice 3 **(9 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. i. Energie nucléaire. ii. Energie rayonnante ou solaire. iii. Energie calorifique ou thermique ou sous forme de chaleur.	 1 pt 1 pt 1 pt	
2. L'énergie moyenne reçue chaque jour est : $600 \times 1{,}5 \times 9 \times 3600 = 29{,}16 \times 10^6$ J	1,5 pts	
3. L'énergie fournie à l'eau chaque jour est : $29{,}16 \times 10^6 \times 30\ \% = 87{,}48 \times 10^5$ J	0,5 pt	
4. L'énergie utilisée à chauffer l'eau pendant cinq ans est : $87{,}48 \times 10^5 \times 365 \times 5 = 15{,}96 \times 10^9$ J Les dépenses de l'énergie électrique consommée sont : $(15{,}96 \times 10^9 \div 3{,}6 \times 10^6) \times 120$ $= 532 \times 10^3$ L.L. Cette somme est inférieure au coût du capteur solaire. Donc l'énergie électrique, au prix de 120 L.L. le kWh, est plus économique	3 pts	Energie utilisée pendant 5 ans (1) dépenses électriques (1) comparaison (1)
5. L'avantage de l'énergie solaire est qu'elle ne pollue pas l'environnement.	1 pt	

Épreuve 4

PREMIER EXERCICE (6 points)

Existence Trou noir

Voici un extrait d'un article concernant le trou noir :

« Le trou noir est un enfant des théories d'Einstein. On ne l'a jamais observé, mais les astrophysiciens tiennent son existence pour quasi certaine. C'est un endroit ...où la gravité est si puissante que rien, pas même la lumière, ne peut s'en échapper. Cette zone de non-retour s'appelle l'horizon.

Comment repère-t-on les trous noirs ? D'abord parce que, justement, on ne voit rien. Mais bon, ne rien voir ne suffit pas à dire qu'il existe quelque chose. Deuxième argument, un tel phénomène étant lié à une gravité hors norme, celle-ci doit se faire sentir aux alentours, notamment en jouant sur l'allure de la lumière et sur le mouvement des étoiles. C'est ainsi que les astronomes pensent avoir localisé un trou noir, nommé Cygnus X-1...Dernier élément pour localiser (un trou noir), l'énorme quantité d'énergie rayonnée au moment où la matière commence à tomber dans le trou. L'énergie gravitationnelle génère un échauffement qui se transforme en rayons ultra-énergétiques comme les rayons X ou les rayons γ. Ces rayons entourant un horizon noir sont donc les signes d'un trou noir. ».

Science et Vie : Les étoiles
N 37, juillet 1999.

1. On n'a jamais observé un trou noir. Pourquoi?

2. L'auteur cite trois indicateurs de la présence d'un trou noir, lesquels ?

3. Les théories de quel savant ont contribué à la formulation de l'hypothèse du trou noir ?

4. Relever du texte deux transformations d'énergie.

DEUXIÈME EXERCICE (8 points)

Énergie mécanique

Une voiture de masse M =1000 kg est en panne sur une route horizontale. Pour la faire démarrer, le conducteur la pousse en lui exerçant une force constante d'intensité F = 250 N, de même sens et de même direction que le déplacement. Des forces de frottement s'opposent au déplacement de la voiture. Après un déplacement de 30 m la voiture acquiert une vitesse de 2 m / s. Prendre g = 10 $m.s^{-2}$.

1. Quelle est la forme de l'énergie consommée par le conducteur ?

2. On choisit la route comme origine de l'énergie potentielle de gravitation.
   i) Calculer l'énergie mécanique de la voiture immobile.
   ii) Calculer l'énergie mécanique de la voiture après 30 m de déplacement.
   iii) À quoi est due la variation de l'énergie mécanique de la voiture? Déterminer la valeur ΔEm de cette variation.

3. Calculer le travail W effectué par le conducteur.

4. Sous quelle forme d'énergie apparaît la différence W - ΔEm ?

TROISIÈME EXERCICE **(6 points)**

Radioactivité du molybdène

Le technétium 99 et le molybdène 99 sont deux radio-nucléides utilisables en médecine. Le technétium Tc 99 est obtenu à partir du molybdène Mo 99 conformément à l'équation - bilan suivante:

$$^{99}_{42}Mo \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{99}_{43}Tc$$

1. Préciser le type de la radioactivité du molybdène 99.

2. La désintégration du molybdène 99 s'accompagne souvent d'émission du rayonnement γ.
   i. Quelle est la nature de ce rayonnement ?
   ii. Il est dangereux pour la matière vivante. Pourquoi ?
   iii. Quel est son intérêt en médecine ?

3. La période du molybdène 99 est de 2,8 jours tandis que celle du technétium 99 est de 6 heures.
   i. Qu'est-ce que la période d'un radio-nucléide ?
   ii. Pourquoi faut-il disposer d'une réserve de molybdène 99 dans un service médical utilisant le technétium 99 ?

Solution de l'épreuve 4

Exercice 1 **(6 points)**

Cet exercice favorise le domaine de la communication malgré l'apparition de quelques éléments constitutifs de compétences appartenant au domaine de l'application des connaissances.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. On n'a jamais observé un trou noir car il est une région de l'Univers dont la gravité est très intense qu'il empêche tout rayonnement de s'échapper. Donc il n'émet aucun rayonnement permettant de l'observer.	1 pt	
2. Les indicateurs sont :		
- On n'observe rien dans la région visée de l'espace. Il est probable qu'il y a un trou noir dans cette région.	0,5 pt	
- La gravité du trou noir est énorme. Donc on peut déceler sa présence indirectement par ses effets sur les trajets de la lumière et sur le mouvement des corps célestes dans son entourage.	1 pt	
- L'énorme quantité d'énergie émise sous la forme des rayons X ou des rayons γ quand la matière commence à tomber dans le trou.	1 pt	
3. Einstein.	0,5 pt	
4. La transformation de l'énergie gravitationnelle (ou l'anergie de masse) en énergie thermique (ou chaleur), et la transformation de l'énergie thermique en énergie rayonnante (ou lumineuse).	2 pts (1+1)	On n'admet pas les transformations qui ne sont pas mentionnées dans le texte.

Exercice 2 **(8 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances à travers un phénomène physique lié à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. Energie chimique dans ses muscles.	1 pt	
2.		
a. L'énergie cinétique Ec de la voiture est nulle car la vitesse est nulle. De même son énergie potentielle de gravitation Ep car la voiture se trouve au niveau de référence des énergies potentielles. Son énergie mécanique est donc: Em = Ec + Ep = 0.	1,5 pts	E_c : 0,5 pt E_p: 0,5 pt E_m: 0,5 pt.
b. Après 30 m de déplacement : $Ec = ½ mv^2$ $= ½ \times 1000 \times (2)^2 = 2 \times 10^3$ J	1 pt	
$Ep = mgh = 1000 \times 10 \times 0 = 0$ J.	0,5 pt	
$Em = 2 \times 10^3 + 0 = 2 \times 10^3$ J	0,5 pt	
c. La variation de l'énergie mécanique de la voiture est due aux forces de frottement et de poussée exercée par le conducteur.	0,5 pt	
Sa valeur: $\Delta Em = 2 \times 10^3 - 0 = 2 \times 10^3$ J	0,5 pt	
3. $W = F \times D = 250 \times 30 = 7500$ J	1 pt	
4. La différence : $W - \Delta Em = 7500 - 2000 = 5500$ J représente la part du travail mécanique effectué par le conducteur et qui n'apparaît pas sous la forme d'une énergie mécanique transmise à la voiture mais sous la forme de chaleur car des forces de frottement s'opposent au mouvement de la voiture.	1,5 pt	

Exercice 3 **(6 points)**

Cet exercice favorise le domaine d'application des connaissances à travers un phénomène physique lié à la vie quotidienne.

Réponse attendue	Barème	Commentaires
1. La particule émise au cours de la radioactivité du molybdène 99 est l'électron donc la radioactivité est du type β^-.	1 pt	
2.		
i. Il est de nature électromagnétique.	0,5 pt	
ii. Il est dangereux car il est très énergétique et par suite très pénétrant dans la matière vivante. Il détruit alors les cellules vivantes.	1 pt	
iii. Il est utilisé pour détruire des cellules cancéreuses.	1 pt	
3.		
i. La période d'un radionucléide est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux de ce radionucléide subit la désintégration.	1 pt	
ii. La période du technétium 99 est de 6 heures donc il se désintègre très vite ; par exemple au bout de 6 heures il ne reste que la moitié de la quantité initiale. C'est pour cette raison qu'il faut disposer d'une réserve de molybdène 99 qui, en se désintégrant, donne du technétium. Ce qui permet de compenser les noyaux désintégrés du technétium.	1,5 pt	Il suffit de mentionner la radioactivité du molybdène sans parler de son activité.

République Libanaise
Ministère de l'Education
et de l'Enseignement Supérieur
Centre de Recherche
et de Développement Pédagogiques

GUIDE POUR L'EVALUATION

CHIMIE

CYCLE SECONDAIRE

EPREUVES SCOLAIRES

EPREUVES TYPES
POUR LES EXAMENS OFFICIELS

الشهادة الثانوية العامة

Octobre 2000

Textes explicatifs sur les domaines de compétences en chimie

Les domaines de compétences sont approximativement les mêmes dans les différents cycles pour une discipline donnée. En chimie, on a gardé, en 1ère, 2ème et en 3ème années du cycle secondaire, les mêmes domaines de compétences en 7ème , 8ème et en 9ème années de l'Education de Base.

Les domaines de compétences

La liste de compétences et de domaines de compétences est un instrument de travail. Des explications complémentaires sont nécessaires pour sa mise en application. Les explications relatives à un domaine donné sont généralement les mêmes transversalement (pour différentes disciplines) et longitudinalement (pour différents cycles d'une même discipline). Elle font apparaître l'importance accordée à chaque domaine et les éléments qu'on cherche lors de l'évaluation d'une compétence de ce domaine. Les élèves doivent être au courant de ces explications (Pédagogie par contrat).

1- Applications des connaissances :

L'école du 21ème siècle est appelée à fonctionner dans un environnement social complexe ; l'image du système éducatif idéal doit changer : il faut passer d'un système fermé vers un système ouvert, vers un projet, la modification de la société (Gazaïel et Warnet 1998).
Les connaissances scientifiques acquises à l'école ont généralement un double but : leur **investissement** dans les nouvelles recherches afin de contribuer au progrès scientifique et leur **réutilisation** dans des situations nouvelles liées à la vie quotidienne. Ce **transfert des connaissances,** auquel nous accordons une très grande importance, doit se manifester dans le processus d'évaluation à travers l'interprétation, l'explication et l'analyse des phénomènes chimiques du monde réel.

Dans cette optique sur le rôle de l'école, le domaine ne signifie en aucun cas l'application directe des connaissances. Les compétences de ce domaine doivent être évaluées dans des situations complexes nouvelles et / ou des situations proches de celles vues en classe. L'application d'une loi doit se faire dans une situation où plusieurs lois peuvent apparaître utiles. L'élève choisit alors cette loi comme étant la seule connaissance convenable pour trouver l'inconnue. Les éléments qui doivent apparaître dans les compétences de ce domaine peuvent revêtir la forme suivante :

a- Tirer par l'observation d'un fait ou par la lecture d'un document scientifique, les informations pertinentes concernant sur les grandeurs relatives à la situation proposée en chimiques

b- Analyser les données : c'est-à-dire trier, en se basant sur ses connaissances antérieurs, les informations essentielles et mettre de côté les informations superflues. Il est à noter que, dans la même situation, des informations sont considérées comme essentielles pour répondre à une question mais elles ne le sont pas pour d'autres.
L'élève est-il capable d'identifier les grandeurs en jeu et de les lier aux connaissances acquises propres à la situation?

c- Mobiliser et appliquer des connaissances appropriées à la chimie. Une fois la relation précédente établie, l'élève est-il capable de choisir les connaissances convenables (loi,

formule, définition, unités,...) ? Si le bon choix est déjà fait, est-il capable d'appliquer la loi choisie? Est-il capable d'élaborer un modèle ou une hypothèse?
Cette phase est liée à l'autonomie de décision. C'est l'élève qui décide des connaissances à mobiliser, de leur organisation et de leur emploi, afin de répondre à la question.

d- Mobiliser et appliquer des connaissances non appropriées à la chimie (calcul, échelle, graphe, vecteur...)
e- Vérifier la pertinence des résultats : les sciences physiques décrivent des situations très proches de la vie réelle. Les résultats obtenus sont-ils vraisemblables ? Y a-t-il des réponses illogiques? Respecte-t-il l'ordre de grandeur des grandeurs physiques?
f- Transférer les résultats obtenus à des situation réelles. C'est l'étape la plus importante.

Dans ce domaine, les compétences à évaluer sont en relation avec des objectifs d'apprentissage comme :

a- Tracer un diagramme.
b- Donner les significations physiques de l'abscisse et de l'ordonnée.
c- Choisir convenablement une échelle.
d- Déterminer graphiquement le point de fonctionnement d'un dispositif.
e- Tirer d'un graphique les caractéristiques d'un dispositif.
f- Mesurer les valeurs de quelques grandeurs physiques dans le but de calculer la valeur d'une autre grandeur.

2- Elaboration d'une démarche expérimentale

Ce domaine comprend deux grands titres : la réalisation d'un protocole expérimental et la résolution des problèmes à caractères expérimentales.

Dans ce domaine, l'élève doit être capable de réaliser une fiche de travaux pratiques. L'intérêt, réside dans la mise en application des caractéristiques d'un appareil figurant dans sa fiche technique dans le but d'avoir un bon fonctionnement. L'élève doit notamment suivre les étapes suivantes :

a- Lire le plan d'une expérience
b- Choisir et utiliser les matériels adaptés
c- Réaliser le montage d'une expérience à partir d'un schéma
d- Respecter les consignes de sécurité (des personnes et des installations)
e- Faire des mesures et valider les résultats
f- Répondre aux questions
g- Faire un compte-rendu accompagné de schémas clairs et annotés.

Les deux derniers points (f et g) peuvent évaluer des compétences appartenant au domaine de la communication. Il n'est pas pratique d'expérimenter et de faire des mesures sans exploiter les résultats obtenus ou sans rédiger un compte rendu (compétences appartenant du domaine de la communication). L'évaluation d'une compétence du domaine de l'expérimentation est corrélée dans la majorité des cas à l'évaluation d'une compétence du domaine de la communication.

Dans la **résolution des problèmes à aspect expérimental,** l'élève mobilise ses connaissances pratiques dans des situations plutôt théoriques. Il est possible de donner le schéma d'un montage ou d'un appareil et de lui proposer des changements portant sur le montage,

l'échelle de l'appareil de mesure utilisé, son mode de branchement etc.

3. Domaine de la communication

Ce domaine est très important sur le plan pratique. Nous vivons dans un monde ou l'interaction avec les autres est un fait journalier. Exprimer ses idées sur un sujet donné dans un contexte bien déterminé en utilisant une certaine mode de représentation est une compétence liée au savoir-être de l'individu. La même blague fait rire les autres si racontée par quelqu'un alors qu'elle n'a pas le même effet Si racontée par un autre. Les connaissances qui constituent le phénomène sont les mêmes mais la manière de les intégrer, et de les mobiliser, est une chose qui appartient à la personne. C'est pour cela nous disons que la compétence fait appel à des savoir-devenir orientés vers le développement de l'autonomie (J.M. De Ketele).

Exploiter un diagramme déterminé est une compétence incluse dans ce domaine. Cette compétence, rencontrée dans un autre contexte dans les différentes disciplines et même dans les journaux et les revues, intègre les objectifs d'apprentissage suivants comme éléments constitutifs:

a. Tracer un diagramme.
b. Donner les significations physiques de l'abscisse et de l'ordonnée.
c. Choisir convenablement une échelle.
d. Déterminer graphiquement le point de fonctionnement d'un dispositif
e. Tirer d'un graphique les caractéristiques d'un dispositif
f. Utiliser les valeurs mesurées pour calculer les valeurs d'autres grandeurs physiques.

Matière : Chimie ***Année : Première année Secondaire***

Evaluation des compétences

Domaine	***Compétences***
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Atome :*** *Constituants de l'atome, représentation de l'atome, caractéristiques de l'atome et de ses constituants, notion d'isotopie, configuration électronique, représentation de Lewis, principe et intérêt de la classification périodique, mole d'atomes.* ***Molécule :*** *Règle du duet et de l'octet, liaisons covalentes (simple, double et triple), polarité, représentation de Lewis, VSEPR, mole de molécules.* ***Ion :*** *Ions monoatomiques et polyatomiques, liaisons ioniques, formule statistique, mole d'ions.* ***Réaction chimique :*** *Signes visibles d'une réaction chimique, équation-bilan, conservation de masse, stœchiométrie, caractéristiques d'une réaction chimique, rendement.* ***Eau :*** *Structure, propriétés dissolvantes, caractéristiques d'une solution aqueuse.* ***Acide-base :*** *Définitions, pH, classification, nomenclature, réactions avec les acides et les bases, définitions des sels, réactions avec les sels, dosage acido-basique.* ***Analyse qualitative :*** *Tests de reconnaissance de quelques ions.* ***Engrais*** ***Pollution atmosphérique :*** *Les principaux polluants, pluies acides, effet de serre, trou d'ozone, smog, pollution (problèmes et solutions).* • ***Classer les espèces chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Particules fondamentales de l'atome, éléments dans la classification périodique, les acides, les réactions chimiques.* • ***Distinguer entre :***

	groupe / période, cation / anion, composés covalents / ioniques, doublet liant / non liant, mole d'atomes / de molécules / d'ions, transformation chimique / physique, solvant / soluté, électrolyte fort / faible, acide / base, ion compatible / incompatible, pollution permanente / accidentelle. • ***Identifier les caractéristiques :*** *d'un noyau, d'un atome, d'un élément, des cations, des anions, d'une réaction chimique, du mécanisme de dissolution d'un composé ionique, d'un gaz, des sources de pollution.* • ***Relier les paramètres et/ou les grandeurs :*** *d'un atome, mole/masse/volume, concentration/mole/volume, de l'acidité au pH, $[H_3O^+]$ et $[HO^-]$.* • ***Interpréter :*** *les propriétés chimiques d'un élément, la stabilité d'une molécule, la géométrie d'une molécule, la polarité d'une liaison et d'une molécule, la cohésion d'un cristal, la réaction chimique.* • ***Expliquer les conséquences de la chimie sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Stalactites et stalagmites, corrosion du fer, déboucheurs, détartrants, cycle de l'azote, effet de serre, trou d'ozone, pollution des eaux, eutrophisation.*
Elaboration d'une démarche expérimentale	• ***Réaliser des activités expérimentales :*** *Signes visibles d'une réaction chimique, conservation de la matière dans une réaction chimique, préparation d'une solution, dosage acido-basique, mesure du pH, identification de quelques ions.* • ***Faire le compte rendu d'une expérience.*** • ***Construire des modèles moléculaires.*** • ***Concevoir un protocole expérimental.***
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *documents écrits, schémas, tableaux, diagrammes, graphiques.* • ***Exploiter un texte scientifique.*** • ***Exploiter un tableau de données :*** *Pourcentages atomiques des isotopes, tableau périodique des éléments chimiques, variation de la solubilité en fonction de la température, composition de l'air sec non pollué.* • ***Interpréter un schéma et/ou un graphe :*** *Diagramme énergétique de l'atome, diagramme isotopique, modèle moléculaire, variation de la solubilité en fonction de la température, composition de l'air sec non pollué, échelle de pH.* • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation des différentes sources d'informations (ouvrages, périodiques, internet...).*

Domaine : Application des connaissances.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à l'atome de magnésium.

<u>Exercice 1 :</u> Magnésium et chocolat

Le magnésium est un élément chimique qu'on trouve dans un nombre d'aliments.

1- Soit un atome de magnésium Mg caractérisé par les nombres Z = 12 et A = 26. Donner le symbole de son noyau.

2- a- Calculer la masse du noyau de magnésium sachant que la masse d'un nucléon est de $1,67.10^{-27}$kg.

b- Quelle est la masse de l'atome ? Justifier la réponse.

3- Ecrire la structure électronique de l'atome de magnésium (configuration).

4- On considère à présent deux autres atomes caractérisés par les couples (Z ; A) suivants : (12 ; 24) et (12 ; 25).

a-Que peut-on dire de ces deux atomes ?

b- La charge d'un ion magnésium est égale à +2e. Ecrire le symbole du cation. Donner sa structure électronique. Combien de neutrons peut-il y avoir dans chacun des trois isotopes de magnésium ?

5- Dans la nature, les proportions, en nombre d'atomes ou d'ions, des trois isotopes sont données dans le tableau ci-contre :

Isotope	% en mol
^{24}Mg	79
^{25}Mg	10
^{26}Mg	11

Sachant que dans un carré de chocolat, il y a environ 10^{22} ions Mg, calculer le nombre d'ions de chaque isotope contenu dans un carré de chocolat consommé.

Compétence : Identifier les caractéristiques d'un atome.

<u>Exercice 2 :</u> Identification d'un atome

Un atome X possède un seul électron dans sa couche externe.

1- Sachant que $Z_X \leq 18$, écrire les configurations électroniques possibles de X.

2- La masse de cet atome est de $39,1.10^{-27}$kg. Déterminer le nombre de nucléons dans X.

3- Identifier cet atome . Donner son nom et son symbole.

On donne : masse d'un nucléon = $1,7.10^{-27}$kg.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques aux gaz nobles.

<u>Exercice 3 :</u> Phares à xénon

Certains constructeurs d'automobiles utilisent des phares contenant du xénon. La lumière des phares à xénon est alors d'un bleu-vert caractéristique. Les phares donnent un meilleur éclairage et sont beaucoup moins aveuglants que les phares à iode. Leur seul inconvénient est leur prix trop élevé!

Nommer la famille du xénon et celle de l'iode.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à la conservation de la matière.

Exercice 4 : Flashs photographiques

Les premiers flashs photographiques utilisaient une réaction entre le magnésium Mg et le dioxygène de l'air O_2. Cette réaction s'accompagne d'une lumière blanche et intense (éblouissante). Il se forme alors un composé ionique constitué d'ions magnésium(II) et d'ions oxyde.

1- *Citer les éléments chimiques présents avant la réaction.*
2- *Indiquer, d'après la loi de conservation de la matière, les éléments chimiques devant être présents après la réaction.*
3- *Donner les symboles des ions formés.*
4- *Ecrire la formule statistique du composé formé. Donner son nom.*

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à la quantité de la matière.

Exercice 5 : Urée

L'urée de formule moléculaire CH_4N_2O est une substance organique azotée qu'on trouve dans les urines.

1- *Calculer la masse molaire de l'urée.*
2- *Calculer la quantité de matière et la masse d'urée nécessaires pour préparer 200mL d'une solution de concentration molaire $0,5 mol.L^{-1}$.*

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à la stœchiométrie de la réaction chimique.

Exercice 6 : Chlorure d'hydrogène et acide chlorhydrique

Le chlorure d'hydrogène HCl, composé très corrosif, est un produit couramment utilisé dans l'industrie chimique. En solution dans l'eau, il forme l'acide chlorhydrique qui est un acide fort.

On considère la réaction d'équation-bilan : $4HCl + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2Cl_2$

On dispose d'un mélange comportant 10mol de dioxygène et 20mol de chlorure d'hydrogène. Déterminer la composition du mélange obtenu après réaction.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à la géométrie des molécules.

Exercice 7 : L'acide formique

Certaines fourmis se défendent contre les prédateurs en utilisant l'acide méthanoïque, couramment appelé acide formique, de formule CH_2O_2. Prévoir la géométrie de la molécule en se basant sur la méthode VSEPR.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à la concentration d'une solution.

Exercice 8 : Dosage d'un mélange d'acides

Une solution (S) est obtenue en mélangeant une solution d'acide chlorhydrique et une solution d'acide sulfurique. 10 ml de (S) sont dosés par 40 ml d'une solution de NaOH (0,1 mol.

L^{-1}). On ajoute à 20 ml de (S) un excès d'une solution de chlorure de baryum $BaCl_2$. On obtient un précipité blanc. Ce précipité lavé, séché et pesé, a une masse de 0,233g.

1- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction de neutralisation.*
2- *Calculer la concentration des ions H^+ dans (S).*
3- *Citer les ions compatibles et les ions incompatibles dans le milieu réactionnel après l'ajout du $BaCl_2$.*
4- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation du précipité.*
5- *Calculer la concentration molaire de chacune des deux solutions acides utilisées pour préparer la solution (S).*

Compétence : Expliquer les conséquences de l'utilisation des fréons sur la santé et l'environnement

<u>Exercice 9 :</u> Fréons

On considère les espèces chimiques formées à partir des atomes C, F, Cl et (ou) H. On appelle fréons toutes les espèces renfermant au moins un atome C et un atome F. Les fréons, utilisés pour produire le froid dans les réfrigérateurs, sont responsables de la destruction partielle de la couche d'ozone dans la stratosphère. Leur production a été arrêtée dans certains pays pour cette raison.

1- *Ecrire les formules de tous les fréons renfermant un seul atome de carbone.*
2- *Interpréter la formation du trou d'ozone.*
3- *Expliquer l'effet du trou d'ozone sur l'environnement.*

Domaine: Elaboration d'une démarche expérimentale.
Compétence : Concevoir un protocole expérimental de la préparation d'une solution.

<u>Exercice 1 :</u> Préparation d'une solution

On se propose de préparer 50 ml de solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,02 mol. L^{-1} à partir d'une solution de concentration 0,1 mol. L^{-1}. Décrire les étapes de cette préparation.

<u>Matériel à disposition :</u>

- *Pipettes jaugées de 10 mL, 20 mL et 50 mL*
- *Propipette ou pipetteur*
- *Fioles jaugées de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Eprouvette graduée de 100 mL et 250 mL*
- *Bouchons*

Compétence : Concevoir un protocole expérimental pour l'identification du dioxyde de carbone.

Exercice 2 : Vitamine C

Lorsque l'on met un comprimé effervescent de vitamine C dans l'eau, il se produit un dégagement de dioxyde de carbone.

1- Proposer une expérience simple permettant d'identifier le gaz dégagé.

2- Faire un schéma légendé de l'expérience.

Matériel à disposition :

- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Erlenmeyers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Eprouvette graduée de 50 mL et 100 mL*
- *Tubes à essais dans un porte-tubes*
- *Tubes en verre et tuyau en plastique*
- *bouchons*

Solutions à disposition :

- *Eau déminéralisée (ou distillée)*
- *Solution saturée et limpide d'eau de chaux*

Compétence : Concevoir un protocole expérimental du dosage d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution de soude caustique.

Exercice 3 : Dosage acido-basique

On veut doser, à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique, un volume V d'une solution d'hydroxyde de sodium. Réaliser pratiquement ce dosage.

Matériel à disposition :

- *Pipettes jaugées de 10 mL, 20 mL et 50 mL*
- *Propipette ou pipetteur*
- *Burette graduée de 25 mL*
- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Eprouvette graduée de 100 mL et 250 mL*
- *Agitateur magnétique et barreau aimanté*

Solutions à disposition :

- *Solution d'hydroxyde de sodium à doser*
- *Solution d'acide chlorhydrique à 0,05 mol. L^{-1}*
- *Des indicateurs colorés*

Compétence : Concevoir un protocole expérimental pour vérifier certaines indications figurant sur une bouteille d'eau minérale.

Exercice 4 : Eau minérale

Les étiquettes portées par les bouteilles d'eau minérale indiquent la nature des ions présents, leur concentration massique et le pH de l'eau.

L'étiquette correspondant à une eau minérale est donnée ci-dessous :

Cations	Composition massique (mg. L^{-1})	Anions	Concentration massique (mg. L^{-1})
Ca^{2+}	467.	HCO_3^-	377
Mg^{2+}	84		
Na^+	7	SO_4^{2-}	1192
K^+	3	Cl^-	7
Résidu sec à 180 °C : 2032 mg. L^{-1} pH = 7,9			

On voudrait vérifier au cours des expériences:

- *La présence des ions calcium et des ions sulfate*
- *L'indication concernant la concentration massique en ions HCO_3^-*

Pour ce faire on réalise un dosage de l'eau minérale par une solution d'acide chlorhydrique S de concentration C égale à 0,1 mol. L^{-1}.

Matériel à disposition :

- *Pipettes jaugées de 10 mL, 20 mL et 50 mL*
- *Propipette ou pipetteur*
- *Burette graduée de 25 mL*
- *Fioles jaugées de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Eprouvette graduée de 100 mL et 250 mL*
- *Tubes à essais dans un porte-tubes*
- *Agitateur magnétique et barreau aimanté*
- *Bouchons*

Solutions à disposition :

- *Eau minérale à analyser*
- *Solution d'acide chlorhydrique à 0,5 mol. L^{-1}*
- *Solution de nitrate d'argent à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de chlorure de baryum à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution d'oxalate d'ammonium à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de sulfate de cuivre à 0,1 mol. L^{-1}*

- *Les indicateurs colorés suivants :*

Indicateur	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Héliantine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Bleu de bromothymol	Jaune	6 – 7,6	Bleu
phénolphtaléine	Incolore	8,2 - 10	Rouge violacé

Masse molaire (g. mol.$^{-1}$) : H = 1 C = 12 O = 16

1- *Identification des ions.*
   a- *Décrire un test permettant de mettre en évidence la présence des ions calcium et un test permettant de mettre en évidence la présence des ions sulfate.*
   b- *Ecrire l'équation-bilan correspondant à chacun des deux tests.*

2- *Préparation de la solution d'acide chlorhydrique S.*

Décrire avec précision la préparation de 100 cm^3 de la solution S en indiquant la nature de la verrerie utilisée.

3- Détermination de la concentration des ions HCO_3^- dans l'eau minérale.
On prélève un volume V = 100 cm^3 d'eau minérale que l'on verse dans un erlenmeyer. On ajoute quelques gouttes de l'indicateur coloré approprié. A l'aide de la burette graduée, on verse lentement la solution d'acide chlorhydrique S. Le virage de l'indicateur coloré a lieu lorsqu'on verse un volume Véq = 6,1 cm^3 de la solution S. A ce moment, le pH est égal à 4.

a- Faire un schéma légendé du dosage.
b- Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.
c- Déterminer la concentration en ions HCO_3^- dans l'eau minérale.
d- Comparer la valeur trouvée avec celle donnée sur l'étiquette.
e- Quel est l'indicateur le plus approprié à ce dosage. Justifier.

Domaine: Maîtrise de la communication.
Compétence : Exploiter un tableau de la classification périodique.

<u>Exercice 1 :</u> Classification périodique

L'acétylène est un gaz utilisé dans les postes à souder (chalumeaux oxy-acétyléniques). Sa formule brute est C_2H_2.
En utilisant un tableau périodique, établir la représentation de Lewis de cette molécule.

Compétence : Exploiter un texte sur le sol.

<u>Exercice 2 :</u> Sol et pH

Le pH d'un sol dépend évidement de sa composition, il varie de 3,5 à 4 dans les terrains marécageux et à environ 9 dans les terrains très calcaires. La valeur du pH a des répercussions importantes sur la végétation. Les bruyères, les rhododendrons se développent surtout dans les sols acides de pH compris entre 4 et 5.

Par contre, les clématites fleurissent dans les sols basiques de pH compris entre 7,5 et 8. Le rendement maximal d'une plante n'est obtenu que si le sol a un pH compris entre deux valeurs très proches. Pratiquement, il est possible de modifier la nature acido-basique d'un sol par des apports judicieux de chaux, de marne, de tourbe...

Une solution de chaux fait virer au rose la phénolphtaléine, alors qu'une solution de tourbe fait virer au jaune le bleu de bromothymol.
On dispose d'un sol de pH = 7,2. Indiquer un moyen permettant de faire fleurir dans ce sol :

a- Des clématites
b- Des bruyères

Compétence : Utiliser un histogramme pour comparer l'abondance atomique des isotopes de zinc.

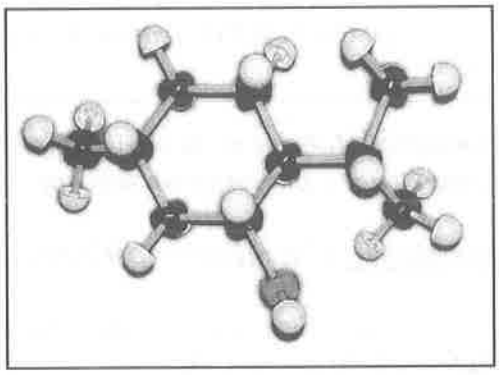
Exercice 3 : Isotopes du zinc

La plupart des éléments chimiques sont constitués d'un mélange de plusieurs isotopes. Comparer, au moyen d'un histogramme, l'abondance atomique des isotopes du zinc :

Isotope	$^{64}_{30}Zn$	$^{66}_{30}Zn$	$^{67}_{30}Zn$	$^{68}_{30}Zn$	$^{70}_{30}Zn$
% en atomes	*48,89*	*27,81*	*4,11*	*18,57*	*0,62*

Compétence : Interpréter un schéma de modèle moléculaire du menthol.

Exercice 4 : La menthe verte



L'odeur de la menthe verte est due à la présence de menthol dont la structure est représentée par le modèle moléculaire ci-contre :

1- Ecrire la formule brute du menthol.
2- Dessiner sa représentation de Lewis.
3- Les règles de l'octet ou du duet sont-elles vérifiées pour tous les atomes ?

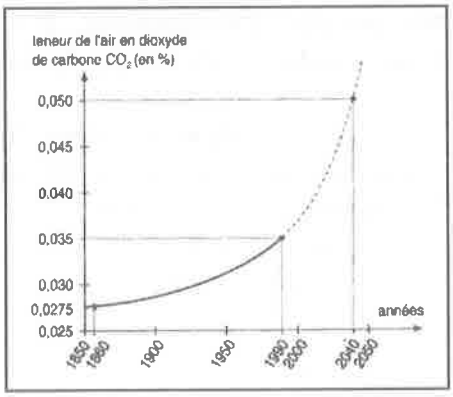
N.B. : Boule blanche : H ; Boule noire : C ; Boule grise : O

Compétence : Interpréter un graphe de la teneur de l'air en dioxyde de carbone.

Exercice 5 : Dioxyde de carbone et effet de serre

Le dioxyde de carbone CO_2 est l'un des constituants de l'air que l'on respire. Ce composé provient de l'oxydation naturelle de substances organiques (respiration des êtres vivants en particulier). Cependant, l'activité industrielle humaine a entraîné une augmentation sensible de la teneur de l'air en dioxyde de carbone (particulièrement au cours des deux derniers siècles) provoquant du même coup une exaltation de l'effet de serre qui se manifeste par une augmentation de la température moyenne de l'atmosphère terrestre.
La courbe suivante donne une idée de l'augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère :

1- Expliquer le rôle du dioxyde de carbone dans l'augmentation observée de la température de l'atmosphère.
2- En se basant sur le graphe ci-contre, préciser le taux de variation de la teneur de CO_2 dans l'air. Cette variation est-elle linéaire ? Expliquer.



3- Déterminer le pourcentage de CO_2 en 2040. Ce pourcentage est-il réel ? Peut-il être modifié ? Expliquer.

Compétence : Exploiter un texte sur la formation des stalactites et des stalagmites.

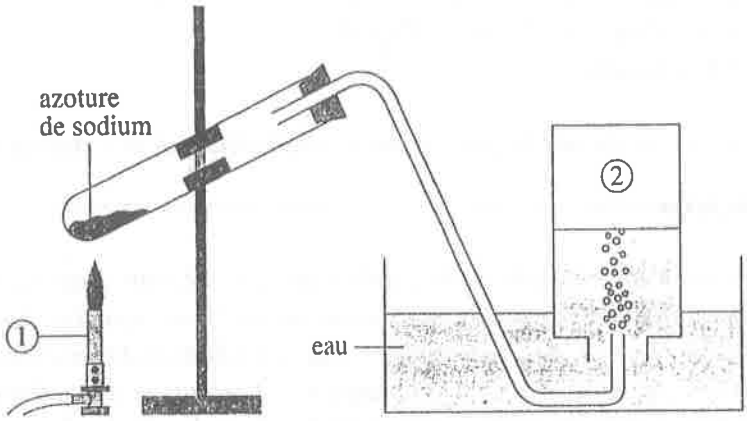
Exercice 6 : Grotte de Jeïta

Les stalactites sont des aiguilles de carbonate de calcium suspendues aux voûtes de certaines grottes, tandis que les stalagmites se forment au sol, juste sous les stalactites.
La formation des stalactites et des stalagmites est un phénomène extrêmement lent. Cette formation met en jeu une série de réactions chimiques : Dissolution du carbonate de calcium (et d'autres carbonates) par l'eau de pluie contenant le dioxyde de carbone et conduisant à la formation de l'hydrogénocarbonate de calcium soluble. L'eau contenant ce composé s'infiltre à travers des couches de roches poreuses. Arrivant dans une excavation, elle peut ruisseler sur ses parois ou s'égoutter lentement. Les changements de température, de la pression et de la composition chimique de l'atmosphère régnant dans l'excavation, entraînent une décomposition lente de l'hydrogénocarbonate de calcium avec formation de carbonate de calcium insoluble. Ce phénomène permet la formation de stalactites suspendues aux voûtes de l'excavation et des stalagmites au sol, juste sous les stalactites.
Traduire par des équations, les réactions chimiques décrites ci-dessus.

Compétence : Exploiter un texte sur les airbags.

Exercice 7 : La chimie des airbags

La plupart des experts sont d'avis que les sacs gonflables ou airbags, constituent un important dispositif de sécurité dans les automobiles. Ces sacs, cachés dans le volant ou dans le 0tableau de bord se gonflent rapidement (en moins de 40 millisecondes) en cas d'accident, empêchant les occupants des sièges avant d'entrer en collision avec le tableau de bord ou le pare-brise. Le sac se dégonfle ensuite rapidement permettant aux occupants de la voiture de s'en dégager.
D'où provient le gaz qui gonfle l'airbag ?
A la suite d'une décélération brusque (un impact), une bille d'acier comprime un ressort qui déclenche l'allumage électronique d'un détonateur. Celui-ci provoque la décomposition explosive d'azoture de sodium NaN_3 en sodium Na et en diazote N_2. Ce système ne nécessite qu'une réserve relativement faible d'azoture de sodium ; 100g produisent 56L de diazote.
La décomposition de NaN_3 a été simulée en laboratoire. Le dispositif expérimental est représenté dans le schéma suivant :



NaN_3, qui est normalement placé dans la réserve du sac gonflable, est placé dans un tube à essais. Le chauffage de NaN_3 produit un gaz que l'on recueille dans un flacon renversé sur une cuve à eau.
L'airbag est une importante application de la chimie qui permet de sauver des milliers de vies chaque année.

1- *Trouver dans l'airbag l'équivalent de la flamme du bec à gaz.*
2- *Nommer le gaz qui se forme dans le flacon renversé. Est-il soluble dans l'eau ?*
3- *Indiquer dans le dispositif expérimental, le récipient qui simule l'airbag*

Compétence : Mener une recherche documentaire sur les fullerènes.

<u>Exercice 8 :</u> Les fullerènes

Faire une recherche sur les fullerènes.

Matière : Chimie *Année : Deuxième année Secondaire*
Série Sciences

Evaluation des compétences

Domaine	***Compétences***
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Thermochimie :*** *Chaleur de réaction à pression constante, chaleur de formation, loi de Hess.* ***Electrochimie :*** *Réactions d'oxydo-réduction, classification élecrochimique des couples rédox, équilibrage des réactions rédox, pile, accumulateur, électrolyse, dosage d'oxydo-réduction.* ***Chimie minérale et industrielle :*** *Principe de fabrication et préparation de l'ammoniac, de l'acide sulfurique et des explosifs, types et caractéristiques des ciments et des verres.* ***Métallurgie :*** *Elaboration du fer, caractéristiques des alliages, corrosion des métaux, protection et recyclage des métaux.* ***Orbitales atomiques :*** *Nombres quantiques, configuration électronique, orbitales atomiques et moléculaires et hybridation.* ***Chimie organique :*** *Analyse élémentaire qualitative et quantitative d'un composé organique, isomérie, propriétés chimiques des hydrocarbures (alcanes, alcènes et benzène).* ***Pétrole et gaz naturel :*** *Origine, raffinage et utilisations du pétrole, caractéristiques des gaz naturels.* ***Pollution :*** *Déchets industriels et ménagers (impact sur l'environnement et traitement).* • ***Classer les espèces chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Métaux, ions métalliques, couples rédox, hydrocarbures, déchets.* • ***Distinguer entre :*** *Réaction exothermique / endothermique, oxydant / réducteur, réaction d'oxydation / de réduction, pile / accumulateur, cathode / anode, alcane / alcène / benzène, distillation simple / fractionnée, craquage / reformage, déchets industriels / ménagers.* • ***Interpréter :*** *les réactions électrochimiques, la relation d'équivalence (dosage), la formation d'une orbitale moléculaire, la géométrie moléculaire.* • ***Mettre en relation les propriétés et l'usage :***

	de quelques produits chimiques et de quelques matériaux. • ***Expliquer les conséquences de la chimie sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Pile, accumulateur, électrolyse, valeurs énergétiques des aliments, ciment, verre, hydrocarbures, pollution.*
Elaboration d'une démarche expérimentale	• ***Réaliser des expériences :*** *Classification qualitative et quantitative des couples rédox, distillation simple et fractionnée, réalisation d'une pile électrochimique, électrolyse, dosage d'oxydo-réduction, identification d'un alcène.* • ***Construire quelques modèles moléculaires.*** • ***Concevoir un protocole expérimental.***
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *documents écrits, schémas, tableaux, diagrammes, graphiques,...* • ***Exploiter un tableau de données :*** *Etiquette d'un produit alimentaire, tableau de la classification thermochimique...)* • ***Interpréter un schéma ou un graphe :*** *Diagramme thermochimique, pile électrochimique, électrolyse, accumulateur, procédé de Haber, distillation simple et fractionnée...).* • ***Extraire et exploiter les informations :*** *d'un texte scientifique ou d'un texte de données.* • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation des différentes sources d'informations (ouvrages, périodiques, Internet...).*

Domaine : Application des connaissances.
Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à la chaleur de formation.

<u>Exercice 1 :</u> Chaleur de formation du méthanol

Au cours des réactions chimiques, un échange de chaleur est observé entre le système réactionnel et le milieu extérieur. La chaleur de formation du méthanol liquide est la chaleur de sa synthèse à partir de ses éléments constitutifs pris à l'état de corps simple. C'est, à 25 °C, la chaleur ΔH_1 de la réaction d'équation-bilan :

$$C_{(s)} + 2H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow CH_3OH_{\,(l)}.$$

Calculer □H_1 sachant que :
ΔH_{vap} $(CH_3OH) = 37{,}4$ kj.mol^{-1} et la chaleur ΔH_2 de la réaction d'équation-bilan :

$$C_{(s)} + 2H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow CH_3OH_{(g)}$$ *est égale à –218 kj.mol.$^{-1}$.*

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques à l'électrochimie.

<u>Exercice 2 :</u> Pile argent - nickel

On réalise une pile standard mettant en jeu les couples Ag^+/Ag et Ni^{2+}/Ni.
1- Indiquer la polarité de la pile et calculer sa f.e.m.
2- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de fonctionnement de la pile.
3- Quelle est la variation de masse de l'électrode constituant le pôle négatif de la pile lorsque celle-ci débite un courant d'intensité I = 10 mA pendant 3 heures ?
On donne : $E°(Ag^+/Ag) = 0{,}80V$; $E°(Ni^{2+}/Ni) = -0{,}23V$; 1F = 96500coulomb.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques aux alcènes.

<u>Exercice 3 :</u> Identification d'un alcène

On peut reconnaître la présence d'un alcène par sa réaction avec une solution diluée, légèrement basique, de permanganate de potassium. Il se forme un précipité brun de dioxyde de manganèse. L'alcène est transformé en alcanediol.
1- Montrer que c'est une réaction d'oxydo-réduction.
2- Ecrire la demi-équation du couple organique en milieu basique. L'alcène a-t-il été oxydé ou réduit ?

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques aux alcynes et aux alcènes.

<u>Exercice 4 :</u> Hydrogénation catalytique

L'hydrogénation catalytique, sur palladium désactivé, du but-2-yne conduit exclusivement à la formation du but-2-ène-(Z) et celle de l'hex-3-yne produit uniquement l'hex-3-ène-(Z).
1- Ecrire les formules semi-développées des alcynes et des alcènes cités ci-dessus.
2- Préciser la propriété importante de l'hydrogénation catalytique des alcynes, mise en évidence par les résultats indiqués ci-dessus.
3- La propriété énoncée en 2- est générale.

a- Donner la formule et le nom de l'alcyne qu'il faut avoir à l'origine pour obtenir, par hydrogénation catalytique sur palladium désactivé, du 2,5-diméthylhex-3-ène-(Z).
b- Est-il possible d'obtenir, par une méthode semblable, le but-2-ène-(E) ? Justifier.

Compétence : Expliquer les conséquences de la corrosion sur l'environnement.

Exercice 5 : Corrosion des objets métalliques

Les objets métalliques trouvées dans les épaves des navires sont souvent recouverts d'une gangue protectrice. Cependant, ces pièces sont menacées dès qu'on les remonte à la surface. Comment empêcher la dégradation de ces pièces ? Expliquer.

Compétence : Expliquer les conséquences de la corrosion sur l'environnement.

Exercice 6 : Corrosion du fer

Le fer s'oxyde lentement à l'air humide pour former une couche poreuse non-protectrice de rouille. En vue de protéger contre la corrosion les deux faces d'une plaque de fer de 20 cm sur 10 cm (on néglige l'épaisseur), on réalise un nickelage par électrolyse.

1- Quelles sont les réactions électrochimiques qui se produisent aux électrodes.
2- Expliquer pourquoi le nickelage permet de protéger le fer contre la corrosion.
3- On fait circuler un courant d'intensité 0,5 A pendant une heure. Calculer la masse de Nickel déposé et l'épaisseur du dépôt, sachant que la masse volumique du Nickel est $8,925.10^3$ kg m^{-3}.

On donne : $E°(Fe^{2+}/Fe) = -0,44V$; $E°(Ni^{2+}/Ni) = -0,23V$; $1F = 96500$ Coulomb.

Compétence : Expliquer les conséquences de l'électrolyse sur la qualité de la vie.

Exercice 7 : Electrolyse

Certaines statues sont réalisées par un procédé d'électrolyse.
1- Citer ce procédé.
2- Expliquer comment l'électrolyse peut aider à la fabrication d'un objet.

Domaine: Elaboration d'une démarche expérimentale.
Compétence : Concevoir un protocole expérimental sur la classification électrochimique.

Exercice 1 : Classification du couple Pb^{2+}/Pb

Proposer, en le décrivant soigneusement, un protocole expérimental permettant de vérifier la place du couple rédox Pb^{2+}/Pb dans la classification électrochimique qualitative.

Matériel à disposition :
- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Eprouvette graduée de 50 mL et 100 mL*

Solutions à disposition :

- *Solution d'acide chlorhydrique à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de nitrate d'argent à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de chlorure d'étain(II) à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de chlorure de fer(II) à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de chlorure de zinc à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de sulfate de cuivre à 0,1 mol. L^{-1}*
- *Solution de nitrate de plomb à 0,1 mol.L^{-1}*

Métaux à disposition :

- *Grenaille de zinc*
- *Grenaille d'étain*
- *Tournure de cuivre*
- *Poudre de fer*
- *Lame de plomb*
- *Fil d'argent*

Compétence : Concevoir un protocole expérimental pour l'identification d'un alcène.

Exercice 2 : Identification d'un alcène

On dispose de deux flacons non étiquetés : l'un contient un alcane liquide et l'autre un alcène liquide. Décrire une expérience simple permettant d'identifier le contenu de chacun des deux flacons, en précisant dans chaque cas la verrerie et les réactifs utilisés.

Compétence : Concevoir un protocole expérimental pour la protection d'un métal.

Exercice 3 : Nickelage du fer

En vue de protéger contre la corrosion, les deux faces d'une plaque de fer de 20 cm sur 10 cm (on néglige l'épaisseur), on réalise un nickelage par électrolyse.

1-Proposer un protocole expérimental permettant de protéger le fer.

2-Justifier ce protocole.

On donne : $E°(Fe^{2+}/Fe) = -0,44V$; $E°(Ni^{2+}/Ni) = -0,23V$.

Matériel à disposition :

- *Electrolyseur de taille suffisante*
- *Electrode de nickel*
- *Electrode de fer*
- *Générateur de courant continu*

Solutions à disposition :

- *Solution de sulfate de nickel à 1 mol. L^{-1}*
- *Solution de sulfate de fer(II) à 1 mol. L^{-1}*

Compétence : Concevoir un protocole expérimental pour un dosage rédox.

Exercice 4 : Dosage du dioxyde de soufre par les ions permanganate

Le dioxyde de soufre est l'un des produits intervenant dans le phénomène de la pluie acide dans les zones industrielles.
On voudrait doser une solution de dioxyde de soufre avec une solution de permanganate de potassium de concentration C. la réaction de dosage a lieu suivant l'équation-bilan :

$$2MnO_4^- + 5SO_2(aq) + 2H_2O \rightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 4H^+$$

1- Choisir, dans la liste de matériel suivante, la verrerie nécessaire pour la réalisation du dosage.
2- Décrire le mode opératoire.

Matériel à disposition:

- *Pipettes jaugées de 5mL, 10 mL et 20 mL*
- *Propipette ou pipetteur*
- *Burette graduée de 25 mL*
- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL*
- *Eprouvette graduée de 100 mL et 250 mL*
- *Agitateur magnétique et barreau aimanté*

Domaine : Maîtrise de la communication.
Compétence : Exploiter un texte sur les explosifs.

Exercice 1 : Les explosifs

Les explosifs trouvent un vaste champ d'utilisation dans le domaine militaire où ils servent à élaborer des bombes, des missiles, des mines et autres charges explosives...
Par ailleurs, les applications pacifiques des explosifs sont nombreuses et importantes. Ils sont utilisés dans l'exploitation des carrières et des mines. Ils jouent un rôle indéniable dans la réalisation de grands projets de construction : barrages et tunnels. Ils trouvent des applications diverses en métallurgie.

1- Citer les applications pacifiques les plus importantes des explosifs.
2- Les explosifs, servent-ils au bien de l'humanité ? Expliquer.

Compétence : Utiliser un schéma de l'électrolyse.

Exercice 2 : Nickelage du fer

En vue de protéger contre la corrosion, les deux faces d'une plaque de fer de 20 cm sur 10 cm (on néglige l'épaisseur), on réalise un nickelage par électrolyse.
1- Faire le schéma du dispositif de nickelage.
2- Indiquer le sens du courant électrique et le sens de déplacement des porteurs de charge.

Compétence : Utiliser un graphe de l'électrolyse.

Exercice 3 : ***Electrolyse***

Durant une électrolyse, les valeurs mesurées de la tension ***U*** *et de l'intensité* ***I*** *sont regroupées dans le tableau suivant :*

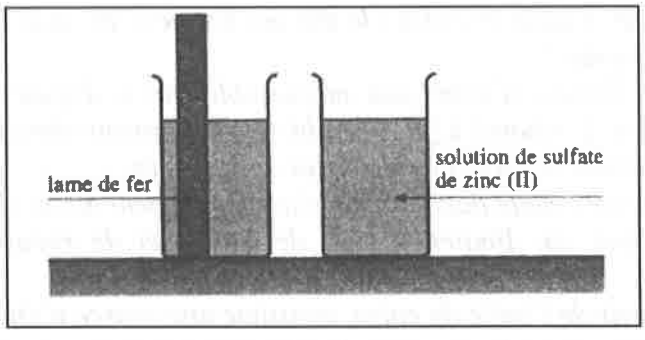
$U_{(V)}$	0	1	1,5	2	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
$I_{(mA)}$	0	0	0	2	5	12	20	30	39	48

1-Représenter graphiquement la courbe U = f(I).
2-Interpréter et exploiter le graphe obtenu.

Compétence : Utiliser le schéma d'une pile.

Exercice 4 : ***Pile fer - zinc***

1- Compléter le schéma ci-dessous de manière à réaliser une pile standard :



Données : $E°(Fe^{2+}/Fe) = -0,44$ V *$E°(Zn^{2+}/Zn) = -0,76$ V.*

2- Comment évolue la concentration des ions Zn^{2+} dans la demi-pile au zinc ? Expliquer.

Compétence : Exploiter un tableau de classification électrochimique.

Exercice 5 : ***Classification électrochimique***

En utilisant le tableau de la classification électrochimique des couples rédox, dire ce qui se passe lorsque l'on :

1-mélange une solution de nitrate de plomb (II) avec une solution de nitrate de cuivre (II).
2-plonge une lame de plomb dans une solution de nitrate de cuivre (II).

Compétence : Exploiter un tableau de données sur la variation de T, P et V_m.

<u>Exercice 6 :</u> Variation de T, P et V_m

Le tableau suivant donne la valeur expérimentale du volume molaire V_m d'un gaz pour diverses valeurs de température et de pression :

T (°c)	P(bar)	Vm ($L.mol^{-1}$)
-56	0,1	180
0	1	22,7
0	1,013	22,4
21	1,013	24,1
100	1	31
800	2	44,6

Interpréter ce tableau.

Compétence : Exploiter un texte sur les biocarburants.

<u>Exercice 7 :</u> Carburant vert

Depuis quelques mois, des véhicules roulent, dans la ville de Rouen (France), au biocarburant mis au point à partir de l'huile de colza ; le diester. Est-ce le prélude à une généralisation de l'utilisation des biocarburants ?
Le pétrole, combustible fossile, n'étant pas inépuisable, on a depuis longtemps songé à des carburants de substitution. L'éthanol C_2H_5OH, obtenu par fermentation de sucres, et l'un de ses dérivés, l'éthyltertiobutyléther (ETBE) ont été testés avec succès.
La combustion de l'éthanol rejette dans l'atmosphère, nettement moins d'oxyde de carbone que l'essence permettant ainsi de limiter l'effet de serre et de réduire la toxicité des gaz d'échappement.
Le diester, produit à partir de l'huile de colza, constitue une source d'énergie renouvelable, car il résulte de la réabsorption de carbone rejeté dans l'atmosphère lors de sa combustion.

1- *Expliquer pourquoi le diester et l'éthanol constituent des biocarburants.*
2- *Qu'appelle-t-on combustible fossile ? Citer des exemples.*
3- *Donner le nom et la formule des deux oxydes de carbone. Lequel est toxique ? Lequel contribue à l'effet de serre ? En quoi consiste cet effet ?*
4- *En se basant sur le texte, expliquer pourquoi le diester est une source d'énergie renouvelable.*

Compétence : Exploiter un tableau de données pour l'identification des alcanes.

<u>Exercice 8 :</u> Masses volumiques et identification des alcanes

Un laboratoire vient de recevoir trois bidons numérotés 1, 2 et 3 ; l'un contenant de l'hexane, un autre de l'octane et le dernier du décane.
Afin d'identifier le contenu de chaque bidon, on détermine la masse volumique de chacun des trois liquides en utilisant des fioles jaugées de 50mL et une balance de précision.

Chaque fiole jaugée est d'abord pesée à vide, puis remplie jusqu'au trait de jauge avec l'un des liquides. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Alcane	1	2	3
Masse de la fiole vide (g)	62,15	61,35	63,50
Masse de la fiole pleine (g)	98,70	94,15	98,65

Nom	Densité
Pentane	0,626
Hexane	0,665
Heptane	0,684
Octane	0,703
Nonane	0,718
Décane	0,730

1- Calculer la masse d'alcane contenu dans chacune des trois fioles. En déduire les masses volumiques ρ_1, ρ_2 et ρ_3 ainsi que les densités par rapport à l'eau, d_1, d_2 et d_3 correspondantes.

2- Identifier les alcanes 1, 2 et 3 à l'aide du tableau ci-contre et conclure.

Matière : Chimie

Année : Deuxième année Secondaire
Série Humanités

Evaluation des compétences

Domaine	*Compétences*
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Savons et détergents :*** *Obtention, composition, principe d'action, impact sur l'environnement et lutte.* ***Polymères synthétiques :*** *Propriétés, classification, synthèse, impact sur l'environnement et lutte.* ***Pesticides :*** *Classification, caractéristiques, impact sur l'environnement et lutte.* • ***Classer les espèces chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Détergents, polymères synthétiques, pesticides.* • ***Identifier :*** *Les ingrédients d'un savon, les sites actifs des détergents, les matières premières des détergents, les polymères biodégradables.* • ***Expliquer les conséquences de la chimie sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Détergents, polymère, pesticides.* • ***Décrire quelques activités expérimentales simples.***
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *Documents écrits , schémas, tableaux, diagrammes, graphiques.* • ***Exploiter un texte, un tableau ou un graphe :*** *Savons et détergents, polymères synthétiques, pesticides.* • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation de différentes sources d'information (ouvrages, périodiques, Internet…)*

Domaine: Application des connaissances.
Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques aux polymères.

Exercice 1 : Sacs en plastique

Sur un sachet en matière plastique sont inscrites les recommandations suivantes : ce sac est en P.E., matière recyclable. Sa destruction par incinération complète ne dégage pas de gaz nocifs ou de substances corrosives. Protégeons notre environnement ! Merci de ne pas jeter ce sac sur la voie publique ou dans la nature.

1-Dans quelle catégorie de matière plastique se classe le P.E ?
2-Que signifie matière plastique ?
3-Que signifie incinération ?
4-Indiquer les produits formés pendant la combustion de cette matière.
5-Pourquoi ne faut-il pas jeter ce sachet sur la voie publique ou dans la nature ?

Compétence : Décrire quelques activités expérimentales simples.

Exercice 2 : Règles en plastique

Toutes les règles en plastique ne sont pas réalisées avec le même plastique. Certaines sont en P.V.C., d'autres en plexiglas. Décrire un test chimique pour les distinguer.

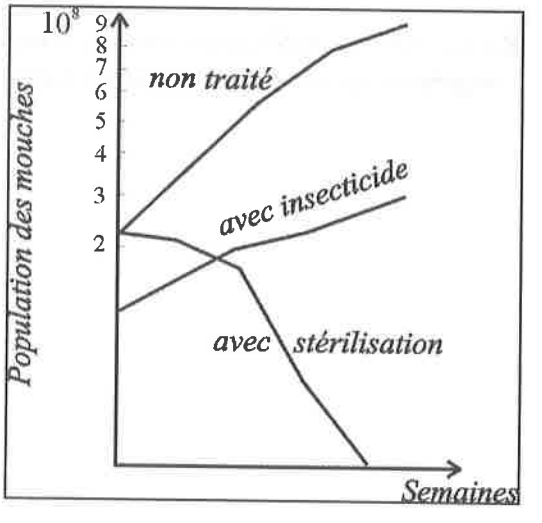
Matériel à disposition :

- *Béchers et erlenmeyers*
- *Tubes à essais*
- *Bec à gaz*
- *Des règles en plastique*

Domaine: Maîtrise de la communication.
Compétence : Exploiter un graphe sur les insectes.

Exercice 1 : Insectes et insecticides

Certains insectes interviennent dans divers processus écologiques. Cependant, lorsque la population d'un type d'insectes dépasse une certaine limite, l'équilibre de l'écosystème risque d'être rompu, ce qui peut entraîner des dégâts plus ou moins importants.
Pour lutter contre les insectes ravageurs, les agriculteurs ont recours à diverses méthodes : traitement par des insecticides, stérilisation...



Lire et interpréter le graphe ci-contre :

Compétence : Exploiter un texte sur la pollution de l'eau.

<u>Exercice 2 :</u> Détergents et eutrophisation

Les lacs et les rivières sont des milieux de vie en équilibre biologique. Cependant, l'introduction de nutriments dans les eaux (phosphore et azote), lesquels entraînent une évolution des synthèses aquatiques du stade dit oligotrophe (soit à faible présence de nutriments) vers le stade eutrophe (milieu riche en nutriments), est à la base de la pollution organique. L'excès de nutriments conduit à la prolifération des algues dont la décomposition nécessite une forte consommation d'oxygène.
Poussé à l'extrême, ce processus conduit à des situations anaérobies, avec formation de sulfure d'hydrogène qui dégage une odeur putride, et de méthane, empêchant une vie aquatique normale. Un kilo de phosphore permet à 114 kilos d'algues de se développer, dont la décomposition consomme l'oxygène dissous de 14 millions de litres d'eau.
On estime que dans les pays européens 20 à 33% des apports totaux en phosphore proviennent des poudres à lessives, auxquelles des polyphosphates sont ajoutés pour contrer les effets de l'eau calcaire sur le processus de lavage.
De plus les rejets excessifs de substances minérales nutritives (principalement nitrates et phosphates) favorisent le développement " explosif " d'algues bleues à la surface de l'eau.
L'eutrophisation provoque l'asphyxie et la disparition progressive de la faune et de la flore.

1- *Donner la raison de la transformation d'un milieu aquatique du stade oligotrophe au stade eutrophe.*
2- *Que signifient les mots : eutrophisation et prolifération ?*
3- *Indiquer l'effet de l'eutrophisation sur la faune et la flore ?*

Compétence : Mener une recherche documentaire sur les polymères.

<u>Exercice 3 :</u> Polymères

1- *Rechercher les différentes sortes de conditionnement des boissons.*
2- *Comparer leurs avantages et leurs inconvénients pour la consommation et l'environnement.*

Matière : Chimie ***Année : Troisième année secondaire***
Série : Sciences de la vie

Evaluation des compétences

Domaine	***Compétences***
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Etat gazeux :*** *Equation d'état d'un gaz parfait.* ***Cinétique chimique :*** *Vitesse d'une réaction, facteurs cinétiques, autocatalyse.* ***Equilibre chimique :*** *Loi d'action de masse, constantes d'équilibre, déplacement d'équilibre.* ***Réactions acido-basiques en solution aqueuse :*** *pH-métrie, dosage acido-basique, couple acide/base, constante d'équilibre, solutions tampons.* ***Chimie organique II :*** *Groupes Fonctionnels, structures, isoméries, propriétés physiques et chimiques et préparations de quelques composés organiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique et dérivés, amine, acide α-aminé).* ***Polymères :*** *Caractéristiques et utilisations des polymères naturels et synthétiques.* ***Savons et détergents :*** *Préparation et principe de détergence des savons, composition et propriétés des détergents.* ***Médicaments :*** *Formulations, propriétés, effets pharmacologiques de quelques médicaments (analgésiques, anesthésiques locaux et généraux, antiacides cationiques et anioniques, anti-inflammatoires, antibiotiques, calmants, antidépresseurs).* ***Nouveaux matériaux :*** *Propriétés, utilisations et industrie des céramiques et des composites.* • ***Identifier les caractéristiques :*** *D'une réaction d'ordre 0, 1 ou 2, de l'autocatalyse, de l'équilibre chimique, d'un milieu acido-basique, d'une réaction acido-basique quantitative, de quelques réactions en chimie organique.* • ***Identifier le rôle :*** *Des groupes hydrophiles et hydrophobes, des tensioactifs, des agents de support, des additifs dans un savon ou dans un détergent, de la fonction organique d'un médicament (principe actif).*

	• ***Classer les produits chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Les couples acide/base, les composés organiques, les polymères, les savons, les détergents, les médicaments, les nouveaux matériaux et leurs constituants.* • ***Relier les paramètres et/ou les grandeurs :*** *Des gaz parfaits, de la cinétique chimique, de l'équilibre chimique, des acides et des bases.* • ***Relier les propriétés et usages :*** *de quelques produits chimiques et de quelques matériaux.* • ***Expliquer les conséquences de la chimie sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Catalyseur, rôle physiologique d'un produit chimique, pH, dosage, usage prolongé d'un médicament, recyclage, industrie des savons et des détergents et des nouveaux matériaux.*
Elaboration d'une démarche expérimentale	• ***Réaliser des activités expérimentales :*** *Vitesse d'une réaction, facteurs cinétiques, pH-métrie, dosage acido-basique, identification d'une fonction organique (alcool, aldéhyde, cétone), saponification, précipitation des carboxylates métalliques, synthèse de l'aspirine.* • ***Faire le compte rendu d'une expérience.*** • ***Construire des modèles moléculaires.*** • ***Concevoir un protocole expérimental.***
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *Documents écrits, diagrammes, tableaux, schémas, graphes…* • ***Exploiter un texte scientifique.*** • ***Exploiter un tableau de données :*** *Caractéristiques d'un gaz parfait, paramètres d'une cinétique chimique et d'un équilibre chimique, classification des couples acide/base, dosage acido-basique, propriétés physiques des composés organiques et des nouveaux matériaux.* • ***Interpréter un schéma et/ou un graphe :*** *Modèles moléculaires, courbes cinétiques, courbes de dosages.* • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation de différentes sources d'informations (ouvrages, périodiques, internet…)*

Matière : Chimie *Année : Troisième année secondaire*

Série : Sciences Générales

Evaluation des compétences

Domaine	*Compétences*
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Etat gazeux :*** *Equation d'état d'un gaz parfait.* ***Cinétique chimique :*** *Vitesse d'une réaction, facteurs cinétiques, autocatalyse.* ***Equilibre chimique :*** *Loi d'action de masse, constantes d'équilibre, déplacement d'équilibre.* ***Réactions acido-basiques en solution aqueuse :*** *pH-métrie, dosage acido-basique, couple acide/base, constante d'équilibre, solutions tampons.* ***Chimie organique II :*** *Groupes Fonctionnels, structures, isoméries, propriétés physiques et chimiques et préparations de quelques composés organiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique et dérivés).* ***Polymères :*** *Caractéristiques et utilisations des polymères naturels et synthétiques.* • ***Identifier les caractéristiques :*** *d'une réaction d'ordre 0, 1 ou 2, de l'autocatalyse, de l'équilibre chimique, d'un milieu acido-basique, d'une réaction acido-basique quantitative, de quelques réactions en chimie organique.* • ***Classer les produits chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Les couples acide/base, les composés organiques, les polymères.* • ***Relier les paramètres et/ou les grandeurs :*** *Des gaz parfaits, de la cinétique chimique, de l'équilibre chimique, des acides et des bases.* • ***Mettre en relation les propriétés et usages :*** *de quelques produits chimiques, de quelques matériaux.* • ***Expliquer les conséquences de la chimie sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Catalyseur, rôle physiologique d'un produit chimique, pH, dosage, recyclage.*
Elaboration d'une démarche expérimentale	• ***Réaliser des activités expérimentales :*** *Vitesse d'une réaction, facteurs cinétiques, pH-métrie, dosage acido-basique, identification d'une fonction organique (alcool, aldéhyde, cétone).*

	• ***Faire le compte rendu d'une expérience.*** • ***Construire des modèles moléculaires.*** • ***Concevoir un protocole expérimental.***
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *Documents écrits, diagrammes, tableaux, schémas, graphes…* • ***Exploiter un texte scientifique.*** • ***Exploiter un tableau de données :*** *Caractéristiques d'un gaz parfait, paramètres d'une cinétique chimique et d'un équilibre chimique, classification des couples acide/base, dosage acido-basique, propriétés physiques des composés organiques.* • ***Interpréter un schéma et/ou un graphe :*** *Modèles moléculaires, courbes cinétiques, courbes de dosages.* • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation de différentes sources d'informations (ouvrages, périodiques, internet…)*

Domaine : application des connaissances

Compétence : identifier les caractéristiques de la réaction d'oxydation des ions I^-.

Exercice 1 : Cinétique de l'oxydation des ions I^-

On étudie la cinétique de l'oxydation des ions iodure I^- par l'eau oxygénée H_2O_2. L'équation-bilan de cette réaction est :

$$H_2O_2 + 2I^- + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O + I_2$$

Au cours de cette réaction on maintient sensiblement constantes, la température et les concentrations en ions H^+ et I^-. Le tableau ci-dessous présente les données expérimentales, donnant l'évolution au cours du temps de la concentration et de la vitesse de disparition de H_2O_2.

t (s)	0	66	136	210	295	379	469	700	878	1088
$[H_2O_2]$ $10^{-2}mol.L^{-1}$	2,55	2,42	2,29	2,16	2,02	1,89	1,76	1,48	1,27	1,08
v $10^{-5}mol.L^{-1}.s^{-1}$	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,16	0,99	0,85

1- Montrer que la vitesse v est proportionnelle à $[H_2O_2]$..
2- Vérifier que cette réaction est d'ordre 1.

Compétence : identifier les caractéristiques de l'autocatalyse.

Exercice 2 : Autocatalyse

L'oxydation de l'acide oxalique $H_2C_2O_4$ par une solution de permanganate de potassium $KMnO_4$ acidifiée par l'acide sulfurique est représentée par l'équation-bilan :

$$2MnO_4^- + 5\,H_2C_2O_4 + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

On mélange 20 mL d'une solution de permanganate de potassium de concentration 5.10^{-3} $mol.L^{-1}$ acidifiée avec 30 mL d'une solution d'acide oxalique de concentration 5.10^{-2} $mol.L^{-1}$. L'étude de l'évolution de la quantité de matière d'ions permanganate au cours du temps a permis de déterminer les vitesses de disparition de ces derniers :

$v_{30\,(s)} = 0,37.10^{-6}mol.s^{-1}$
$v_{60\,(s)} = 1,33.10^{-6}mol.s^{-1}$
$v_{100\,(s)} = 0,50.10^{-6}mol.s^{-1}$

Généralement la vitesse de disparition des réactifs diminue quand les concentrations de ceux-ci diminuent. Cette propriété vous paraît-elle vérifiée dans l'expérience envisagée ? Proposer une interprétation.

Compétence : identifier les caractéristiques d'une réaction acido-basique quantitative.

Exercice 3 : Acide ou basique ?

A 1L d'une solution de cyanure de potassium (K^+,CN^-) à 4.10^{-2} $mol.L^{-1}$ ($pK_a = 9,4$), on ajoute une solution d'acide nitreux HNO_2 à 8.10^{-2} $mol.L^{-1}$ ($pK_a = 3,4$), sans variation de volume.

1- Calculer la constante K_R de la réaction. Conclure.
2- Déterminer le pH de la solution obtenue. Préciser sa nature.

Compétence : identifier les caractéristiques de quelques réactions en chimie organique .

Exercice 4 : Alcool primaire ou secondaire?

Un composé organique A, saturé et non cyclique, est constitué d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'un seul atome d'oxygène. Lorsque le composé A réagit avec le sodium métal, on obtient un dégagement gazeux de dihydrogène.

1- Identifier le groupe fonctionnel mis en évidence par cette expérience. Ecrire la formule moléculaire du composé A en fonction de n (nombre d'atomes de carbone).
2- Le composé A subit l'oxydation ménagée pour former un composé B qui réagit avec la DNPH et ne réduit pas la liqueur de Fehling. Donner la formule semi-développée et le nom du composé A, sachant que sa masse molaire est de 74 $g.mol^{-1}$,

Compétence : relier les paramètres et/ou les grandeurs de la cinétique chimique

Exercice 5 : Vitesse ou concentration

En milieu acide fort, l'eau oxygénée oxyde les ions bromure en dibrome selon l'équation-bilan :

$$H_2O_2 + 2Br^- + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O + Br_2$$

L'expérience montre que la réaction est d'ordre 1 par rapport à chacun des réactifs.

1- Dans des conditions expérimentales données, la vitesse initiale de consommation de Br^- est $v_0(Br^-) = 10^{-2} mol.L^{-1}.s^{-1}$. Calculer la vitesse initiale de consommation de H_2O_2 et la vitesse initiale de la réaction
2- En gardant la même température, la concentration initiale des réactifs est divisée par deux, calculer la vitesse initiale d'apparition de dibrome.

Compétence : relier les paramètres et/ou les grandeurs des acides et des bases.

Exercice 6 : Acide ou basique ?

On prépare 1 litre d'une solution (S) à partir de 500 mL d'une solution d'acide éthanoïque (S_1) à 1 $mol.L^{-1}$ et de 500 mL d'une solution (S_2) d'ammoniac à 0,6 $mol.L^{-1}$.
Calculer le pH de la solution (S).
On donne : $pK_a(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$ et $pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9,2$.

Compétence : relier les paramètres et/ou les grandeurs de l'équilibre chimique.

Exercice 7 : Déplacement d'équilibre

1- Etudier l'influence de l'augmentation de la température ou de la diminution de la pression sur l'équilibre de la réaction suivante :

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g) \qquad \Delta H = -10\ kJ.mol^{-1}.$$

2- Etudier l'influence de l'addition du carbone graphite ou de l'addition du dioxyde de carbone sur l'équilibre de la réaction suivante :

$$C(graphite) + CO_2(g) \rightleftarrows 2CO(g)$$

Compétence : Expliquer les conséquences de l'acidité sur l'environnement.

Exercice 8 : Poissons et pH

Les poissons d'eau douce tolèrent généralement des pH compris entre 6,5 et 7,5.
Un aquarium de 500 L est rempli d'eau de pluie dont le pH est inférieur à 6.

1- Interpréter la valeur de pH de l'eau de pluie. Cette eau est-elle convenable pour les poissons d'eau douce ?

2- Dans l'aquarium, renfermant initialement 500 L d'eau pure (pH = 7,0), on a versé par inadvertance 25 mL d'un produit ménager renfermant de l'acide chlorhydrique à 2 $mol.L^{-1}$.

3- Calculer la nouvelle valeur de pH et prévoir l'effet de cette pollution sur la vie des poissons.

4- Indiquer l'effet d'une erreur identique à la précédente, si l'aquarium renfermait un mélange tampon AH/A^- ? Conclure.

On donne : $[AH] = [A^-] = 1,0.10^{-3} mol.L^{-1}$ et $pK_a (AH/A^-) = 6,8$.

Compétence : Expliquer les conséquences du CO_2 sur la santé.

Exercice 9 : Sang et pH

Le pH du sang peut varier normalement entre 7,35 et 7,45 ; valeurs contrôlées par les deux couples acides/bases : CO_2/HCO_3^- ($pK_{a1} = 6,1$) et $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ ($pK_{a2} = 7,2$).
Dans l'organisme, le méthanol CH_3OH est souvent oxydé, en présence de certaines enzymes, en méthanal HCHO ou en acide méthanoïque HCOOH ($pK_{a3} = 3,8$). Dans ce deuxième cas, il peut provoquer une acidose pouvant être mortelle, lorsque le pH du sang devient inférieur à 6,8.

1- Dans le cas d'une acidose, calculer les rapports : $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$, $\frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$ et $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

2- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de HCO_3^- avec HCOOH. Calculer sa constante K_R.

3- Comment l'organisme procède-t-il pour éliminer l'excès de dioxyde de carbone formé ?

Compétence : Expliquer les conséquences de la teneur en acide lactique dans le lait sur la santé.

Exercice 10 : Dégradation du lactose

Le lactose est l'un des constituants du lait. Sa dégradation au contact de l'air conduit à la formation, entre autres produits, de l'acide lactique représenté par AH de $pK_a = 3,8$.
Par conséquent, la teneur en acide lactique dans le lait est considérée comme un critère de fraîcheur et de qualité du lait.
L'acidité moyenne d'un lait est normalement de 1,6 à 1,8$g.L^{-1}$ d'acide lactique correspondant à un pH de 6,7 à 6,8.
Un lait consommable doit contenir moins de 1,8 $g.L^{-1}$ d'acide lactique et lorsque la teneur de ce dernier dépasse 4 $g.L^{-1}$, le lait caille.

1- Préciser l'espèce chimique prédominante du couple acide/base dans un lait de pH = 7.

2- On dose 20 mL de lait par une solution de soude de concentration 0, 1$mol.L^{-1}$. Il faut verser 8,5mL de la solution basique pour atteindre l'équivalence. Le lait dosé est-il frais ? Justifier.

Domaine : élaboration d'une démarche expérimentale

Compétence : Concevoir un protocole expérimental de la dilution.

<u>Exercice 1 :</u> Dilution

En chimie, il est souvent nécessaire de préparer des solutions aqueuses diluées à partir de solutions plus concentrées ou de solutions commerciales.
Les indications portées sur l'étiquette d'une bouteille contenant une solution S_0 d'acide chlorhydrique sont les suivantes :

Densité par rapport à l'eau : d = 1,16
Degré de pureté 37:%
Masse molaire : $M = 36,5\ g.mol^{-1}$

On désire préparer V = 1L d'une solution S d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,1\ mol.L^{-1}$ à partir de S_0.

1- Calculer le volume de la solution commerciale S_0 à prélever pour préparer la solution S.
2- Enumérer le matériel qui sera nécessaire pour réaliser cette dilution.
3- Quelle précaution doit-on prendre compte selon les recommandations figurant l'étiquette?
4- Décrire en quelques lignes le mode opératoire à suivre pour préparer la solution S.

Compétence : Concevoir un protocole expérimental sur le dosage.

<u>Exercice 2 :</u> Eau minérale

Les étiquettes portées par les bouteilles d'eaux minérales indiquent la nature des ions présents, leur concentration massique et le pH de l'eau.

On voudrait vérifier au cours d'une expérience l'indication de l'étiquette concernant la concentration massique en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- (ions bicarbonate connus pour faciliter la digestion).

Pour ce faire, on réalise un dosage de l'eau minérale par une solution d'acide chlorhydrique S de concentration $C = 0,1\ mol.L^{-1}$.

<u>Matériel à disposition :</u>

- *Pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL et 20 mL.*
- *Propipette.*
- *Pissette d'eau distillée.*
- *Eprouvettes graduées de 5 mL, 10 mL, 20 mL, 25 mL et 100 mL.*
- *Burette graduée de 25 mL.*
- *Fioles jaugées de 50 mL, 100 mL et 250 mL.*
- *Béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL.*

- *Erlenmeyers de 50 mL, 100 mL et 250 mL.*
- *Agitateur magnétique et barreau aimanté.*

Solutions à disposition :

- *Eau minérale à analyser.*
- *Solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,5\ mol.L^{-1}$.*
- *Indicateur coloré (Le vert de Bromocrésol : jaune $3,8 < pH < 5,4$ bleu).*

1- Décrire avec précision la préparation de 100 cm^3 de la solution S en indiquant la nature de verrerie utilisée.
2- Schématiser le dispositif expérimental du dosage(avec légende).
3- Décrire brièvement le mode opératoire à suivre pour réaliser ce dosage.

Compétence : Concevoir un protocole expérimental sur la saponification.

Exercice 3 : Saponification

Les savons s'obtiennent par saponification des corps gras, il s'agit de la réaction d'une solution de soude avec un triglycéride. On se propose de réaliser une réaction de saponification.

Matériel à disposition :

- *Chauffe ballon.*
- *Ballon de 250 mL.*
- *Réfrigérant à boules pour un chauffage à reflux*
- *Eprouvette graduée de 25 mL.*
- *Balance.*
- *Pissette d'eau distillée.*
- *Verre de montre.*
- *Grains de pierre ponce.*
- *Spatule.*
- *Gants et lunettes.*

Solutions à disposition :

- *Hydroxyde de sodium(soude en pastille).*
- *Huile d'olive.*
- *Ethanol.*

A) Dans un ballon de 250 mL, on introduit successivement à l'aide d'une éprouvette :

20 mL d'huile d'olive,
20 mL d'éthanol,
20 mL d'une solution de soude de concentration $C = 3\ mol.L^{-1}$,
puis à l'aide d'une spatule, on introduit quelques grains de pierre ponce.

1. *Calculer la masse d'hydroxyde de sodium qu'il faut peser pour préparer V = 20 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C = 3 mol.L^{-1} ? (M_{NaOH} = 40 g.mol^{1}).*
2. *Est-il nécessaire de prendre des précautions ? Pourquoi ?*

B) Pour homogénéiser le mélange, on l'agite, on adapte un réfrigérant à reflux, puis on porte le mélange à ébullition douce pendant 30 minutes environ.

1. *Faire un schéma annoté du montage réalisé.*
2. *Indiquer les rôles du chauffage, du réfrigérant à reflux et des grains de pierre ponce.*
3. *Justifier le choix du chauffe ballon électrique au lieu du bec à gaz.*

Domaine : maîtrise de la communication

Compétence: utiliser une courbe cinétique.

<u>Exercice 1:</u> Vitesse de réaction

L'étude cinétique de la saponification d'éthanoate (acétate) de méthyle a donné les résultats suivants :

Temps (min)	*3*	*5*	*7*	*10*	*15*	*21*	*25*
[HO^-](10^{-3} mol.L^{-1})	*7,4*	*6,3*	*5,5*	*4,6*	*3,6*	*2,8*	*2,5*
[CH_3COO^-](10^{-3} mol.L^{-1})	*2,6*	*3,7*	*4,5*	*5,4*	*6,4*	*7,2*	*7,5*

1- Ecrire l'équation-bilan de cette saponification.
2- Tracer, sur un même graphique l'allure des deux courbes donnant les concentrations d'acétate et HO^- en fonction du temps. (prendre 1 cm pour 1 min et 2 cm pour 10^3.concentration).
3- Tracer les vecteurs vitesses aux dates 6 et 18 min.

Compétence: utiliser un schéma.

<u>Exercice 2:</u> Carbone asymétrique

Montrer en utilisant des schémas, que chacun des deux composés : l'acide 2-aminopropanoïque et le butan-2-ol, possède un carbone asymétrique.

Compétence: Employer un vocabulaire scientifique adapté.

***Exercice 3:* Hydrogénation catalytique**

En présence d'un catalyseur, le nickel, l'hydrogénation d'un aldéhyde donne un alcool primaire et celle d'une cétone, un alcool secondaire.

Ecrire les équations-bilans de ces deux réactions.

Compétence: Employer un vocabulaire scientifique adapté.

***Exercice 4:* Equations chimiques**

On considère les équations-bilans suivantes:.

- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2OH + 1/2O_2 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - CHO + H_2O$
- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CHO + 2\,Cu^{2+} + 5\,HO^- \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - COO^- + Cu_2O + 3\,H_2O$
- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2\,OH \xrightarrow{Al2O3.400C} CH_3 - CH_2 - CH = CH_2 + H_2O$
- $3CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2\,OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16\,H^+ \rightarrow 3CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH + 4\,Cr^{3+} + 11H_2O$
- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH + NH_3 \rightarrow 3CH_3 - CH_2 - CH_2 - COONH_4$

1- Nommer les réactifs et les produits organiques présents dans ces équations.
2- Traduire ces équations-bilans par des phrases.

Compétence : exploiter un tableau de données relatives à un équilibre chimique.

***Exercice 5:* Equilibre chimique**

Le tableau ci-dessous donne des informations relatives à l'équilibre de la réaction suivante :

$$H_2\,(g) + I_2\,(g) \rightleftarrows 2HI\,(g) \qquad \Delta H = -10kJ.mol^{-1} \text{ à } 731K$$

Exp.	conc. initiale mol. L^{-1}			Exp.	conc. à l'équilibre mol. L^{-1}		
	$[H_2]$	$[I_2]$	$[HI]$		$[H_2]$	$[I_2]$	$[HI]$
1	$2,4\times10^{-2}$	$1,38\times10^{-2}$	0	1	$1,14\times10^{-2}$	$0,12\times10^{-2}$	$2,52\times10^{-2}$
2	$2,44\times10^{-2}$	$1,98\times10^{-2}$	0	2	$0,77\times10^{-2}$	$0,31\times10^{-2}$	$3,34\times10^{-2}$
3	0	0	$3,04\times10^{-2}$	3	$0,345\times10^{-2}$	$0,345\times10^{-2}$	$2,35\times10^{-2}$
4	0	0	$7,58\times10^{-2}$	4	$0,86\times10^{-2}$	$0,86\times10^{-2}$	$5,86\times10^{-2}$

1- En se référant aux données des expériences 1 et 2, montrer que :
$n(H_2$ réagissant$) = n(I_2$ réagissant$) = ½n(HI$ formé$)$
2- Expliquer pourquoi dans les expériences 3 et 4 $[H_2]_{éq} = [I_2]_{éq}$. En est-il de même dans les expériences 1 et 2 ?

Compétence: Exploiter un tableau de données relatives à l'équilibre chimique.

<u>Exercice 6 :</u> Exothermique ou endothermique?

On considère les données relatives à l'équilibre de la réaction suivante :

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftarrows 2SO_3\,(g)$$

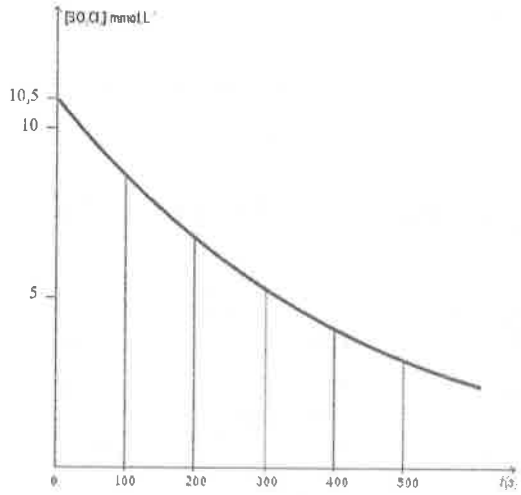
T(°C)	600	700	800	900
K_p	$3,2.10^3$	2.10^2	32	6,3

En utilisant les données ci-dessus, déduire si la réaction directe (sens 1) est exothermique ou endothermique.

Compétence : interpréter une courbe cinétique.

<u>Exercice 7 :</u> Temps de demi-réaction

L'étude cinétique de la réaction suivante: $SO_2Cl_2\,(g) \longrightarrow SO_2\,(g) + Cl_2\,(g)$, permet de tracer la courbe ci-dessous.



1- Déterminer le temps de demi-réaction et montrer qu'il est constant.
2- Déduire l'ordre de cette réaction .

Compétence : exploiter un texte scientifique sur les nouveaux matériaux.

Exercice 8 : ***Matériaux composites***

Un composite peut-être constitué d'un renfort en fibres enrobé dans une matrice en plastique. Les fibres peuvent être de verre, de graphite ou de nylon. La résistance des fibres et la flexibilité des plastiques produisent un matériau solide (résistant), léger, non-corrosif et supportant les vibrations.

1- Les constituants d'un composite sont-ils chimiquement combinés ou conservent-ils leurs propriétés spécifiques ?
2- Citer trois avantages de l'utilisation des composites à la place des métaux dans l'industrie automobile.

Compétence: mener une recherche sur la supraconductivité.

Exercice 9: ***Supraconductivité***

Les " supraconducteurs" sont de nouveaux matériaux d' un grand intérêt pour l'industrie moderne. Mener une recherche sur la supraconductivité: aperçu historique, principe et domaines d'application.
Sources d'informations proposées :

1. ***Internet*** *: WWW.YAHOO.COM (search engine) . Visiter les sites suivants:*
http://members.tripod.com/~chabanoiscedric ;
http://www.lema.phys.univ-tours.fr/Matériaux/Supra /IndexS;
http://www.admin.ch/bfe/presse/1997/9703271f.htm.
2. ***Périodique*** *: CNRS.3 rue Michel-Ange 75794 PARIS CEDEX16-TEL33(0)1 44 96 40 00-FAX33(0) 1 44 96 50 00 . Juin N° ISSN 1162–2024.*

Matière : Chimie

Année : Troisième année secondaire
Série : Sociologie et Economie

Evaluation des compétences

Domaine	Compétences
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Aliments :*** *Nature, composition moyenne, apports nutritionnels, catabolisme, régimes alimentaires.* ***Parfums et cosmétiques :*** *Principales formulations, composition, propriétés.* ***Médicaments courants :*** *Noms génériques et commerciaux, propriétés et formes des différents types de médicaments.* • ***Classer les espèces chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Glucides, lipides, triglycérides, protéines, minéraux, vitamines, additifs, cosmétiques, matières premières des parfums, analgésiques, anesthésiques, polluants.* • ***Identifier :*** *Les facteurs physiques et chimiques de la dénaturation des protéines,* *les sources, les fonctions et le besoin de vitamines,* *les types des protéines de l'œuf,* *le besoin énergétique de l'homme,* *les sources de la pollution (eau, sol),* *les sources des déchets solides,* *les mesures prises pour investir dans l'industrie chimique.* • ***Expliquer les conséquences de la chimie sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Aliments, parfums et cosmétiques, médicaments courants, déchets, environnement, chimie et économie.*
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *Documents écrits, schémas, tableaux, diagrammes, graphes, …* • ***Exploiter un texte, un tableau ou un graphe :*** ***Aliments :*** *besoins nutritionnels et énergétiques, réserves alimentaires, code des additifs alimentaires, composition, régimes alimentaires.* ***Parfums et cosmétiques :*** *aspect économique, utilisation, risque, composition, ingrédients.* ***Médicaments courants :*** *(règles de sûreté, avantages et inconvénients, utilisation).* ***Déchets et environnement :*** *sources, effets, impact et traitement, énergie de l'incinération.* ***Chimie et économie :*** *(importance et contribution, effets sociaux et politiques, production et investissement).* • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation de différentes sources d'informations (ouvrages, périodiques, visite des usines et des chantiers, médias, internet …)*

Matière : Chimie

Année : Troisième année secondaire
Série : Lettres et Humanités

Evaluation des compétences

Domaines	*Compétences*
Application des connaissances	• ***Utiliser les connaissances spécifiques à la chimie :*** ***Aliments :*** *Nature, composition moyenne, apports nutritionnels, catabolisme, régimes alimentaires.* ***Parfums et cosmétiques :*** *Principales formulations, composition, propriétés.* ***Médicaments courants :*** *Noms générique et commercial, propriétés et formes de différents types de médicaments.* • ***Classer les espèces chimiques en se fondant sur leurs propriétés :*** *Glucides, lipides, triglycérides, protéines, minéraux, vitamines, additifs, cosmétiques, matières premières des parfums, analgésiques, anesthésiques.* • ***Identifier :*** *les facteurs physiques et chimiques de la dénaturation des protéines,* *les besoins en vitamines, leurs sources et leurs fonctions,* *les types des protéines de l'œuf,* *le besoin énergétique de l'homme.* • ***Expliquer les conséquences de l'utilisations des produits chimiques sur la santé, la qualité de la vie et l'environnement :*** *Aliments, parfums et cosmétiques, médicaments courants.*
Maîtrise de la communication	• ***Employer un vocabulaire scientifique adapté.*** • ***Utiliser les différents modes de représentation :*** *Documents écrits, schémas, tableaux, diagrammes, graphes, …* • ***Exploiter un texte, un tableau ou un graphe :*** ***Aliments :*** *besoins nutritionnels et énergétiques, réserves alimentaires, code des additifs alimentaires, composition, régimes alimentaires.* ***Parfums et cosmétiques :*** *aspect économique, utilisation, risque, composition, ingrédients.* **Médicaments courants :** (règles de sûreté, avantages et inconvénients, utilisation). • ***Mener une recherche documentaire :*** *Utilisation de différentes sources d'informations (ouvrages, périodiques, visite des usines et des chantiers, médias, internet…)*

Domaine : application des connaissances

Compétence : utiliser les connaissances spécifiques au cholestérol.

<u>Exercice 1 :</u> Le cholestérol

Le cholestérol provient des aliments et peut être synthétisé dans le foie.

1- Dire si le cholestérol est un lipide, un protide ou un glucide . Justifier.

2- Est-il soluble dans l'eau ?

3- Citer deux fonctions du cholestérol dans le corps humain.

Compétence : utiliser les connaissances spécifiques au lait.

<u>Exercice 2 :</u> Le lait

Le lait est un aliment complet. C'est de plus un édifice physico-chimique d'une grande complexité, puisqu'il contient à la fois des glucides, des lipides, des protéines....

1- Identifier les principaux éléments chimiques d'une protéine.
2- Nommer la liaison reliant les molécules d'une protéine.
3- Citer deux fonctions des protéines dans le corps humain.

Compétence : identifier les sources de la pollution des eaux.

<u>Exercice 3 :</u> La pollution des eaux

L'analyse d'un échantillon d'eau de lac montre la présence de nitrate d'ammonium, de bactéries et d'huile.

1- Nommer les sources possibles de la pollution du lac.
2- Citer deux polluants des eaux non énumérés ci-dessus.

Compétence : Utiliser les connaissances spécifiques aux cosmétiques.

<u>Exercice 1 :</u> Crème pour bébés

On donne la composition d'une crème pour bébés :

Ingrédients	*Pourcentage en masse*
Huile minérale	*15*
Adoucissant	*5*
Emulsifiant	*5,5*
Glycérol	*2*
Eau	*72,5*
Parfums, conservateurs...	*traces*

1- Indiquer le type d'émulsion dans cette crème.
2- Déterminer le rôle et les types d'émulsifiants.
3- Préciser le rôle du glycérol.
4- A quoi sert cette crème ?

Domaine : Maîtrise de la communication

Compétence : exploiter un texte sur la sauce hollandaise.

<u>Exercice 1 :</u> Une sauce hollandaise

Pour faire une sauce hollandaise, on bat des jaunes d'œufs, seuls, afin de bien mélanger leurs constituants, puis on ajoute de l'eau, du jus de citron et du sel. On chauffe doucement, on mélange et on ajoute du beurre, régulièrement, tout en fouettant.

Que se passe-t-il lors de ces opérations successives ?

D'abord, nous avons dispersé les molécules dites "tensio-actives" des jaunes d'œufs dans la solution aromatisée : ces molécules, dont une extrémité fuit l'eau, se regroupent en petites sphères, nommées micelles, avec leurs extrémités hydrophobes à l'intérieur et leurs extrémités hydrophiles à l'extérieur, au contact de l'eau.*

Puis en fouettant, on a progressivement introduit du beurre fondant au centre des micelles et l'on a formé des gouttelettes de beurre fondu, couvertes de molécules tensio-actives et dispersées dans la phase aqueuse. Ces molécules stabilisent donc l'émulsion.

** Composé tensio-actif : molécule ou ion dont une extrémité est hydrophile et l'autre extrémité hydrophobe.*

1- En mélangeant simultanément les divers ingrédients cités dans le texte, quel type de mélange obtient-on ?
2- Définir les termes : hydrophobe, hydrophile et émulsion.

3- Donner le rôle des tensio-actifs.
4- Que renferme essentiellement le jaune d'œuf ?
5- Quand on fait chauffer un œuf dans l'eau, il devient dur. Nommer ce phénomène.
6- Cette sauce conviendrait-elle à une personne qui suit un régime pauvre en graisses ? Justifier.

Compétence : exploiter un texte sur un médicament.

Exercice 2 : Un produit pas comme les autres!

Dans la notice descriptive que l'on trouve dans la boîte de divers médicaments, on trouve les recommandations générales suivantes :

CECI EST UN MEDICAMENT

- ***Un médicament n'est pas un produit comme les autres***
- *Il vous concerne vous et votre santé*
- ***Le médicament est un produit actif***
- *Une longue recherche a permis de découvrir son activité, mais son absorption n'est pas toujours sans danger*
- ***Ne le laissez pas à portée de main des enfants***
- *Il ne faut jamais abuser des médicaments*
- *Il ne faut utiliser les médicaments qu'à bon escient*
- ***Utilisez les médicaments prescrits comme vous le dit votre médecin***
- *Il sait quels sont les médicaments dont vous avez besoin*
- *Exécutez exactement les prescriptions de son ordonnance : suivez le traitement prescrit*
- *Ne l'interrompez pas, ne le reprenez pas de votre seule initiative*
- ***Votre pharmacien connaît les médicaments : suivez ses conseils***
- ***Il ne s'agit pas pour vous de prendre beaucoup de médicaments***
- ***Il s'agit pour vous de prendre les médicaments dont vous avez besoin.***

1- Un médicament n'est pas un produit comme les autres. Expliquer.
2- Un médicament prescrit par un médecin à un malade, peut-il être utilisé par un autre malade sans l'avis du médecin ? Justifier.
3- A qui doit-on s'adresser pour avoir des renseignements précis sur les divers effets d'un médicament ? Pourquoi ?
4- A quelles familles de médicaments appartiennent : le Maalox et le Panadol ?
5- Pourquoi ne doit-on pas laisser les médicaments à la portée des enfants ?

Compétence : exploiter un tableau de la composition d'un lait.

<u>Exercice 3 :</u> Composition d'un lait.

L'étiquette d'une boîte de lait en poudre pour enfants contient les indications suivantes :

Analyse moyenne	*Pour 100g de poudre*
Valeur énergétique	*2000kJ*
Protéines (caséine, lactosérum...)	*16,0g*
Glucides (lactose, maltose...)	*56,4g*
Lipides (acides lactiques, graisses végétales, lécithine, acide linoléique...)	*21,0g*
Eau	*3,0g*
Sels minéraux (Na, K, Ca, Mg, Cl, P...)	*3,6g*

1- Définir la valeur énergétique d'un aliment ?

2- Indiquer à quelle classe d'osides (saccharides) appartiennent le lactose et le maltose ?

3- A partir de quel saccharide peut-on préparer le lactose ?

4- Ecrire la formule moléculaire et la formule structurale linéaire du lactose.

5- L'acide linoléique est un acide gras non saturé. Justifier.

Compétence : employer un vocabulaire scientifique adapté.

<u>Exercice 4 :</u> Acide acétylsalicylique

Sur une boîte de médicament, on peut lire :

Aspirine
Acide acétylsalicylique .....0,5 g
Excipient .....un comprimé
Conserver à l'abri de l'humidité et à moins de 25° C

1- Donner le nom générique et le nom du constituant actif.

2- Quelle est la galénique de ce médicament ?

Compétence : mener une recherche documentaire sur les calmants.

Exercice 5 : ***Calmants***

1- Mener une recherche permettant de connaître la consommation de deux calmants, le Valium® et le Librium® au Liban.
2- Proposer un outil convenable pour mener cette recherche et collecter les informations.

Sources d'informations : médecins et pharmacies, Ministère de la Santé Générale.

Compétence : Dresser un tableau sur la consommation et les déchets.

Exercice 6 : ***Consommation et déchets***

Une famille consomme, en moyenne, par jour deux boîtes de lait, cinq boîtes de boissons gazeuses et trois bouteilles d'eau minérale. Sachant que les masses du carton contenant le lait, de la boîte d'aluminium contenant la boisson et de la bouteille en plastique contenant l'eau sont respectivement 80; 60 et 50 g,
Présenter, sous forme de tableau, les masses de ces trois déchets fournis par une famille et par les douze familles bâbitant le même immeuble, pendant un jour, un mois et un an.

Compétence : Exploiter un texte sur les cosmétiques.

Exercice 7 : ***La permanente des cheveux : cheveux frisés***

Le cheveu est principalement composé d'une protéine, la kératine, formée par la combinaison de vingt acides α-aminés différents. Elle est spécialement riche (16 à 18%) en cystine et possède une structure tertiaire dans laquelle il y a un grand nombre de liaisons disulfures – S – S – (également appelé pont disulfure). Ce sont ces liaisons qui donnent aux cheveux leur forme.
Une permanente s'effectue en deux étapes :
Dans la première, les cheveux sont traités par un agent réducteur, le thioglycolate d'ammonium, ce qui entraîne la rupture des liaisons disulfures et la formation de groupes SH.
Dans la deuxième étape, les cheveux réduits sont traités avec un agent oxydant (l'eau oxygénée) ce qui entraîne la formation de liaisons disulfures selon une nouvelle disposition. Ces liaisons donnent à la kératine une nouvelle structure tertiaire d'où la forme enroulée des cheveux.

1- Définir la dénaturation d'une protéine.
2- Montrer que la kératine subit une dénaturation lors du traitement décrit ci-dessus.
3- A quoi est dû l'enroulement des cheveux ?

EPREUVES TYPES
POUR LES EXAMENS OFFICIELS

Instructions générales pour l'épreuve écrite de chimie aux examens officiels

Classe: 3ème année Secondaire.
Sciences de la vie et Sciences générales

L'épreuve de chimie permet d'apprécier les mesures dans lesquelles le candidat a acquis les compétences définies dans le « tableau de compétences » : Guide de l'enseignant pour l'évaluation.

- ***Nature de l'épreuve***

L'épreuve de chimie comprend trois exercices obligatoires notés au total sur 20. Ils sont indépendants et peuvent être traités par le candidat dans l'ordre de son choix.
Chacun de ces trois exercices est conçu pour évaluer des compétences intégrées dans des domaines différents.

L'épreuve doit répondre à plusieurs exigences:

- *Le strict respect de la philosophie de l'évaluation (Guide + annale zéro)et du programme officiel (Bulletin officiel: N°21, du 30/ 4 / 1999).*
- *La prise en compte des pratiques pédagogiques des enseignants qui font appel, d'une manière équilibrée, aux trois niveaux de connaissances (acquisition, transfert et production).*
- *Le choix de compétences appartenant à tous les domaines et intégrant des objectifs d'apprentissage appartenant aux différents thèmes du programme.*
- *La présentation soignée des documents proposés.*
- *L'adjonction d'un barème propre à chaque exercice dans le but de garantir une notation homogène des copies.*
- *L'autorisation de l'usage d'une calculatrice scientifique non programmable dans le but de choisir des situations d'évaluation pratiques et réelles.*

- ***Coefficient***

Les notes attribuées à chaque exercice sont comprises entre 6 et 8.

- ***Durée***

La durée de l'épreuve est de deux heures.

A quoi, doit repondre la copie des élèves?

Dans le domaine de ***l'application des connaissances:***

- *Tri et analyse des données pertinentes.*
- *Mobilisation des connaissances appropriées à la chimie:*
  - *Choix du concept, du principe, du modèle, de la loi, de l'hypothèse...*
  - *Choix de la formule*
  - *Expression littérale de la solution*
  - *Choix des unités.*
- *Mobilisation des connaissances non appropriées à la chimie (calcul, fonctions circulaires, logarithme, vecteurs ...).*
- *Pertinence du résultat.*

Dans le domaine de ***la communication*** *:*

- *Passage d'un mode de représentation à un autre.*
- *Respect des règles du mode de représentation choisi (symbole, équation, échelle, écriture des indices...).*
- *Tri et analyse des informations pertinentes.*
- *Mobilisation des connaissances appropriées à la chimie*
- *Mobilisation des connaissances non appropriées à la chimie*
- *Rédaction claire et sans redondance.*

Dans le domaine de ***l'expérimentation :***

- *Choix du matériel*
- *Réalisation du montage*
- *Respect des consignes de sécurité*
- *Mesures*
- *Réponses aux questions*
- *Pertinence du résultat*
- *Compte-rendu*

Cette liste n'est nullement exhaustive.

SUJET - 1

PREMIER EXERCICE
(6 points)

LE LAIT

Le lait est un mélange complexe, renfermant de l'eau, des glucides, des lipides, des protides, des sels minéraux, des vitamines, ...
Le lait frais contient peu d'acide lactique, provenant d'une lente dégradation du lactose en présence de bactéries; pour cela, le dosage de l'acidité d'un lait nous renseigne sur son état de fraîcheur : l'augmentation de l'acidité d'un lait est signe de mauvaise conservation. On supposera, dans ce qui suit, que l'acidité du lait est uniquement due à l'acide lactique.

Données :

Acide lactique : $pK_a = 3,9$; masse molaire = 90 $g.mol^{-1}$.
La concentration en acide lactique d'un lait frais doit être inférieure ou égale à 1,8$g.L^{-1}$.

Liste de matériel de laboratoire : béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; pipettes jaugées (5 ; 10 et 20mL) ; éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; burettes graduées (25 et 50mL) ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

Indicateurs colorés, zone de virage et couleur des formes acide et basique :

Hélianthine	*3,1 – 4,4*	*rouge - jaune*
Rouge de méthyle	*4,2 – 6,2*	*rouge - jaune*
Phénolphtaléine	*8,2 – 10,0*	*incolore - rose.*

I- Caractéristiques de l'acide lactique

1- *La dégradation du lait est catalysée par des substances chimiques. Donner le nom de ces catalyseurs ?*
2- *Le lait se conserve mieux dans un réfrigérateur. Indiquer le facteur cinétique qui intervient dans ce cas pour ralentir sa décomposition ?*
3- *Le nom systématique de l'acide lactique est : acide 2-hydroxypropanoïque.*
   a- *Ecrire sa formule semi-développée. Encadrer les groupes fonctionnels présents dans sa molécule.*
   b- *Ecrire son couple acide/base et préciser l'espèce prédominante à pH = 6,7 ; valeur moyenne du pH d'un lait de vache frais.*

II- Dosage de l'acide lactique

1- *On détermine l'acidité du lait par dosage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (soude NaOH) de concentration 0,05mol.L^{-1}.*
Le lait prélevé est placé dans un erlenmeyer. Après addition de plusieurs gouttes d'indicateur coloré, la solution de soude est versée progressivement tout en maintenant une agitation régulière à l'aide d'un agitateur magnétique.

   a- *Nommer le type de verrerie qu'on doit utiliser pour prélever le lait et pour additionner la solution de soude ? Faire un schéma annoté du montage utilisé pour réaliser le dosage.*
   b- *Préciser le rôle de l'agitation du mélange réactionnel ?*
   c- *Discuter la nature acido-basique de la solution obtenue à l'équivalence.*
   d- *Proposer un indicateur coloré adapté à ce dosage. Comment repère-t-on l'équivalence dans le cas étudié ?*
   e- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.*

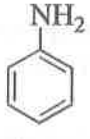
2- *On dose 20,0mL de lait à l'aide de la solution de soude, le volume versé à l'équivalence est de 9,6mL.*
   a- *Calculer la concentration de l'acide lactique dans le lait analysé, en mol.L^{-1} et en g.L^{-1}.*
   b- *Le lait analysé est-il frais ? Justifier.*

DEUXIEME EXERCICE
(7,5 points)

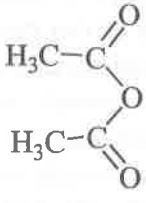
L'ACETANILIDE

L'acétanilide fut, autrefois, utilisé comme antipyrétique sous le nom d'antifébrine.
Au laboratoire, il peut être préparé en faisant réagir une mole d'aniline (phénylamine ou benzènamine) de formule $C_6H_5NH_2$ et une mole d'anhydride éthanoïque (acétique) de formule $(CH_3CO)_2O$.

Données :



Aniline $C_6H_5NH_2$; d = 1,02
Masse molaire = 93 g.mol^{-1}



Anhydride éthanoïque ; d = 1,08
Masse molaire = 102 g.mol^{-1}

Acétanilide : Formule moléculaire : C_8H_9NO ; masse molaire = 135g.mol^{-1}.

$pK_a(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$; $pK_a(C_6H_5NH_3^+/C_6H_5NH_2) = 4,6$.

Liste de matériel de laboratoire : béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes jaugées (5 ; 10 et 20mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; ballons à fond rond (100 et 250mL) ; réfrigérant ; chauffe-ballon électrique ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

I- Etude de la réaction

1- *Quel groupe fonctionnel caractérise l'acétanilide ? Ecrire sa formule structurale et donner son nom systématique.*
2- *Pourquoi utilise-t-on l'anhydride éthanoïque à la place de l'acide éthanoïque pour préparer l'acétanilide ?*
3- *Ecrire les équations-bilan des deux réactions possibles.*
4- *L'une des réactions est défavorisée. Laquelle ? Justifier ce résultat en se basant sur les valeurs des pK_a des couples acide/base mis en jeu.*
5- *Quel autre dérivé de l'acide éthanoïque peut-on utiliser pour préparer l'acétanilide ? Ecrire sa formule structurale et donner son nom.*
6- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction correspondante et indiquer ses principales caractéristiques.*

II- Préparation

Dans un ballon parfaitement sec, on introduit environ 25mL d'acide éthanoïque jouant le rôle de solvant, 15,0mL d'anhydride éthanoïque, 10,0mL d'aniline et quelques grains de pierre ponce. Le mélange est porté à reflux durant 15minutes. On arrête le chauffage et après l'arrêt du reflux, le mélange réactionnel, encore chaud, est lentement versé et avec précaution dans un bécher contenant 400mL d'eau distillée. Des cristaux d'acétanilide apparaissent. Le mélange est refroidi dans un bain eau-glace. Les cristaux, récupérés par filtration, sont recristallisés (pour obtenir de l'acétanilide pur), filtrés, lavés à l'eau glacée puis séchés dans l'étuve. On obtient 12,7g de produit pur.

1- *Pourquoi doit-on utiliser un ballon parfaitement sec ?*
2- *Indiquer la verrerie qu'on doit utiliser pour mesurer les volumes prélevés des différents liquides utilisés.*
3- *Citer les précautions particulières à prendre pour manipuler l'anhydride éthanoïque.*
4- *Faire un schéma annoté du montage utilisé pour effectuer le chauffage à reflux.*
5- *Calculer les quantités de matière des réactifs utilisés. Quel est le réactif limitant ? Calculer le rendement de la réaction.*

TROISIEME EXERCICE
(6,5 points)

DECOMPOSITION DE L'EAU OXYGENEE

Le peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) se décompose lentement en eau et dioxygène suivant l'équation-bilan :

$$H_2O_2\,(l) \longrightarrow H_2O\,(l) + \tfrac{1}{2}O_2\,(g)$$

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée.
La décomposition du peroxyde d'hydrogène est très lente à 20°C. Pour l'accélérer, on opère en présence d'un catalyseur convenablement choisi.

Données :

Liste de matériel de laboratoire : éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; fioles jaugées (50 ; 100 et 250mL) ; pipettes graduées (10 ; 20 et 50mL) ; pipettes jaugées (10 ; 20 et 50mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; béchers (100 ; 250 et 500mL) ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

Expérience I :

Durant cette expérience, la température est maintenue constante et égale à 20°C. la concentration initiale de peroxyde d'hydrogène dans la solution est $[H_2O_2]_0 = 0{,}06 mol.L^{-1}$. Le volume de la solution est considéré constant durant toute la durée de l'expérience.
La détermination expérimentale de la concentration de peroxyde d'hydrogène en fonction du temps, conduit aux résultats consignés dans le tableau suivant :

t (min)	*0*	*5*	*10*	*15*	*20*	*25*	*30*	*40*	*60*
$[H_2O_2]$ ($\times 10^{-2}$) $mol.L^{-1}$	*6,0*	*4,7*	*3,8*	*3,0*	*2,4*	*2,0*	*1,5*	*1,0*	*0.35*

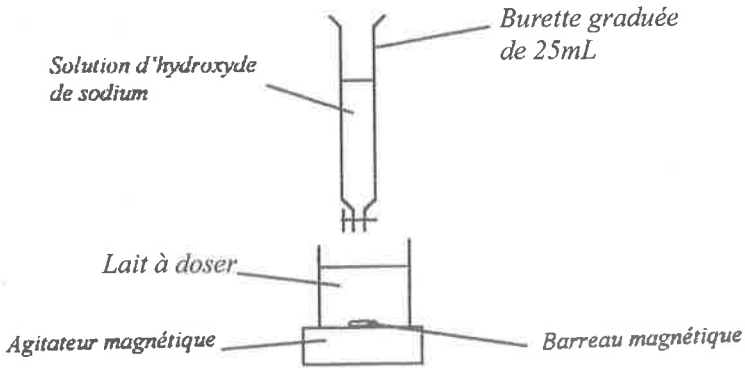
1- *Tracer la courbe $[H_2O_2] = f(t)$. (Echelle : abscisse : 1cm pour 5min ; ordonnée : 2cm pour $0{,}01 mol.L^{-1}$).*
2- *Déterminer graphiquement la vitesse moyenne de disparition du peroxyde d'hydrogène entre les instants $t_1 = 20min$ et $t_2 = 35min$.*
3- *Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition du peroxyde d'hydrogène aux instants $t = 0min$ et $t = 30min$. Comment évolue cette vitesse ? Justifier.*
4- *Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.*
5- *Montrer que la réaction est du premier ordre relativement au peroxyde d'hydrogène. Ecrire la loi de vitesse correspondante.*

Expérience II :

En partant de la solution initiale de peroxyde d'hydrogène ; $[H_2O_2]_0 = 0,06 mol.L^{-1}$, on prépare une solution de concentration égale à $0,03 mol.L^{-1}$. La solution ainsi préparée est mise dans les mêmes conditions de température que précédemment : 20°C.

1- *Décrire brièvement le mode opératoire à suivre pour préparer 100mL de la solution diluée de peroxyde d'hydrogène. Le matériel nécessaire pour la préparation de la nouvelle solution est à choisir dans la liste donnée ci-dessus.*
2- *Donner, sur le graphe précédent, l'allure de la courbe $[H_2O_2] = f(t)$.*
3- *La variation de la concentration initiale affecte-t-elle le temps de demi-réaction ? Justifier.*

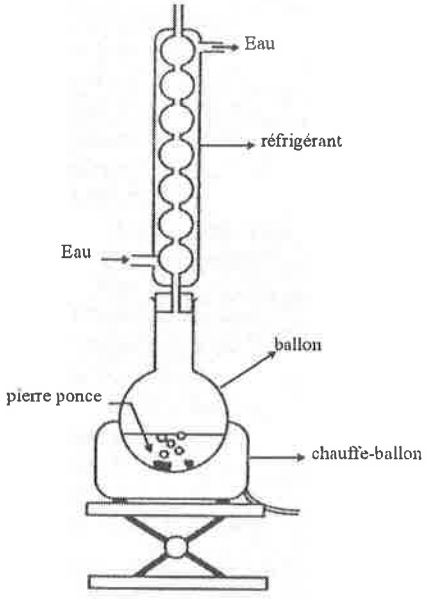
1- LE LAIT (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Caractéristiques de l'acide lactique		
1- Enzymes ou catalyseurs biologiques.	0,25	
2- La température : La vitesse d'une réaction chimique diminue lorsque la température diminue.	0,25	
3- a- $CH_3-CH(OH)-\boxed{COOH}$	0,5	0,25 pour l'encadrement des groupes fonctionnels.
b- $CH_3CHOHCOOH/CH_3CHOHCOO^-$ (AH/A^-)	0,25	
$K_a = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$ ou $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$	0,5	
$\log \frac{[A^-]}{[AH]} = 6,7 - 3,9 = 2,8$; $\frac{[A^-]}{[AH]} = 631$	0,25	
A pH = 6,7, c'est l'anion lactate qui prédomine.	0,25	
II- Dosage de l'acide lactique		
1- a- C'est un dosage; il faut donc utiliser un matériel de précision ; pipette jaugée pour prélever le lait et burette graduée pour additionner la solution de soude.	0,5	Tout raisonnement équivalent est accepté.
	0,5	0,25 pour le schéma 0,25 pour la légende

b- Pour rendre la solution homogène.	*0,25*	
c- L'acide lactique étant un acide faible à l'équivalence, il y a prédominance de la base conjuguée ; l'ion lactate. La solution est donc légèrement basique : pH > 7.	*0,5*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
d- La solution étant basique à l'équivalence, l'indicateur coloré le mieux adapté au dosage est la phénolphtaléine : Avant l'équivalence, la solution a la couleur du lait (crème). L'équivalence est repérée par la coloration rose de la solution.	*0,5*	*0,25 pour le choix de l'indicateur coloré.*
e- $CH_3CHOHCOOH + HO^- \longrightarrow CH_3CHOHCOO^- + H_2O$	*0,5*	*0 s'il y a une faute*
2- *a- A l'équivalence on a :* $n_a = n_b$*; cette relation s'écrit :*		
$C_a \times V_a = C_b \times V_b$ *conduisant à :* $C_a = 2,4.10^{-2} mol.L^{-1}$	*0,5*	*0,25 pour la formule*
La concentration massique = $C_a \times M = 2,16 g.L^{-1}$.	*0,25*	
b- La concentration massique déterminée étant supérieure à $1,8 g.L^{-1}$*, le lait analysé n'est pas frais.*	*0,25*	

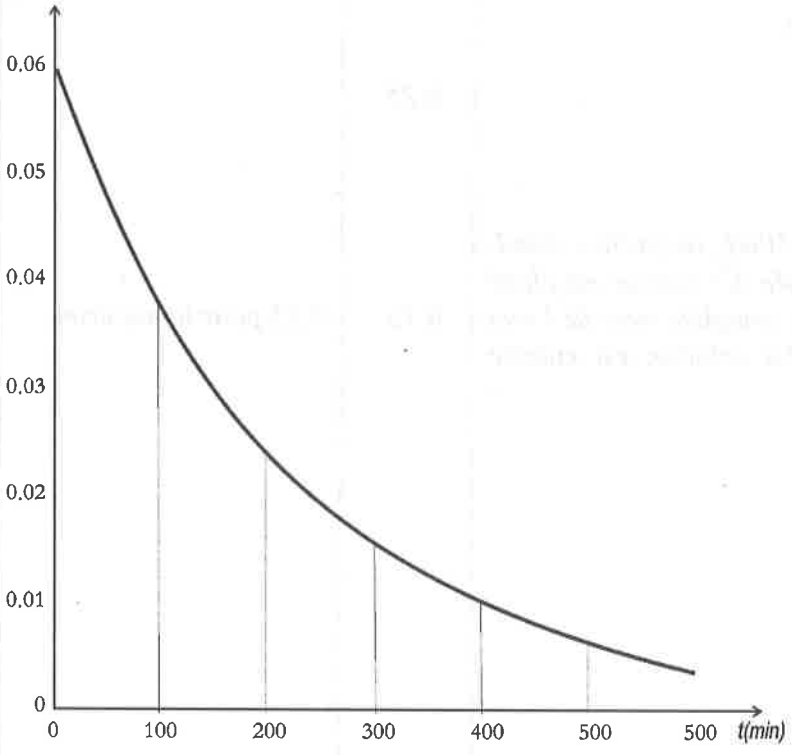
2- L'ACETANILIDE (7,5 points)

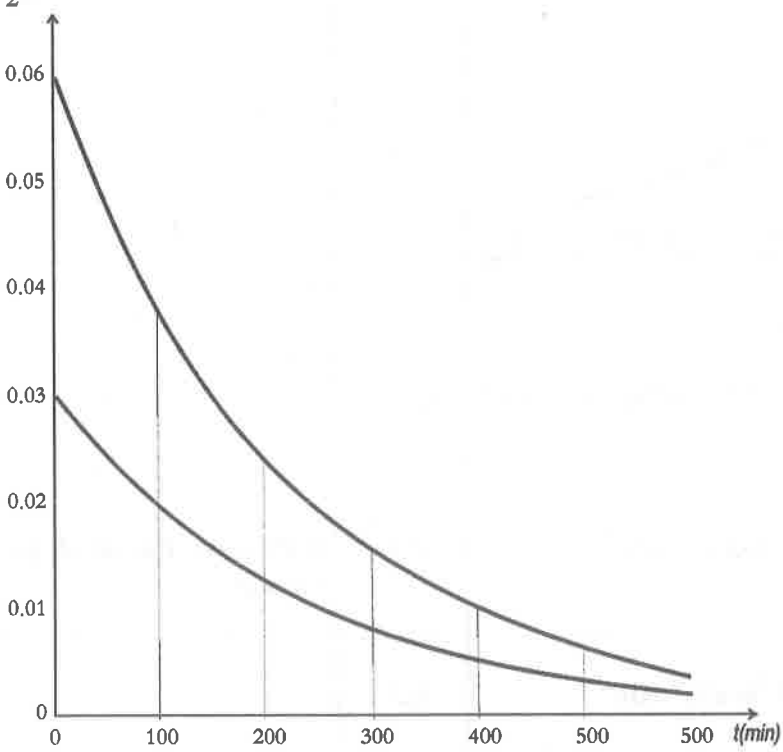
Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Etude de la réaction		
1- L'acétanilide résulte de la réaction entre une amine primaire et un anhydride d'acide ; réaction conduisant à la formation d'un amide et d'un acide carboxylique.		Tout raisonnement équivalent est accepté.
L'acétanilide est donc caractérisé par le groupe fonctionnel amide $-\underset{\underset{O}{\|\|}}{C}-\underset{\underset{\|}{}}{N}-$.	0,25	
Sa formule structurale est : $CH_3-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-NH-C_6H_5$.	0,25	
C'est le N-phényléthanamide ou N-phénylacétamide.	0,25	
2- La réaction entre un acide carboxylique et une amine, réaction acido-basique, conduit généralement à la formation d'un carboxylate d'alkylammonium. Ce dernier doit ensuite être chauffé à température relativement élevée pour former l'amide correspondant. Tandis que la réaction entre un anhydride d'acide et une amine conduit directement et assez rapidement à la formation de l'amide recherché.	0,25	Tout raisonnement équivalent est accepté.
3- $(CH_3CO)_2O + C_6H_5NH_2 \rightarrow CH_3CONHC_6H_5 + CH_3COOH$	0,25	
$CH_3COOH + C_6H_5NH_2 \rightarrow CH_3COO^-, C_6H_5\overset{+}{N}H_3$	0,25	
4- La deuxième réaction est défavorisée. En effet, c'est une réaction acido-basique mettant en jeu deux couples acide/base dont les valeurs de pK_a sont proches.	0,25	Tout raisonnement équivalent est accepté.
On a : $K_R = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-4,8}}{10^{-4,6}} = 10^{-0,2} = 0,63.$	0,25	
La valeur calculée de K_R montre que la formation de l'éthanoate de phénylammonium est défavorisée.	0,25	
5- Le chlorure d'éthanoyle (chlorure d'acétyle) CH_3COCl peut être utilisé pour préparer l'acétanilide.	0,5	0,25 pour la formule.

6- $CH_3COCl + C_6H_5NH_2 \rightarrow CH_3CONHC_6H_5 + HCl$	0,25	
NB. $HCl + C_6H_5NH_2 \rightarrow C_6H_5NH_3^+, Cl^-$		
En milieu acide fort (HCl) cette réaction est observée et elle est quantitative.		
Cette réaction est totale, exothermique et rapide.	0,25	
II- Préparation		
1- l'anhydride éthanoïque pouvant s'hydrolyser assez facilement, il faut donc utiliser un matériel et des réactifs exempts d'eau (secs).	0.25	
2- Le volume d'acide éthanoïque étant non précis, on le prélève à l'aide d'une éprouvette graduée de 25mL.	0,25	
Les volumes d'aniline et d'anhydride éthanoïque sont précis, par conséquent, on doit les prélever à l'aide d'une verrerie de précision :		
Une pipette graduée de 20mL, munie d'une poire propipette, pour prélever 15mL d'anhydride éthanoïque et une pipette jaugée (ou graduée) de 10mL, munie d'une poire propipette, pour prélever 10mL d'aniline.	0,5	
3- L'anhydride éthanoïque étant irritant, il faut opérer sous une hotte en utilisant des gants et des lunettes de sécurité.	0,25	
4- 	*1*	*0,5 pour le schéma* *0,5 pour la légende*

5- masse de l'anhydride = 15 × 1,08 = 16.2g *nombre de moles de l'anhydride = 16,2/102 = 0,16mol*	*0,25*	
masse de l'aniline = 10 × 1,02 = 10.2g *nombre de moles de l'aniline = 10,2/93 = 0,11mol*	*0,25*	
La stœchiométrie de la réaction est donnée par la relation :		
$\frac{n(anhydride)}{1} = \frac{n(aniline)}{1}$	*0,25*	
or on a :		
$\frac{n(anhydride)}{1} = 0,16 > \frac{n(aniline)}{1} = 0,11$	*0,25*	
donc le réactif limitant est l'aniline.	*0,25*	
Masse attendue d'acétanilide = 0,11 × 135 = 13,5g.	*0,25*	
Le rendement de la réaction est : $\frac{12,7 \times 100}{13,5} = 94\%$.	*0,5*	

3- DECOMPOSITION DE L'EAU OXYGENEE (6,5 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Expérience I 1-  	1,25	-0,25 s'il y a changement d'échelle 0 s'il y a changement d'axes.
2- $v_{moy}(20 - 35) = -\dfrac{(1,0 - 3,9) \times 10^{-2}}{37,5} = 7,73.10^{-4} mol.L^{-1}.min^{-1}$	0,75	
3- $v_0 = -\dfrac{(1,5 - 6,0) \times 10^{-2}}{14} = 3,21.10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}$	0,5	0,25 pour l'unité de la vitesse.
$v_{30} = -\dfrac{(1,5 - 6,0) \times 10^{-2}}{30} = 6,33.10^{-4} mol.L^{-1}.min^{-1}$	0,5	
$v_{30} < v_0$; la vitesse de la réaction diminue car la concentration des réactifs diminue au cours du temps : la vitesse de la réaction est proportionnelle à la concentration des réactifs.	0,5	Tout raisonnement équivalent est accepté.
4- Le graphe nous montre que $[H_2O_2]$ devient égale à $\frac{1}{2}[H_2O_2]_0$ lorsque t atteint 15minutes ; donc $t_{1/2}$ = 15min.	0,25	

5- Le tableau et le graphe montrent, par ailleurs, que $[H_2O_2]$ est régulièrement divisée par deux et toujours dans une durée de 15minutes. Cette caractéristique est spécifique pour les réactions de premier ordre où $t_{1/2}$ est indépendant de la concentration initiale du réactif.	*0,75*	
La loi de vitesse de la réaction s'écrit :		
$v = k \times [H_2O_2]$.	*0,25*	
II- Expérience II		
1- A l'aide d'une pipette jaugée de 50mL, on prélève 50mL de la solution initiale d'eau oxygénée. Ce volume est placé dans une fiole jaugée de 100mL. On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La solution est ensuite homogénéisée par agitation.	*0,75*	*0,25 pour le matériel.*
2- 	*0,5*	
3- C'est une réaction du premier ordre, la température du milieu réactionnel est maintenue constante, donc : $t_{1/2}$ est indépendant de la concentration initiale de H_2O_2.	*0,5*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

SUJET - 2

PREMIER EXERCICE
(7 points)

UN PRODUIT MENAGER

Sur l'étiquette d'un flacon contenant un produit ménager liquide utilisé pour déboucher les éviers, on lit, entre autres indications : « 19% en masse de soude caustique, provoque des brûlures graves, dissout toute matière organique, à conserver hors de portée des enfants, masse volumique $\rho = 1,2 kg.L^{-1}$ ...»

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: $M(H) = 1$; $M(O) = 16$; $M(Na) = 23$

Valeurs des pK_a des couples acide / base : $H_3O^+/H_2O = 0$; $H_2O/HO^- = 14$

Liste de matériel de laboratoire : béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; pipettes jaugées (5 ; 10 et 20mL) éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; fioles jaugées (100 ; 250 ; 500 et 1000mL) ; burettes graduées (25 et 50mL) ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; pH-mètre ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

Indicateurs colorés, zone de virage et couleur des formes acide et basique :

Hélianthine	*3,1 – 4,4*	*rouge - jaune*
Rouge de méthyle	*4,2 – 6,2*	*rouge - jaune*
Bleu de bromothymol	*6,0 – 7,6*	*jaune - bleu*
Phénolphtaléine	*8,2 – 10,0*	*incolore – rose*

Le dosage se déroule à la température de 25°C. les données correspondent à cette température.

I- Dilution

La concentration en soude de ce produit étant trop élevée, on prépare $V_1 = 0,5L$ de solution de concentration $C_1 = C_0/50$; C_0 est la concentration en soude de la solution commerciale.

1- *Ecrire l'équation de dissociation de la soude dans l'eau.*
2- *Décrire avec précision le mode opératoire pour réaliser la préparation de la solution de soude diluée, en indiquant les précautions à prendre, le volume de soude commerciale à prélever et la verrerie à utiliser.*

II- Dosage

On prélève $V_b = 20mL$ de la solution diluée (de concentration C_1) que l'on place dans un bécher et on lui ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,1mol.L^{-1}$.
Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du milieu en fonction de V_a ; volume de la solution d'acide chlorhydrique ajouté.

1- *Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser le suivi pH-métrique du dosage.*
2- *Indiquer les couples acide / base en présence. Les représenter sur une échelle verticale de pK_a. Encadrer les espèces intervenant dans la réaction acido-basique.*
3- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction.*
4- *Calculer la constante de cette réaction et en déduire qu'elle peut être considérée comme quantitative.*

III- Exploitation du dosage

Les valeurs de pH en fonction du volume d'acide ajouté V_a sont données dans le tableau ci-dessous :

$V_a(mL)$	0	4	6	10	14	18	20	21	22	23
pH	13,1	12,8	12,7	12,6	12,4	12,2	12,1	11,9	11,6	11,2

$V_a(mL)$	23,5	24	24,5	25	26	28	30	32	34	36
pH	11,0	7,0	3,4	3,0	2,5	2,0	1,8	1,2	1,1	1,1

1- *Tracer la courbe $pH = f(V_a)$. (Echelle : abscisse : 1cm pour 4mL ; ordonnée : 1cm pour 2 unités de pH).*
2- *Déterminer les coordonnées du point d'équivalence et en déduire les concentrations C_1 et C_0.*
3- *Calculer le pourcentage massique en soude du produit ménager. Le résultat concorde-t-il avec l'indication de l'étiquette ?*
4- *Si le dosage a été suivi par colorimétrie à l'aide d'un indicateur coloré, lequel parmi ceux cités dans les données convient le plus ? Justifier.*

DEUXIEME EXERCICE
(6 points)

ETUDE D'UN MELANGE GAZEUX

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14

Constante universelle des gaz parfaits : $R = 0,085\ L.bar.mol^{-1}.K^{-1}$

I- Pression partielle

Dans un récipient fermé de capacité invariable 10L, on introduit, à 27°C, 0,10mol de dioxyde d'azote NO_2 et 0,03mol de monoxyde de carbone CO. A cette température, le mélange gazeux obtenu G n'est le siège d'aucune réaction chimique.
Calculer :

1- *La pression partielle de chacun des constituants de G.*
2- *La fraction molaire de chacun des constituants de G.*
3- *La masse molaire moyenne de G. En déduire sa densité par rapport au diazote N_2.*

II- Ordre de réaction

A la température T = 500K, la réaction suivante a lieu :

$$NO_2(g) + CO(g) \longrightarrow CO_2(g) + NO(g)$$

Pour déterminer l'ordre de la réaction, on réalise trois expériences à la température de 500K, maintenue constante, tout en introduisant successivement des quantités bien déterminées de monoxyde de carbone CO et de dioxyde d'azote NO_2. On mesure dans chaque cas, la vitesse initiale v_0 de la réaction. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

	Nombre de moles de NO_2 introduit	Nombre de moles de CO introduit	v_0 ($mol.L^{-1}.h^{-1}$)
Expérience 1	0,10	0,03	$0,60.10^{-2}$
Expérience 2	0,10	0,06	$1,20.10^{-2}$
Expérience 3	0,30	0,03	$1,80.10^{-2}$

1- *Déterminer les ordres partiels de la réaction relativement à NO_2 et à CO et donner l'expression de la loi de vitesse.*
2- *Calculer la constante de vitesse.*
3- *Déterminer la vitesse initiale, à la même température, lorsqu'on mélange 0,02mol de NO_2 avec 0,30mol de CO.*

III- Composition d'un mélange à un instant t

On suit l'évolution du mélange réactionnel G au cours du temps, dans l'expérience 1 (0,10mol de NO_2 et 0,03mol de CO). Soit x le nombre de moles de CO_2 formé à un instant t.

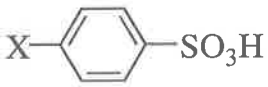
1- *Calculer en fonction de x :*
   - a- *La pression partielle de chacun des constituants du mélange G' obtenu à l'instant t.*
   - b- *Le pourcentage massique de chaque constituant de G'.*

2- *Calculer la composition molaire du mélange formé à la date $t_{1/2}$.*

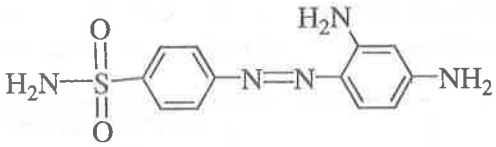
TROISIEME EXERCICE
(6 points)

LE SULFANILAMIDE

L'aniline, amine primaire, est la plus simple des amines aromatiques vraies où l'atome d'azote fonctionnel est directement relié à un atome de carbone du noyau benzénique qui, par ailleurs, ne renferme aucun autre groupe fonctionnel.
La substitution d'un atome ou groupe d'atomes Y, sur un composé aromatique $C_6H_5 - X$, se fait souvent et selon la nature de X, en majorité, en position para (position 4) relativement à ce dernier.
Durant une monosulfonation, Y est le groupe SO_3H ; la réaction conduit, dans ce cas, à un dérivé de l'acide benzènesulfonique dont la formule générale est donnée ci-contre.



Les sulfamides ont été développés à partir de 1935 lorsqu'on a découvert que le prontosil (un colorant), dont la formule est donnée ci-contre, possède des effets antibactériens. Ces effets sont, en réalité, dus à un produit métabolique du prontosil : le sulfanilamide.



La synthèse du sulfanilamide met en jeu le N-phényléthanamide A obtenu par la réaction directe entre l'aniline et le chlorure d'éthanoyle dans un milieu parfaitement sec (anhydre).

Données :

Liste de matériel de laboratoire : béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

I- Formule d'un composé organique

1- Ecrire la formule structurale de l'aniline.

2- Dans une boîte de modèles moléculaires on dispose de : boules noires à 2,3 ou 4 trous représentant des atomes de carbone ; boules bleues à 3 ou 4 trous représentant des atomes d'azote ; boules blanches à 1 trou représentant des atomes d'hydrogène ainsi que de tiges en plastique de différentes tailles.

a- Faire le choix des boules pour construire le modèle moléculaire éclaté de l'aniline.

b- Le modèle construit représente-t-il réellement la molécule d'aniline ? Justifier.

II- Hydrolyse du chlorure d'éthanoyle

Pour la préparation du composé A, on a utilisé le chlorure d'éthanoyle à la place de l'acide éthanoïque.

1- Décrire, en précisant les précautions à prendre et le matériel à utiliser, une expérience mettant en évidence la grande réactivité chimique du chlorure d'éthanoyle vis-à-vis de l'eau.

2- Ecrire l'équation-bilan de l'hydrolyse du chlorure d'éthanoyle.

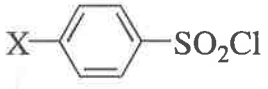
3- Le mélange obtenu après l'hydrolyse est fortement acide. Interpréter.

III- Préparation du sulfanilamide

1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de préparation du composé A.

2- On soumet le composé A à la monosulfonation, on obtient un composé B. Ecrire l'équation-bilan de la réaction correspondante.

3- L'acide chlorosulfurique $Cl - SO_2 - OH$ (chlorure de l'acide sulfurique), réagit de la même manière (en position para) sur un aromatique monosubstitué pour donner un composé de formule indiquée ci-contre :



Donner la formule semi-développée du composé organique C obtenu par action de l'acide chlorosulfurique sur le composé A.

4- Le groupe $- SO_2 - Cl$, comme le groupe chlorure d'acyle, réagit avec l'ammoniac NH_3 pour former le groupe $- SO_2 - NH_2$. Ecrire l'équation-bilan de la réaction du composé C avec l'ammoniac conduisant au composé D.

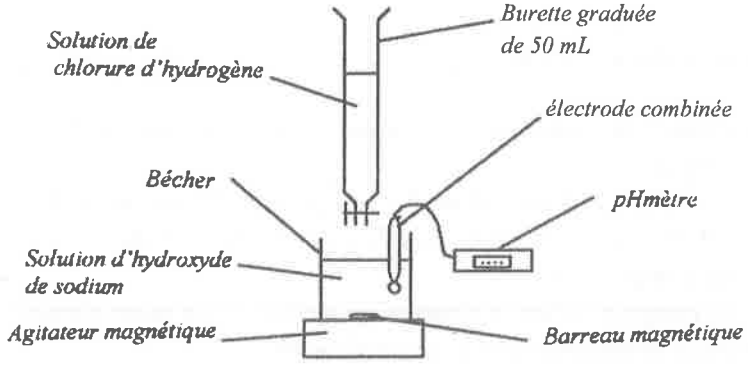
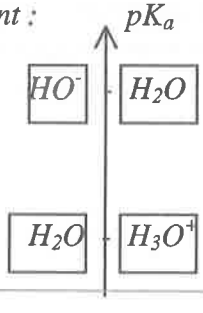
5- Le groupe $CH_3 - CO - NH -$ du composé D est hydrolysé en milieu acide pour aboutir au sulfanilamide. Donner la formule semi-développée de ce dernier.

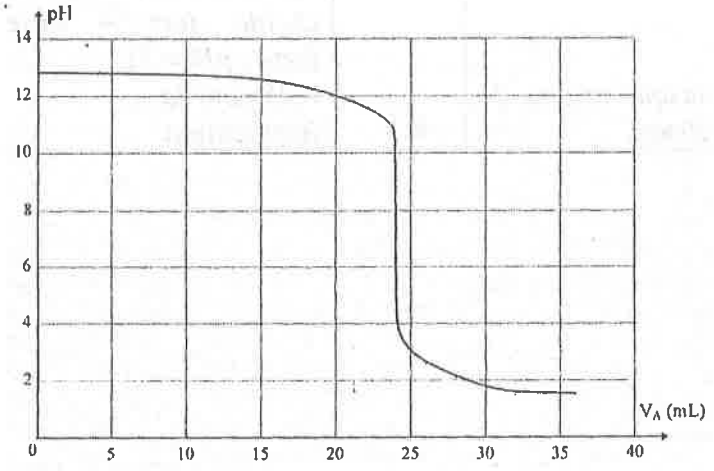
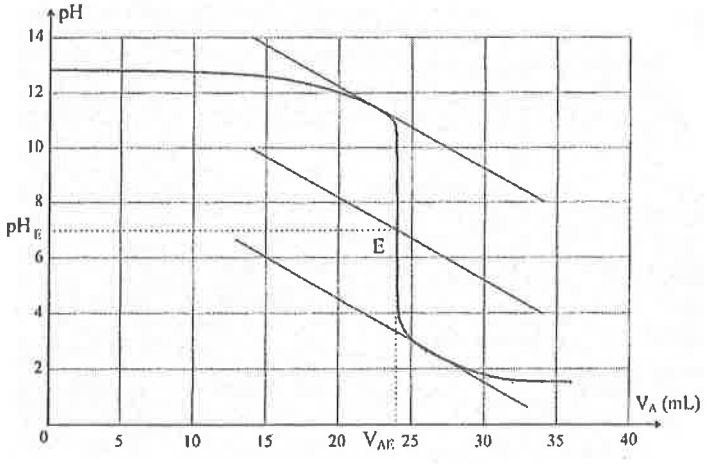
6- Le sulfanilamide est un produit métabolique du prontosil.

a- Quelle liaison de la molécule de prontosil est coupée pour former le sulfanilamide ?

b- Le prontosil et autres sulfamides disubstitués sont administrés lorsqu'on désire avoir un effet antibactérien retardé. Expliquer ce que cela signifie.

1- UN PRODUIT MENAGER (7 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Dilution		
1- $NaOH \longrightarrow Na^+ + HO^-$	0,25	
2- $C_1 = C_0/50$; $V_1 = 500mL$. La quantité de soude dans la solution préparée est : $n = C_1 \times V_1$. Cette quantité est à prélever de la solution commerciale, donc : $n = C_0 \times V_0$. Soit : $C_1 \times V_1 = C_0 \times V_0$ donnant : $V_0 = V_1/50 = 10mL$.	0,5	
La solution commerciale étant corrosive, il faut mettre des lunettes de protection et des gants.	0,25	
On prélève, à l'aide d'une pipette jaugée munie d'une propipette, 10mL de la solution commerciale que l'on verse ensuite dans une fiole jaugée de 500mL puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.	0,5	
II- Dosage 1-  	0,75	0,5 pour la notation du schéma.
2- Les couples acide/base en présence sont : H_3O^+/H_2O et H_2O/HO^-  	0,25 0,5	Zéro si l'échelle est non orientée. 0,25 pour l'encadrement des espèces. Zéro si H_2O ne sont pas encadrés.

3- La réaction se produit entre l'acide le plus fort et la base la plus forte. *L'équation-bilan de la réaction est :* $H_3O^+ + HO^- \rightarrow 2H_2O$	*0,25*	*Zéro si l'on met une flèche sans parler de K_R.*
4- La constante K_R de la réaction est égale au rapport des constantes K_a des deux couples impliqués dans la réaction : *pK_{a1} $(H_3O^+/H_2O) = 0$; pK_{a2} $(H_2O/HO^-) = 14$.* $K_R = \dfrac{K_{a1}}{K_{a2}} = 10^{(pK_{a2} - pK_{a1})} = 10^{14}$.	*0,5*	*0,25 pour la formule*
K_R est nettement supérieure à 10^4, la réaction entre les ions HO^- et H_3O^+ peut être considérée comme totale (quantitative).	*0,25*	
III- Exploitation du dosage *1-*  	*0,75*	*0,25 s'il y a changement d'échelle* *0 s'il y a changement d'axes*
2- le point d'équivalence est déterminé par la méthode des tangentes.  	*0,5*	*0,25 sans construction.*

$V_{aE} = 24mL$ $PH_E = 7$	0,25	
A l'équivalence : $n(H_3O^+) = n(HO^-)$		
$C_a \times V_{aE} = C_1 \times V_b$,	0,5	
donnant : $C_1 = 0,12mol$ $C_0 = 50 \times 0,12 = 6mol.L^{-1}$.		
3- La concentration massique de la solution commerciale est : $C = C_0 \times M = 6 \times 40 = 240g.L^{-1}$.	0,25	0,25 pour la formule
Le pourcentage massique du produit ménager est : $\frac{240}{1200} \times 100 = 20\%$. la concordance est à 1% près.	0,25	Tout raisonnement équivalent est accepté. (Acide fort + base forte ; pH = 7).
4- On utilise le bleu de bromothymol puisque sa zone de virage (6,0 – 7,6) contient le pH de l'équivalence.	0,5	0,25 pour la justification.

2- ETUDE D'UN MELANGE GAZEUX (7 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Pression partielle		
1- On applique l'équation d'état des gaz parfaits :		
$P_i \times V = n_i \times R \times T.$	0,25	
$P(NO_2) = \dfrac{0,1 \times 0,085 \times 300}{10} = 2,55.10^{-1}$ bar.	0,25	
$P(CO) = \dfrac{0,03 \times 0,085 \times 300}{10} = 7,65.10^{-2}$ bar.	0,25	
2- La fraction molaire est donnée par la relation :		
$X_i = \dfrac{n_i}{n_t}$; avec $n_t = 0,13$mol.	0,25	
$X(NO_2) = \dfrac{0,1}{0,13} = 0,77.$	0,25	
$X(CO) = \dfrac{0,03}{0,13} = 0,23.$	0,25	
3- La masse molaire moyenne est donnée par la relation :		
$M_G = \square X_i \times M_i = X_1 \times M_1 + X_2 \times M_2$	0,25	
$M_G = 0,77 \times 46 + 0,23 \times 28 = 41,85 g.mol^{-1}.$	0,25	
II- Ordre de réaction		
1- On calcule les concentrations de NO_2 et de CO dans chacune des trois expériences. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :		

	$[NO_2]_0$ mol.L^{-1}	$[CO]_0$ mol.L^{-1}	v_0 mol.L^{-1}.h^{-1}
Expérience 1	0,01	3.10^{-3}	$0,6.10^{-2}$
Expérience 2	0,01	6.10^{-3}	$1,2.10^{-2}$
Expérience 3	0,03	3.10^{-3}	$1,8.10^{-2}$

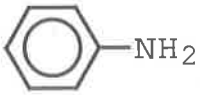
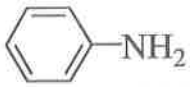
0,25

On constate que : *dans les expériences 1 et 2, la concentration initiale de NO_2 n'a pas changé.* *dans les expériences 1 et 3, la concentration initiale de CO n'a pas changé.*		
La loi de vitesse de la réaction s'exprime : $v = k \times [NO_2]^{\square} \times [CO]^{\square}$	0,25	
D'après les expériences 1 et 2, on trouve $\alpha = 1$. *D'après les expériences 1 et 3, on trouve $\beta = 1$.*	0,25 0,25	
D'où : $v = k \times [NO_2] \times [CO]$.	0,25	
2- $k = \dfrac{v_0}{[NO_2]_0 \times [CO]_0}$		
en utilisant les résultats de l'expérience 1, on obtient : $k = \dfrac{0,6.10^{-2}}{0,01 \times 0,003} = 200\ mol^{-1}.L.h^{-1}$.	0,25	*Zéro sans unité.*
3- $[NO_2]_0 = 2.10^{-3} mol.L^{-1}$; $[CO]_0 = 0,03 mol.L^{-1}$.		
$v_0 = k \times [NO_2]_0 \times [CO]_0$		
$v_0 = 200 \times 2.10^{-3} \times 0,03 = 1,2.10^{-2} mol.L^{-1}.h^{-1}$.	0,25	*Zéro sans unité.*
III- Composition d'un mélange à un instant t *1-* *a-* $P_i = \dfrac{n_i \times R \times T}{V} = 2,55 n_i$	0,25	
Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :		

Substance	*NO_2*	*CO*	*CO_2*	*NO*		
n_0 (mol)	*0,10*	*0,03*	*0*	*0*		
n_t (mol)	*0,10-x*	*0,03-x*	*x*	*x*	*1*	*0,25 pour chaque valeur de P.*
P_i (bar)	*2,55(0,10-x)*	*2,55(0,03-x)*	*2,55x*	*2,55x*		

b- *Le pourcentage massique d'un constituant est donné par :* $\frac{m_i}{m_t} \times 100 = \frac{n_i \times M_I}{m_t}$ *avec* $m_t = 4,6 + 0,84 = 5,44g$. *pourcentage de* NO_2 : $\frac{46(0,1 - x)}{5,44} \times 100 = 845,56(0,1-x)$,	0,25	
pourcentage de CO : $\frac{28(0,03 - x)}{5,44} \times 100 = 514,71(0,03-x)$,	0,25	
pourcentage de NO_2 : $\frac{44\,x}{5,44} \times 100 = 808,82\,x$,	0,25	
pourcentage de NO_2 : $\frac{30\,x}{5,44} \times 100 = 551,47\,x$.	0,25	
2- *CO est le réactif limitant ; à la date* $t_{1/2}$, $x = 0,015$ *mol.* $X_i = \frac{n_i}{n_t}$; *avec* $n_t = 0,13$*mol.* $X(NO_2) = \frac{0,1 - 0,015}{0,13} = 0,65$. $X(CO) = \frac{0,015}{0,13} = 0,12 = X(CO_2) = X(NO)$.	1	0,25 pour chaque valeur de X.

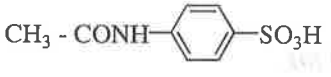
3- SULFANILAMIDE (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Formule d'un composé organique		
1- L'aniline est une amine primaire. La formule générale d'une amine primaire est R – NH_2 où R est le groupe phényle C_6H_5 dans le cas de l'aniline.		
La formule structurale de l'aniline est :  *ou* 	0,5	*0,25 point si l'on écrit $C_6H_5NH_2$.*
2-		
a- L'hybridation des orbitales atomiques des atomes C dans la molécule de benzène étant sp^2, on choisit six boules noires à trois trous.	0,25	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
L'atome N est trivalent, on choisit une boule bleue à trois trous.	0,25	
Il faut enfin sept boules blanches pour représenter les sept atomes H de la molécule d'aniline.	0,25	
b- Non.	0,25	
Un modèle moléculaire éclaté représente les axes de liaison et les centres des atomes dans une molécule et non la molécule elle-même.	0,25	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
Par ailleurs, le noyau aromatique (le groupe phényle) de la molécule possède des liaisons π délocalisées alors que le modèle en donne une représentation avec trois liaisons π localisées.	0,25	
II- Hydrolyse du chlorure d'éthanoyle		
1- On doit opérer sous une hotte en mettant des gants et des lunettes de protection.	0,25	
On verse progressivement, à l'aide d'une pipette graduée munie d'une propipette, environ 1mL de chlorure d'éthanoyle dans un erlenmeyer contenant environ 10mL d'eau distillée. Un thermomètre indique une sensible élévation de la température de la solution ; l'hydrolyse du chlorure d'éthanoyle est exothermique. La réaction est totale.	0,5	

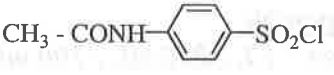
2- $CH_3 - COCl + H_2O \longrightarrow CH_3 - COOH + HCl$	*0,25*	
3- L'hydrolyse du chlorure d'éthanoyle produit deux acides dont HCl qui est un acide fort.	*0,25*	
III- Préparation du sulfanilamide *1-* $CH_3 - COCl + C_6H_5 - NH_2 \rightarrow CH_3 - CONH - C_6H_5 + HCl$ *A : N-phényléthanamide*	*0,5*	
2- $CH_3 - CONH - C_6H_5 + SO_3$ $\rightarrow CH_3 - CONH - C_6H_4 - SO_3H$ *B*	*0,5*	
3- *La formule développée de C :* $CH_3 - CONH - C_6H_4 - SO_2Cl$	*0,25*	
4- $CH_3 - CONH - C_6H_4 - SO_2Cl + NH_3$ $\rightarrow CH_3 - CONH - C_6H_4 - SO_2NH_2 + HCl$ *D*	*0,5*	
5- $CH_3 - CONH - C_6H_4 - SO_2NH_2 + H_2O$ $\rightarrow H_2N - C_6H_4 - SO_2NH_2 + CH_3COOH$ *Sulfanilamide*	*0,5*	
6- *a- La molécule de prontosil est coupée au niveau de la double liaison N = N.*	*0,25*	
b- L'effet antibactérien retardé du prontosil ou des autres sulfamides disubstitués est dû à leur métabolisme dans l'organisme, conduisant à la formation de sulfamides monosubstitués à effet antibactérien.	*0,25*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

Formules semi-développées des composés A, B, C, D et du sulfanilamide.

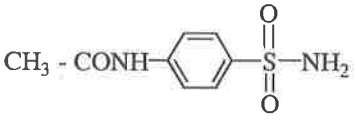
A



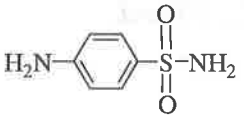
B



C



D



Sulfanilamide

SUJET 3

PREMIER EXERCICE
(6 points)

ACIDE CHLORHYDRIQUE COMMERCIAL

L'acide chlorhydrique est couramment employé comme détartrant, décapant pour les métaux et comme rénovateur de pierres et de marbres ; il est vendu dans le commerce en solutions très concentrées.

Sur l'étiquette d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique on lit :

- *Acide chlorhydrique (solution aqueuse de chlorure d'hydrogène).*
- *Contient un minimum de 30 % de chlorure d'hydrogène HCl (pourcentage en masse).*
- *La masse volumique de cette solution est 1,18 $g.cm^{-3}$.*

Données:

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$:

M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(Cl) = 35,5 ; M(Ca) = 40

Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$

I- Dilution

1- *Montrer que la concentration de la solution commerciale d'acide est voisine de 10 $mol.L^{-1}$.*
2- *On dose cette solution d'acide par une solution d'hydroxyde de sodium, récemment préparée, de concentration $C_b = 5,0.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$.*
   a- *Pourquoi faut-il procéder à une dilution de la solution commerciale avant le dosage ?*
   b- *Pourquoi utilise-t-on une solution d'hydroxyde de sodium préparée récemment ?*
3- *On désire obtenir une solution diluée d'acide de concentration voisine de celle de la solution d'hydroxyde de sodium.*
   Décrire le mode opératoire de cette dilution, compte tenu du matériel disponible.

Matériel disponible :
Fioles jaugées : 1 L ; 250 mL ; 100 mL ; 50 mL
Pipettes jaugées : 5 mL ; 10 mL ; 20 mL ; 25 mL
Propipettes, eau distillée
Eprouvettes graduées : 50 mL ; 100 mL

II- Dosage

On dose, par pH-métrie, 20,0 mL de la solution d'acide diluée de concentration C_a par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 5,0.10^{-2}$ mol.L^{-1}. La courbe obtenue est représentée sur la figure 1.

1- *Schématiser et annoter le dispositif expérimental.*
2- *Décrire brièvement le mode opératoire.*
3- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage. Calculer la constante de réaction, cette réaction est-elle quantitative ?*
4- *Déterminer, à partir du graphe, les coordonnées du point d'équivalence. Déterminer la concentration de la solution diluée d'acide. En déduire la concentration de la solution commerciale.*
5- *Calculer le pourcentage réel en masse de chlorure d'hydrogène dissous dans la solution commerciale.*
6- *L'acide chlorhydrique détruit le tartre, dépôt calcaire blanchâtre qui se forme sur les cuvettes d'évier ou de WC. Le tartre est essentiellement composé de carbonate de calcium $CaCO_3$.*
L'équation- bilan de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le calcaire est :

$$CaCO_3 + 2H_30^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3H_20$$

Déterminer la masse de tartre que l'on peut détruire avec 50 mL d'acide commercial.

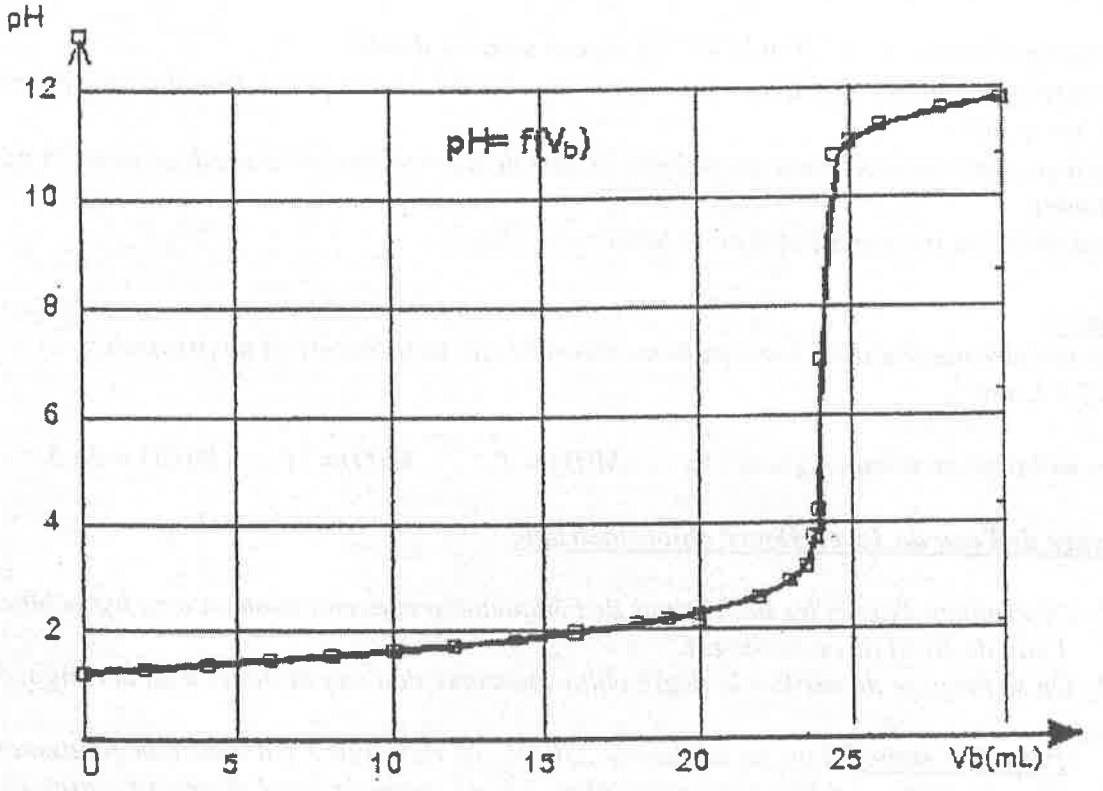


Figure 1.

DEUXIEME EXERCICE
(8 points)

EAU DE JAVEL

Industriellement, on obtient l'eau de Javel en dissolvant du dichlore gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium selon la réaction d'équation-bilan :

$$Cl_2 + 2HO^- \rightarrow ClO^- + Cl^- + H_2O$$

L'eau de Javel est donc une solution aqueuse contenant les ions ClO^-, Na^+ et Cl^- ainsi que les ions hydroxyde HO^- en excès. L'agent actif de l'eau de Javel est l'ion hypochlorite ClO^- oxydant responsable de ses propriétés désinfectantes.
L'eau de Javel se décompose lentement car l'ion hypochlorite oxyde l'eau. Cette réaction d'oxydation lente impose une limite de durée d'utilisation de l'eau de Javel.

Une eau de Javel est caractérisée, dans les pays francophones, par son degré ou titre chlorométrique (°chl).
On appelle degré ou titre chlorométrique d'une eau de Javel le volume de dichlore nécessaire à la fabrication de 1 L de cette eau de Javel. Ce volume est mesuré en litre, dans les conditions normales de température et de pression (101,3 kPa et 0°C).

Sur l'étiquette d'un berlingot ou " recharge " d'eau de Javel on lit :

- *Recharge (berlingot) : 250 mL, 48°chl départ usine, à diluer.*
- *Ce berlingot permet d'obtenir 1 L d'eau de Javel à 12°chl prêt à l'emploi qui se conserve environ 6 mois.*
- *A diluer dans les trois mois qui suivent la date de fabrication (dans les deux mois en période chaude).*
- *A conserver au frais et à l'abri de la lumière.*

Données :
Volume molaire mesuré dans les conditions normales de température et de pression :
$V_m = 22,4\ L.mol^{-1}$.

Masses molaires atomiques ($g.mol^{-1}$) : $M(H) = 1$; $M(O) = 16$; $M(Cl) = 35,5$

I- Dosage de l'eau de Javel. Degré chlorométrique

1- *Déterminer d'après les indications de l'étiquette la concentration en ions hypochlorite de l'eau de Javel de ce berlingot.*
2- *On se propose de vérifier le degré chlorométrique de l'eau de Javel d'un berlingot :*

Première étape : *dans un bécher de 250 mL, on introduit 2 g d'iodure de potassium dans 50 mL d'eau acidifiée, on ajoute alors 2,0 mL d'eau de Javel diluée, préparée selon les conseils du fabricant avec le contenu du berlingot.*

On observe alors la formation de diiode selon la réaction d'équation-bilan :

$$ClO^- + 2I^- + 2H^+ \rightarrow I_2 + Cl^- + H_2O$$

I^- et H^+ sont des réactifs en excès.

Deuxième étape : *on dose le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) de concentration $1,0.10^{-1}$ mol.L^{-1} en présence d'un indicateur de fin de réaction : empois d'amidon ou thiodène.*

A l'équivalence le volume de solution de thiosulfate de sodium versé est de 20,0 mL.

L'équation-bilan de la réaction de dosage est :

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

a- Montrer que la concentration molaire en ions hypochlorite dans la solution d'eau de Javel diluée est donnée par l'expression :

$$[ClO^-] = \frac{[S_2O_3^{2-}] \times V(S_2O_3^{2-})}{2.V(\text{eau de javel})}$$

Calculer numériquement cette concentration.

b- En déduire la concentration en ions hypochlorite dans le berlingot " recharge " ainsi que son degré chlorométrique. Conclure.

c- Est-il important d'introduire les ions iodure I^- en excès ?

II- Etude de la cinétique de décomposition de l'eau de Javel

On étudie la cinétique de décomposition de l'ion hypochlorite dans une solution commerciale d'eau de Javel de 48°chl, conservée à la température de 20°C. Le dosage des ions hypochlorite restant dans la solution commerciale à différentes dates à partir de sa fabrication, permet de tracer la courbe donnant la concentration en ions ClO^- restants en fonction du temps, figure 1.

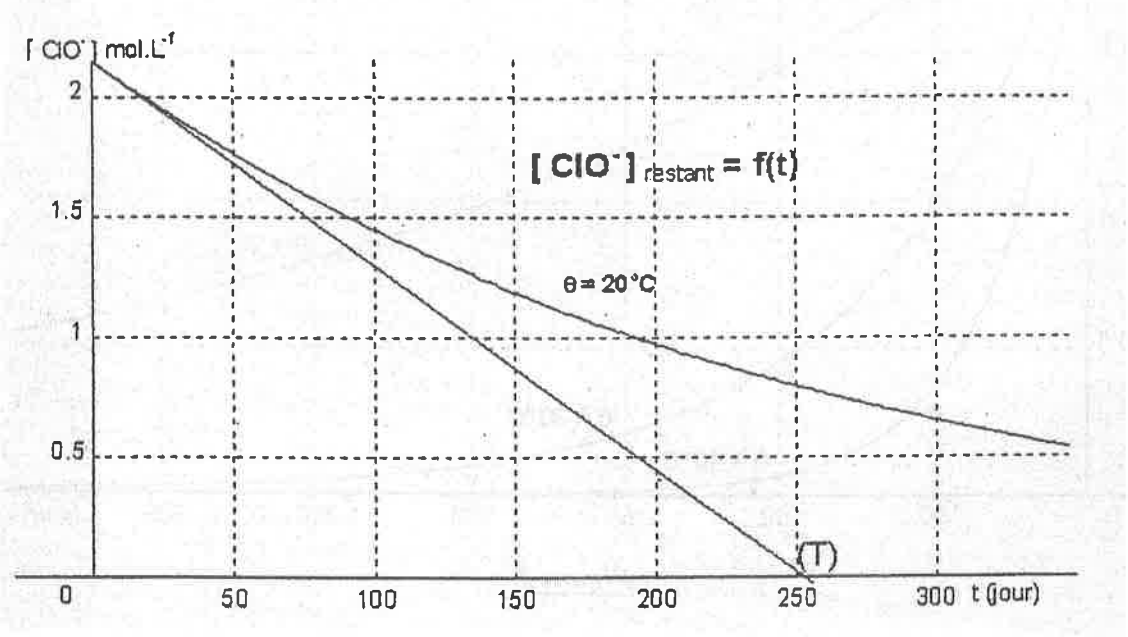


Figure 1.

La tangente (T) à la courbe à la date t = 0 est représentée sur la figure 1.

1- *Depuis combien de temps le berlingot dosé à la question I-2-, est-il sorti d'usine en supposant qu'il a été conservé à 20°C ?*
2- *Définir la vitesse de disparition de l'ion hypochlorite. Calculer cette vitesse à la date t=0.*
3- *Déterminer à partir du graphe le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. Calculer la vitesse de disparition de l'ion hypochlorite à cette date.*
4- *Comparer les vitesses à t = 0 et $t_{1/2}$. Conclure.*
5- *Reporter et compléter le tableau ci-dessous à partir de la figure 1.*

$[ClO^-]$ $(mol.L^{-1})$	2	1,5	1	0,75
t (jours)				

   a- *Que conclure ?*
   b- *Calculer la constante de vitesse k.*
   c- *Ecrire la loi cinétique de la réaction.*
6- *La figure 2 représente les courbes donnant la concentration en ions hypochlorite restants en fonction du temps pour trois températures 20°C, 30°C et 40°C. Justifier à l'aide de ces graphes la recommandation du fabricant de conserver l'eau de Javel au frais.*

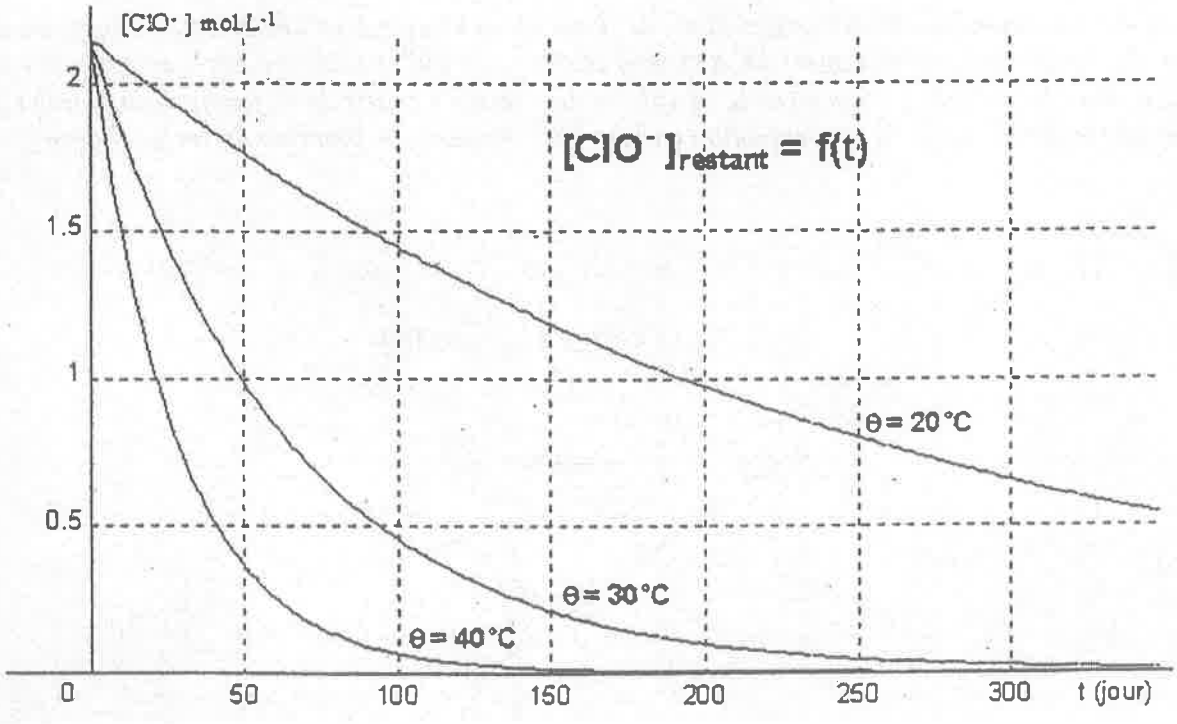


Figure 2.

7- *A votre avis la conservation de l'eau de Javel diluée (12°chl) est-elle meilleure que celle*

de la solution commerciale titrée à 48°chl ? Justifier la réponse.

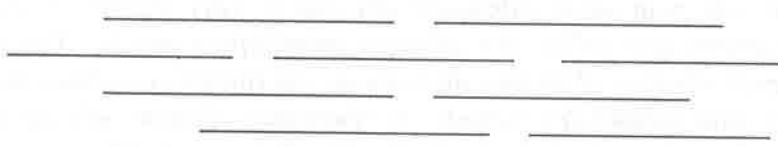
TROISIEME EXERCICE

(6 points)

LES FIBRES

I- Les fibres polymères

Une fibre polymère est un polymère dont les chaînes sont allongées en lignes droites (ou à peu près droites) et sont rangées les unes à côté des autres, toutes suivant le même axe, à peu près comme indiqué sur la figure ci-dessous.



Les polymères arrangés ainsi en fibres de cette façon peuvent servir à fabriquer des fils et donc des tissus. Certains de nos vêtements ainsi que des tapis ou des cordes sont faits de fibres polymères..
Voici quelques polymères qui peuvent servir à faire des fibres : polyéthylène, polypropylène, nylon, polyester, Kevlar, polyacrylonitrile, cellulose, polyuréthanes, ...
Il est important de souligner que les fibres sont toujours faites de polymères ***cristallins****. Les chaînes doivent, en effet, être capables de s'arranger de façon régulière afin de s'aligner sous forme de fibres. En réalité, les fibres sont comme une espèce de cristal, un cristal vraiment très long. On s'en rendra compte en regardant de plus près le nylon-6,6 ®.*

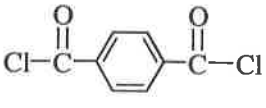
Données :

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : M(H) = 1 ; M(C) = 12

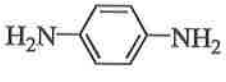
1- *Expliquer pourquoi on souligne que les fibres sont toujours faites de polymères cristallins.*
2- *Ecrire la formule du motif de polyéthylène et l'équation de polymérisation conduisant à ce composé.*
3- *Une certaine fibre est constituée d'un polymère ne contenant que les deux éléments carbone et hydrogène, sa masse molaire est de 46,2 kg.mol^{-1}. Son degré moyen de polymérisation est 1100. En déduire :*
   a- *la masse molaire du monomère ;*
   b- *la formule développée et le nom du monomère, sachant que c'est un alcène ;*
   c- *le motif du polymère ainsi que son nom.*

4- *L'aramide ou Kevlar® est le polyparaphénylènetéréphtalamide.*

Il est obtenu par action du chlorure de téréphtalyle de formule :



sur la paraphénylènediamine de formule :



Elle est constituée de groupes amides.

a. *Ecrire la formule du groupe amide.*
b. *Les qualités de rigidité, de résistance longitudinale, de stabilités chimiques et thermiques de ces fibres sont justifiées par la présence de liaisons hydrogène dans leur structure. Représenter la structure des fibres aramides en précisant le groupe amide et les ponts hydrogène.*

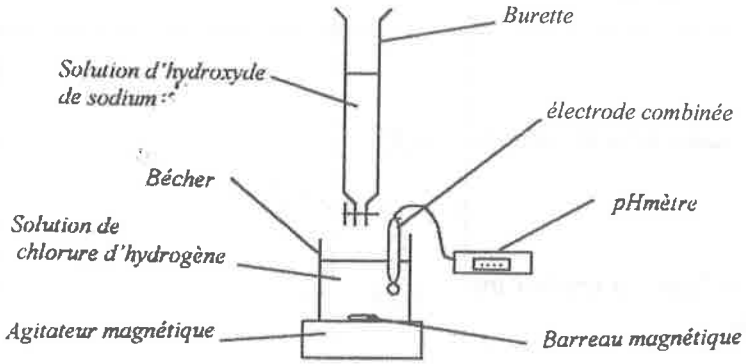
II- Les fibres de carbone

Le carbone a aussi des applications sous forme de fibres obtenues par filage. Ces fibres sont noyées dans une résine, comme ses « concurrentes », les fibres de verre ou de Kevlar, ou même du carbone amorphe. On peut ainsi fabriquer des pièces plus légères et dont les qualités mécaniques sont meilleures que celles des alliages métalliques usuels. La création de fibres polymérisées de longues chaînes d'atomes de carbone aux liaisons extrêmement fortes a fourni l'un des matériaux les plus solides de l'histoire. Sa résistancé dépasse celle des meilleurs aciers avec l'avantage d'une densité quatre fois plus faible. Ces fibres sont utilisées pour la fabrication des composites.

1- *Tirer du texte les qualités qui justifient l'utilisation des fibres de carbone.*
2- *Certaines formes de composites carbonés sont compatibles avec les tissus humains. Expliquer l'importance de cette propriété dans la vie de l'être humain.*

1- ACIDE CHLORHYDRIQUE COMMERCIAL (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Dilution 1- La masse de 1 L de solution commerciale d'acide chlorhydrique est : m = 1180 g. Masse de chlorure d'hydrogène dissous dans 1 L de cette solution : $\frac{1180}{100} \times 30 = 354\ g$ Quantité de matière de chlorure d'hydrogène dissous dans 1 L de solution : $n = \frac{m}{M}$ M : masse molaire du chlorure d'hydrogène $n = \frac{354}{36,5} = 9,7\ mol$ Concentration de la solution commerciale : C = 9,7 mol/L voisine de 10 mol/L.	0,25	Tout raisonnement équivalent est accepté.
2- a- Pour doser la solution commerciale, il faudrait utiliser un volume d'hydroxyde de sodium trop élevé.	0,25	
En effet la solution commerciale d'acide chlorhydrique est environ 200 fois plus concentrée que la solution d'hydroxyde de sodium utilisée ($10/(5.10^{-2}) = 200$). Donc pour doser 10 mL de la solution commerciale il faudrait $200 \times 10 = 2000$ mL = 2 L de solution de soude.	0,25	
b- La solution d'hydroxyde de sodium réagit avec le dioxyde de carbone dissous dans l'eau ou provenant de l'atmosphère ; elle se "carbonate" selon la réaction d'équation-bilan : $H_2O + CO_2 + 2(Na^+ + HO^-) \rightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-} + 2H_2O$ CO_3^{2-} est l'ion carbonate.	0,25	L'équation-bilan n'est pas obligatoire.
La concentration en ions hydroxyde HO^- diminue donc au cours du temps.	0,25	
3- La concentration de la solution commerciale est de l'ordre de 10 $mol.L^{-1}$. Pour obtenir une solution d'acide de concentration 5.10^{-2} mol/L, il faut diluer 200 fois la solution commerciale.	0,25	

Facteur de dilution : $\frac{10}{5.10^{-2}} = 200$ *Protocole expérimental :* *La solution commerciale étant corrosive et très concentrée, il faut mettre des gants et des lunettes de protection.* *-On prélève 5,0 mL de la solution commerciale avec une pipette ou pipette jaugée, munie d'une propipette.* *-On les verse dans une fiole jaugée de capacité 1 L.* *On continue à verser de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis on homogénéise la solution par retournements successifs.*	*0,25* *0,25*	*0 s'il y a une faute.* *0 s'il y a une faute.*
II- Dosage *1-*  	*0,5*	*0,25 pour le schéma.* *0,25 pour la légende.* *0 s'il y a 2 fautes.*
2- • *Remplir la burette avec la solution de soude.* • *Prélever 20 mL de solution d'acide chlorhydrique à la pipette jaugée, verser ce prélèvement dans un bécher.* • *Préparer et étalonner le pH-mètre.* • *Mesurer le pH de l'acide contenu dans le bécher.* • *Verser 2 mL par 2 mL pour repérer le " saut " du pH. A chaque ajout on homogénéise le mélange à l'aide de l'agitateur et on relève la valeur du pH.* • *Recommencer ce mode opératoire depuis le début en versant la soude 2 mL par 2 mL puis 0,5 mL par 0,5 mL au voisinage du " saut ". Finir les ajouts mL par mL.*	*0,5*	*0 s'il manque une étape importante.*
3- *L'équation-bilan de la réaction de dosage :* $H_3O^+ + HO^- \rightleftarrows 2H_2O$ *Constante d'équilibre (ou de réaction) :* $K_r = \frac{1}{[H_3O^+] \times [HO^-]} = \frac{1}{K_e} = 10^{14}$	*0,25*	

$K_r > 10^4$: La réaction est ***<u>totale (ou quantitative)</u>***.		
4-		
On détermine les coordonnées du point d'équivalence E par la méthode des tangentes :	0,25	
$E(V_e = 24{,}5\ mL\ ;\ pH_e = 7{,}0)$	0,25	
A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :		
$n_{(H_3O^+)}\ initial = n_{(OH^-)}\ apportés$	0,25	
Donc $C_a \times V_a = C_b \times V_e$ *V_e est le volume équivalent*	0,25	
<u>Concentration de la solution diluée :</u>		
$C_a = \frac{C_b V_e}{V_a} = \frac{5.10^{-2} x 24{,}3}{20} = 6{,}1.10^{-2}\ mol/L$	0,25	
La solution commerciale a été diluée 200 fois, sa concentration est :		
$6{,}1.10^{-2} \times 200 = 12{,}2\ mol/L$	0,25	
5-		
La masse de chlorure d'hydrogène dissoute dans 1 L de solution commerciale est :		
$m = 12{,}2 \times 36{,}5 = 445g.$	0,25	
<u>Pourcentage de chlorure d'hydrogène dissous :</u>		
$\frac{450x100}{1180} \approx 37{,}7\ \%$	0,25	
Ce résultat est conforme aux indications de l'étiquette ; le pourcentage de chlorure d'hydrogène dissous est supérieur à 30 %.		
6-		
La quantité de matière d'ions hydronium dans 50 mL de la solution commerciale est :		
$n(H_30^+) = C \times V = 12{,}2 \times 5.10^{-2} = 0{,}61\ mol.$	0,25	
D'après l'équation-bilan de la réaction :		
$n(CaCO_3)$ détruit :		
$m = \frac{n(H_3O^+)xM}{2}$ *M : masse molaire du carbonate de calcium.*	0,25	
$m = \frac{12{,}2 \times 5.10^{-2} \times 100}{2} = 30{,}5\ g$	0,25	

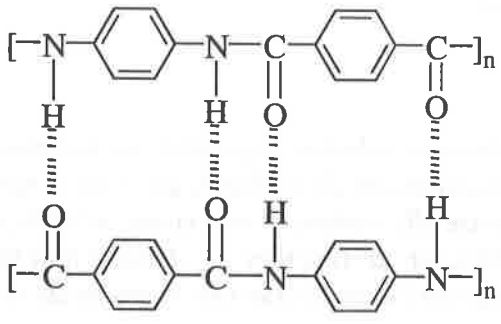
2- EAU DE JAVEL (8 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Dosage de l'eau de Javel. Degré chlorométrique		
1-		
Le degré chlorométrique d'une eau de Javel est le volume de dichlore nécessaire à la fabrication de 1 L de cette eau. Donc, pour fabriquer 1 L d'eau de Javel à 48 ° chl, il faut 48 L de dichlore soit :		
$n(Cl_2) = \frac{V_{Cl_2}}{V_m} = \frac{48}{22,4} = 2,14\ mol$	0,25	
D'après l'équation-bilan		
$n(Cl_2) = n(ClO^-) = 2,14\ mol.$	0,25	
Soit $[ClO^-] = \frac{n(ClO^-)}{V_{eaudeJavel}} = 2,14\ mol.L^{-1}$	0,25	
2- a-		
D'après l'équation-bilan :		
$n(ClO^-)_{disparus} = n(I_2)_{formés}$	0,25	
Equation-bilan de la réaction de dosage		
Pour atteindre l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques soit :	0,25	
$n(I_2)_{initialement\ présents} = \frac{1}{2} n(S_2O_3^{2-})_{apportés}$	0,25	
Donc $n(ClO^-) = \frac{1}{2} n(S_2O_3^{2-})_{apportés}$	0,25	
Soit $[ClO^-] = \frac{[S_2O_3^{2-}]V_{S_2O_3^{2-}}}{2.V_{eau\ de\ Javel}}$	0,25	
Application numérique :		
Soit $[ClO^-] = \frac{1.10^{-1} \times 20}{2 \times 2} = 5,0.10^{-1}\ mol.L^{-1}$	0,25	
b-		
A partir d'un berlingot d'eau de Javel de 250 mL, on fabrique 1 L d'eau de Javel diluée. Le facteur de dilution est égal à 4. Donc la concentration en ions hypochlorite dans le berlingot est :	0,25	
$[ClO^-] = 5,0.10^{-1} \times 4 = 2,0\ mol.L^{-1}$	0,25	

Degré chlorométrique : $2,0 \times 22,4 = 45\ L \rightarrow 45°chl$	0,25	
Le degré chlorométrique trouvé est inférieur à celui indiqué par le fabricant. L'eau de Javel s'est partiellement décomposée par action sur l'eau.	0,25	
Ecart relatif : $\frac{48-45}{48} \times 100 = 6\ \%$		*Le calcul de l'écart relatif n'est pas obligatoire.*
c- *Pour déterminer la concentration en ions hypochlorite, ceux-ci doivent tous réagir. Il est donc nécessaire d'introduire les ions iodure en excès.*	0,5	
II- Etude de la cinétique de décomposition de l'eau de Javel.		
1- *D'après le graphe de la figure (1), le berlingot dosé à la question 2.b a été fabriqué 15 à 20 jours avant le dosage.*	0,25	
2- *La vitesse de disparition de l'ion hypochlorite ClO^-, à l'instant de date t, est égale à l'opposé de la valeur de la dérivée par rapport au temps de la fonction $[ClO^-] = f(t)$, à l'instant de date t.* $v = -\frac{d[ClO^-]}{dt}$	0,5	
Détermination graphique de cette vitesse à t = 0 :		
La vitesse de disparition de l'ion hypochlorite, à l'instant de date t = 0, est numériquement égale à la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 0.	0,25	
$v_0 \approx \frac{2,15}{250} \approx 8,6.10^{-3}\ mol.L^{-1}.jour^{-1}$	0,25	
3- *Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée nécessaire à la disparition de la moitié du réactif introduit en défaut.* $t_{1/2} = 170$ *à* 180 *jours soit* $t_{1/2} = 6$ *mois.*	0,25	
Vitesse de disparition à $t_{1/2}$		
$v_{1/2} \approx 4,0.10^{-3}\ mol.L^{-1}.jour^{-1}$	0,25	
4- *La vitesse de disparition des ions hypochlorite diminue au cours du temps car la concentration des réactifs diminue.*	0,25	
La concentration des réactifs est un facteur cinétique.	0,25	

5- $[ClO^-]$ (mol.L^{-1}) 2 1,5 1 0,75 t (jours) 17,5 90 192,5 267	0,5	
a- Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est une constante, ce qui caractérise une réaction du premier ordre.	0,25	
b- La constante de réaction : $k = \frac{0,693}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{175} = 4.10^{-3}$ jour^{-1}	0,25	
6- La disparition de l'eau de Javel est d'autant plus rapide que la température est élevée.	0,25	
La température est un facteur cinétique. Il faut donc conserver l'eau de Javel au frais.	0,25	
7- La concentration des réactifs étant un facteur cinétique, la conservation d'une eau de Javel diluée (12 °chl) est bien meilleure que celle de la solution commerciale (48 °ch1). D'où le conseil donné par le fabricant : " A diluer dans les trois mois suivant la date de fabrication. "	0,5	

3- LES FIBRES
(6 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
I- Les fibres polymères		
1- Car les chaînes constituant doivent être capables de s'arranger de façon régulière afin de s'aligner sous forme de fibres.	*0,5*	
2- Motif : $-(-CH_2-CH_2-)-$	*0,5*	
Equation : $n\,CH_2=CH_2 \rightarrow -(-CH_2-CH_2-)_n-$	*0,5*	
3- a- $M = 46{,}2.10^3 / 1100 = 42\ g.mol^{-1}$	*0,5*	
b- Le monomère est un alcène, sa formule est donc : C_nH_{2n}. $14x = 42 \Rightarrow x = 3$. *La formule est alors :* C_3H_6 *: propène.*	*0,5*	
c- Motif : $-(-CH(CH_3)-CH_2-)-$. *C'est le polypropylène (PP).*	*1*	*0,5 pour le nom*
4-		
a- $-CO-NH-$.	*0,5*	
b- 	*1*	
II- Les fibres de carbone		
1- Les caractéristiques sont : liaisons extrêmement fortes, les plus solides des liaisons connues, résistance supérieure à celle des meilleurs aciers, densité faible.	*0,5*	
2- Puisque les fibres de carbone sont compatibles avec les tissus humains, elles sont les constituants des composites utilisés pour fabriquer des prothèses.	*0,5*	

SUJET - 4

PREMIER EXERCICE
(6 points)

NYLON

Les nylons possèdent de bonnes propriétés mécaniques. De part ces propriétés, ils sont utilisés pour fabriquer toutes sortes d'objets, dans divers domaines : automobile, électroménager, électricité, bâtiment,...
Le nylon-6,6 ® est un polyamide résultant d'une réaction de polymérisation entre l'acide hexanedioïque (l'acide adipique) et l'hexane-1,6-diamine.

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$:

$M(H) = 1$; $M(C) = 12$; $M(N) = 14$; $M(O) = 16$; $M(Cl) = 35.5$

I- Structure du nylon-6,6 ®

1- Ecrire les formules semi-développées de l'acide adipique et de l'hexane-1,6-diamine. Encadrer les groupes fonctionnels.
2- Schématiser la réaction de condensation entre les deux groupes fonctionnels (acide et amine).
3- Nommer le groupe fonctionnel $-CO-NH-$.
4- Ecrire la formule semi-développée du nylon.

II- Fabrication d'un nylon

Pour préparer un nylon au laboratoire, on prépare une solution (A) contenant une masse m de chlorure d'acyle $ClCO-(CH_2)_x-COCl$ dans le tétrachlorure de carbone, que l'on verse dans un bécher. Puis on ajoute lentement une solution aqueuse (B) contenant une masse m' d'hexane-1,6-diamine. Les deux solutions ne sont pas miscibles, et la réaction se déroule à la surface de séparation. On accroche alors le film de nylon et on l'enroule sur une baguette de verre. Une masse m' = 11,6 g donne 29,05 g de nylon.

1- Est-il plus avantageux d'utiliser l'acide carboxylique ou le chlorure d'acyle correspondant pour préparer le nylon au laboratoire ? Justifier.
2- Calculer la masse m nécessaire à la réaction. On admettra qu'elle est quantitative.
3- Déterminer x et écrire la notation qui suit le mot nylon du polymère préparé.
4- Dans un pays, la pollution acide, due à des activités humaines, se répartit annuellement en :

SO_2	: 220 000 tonnes
Oxydes d'azote	: 150 000 tonnes
HCl	: 10 000 tonnes.

Sachant que dans ce pays, 1% de la quantité de HCl, formé lors de la fabrication de 290500 tonnes de nylon indiqué dans la question 2, passe dans l'atmosphère, quelle est, en pourcentage massique, la contribution de cette fabrication à la pollution atmosphérique acide.

DEUXIEME EXERCICE
(8 points)

L'ACETONE

L'acétone est un solvant courant. Comme la plupart des composés carbonylés, elle existe rarement à l'état naturel (dans l'urine). Elle est aussi utilisée dans la fabrication de certaines matières plastiques (rayonne). Elle possède trois atomes de carbone dans son squelette.

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: $M(H) = 1$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$

Constante des gaz parfaits $R = 8,3\ J.mol^{-1}.K^{-1}$.

I. Formule structurale

1- *Ecrire la formule semi-développée de l'acétone. Encadrer le groupe fonctionnel.*
2- *Donner le nom systématique de ce composé.*
3- *Ecrire la formule semi-développée et donner le nom de l'isomère de l'acétone, ayant le même groupe fonctionnel.*

II. Préparation de l'acétone

Dans un cylindre de volume réglable à volonté, vide d'air et contenant du cuivre réduit, on chauffe 3 g de propan-2-ol. L'équilibre suivant s'établit :

$$\text{Alcool (g)} \rightleftarrows \text{Acétone (g)} + \text{Dihydrogène (g)}.$$

1- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction correspondante.*
2- *Préciser le rôle du cuivre réduit.*
3- *Calculer, en pascal, la pression de la vapeur d'alcool à 602,4K sachant que le volume du cylindre est de 500* cm^3.
4- *Calculer, en fonction du degré de conversion* α *de l'alcool, le nombre de moles du mélange gazeux à l'équilibre.*
5- *A l'équilibre, la pression atteint une valeur constante égale à* $6,25.10^5 Pa$, *calculer la quantité d'acétone formée.*

III- Déplacement d'équilibre

La détermination de la densité du mélange gazeux à des volumes différents a donné les résultats suivants :

Volume (cm^3)	*500*	*560*	*600*	*700*
Densité	*1,65*	*1,48*	*1,38*	*1,18*

1- *Exprimer la densité du mélange gazeux en fonction de α.*
2- *En se basant sur les valeurs données dans le tableau, expliquer comment il faut varier le volume du cylindre pour favoriser la déshydrogénation de l'alcool.*
3- *A partir de quel volume la déshydrogénation devient pratiquement totale ?*

IV- Acétone et vie quotidienne

L'acétone apparaît dans l'urine lors de l'utilisation, par l'organisme, de graisses, ce qui a lieu dans deux cas :

- *Lorsque l'on est resté longtemps à jeun (lorsqu'on suit un régime amaigrissant).*
- *Lorsque le corps ne fabrique plus l'insuline l'on est atteint de diabète ; dans ce cas il y a présence de sucre et d'acétone dans l'urine).*

1- *Expliquer comment prouver qu'un régime est efficace.*
2- *Que signifie la présence de sucre et d'acétone dans l'urine ?*

TROISIEME EXERCICE

(6 points)

FABRICATION D'UN SAVON

« Le plus ancien usage industriel des corps gras est sans conteste la fabrication du savon. Jusqu'aux environs de 1945, celle-ci se faisait en discontinu dans des grands récipients (les chaudrons). Les opérations étaient longues, complexes et empiriques. Elles consistaient essentiellement à traiter à l'ébullition un mélange bien choisi de corps gras par une lessive de soude (pour effectuer la saponification), à additionner de l'eau salée pour séparer le savon de la solution (relargage), à effectuer un certain nombre de dissolutions et de relargages pour purifier le savon, enfin à laisser refroidir celui-ci dans des moules (les mises) avant de le conditionner en petits morceaux, en barres ou en savonnettes. »

Extraits d'un article scientifique traitant des usages industriels des corps gras.

I- Questions relatives au texte

1- *Identifier la réaction chimique à laquelle le texte fait allusion.*
2- *Indiquer l'intérêt du relargage.*

II- Structure moléculaire

On considère un corps gras ne contenant qu'un seul type de triglycéride, l'oléine, de formule :

$$\begin{array}{l} CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COO-CH_2 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COO-CH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COO-CH_2 \end{array}$$

L'oléine sera notée

$$\begin{array}{l} R-COO-CH_2 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ R-COO-CH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ R-COO-CH_2 \end{array}$$

1- *L'oléine est un triester du propan-1, 2, 3-triol (glycérol) et de l'acide oléique. Ecrire les formules semi-développées du glycérol et de l'acide oléique.*
2- *Encadrer et nommer les groupes fonctionnels.*

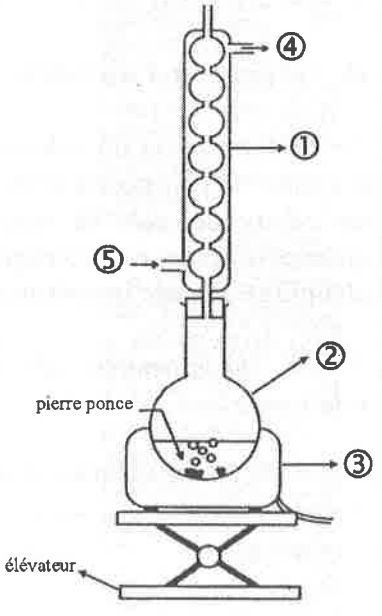
Données : *Masses molaires en $g.mol^{-1}$* *Oléine : 884*
Savon : 304

III- Préparation du savon

Pour préparer un savon, on suit un protocole expérimental comportant deux étapes :

Première étape : *On prépare une solution de soude concentrée. On ajoute un excès de cette solution à 10 g d'une huile alimentaire constituée uniquement d'oléine.*

On réalise ensuite le montage dont le schéma est donné ci-contre :



1- *Donner le nom et indiquer l'intérêt de ce montage.*
2- *Nommer les différentes parties numérotées de la figure.*
3- *Indiquer le rôle des grains de pierre ponce.*
4- *Signaler l'utilité de la circulation d'eau.*

Deuxième étape : *Après 30 mn de réaction, on verse le mélange réactionnel dans une solution de chlorure de sodium tout en agitant avec un agitateur de verre (relargage).*

5- *En travaux pratiques, préciser l'étape qui suit le relargage pour la récupération du savon.*

IV- Etude de la réaction

1- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction.*
2- *Parmi les produits, identifier celui qui présente des propriétés détergentes.*
3- *Indiquer dans ce produit les parties hydrophiles et hydrophobes.*
4- *Calculer le rendement de cette préparation, sachant que la masse du produit solide obtenu est m = 11,8g.*

1- NYLON (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Structure du nylon 6,6		
1- $\boxed{HOOC}-(CH_2)_4-\boxed{COOH}$	0,5	Chaînes carbonées saturées à 6 atomes de carbone
$\boxed{H_2N}-(CH_2)_6-\boxed{NH_2}$	0,5	
2- $-HN-\boxed{H + HO}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}- \rightarrow H_2O + -\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH-$	0,5	Condensation avec élimination de H_2O
3- Amide.	0,5	
4- $-(-HN-(CH_2)_6-NH-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_4-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-)_n-$	0,5	
II- Fabrication d'un nylon		
1- *Pour préparer du nylon au laboratoire, il est avantageux d'utiliser le chlorure d'acyle dérivé de l'acide carboxylique, car dans ce cas, la réaction est rapide et totale alors qu'avec l'acide carboxylique elle est lente et nécessite un chauffage à haute température.*	0,5	
2- *La stœchiométrie de la réaction est donnée par la relation :* $\frac{n(amine)}{1} = \frac{n(chlorure\ d'acyle)}{1} = \frac{n(nylon)}{1} = \frac{n(HCl)}{1}$	0,5	

Masses molaires en g.mol^{-1} : $M_{(amine)} = 116$; $M_{(chlorure\ d'acyle)} = 127+14x$; $M_{(HCl)} = 36,5$.		
$N_{(amine)} = 11,6/116 = 0,1$ mol $\Rightarrow m_{(HCl)} = 3,65$ g	0,5	
$\Rightarrow m = m_{(nylon)} + m_{(HCl)} - m' \Rightarrow m = 21,1$ g .	0,25	
3- $M_{(chlorure\ d'acyle)} = 21,1/0,1 = 211$ g.mol$^{-1} \Rightarrow$		
$211 = 127 + 14x \Rightarrow x = 6$. Nylon-6,8 ®.	0,75	0,25 pour la notation du nylon
4- $n_{(HCl)} = n_{(nylon)}$ or $M_{(nylon)} = 290,5$ g.mol$^{-1} \Rightarrow$	0,25	
$m_{(HCl)} = \dfrac{290500 \times 36,5 \times 1}{290,5 \times 100} = 365$ t.	0,5	
La masse totale des polluants = 380 000t		
La contribution $= \dfrac{365 \times 100}{380\ 000} = 0,096\%$.	0,25	

2- L'ACETONE (8 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Formule structurale		
1- $CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3$	0,5	Groupe carbonyle.
2- Propanone	0,5	
3- CH_3-CH_2-CHO : propanal.	1	0,5 pour le nom.
II- Préparation de l'acétone		
1- $CH_3-CHOH-CH_3 \rightleftarrows CH_3-CO-CH_3 + H_2$	0,5	
2- Le cuivre réduit joue le rôle de catalyseur.	0,5	
3- $P = \dfrac{n \times R \times T}{V}$	0,25	
n en moles ; T en K ; R en $J.mol^{-1}.K^{-1}$; V en L et P en Pa.		
$M_{(alcool)} = 60\ g.mol^{-1} \Rightarrow n_{(alcool)} = 5.10^{-2}\ mol.$	0,25	
$V = 500\ cm^3 = 5.10^{-4}\ m^3$.		
$P = 5,0.10^5\ Pa.$	0,5	
4- En partant de n moles d'alcool, la composition du mélange gazeux à l'équilibre est :		
$n_{(alcool)} = n(1-\alpha)$; $n_{(acétone)} = n_{(dihydrogène)} = n\alpha$		
d'où : $n_e = n(1+\alpha)\ mol = 5.10^{-2}(1+\alpha)\ mol.$	0,5	
5- Dans la relation des gaz parfaits, on remplace chaque terme par sa valeur, on obtient :		
$6,25.10^5 = \dfrac{5.10^{-2}(1+\alpha) \times 8,3 \times 602,4}{5.10^{-4}}$	0,5	
D'où : $\alpha = 0,25 \Rightarrow n_{(acétone)} = 0,0125\ mol.$		

III- Déplacement d'équilibre		
1- La masse molaire du mélange est :		
$M = \frac{n.M_{(alcool)}}{n_e} = \frac{n.M_{(alcool)}}{n(1+\alpha)} = \frac{60}{1+\alpha}$	0,5	
$\Rightarrow \quad d = \frac{60}{29\,(1+\alpha)}$	0,25	
2- D'après les valeurs données dans le tableau, on constate que lorsque V augmente la densité d diminue. Cette diminution de d est due à une augmentation de α *. On peut conclure que, pour favoriser la déshydrogénation de l'alcool il faut augmenter V.*	0,75	
3- La déshydrogénation est pratiquement totale lorsque α *tend vers 1.* *Pour* $\alpha = 1$, $n_t = 5.10^{-2}(1+1)$, $n_t = 0,1$ *mol.*	0,25	
On remplace dans l'équation d'état des gaz parfaits, n, R , T et P par leur valeur, on obtient celle de V :		
$V = \frac{0,1 \times 8,3 \times 602,4}{6,25.10^5} = 0,8\ m^3.$	0,25	
IV- Acétone et vie quotidienne		
1- On fait le test de l'acétone dans l'urine, si le test est positif on conclut que le régime est efficace et amaigrissant.	0,5	
2- La présence de sucre et d'acétone dans l'urine indique un manque d'insuline.	0,5	

3- FABRICATION D'UN SAVON (6 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
I- Questions relatives au texte		
1- La saponification.	*0,25*	
2- Pour séparer le savon de la solution (pour précipiter le savon qui est très peu soluble dans l'eau salée)	*0,25*	*La justification d'utiliser la solution de chlorure de sodium est impérative.*
II- Structure moléculaire		
1- Glycérol : CH_2OH | $CHOH$ | CH_2OH	*0,25*	
Acide oléique : $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	*0,25*	
2- $\boxed{CH_2-OH}$ *alcool primaire* | $\boxed{CH-OH}$ *alcool secondaire* | $\boxed{CH_2-OH}$ *alcool primaire* $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7\boxed{-COOH}$ *Acide carboxylique*	*0,25* *0,25* *0,25* *0,25*	
III- Préparation du savon		
1- Le nom du montage : chauffage à reflux. *L'intérêt de ce montage est d'augmenter la vitesse de la réaction et de ne perdre ni réactifs ni produits lors de l'ébullition.*	*0,25* *0,25*	
2- ① Réfrigérant ② Ballon *③ Chauffe-ballon ④ Sortie d'eau* *⑤ Entrée d'eau*	*1,25*	*0,25 pour chaque nom.*

3- *Les grains de pierre ponce permettent de réguler la température.*	*0,25*	
4- *La circulation d'eau permet de condenser les vapeurs et d'éviter ainsi une perte de masse du mélange réactionnel..*	*0,25*	
5- *En travaux pratiques, on récupère, après relargage, le savon par filtration sous vide.*	*0,25*	
IV- Etude de la réaction *1-* $R-COO-CH_2$ $\vert$ $R-COO-CH \quad + \quad 3\,(Na^+ + HO^-) \rightarrow$ $\vert$ $R-COO-CH_2$ $3(R-COO^-,Na^+) + CH_2OH-CHOH-CH_2OH$	*0,5*	
2- $R-COO^-, Na^+ = savon$	*0,25*	
3- *R : représente le groupe hydrophobe.* *COO^- : représente le groupe hydrophile.*	*0,25*	
4- *D' après l'équation-bilan* $\frac{n(savon)}{3} = n(huile)$ $\frac{m(savon)}{M(savon)} = 3 \times \frac{m(huile)}{M(huile)}$ $m(savon) = 3 \times \frac{10}{884} \times 304 = 10{,}32g$.	*0,25*	
$Rendement = \frac{10{,}32}{11{,}8} \times 100 = 87{,}5\ \%$.	*0,25*	

SUJET - 1

PREMIER EXERCICE
(6 points)

LE LAIT

Le lait est un mélange complexe, renfermant de l'eau, des glucides, des lipides, des protides, des sels minéraux, des vitamines, ...
Le lait frais contient peu d'acide lactique, provenant d'une lente dégradation du lactose en présence de bactéries ; pour cela, le dosage de l'acidité d'un lait nous renseigne sur son état de fraîcheur : l'augmentation de l'acidité d'un lait est un signe de mauvaise conservation. On supposera, dans ce qui suit, que l'acidité du lait est uniquement due à l'acide lactique.

Données :

Acide lactique : $pK_a = 3,9$; masse molaire = $90\ g.mol^{-1}$.
La concentration en acide lactique d'un lait frais doit être inférieure ou égale à $1,8 g.L^{-1}$.

Liste de matériel de laboratoire : béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; pipettes jaugées (5 ; 10 et 20mL) ; éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; burettes graduées (25 et 50mL) ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

Indicateurs colorés, zone de virage et couleur des formes acide et basique :

Hélianthine	*3,1 – 4,4*	*rouge - jaune*
Rouge de méthyle	*4,2 – 6,2*	*rouge - jaune*
Phénolphtaléine	*8,2 – 10,0*	*incolore - rose.*

I- Caractéristiques de l'acide lactique

1- *La dégradation du lait est catalysée par des substances chimiques. Donner le nom de ces catalyseurs ?*
2- *Le lait se conserve mieux dans un réfrigérateur. Indiquer le facteur cinétique qui intervient dans ce cas pour ralentir sa décomposition ?*
3- *Le nom systématique de l'acide lactique est : acide 2-hydroxypropanoïque.*
   a- *Ecrire sa formule semi-développée. Encadrer les groupes fonctionnels présents dans sa molécule.*
   b- *Ecrire son couple acide/base et préciser l'espèce prédominante à pH = 6,7 ; valeur moyenne du pH d'un lait de vache frais.*

II- Dosage de l'acide lactique

1- On détermine l'acidité du lait par dosage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (soude NaOH) de concentration 0,05mol.L^{-1}.
Le lait prélevé est placé dans un erlenmeyer. Après addition de plusieurs gouttes d'indicateur coloré, la solution de soude est versée progressivement tout en maintenant une agitation régulière à l'aide d'un agitateur magnétique.

a- Nommer le type de verrerie qu'on doit utiliser pour prélever le lait et pour additionner la solution de soude ? Faire un schéma annoté du montage utilisé pour réaliser le dosage.
b- Préciser le rôle de l'agitation du mélange réactionnel ?
c- Discuter la nature acido-basique de la solution obtenue à l'équivalence.
d- Proposer un indicateur coloré adapté à ce dosage. Comment repère-t-on l'équivalence dans le cas étudié ?
e- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.

2- On dose 20,0mL de lait à l'aide de la solution de soude, le volume versé à l'équivalence est de 9,6mL.
a- Calculer la concentration de l'acide lactique dans le lait analysé, en mol.L^{-1} et en g.L^{-1}.
b- Le lait analysé est-il frais ? Justifier.

DEUXIEME EXERCICE
(7,5 points)

CLASSIFICATION DES ALCOOLS

Dans la réserve d'un laboratoire de chimie, un stagiaire trouve deux bouteilles identiques, contenant des liquides incolores et portant chacune la mention : alcool C_3H_8O.
Sur l'étiquette de la première bouteille, il a ajouté la mention A_1 et la mention A_2 sur l'étiquette de la seconde puis dans le but d'identifier le contenu de chaque bouteille, il procède à une série d'expériences.

Données :

M (C_3H_8O) = 60g.mol^{-1}. Masse volumique des alcools C_3H_8O = 0,80g.mL^{-1}.

Composé	A_1 et A_2 (C_3H_8O)	B_1 et B_2 (C_3H_6O)	H_2O	C ($C_3H_6O_2$)
Point d'ébullition(°C)	97 et 82,5	49 et 56	100	141

Liste de matériel de laboratoire : tubes à essais ; compte-gouttes ; béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes jaugées (5 ; 10 et 20mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; chauffe-ballon électrique ;

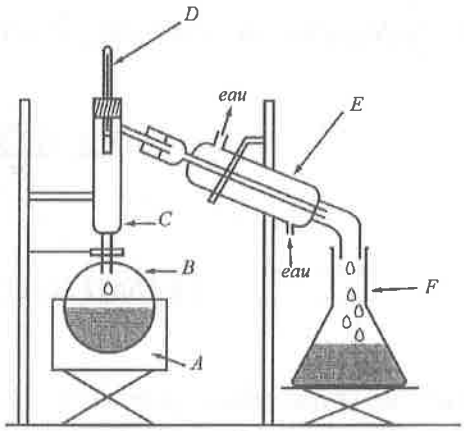
colonne de distillation ; réfrigérant ; thermomètre ; bouchons ; pierre ponce ; propipette ; des gants et des lunettes de sécurité.

Demi-équations électroniques des couples impliqués dans les réactions rédox traitées dans l'exercice :

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftarrows 2Cr^{3+} + 7H_2O$$
$$RCHO + 2H^+ + 2e^- \rightleftarrows RCH_2OH$$
$$RCOOH + 4H^+ + 4e^- \rightleftarrows RCH_2OH + H_2O$$
$$RCOR' + 2H^+ + 2e^- \rightleftarrows RCHOHR'$$

I- Oxydation ménagée et structure

1- Ecrire la formule semi-développée et donner le nom et la classe de chacun des alcools isomères de formule moléculaire C_3H_8O.
2- Nommer les produits obtenus par oxydation ménagée de ces alcools ? Ecrire leurs formules semi-développées et donner leurs noms systématiques.
3- Peut-on utiliser l'oxydation ménagée des alcools pour identifier et classer les alcools A_1 et A_2 ? Expliquer.
4- Le stagiaire réalise le montage dont le schéma est donné ci-dessous.



Il introduit dans B, environ 10mL du liquide A_1 et quelques grains de pierre ponce.
Il ajoute ensuite environ 100mL d'une solution acidifiée de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ de concentration $0,2 mol.L^{-1}$.
Le mélange est alors chauffé à l'aide de l'appareil A.

Des vapeurs se dégagent dans C puis se condensent en traversant E. Le liquide condensé (incolore), noté B_1, est recueilli dans F.
Le volume du liquide, recueilli à la fin de la réaction (la solution, initialement orange devient verte), est d'environ 4mL. Durant la distillation du liquide B_1, le thermomètre affiche une température voisine de 55°C.

Le stagiaire réalise avec l'alcool A_2 les mêmes opérations effectuées avec l'alcool A_1. Durant la distillation du produit B_2 formé, le thermomètre affiche une température voisine de 50°C. Le volume du liquide, recueilli à la fin de la réaction, est d'environ 4mL.

a- Nommer le matériel utilisé dans le montage schématisé ci-dessus.
b- Calculer le nombre de moles des alcools A_1 et A_2 ainsi que le nombre de moles des ions $Cr_2O_7^{2-}$ dans 100mL de la solution oxydante.

c- Dans les deux expériences décrites ci-dessus, est-il nécessaire d'utiliser une verrerie de précision ? Justifier.

d- Comment la fin de la réaction est-elle mise en évidence ?

e- Ecrire les équations-bilans des réactions d'oxydation ménagée des deux alcools A_1 et A_2.

f- Montrer que, dans les deux expériences, l'oxydant est utilisé en défaut. Pourquoi?

II- Identification

1- Le stagiaire prend deux tubes à essais. Il place dans chaque tube, environ 1mL d'une solution jaune-orange de 2,4-diphénylhydrazine (DNPH).
A l'aide d'un compte-gouttes, il verse dans le premier tube deux gouttes du composé B_1.
Il recommence avec le composé B_2.
Dans les deux tubes, il constate la formation d'un précipité jaune-orange.

a- Quel est le groupe fonctionnel ainsi identifié ?

b- Quelles sont les classes fonctionnelles (fonctions chimiques) des composés B_1 et B_2 ?

2- Remarquant que les tests à la DNPH sont insuffisants, le stagiaire décide de poursuivre son travail d'identification.

a- De la liste suivante de réactifs, proposer un réactif lui permettant d'identifier sans ambiguïté les composés B_1 et B_2 : bleu de bromothymol (BBT), tournesol, liqueur de Fehling, solution d'acide sulfurique, solution de chlorure d'ammonium, solution d'hydroxyde de sodium, solution de sulfate de cuivre (II). Justifier le choix.

b- Décrire le mode opératoire à suivre pour réaliser les tests d'identification. Le matériel nécessaire est à choisir dans la liste donnée ci-dessus. Quel type de transformations observe-t-on durant les tests ?

c- Sachant que seul le composé B_2 réagit avec le réactif choisi, attribuer les formules semi-développées, écrites précédemment, aux deux alcools A_1 et A_2 ainsi qu'à leurs produits d'oxydation ménagée.

d- Le glucose est un sucre qu'on trouve dans beaucoup de fruits et qui renferme dans sa structure une fonction aldéhyde. Peut-on utiliser le test proposé dans 2-a-, pour identifier le glucose ? Donner une brève explication.

TROISIEME EXERCICE

(6,5 points)

DECOMPOSITION DE L'EAU OXYGENEE

Le peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) se décompose lentement en eau et dioxygène suivant l'équation-bilan :

$$H_2O_2\,(l) \longrightarrow H_2O\,(l) + \tfrac{1}{2}O_2\,(g)$$

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée.

La décomposition du peroxyde d'hydrogène est très lente à 20°C. Pour l'accélérer, on opère en présence d'un catalyseur convenablement choisi.

Données :

Liste de matériel de laboratoire : éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; fioles jaugées (50 ; 100 et 250mL) ; pipettes graduées (10 ; 20 et 50mL) ; pipettes jaugées (10 ; 20 et 50mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; béchers (100 ; 250 et 500mL) ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

Expérience I :

Durant cette expérience, la température est maintenue constante et égale à 20°C. La concentration initiale de peroxyde d'hydrogène dans la solution est $[H_2O_2]_0 = 0{,}06 mol.L^{-1}$. Le volume de la solution est considéré constant durant toute la durée de l'expérience.
La détermination expérimentale de la concentration de peroxyde d'hydrogène en fonction du temps, conduit aux résultats consigné dans le tableau suivant :

t (min)	0	5	10	15	20	25	30	40	60
$[H_2O_2]$ ($\times 10^{-2}$) $mol.L^{-1}$	6,0	4,7	3,8	3,0	2,4	2,0	1,5	1,0	0.35

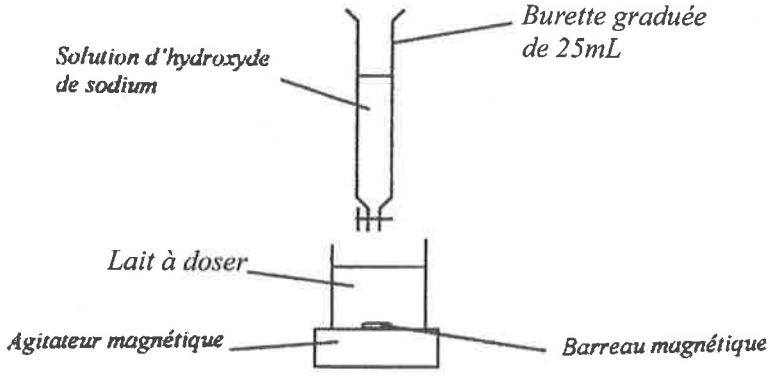
1- *Tracer la courbe $[H_2O_2] = f(t)$. (Echelle : abscisse : 1cm pour 5min ; ordonnée : 2cm pour $0{,}01 mol.L^{-1}$).*
2- *Déterminer graphiquement la vitesse moyenne de disparition du peroxyde d'hydrogène entre les instants $t_1 = 20min$ et $t_2 = 35min$.*
3- *Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition du peroxyde d'hydrogène aux instants t = 0min et t = 30min. Comment évolue cette vitesse ? Justifier.*
4- *Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.*
5- *Montrer que la réaction est du premier ordre relativement au peroxyde d'hydrogène. Ecrire la loi de vitesse correspondante.*

Expérience II :

En partant de la solution initiale de peroxyde d'hydrogène ; $[H_2O_2]_0 = 0{,}06 mol.L^{-1}$, on prépare une solution de concentration égale à $0{,}03 mol.L^{-1}$. La solution ainsi préparée est mise dans les mêmes conditions de température que précédemment : 20°C.

1- *Décrire brièvement le mode opératoire à suivre pour préparer 100mL de la solution diluée de peroxyde d'hydrogène. Le matériel nécessaire pour la préparation de la nouvelle solution est à choisir dans la liste donnée ci-dessus.*
2- *Donner, sur le graphe précédent, l'allure de la courbe $[H_2O_2] = f(t)$.*
3- *La variation de la concentration initiale affecte-t-elle le temps de demi-réaction ? Justifier.*

1- LE LAIT (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Caractéristiques de l'acide lactique		
1- Enzymes ou catalyseurs biologiques.	0,25	
2- La température : La vitesse d'une réaction chimique diminue lorsque la température diminue.	0,25	
3- a- $CH_3-CH(OH)-COOH$	0,5	0,25 pour l'encadrement des groupes fonctionnels.
b- $CH_3CHOHCOOH/CH_3CHOHCOO^-$ (AH/A⁻)	0,25	
$K_a = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$ ou $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$	0,5	
$\log \frac{[A^-]}{[AH]} = 6,7 - 3,9 = 2,8$; $\frac{[A^-]}{[AH]} = 631$	0,25	
A pH = 6,7, c'est l'anion lactate qui prédomine.	0,25	
II- Dosage de l'acide lactique		
1- a- C'est un dosage., Il faut par conséquent utiliser un matériel de précision ; pipette jaugée pour prélever le lait et burette graduée pour additionner la solution de soude.	0,5	Tout raisonnement équivalent est accepté.
	0,5	0,25 pour le schéma 0,25 pour la légende

b- Pour rendre la solution homogène.	*0,25*	
c- L'acide lactique étant un acide faible, à l'équivalence, il y a prédominance de la base conjuguée ; l'ion lactate. La solution est donc légèrement basique : pH > 7.	*0,5*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
d- La solution étant basique à l'équivalence, l'indicateur coloré le mieux adapté au dosage est la phénolphtaléine : Avant l'équivalence, la solution a la couleur du lait (crème). L'équivalence est repérée par la coloration rose de la solution.	*0,5*	*0,25 pour le choix de l'indicateur coloré.*
e- $CH_3CHOHCOOH + HO^- \longrightarrow CH_3CHOHCOO^- + H_2O$	*0,5*	*0 s'il y a une faute*
2- *a- A l'équivalence on a :* $n_a = n_b$ *; cette relation s'écrit :*		
$C_a \times V_a = C_b \times V_b$ *conduisant à :* $C_a = 2{,}4.10^{-2} mol.L^{-1}$	*0,5*	*0,25 pour la formule*
La concentration massique $= C_a \times M = 2{,}16 g.L^{-1}$.	*0,25*	
b- La concentration massique déterminée étant supérieure à $1{,}8 g.L^{-1}$*, donc : le lait analysé n'est pas frais.*	*0,25*	

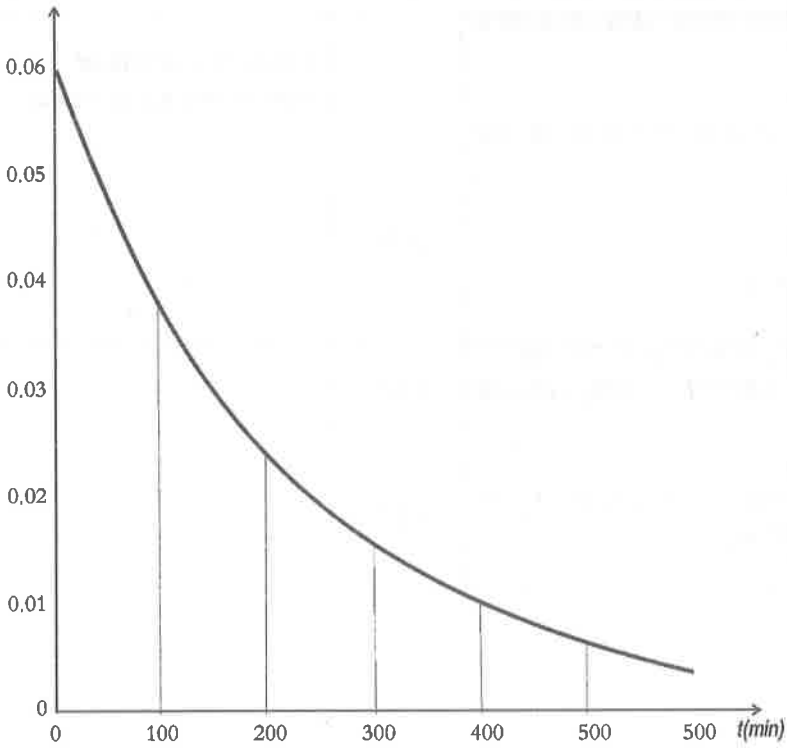
2- CLASSIFICATION DES ALCOOLS (7,5 points)

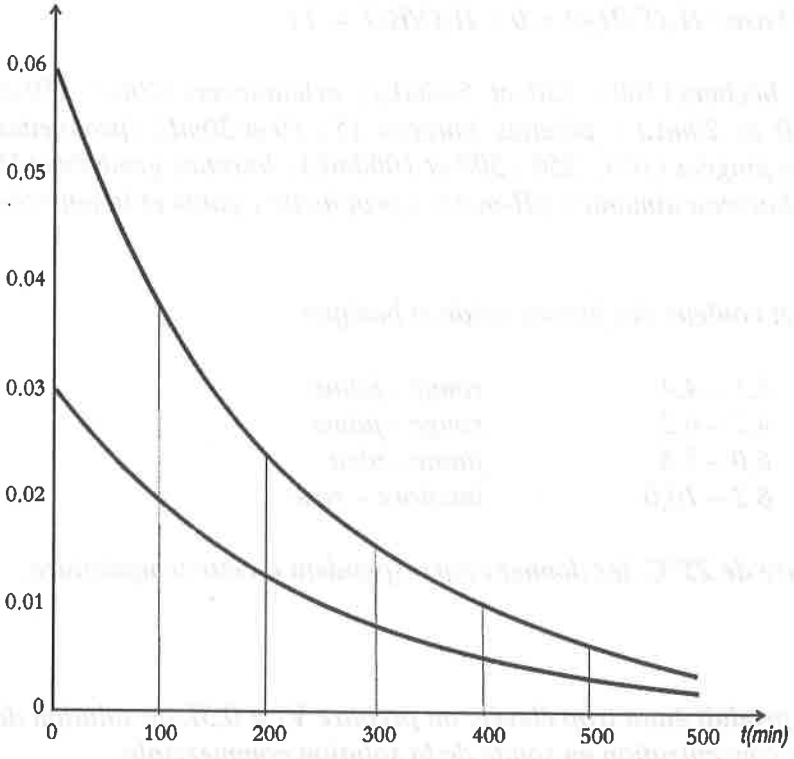
Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Oxydation ménagée et structure		
1- $CH_3 - CH_2 - CH_2OH$: Propan-1-ol ; alcool primaire	0,5	0,25 pour la formule.
$CH_3 - CHOH - CH_3$: Propan-2-ol ; alcool secondaire	0,5	0,25 pour la formule.
2- L'oxydation ménagée d'un alcool primaire produit un aldéhyde ou un acide carboxylique :		
$CH_3 - CH_2 - CHO$: Propanal	0,25	
$CH_3 - CH_2 - COOH$: Acide propanoïque	0,25	
L'oxydation ménagée d'un alcool secondaire produit une cétone :		
$CH_3 - CO - CH_3$: Propanone ou acétone.	0,25	
3- Les produits de l'oxydation ménagée d'un alcool dépendent de sa classe. Ainsi, en utilisant des tests spécifiques, il est possible d'utiliser l'oxydation ménagée des alcools A_1 et A_2 pour les identifier et les classer.	0,25	Tout raisonnement équivalent est accepté.
4-		
a- A : Chauffe-ballon ; B : Ballon à fond rond ; C : Colonne de distillation simple ; D : Thermomètre ; E : Réfrigérant ; F : Fiole erlenmeyer.	0,5	
b- $m(A_1) = m(A_2) = 10 \times 0,8 = 8g$.	0,25	
$n(A_1) = n(A_2) = 8/60 = 0,13mol$.	0,25	
$n(Cr_2O_7^{2-}) = 0,2 \times 0,1 = 0,02mol$.	0,25	
c- Non, le but des expériences étant d'effectuer une identification et non un dosage ou une analyse quantitative.	0,25	
d- Par le changement de couleur de la solution ; lorsque $Cr_2O_7^{2-}$ (orange) disparaît, la solution devient verte, couleur des ions Cr^{3+} en solution aqueuse.	0,25	
e- L'oxydation ménagée d'un alcool primaire conduit à la formation d'un aldéhyde suivant l'équation-bilan :		

$Cr_2O_7^{2-} + 3RCH_2OH + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3RCHO + 7H_2O$	0,25	*0 s'il y a une faute*
L'oxydation ménagée poussée d'un alcool primaire conduit à la formation d'un acide carboxylique suivant l'équation-bilan :		
$2Cr_2O_7^{2-} + 3RCH_2OH + 16H^+ \longrightarrow 4Cr^{3+} + 3RCOOH + 11H_2O$	0,25	*0 s'il y a une faute*
L'oxydation ménagée d'un alcool secondaire conduit à la formation d'une cétone suivant l'équation-bilan :		*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
$Cr_2O_7^{2-} + 3RCHOHR' + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3RCOR' + 7H_2O$	0,25	*0 s'il y a une faute*
La réaction s'arrête à ce stade.		
f- La stœchiométrie de la réaction d'oxydation ménagée (limitée) d'un alcool (primaire ou secondaire) est donnée par la relation : $\frac{n(A_1)}{3} = \frac{n(A_2)}{3} = \frac{n(Cr_2O_7^{2-})}{1}$	0,25	
Or, dans les deux expériences, on a : $\frac{n(A_1)}{3} = \frac{n(A_2)}{3} = 0,044 > \frac{n(Cr_2O_7^{2-})}{1} = 0,02$	0,25	
$Cr_2O_7^{2-}$ *est en défaut. Ceci permet de contrôler l'oxydation ménagée de l'alcool primaire en limitant la formation de l'acide carboxylique.*		*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
II- Identification		
1- a- La DNPH permet d'identifier le groupe carbonyle CO.	0,25	
b- B_1 *est un aldéhyde ou une cétone.* B_2 *est un aldéhyde ou une cétone.*	0,25	
2- a- La liqueur de Fehling, solution bleue, permet de distinguer entre B_1 *et* B_2*, car seul un aldéhyde réagit avec ce réactif.*	0,25	
b- Dans un tube à essais, on place 2mL de liqueur de Fehling et 1mL de B_1 *(ou de* B_2*). Le mélange est alors chauffé à douce ébullition.*	0,25	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

L'observation de l'évolution du mélange réactionnel permet de savoir si le composé testé est un aldéhyde ou une cétone. *En effet, un aldéhyde fait disparaître la coloration bleue de la solution en conduisant à la formation d'un précipité rouge brique d'oxyde de cuivre (I) Cu_2O, par contre une cétone ne provoque aucune transformation dans le milieu réactionnel.*	*0.5*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
c- B_2 donne un test positif avec la liqueur de Fehling ; B_2 est l'aldéhyde : *$CH_3 - CH_2 - CHO$: propanal* *et A_2 est le propan-1-ol :* *$CH_3 - CH_2 - CH_2OH$ (alcool primaire).*	*0,25*	
B_1 est la cétone : $CH_3 - CO - CH_3$: propanone (acétone) et A_1 est le propan-2-ol : $CH_3 - CHOH - CH_3$ (alcool secondaire).	*0,25*	
d- Renfermant une fonction aldéhyde, le glucose peut être identifié à l'aide de la liqueur de Fehling.	*0,25*	

3- DECOMPOSITION DE L'EAU OXYGENEE (6,5 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Expérience I 1-  	1,25	-0,25 s'il y a changement d'échelle 0 s'il y a changement d'axes.
2- $v_{moy}(20 - 35) = -\dfrac{(1,0 - 3,9) \times 10^{-2}}{37,5} = 7,73.10^{-4} mol.L^{-1}.min^{-1}$	0,75	
3- $v_0 = -\dfrac{(1,5 - 6,0) \times 10^{-2}}{14} = 3,21.10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}$	0,5	0,25 pour l'unité de la vitesse.
$v_{30} = -\dfrac{(1,5 - 6,0) \times 10^{-2}}{30} = 6,33.10^{-4} mol.L^{-1}.min^{-1}$	0,5	
$v_{30} < v_0$; la vitesse de la réaction diminue car la concentration du réactif diminue au cours du temps : la vitesse de la réaction est proportionnelle à la concentration des réactifs.	0,5	Tout raisonnement équivalent est accepté.
4- Le graphe nous montre que $[H_2O_2]$ devient égale à $\frac{1}{2}[H_2O_2]_0$ lorsque t atteint 15minutes ; donc $t_{1/2}$ = 15min.	0,25	

5- Le tableau et le graphe montrent, par ailleurs, que $[H_2O_2]$ est régulièrement divisée par deux et toujours dans une durée de 15minutes. Cette caractéristique est spécifique pour les réactions de premier ordre où $t_{1/2}$ est indépendant de la concentration initiale du réactif.	*0,75*	
La loi de vitesse de la réaction s'écrit : $v = k \times [H_2O_2]$.	*0,25*	
II- Expérience II *1- A l'aide d'une pipette jaugée de 50mL, on prélève 50mL de la solution initiale d'eau oxygénée. Ce volume est placé dans une fiole jaugée de 100mL. On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La solution est ensuite homogénéisée par agitation.*	*0,75*	*0,25 pour le matériel.*
2-  	*0,5*	
3- C'est une réaction du premier ordre, la température du milieu réactionnel est maintenue constante, donc : $t_{1/2}$ est indépendant de la concentration initiale de H_2O_2.	*0,5*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

SUJET - 2

PREMIER EXERCICE
(7 points)

UN PRODUIT MENAGER

Sur l'étiquette d'un flacon contenant un produit ménager liquide utilisé pour déboucher les éviers, on lit, entre autres indications : « 19% en masse de soude caustique, provoque des brûlures graves, dissout toute matière organique, à conserver hors de portée des enfants, masse volumique $P = 1,2 kg.L^{-1}$ ...»

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: $M(H) = 1$; $M(O) = 16$; $M(Na) = 23$

Valeurs des pK_a des couples acide / base : $H_3O^+/H_2O = 0$; $H_2O/HO^- = 14$

Liste de matériel de laboratoire : béchers (100 ; 250 et 500mL) ; erlenmeyers (100 ; 250 et 500mL) ; pipettes graduées (5 ; 10 et 20mL) ; pipettes jaugées (5 ; 10 et 20mL) éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; fioles jaugées (100 ; 250 ; 500 et 1000mL) ; burettes graduées (25 et 50mL) ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; pH-mètre ; propipette ; gants et lunettes de sécurité.

Indicateurs colorés, zone de virage et couleur des formes acide et basique :

Hélianthine	*3,1 – 4,4*	*rouge - jaune*
Rouge de méthyle	*4,2 – 6,2*	*rouge - jaune*
Bleu de bromothymol	*6,0 – 7,6*	*jaune - bleu*
Phénolphtaléine	*8,2 – 10,0*	*incolore – rose*

Le dosage se déroule à la température de 25°C. les données correspondent à cette température.

I- Dilution

La concentration en soude de ce produit étant trop élevée, on prépare $V_1 = 0,5L$ de solution de concentration $C_1 = C_0/50$; C_0 est la concentration en soude de la solution commerciale.

1- *Ecrire l'équation de dissociation de la soude dans l'eau.*
2- *Décrire avec précision le mode opératoire pour réaliser la préparation de la solution de soude diluée, en indiquant les précautions à prendre, le volume de soude commerciale à prélever et la verrerie à utiliser.*

II- Dosage

On prélève V_b = 20mL de la solution diluée (de concentration C_1) que l'on place dans un bécher et on lui ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_a = $0,1 mol.L^{-1}$.
Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du milieu en fonction de V_a ; volume de la solution d'acide chlorhydrique ajouté.

1- *Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser le suivi pH-métrique du dosage.*
2- *Indiquer les couples acide / base en présence ? Les représenter sur une échelle verticale de pK_a. Encadrer les espèces intervenant dans la réaction acido-basique.*
3- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit.*
4- *Calculer la constante de cette réaction et en déduire qu'elle peut être considérée comme quantitative.*

III- Exploitation du dosage

Les valeurs de pH en fonction du volume d'acide ajouté V_a sont données dans le tableau ci-dessous :

V_a(mL)	0	4	6	10	14	18	20	21	22	23
pH	13,1	12,8	12,7	12,6	12,4	12,2	12,1	11,9	11,6	11,2

V_a(mL)	23,5	24	24,5	25	26	28	30	32	34	36
pH	11,0	7,0	3,4	3,0	2,5	2,0	1,8	1,2	1,1	1,1

1- *Tracer la courbe pH = f(V_a). (Echelle : abscisse : 1cm pour 4mL ; ordonnée : 1cm pour 2 unités de pH).*
2- *Déterminer les coordonnées du point d'équivalence et en déduire les concentrations C_1 et C_0.*
3- *Calculer le pourcentage massique en soude du produit ménager. Le résultat concorde-t-il avec l'indication de l'étiquette ?*
4- *Si le dosage a été suivi par colorimétrie à l'aide d'un indicateur coloré, lequel parmi ceux cités dans les données convient le plus ? Justifier.*

DEUXIEME EXERCICE
(6 points)

ETUDE D'UN MELANGE GAZEUX

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: $M(C) = 12$; $M(O) = 16$; $M(N) = 14$

Constante universelle des gaz parfaits : $R = 0,085\ L.bar.mol^{-1}.K^{-1}$

I- Pression partielle

Dans un récipient fermé de capacité invariable 10L, on introduit, à 27°C, 0,10mol de dioxyde d'azote NO_2 et 0,03mol de monoxyde de carbone CO. A cette température, le mélange gazeux obtenu G n'est le siège d'aucune réaction chimique.

Calculer :

1- *La pression partielle de chacun des constituants de G.*
2- *La fraction molaire de chacun des constituants de G.*
3- *La masse molaire moyenne de G. En déduire sa densité par rapport au diazote N_2.*

II- Ordre de réaction

A la température T = 500K, la réaction suivante a lieu :

$$NO_2(g) + CO(g) \longrightarrow CO_2(g) + NO(g)$$

Pour déterminer l'ordre de la réaction, on réalise trois expériences à la température de 500K, maintenue constante, tout en introduisant successivement des quantités bien déterminées de monoxyde de carbone CO et de dioxyde d'azote NO_2. On mesure dans chaque cas, la vitesse initiale v_0 de la réaction. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

	Nombre de moles de NO_2 introduit	Nombre de moles de CO introduit	v_0 ($mol.L^{-1}.h^{-1}$)
Expérience 1	0,10	0,03	$0,60.10^{-2}$
Expérience 2	0,10	0,06	$1,20.10^{-2}$
Expérience 3	0,30	0,03	$1,80.10^{-2}$

1- *Déterminer les ordres partiels de la réaction relativement à NO_2 et à CO et donner l'expression de la loi de vitesse.*
2- *Calculer la constante de vitesse.*
3- *Déterminer la vitesse initiale, à la même température, lorsqu'on mélange 0,02mol de NO_2 avec 0,30mol de CO.*

III- Composition d'un mélange à un instant t

On suit l'évolution du mélange réactionnel G au cours du temps, dans l'expérience 1 (0,10mol de NO_2 et 0,03mol de CO). Soit x le nombre de moles de CO_2 formé à un instant t.

1- *Calculer en fonction de x :*
   a- *La pression partielle de chacun des constituants du mélange G' obtenu à l'instant t.*
   b- *Le pourcentage massique de chaque constituant de G'.*
2- *Calculer la composition molaire du mélange formé à la date $t_{1/2}$.*

TROISIEME EXERCICE

(6 points)

ESTER A ODEUR D'ANANAS

Certains esters possédant des odeurs fruitées agréables sont utilisés comme additifs alimentaires dans certaines confiseries.

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1

Liste de matériel de laboratoire : éprouvettes graduées (10 ; 25 et 50mL) ; chauffe-ballon électrique ; colonne de distillation ; réfrigérant ; ballons à fond rond ; pierre ponce ; propipette ; des gants et des lunettes de sécurité.

I- Structure d'un composé organique

L'analyse quantitative d'un composé organique A donne les pourcentages massiques suivants:

C : 54,6% H : 9,1% O : 36,4%.

La masse molaire de A est de $88g.mol^{-1}$.

1) *Vérifier que la formule moléculaire de A est $C_4H_8O_2$.*
2) *Ecrire les formules semi-développées des isomères correspondant à cette formule moléculaire et renfermant le groupe $-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-$.*
3) *A est soluble dans l'eau. Sa solution fait virer au jaune une solution verte de bleu de bromothymol (BBT). La chaîne carbonée de A est linéaire. Ecrire la formule structurale de A et donner son nom systématique.*

II- Estérification

1- On veut préparer un arôme artificiel à odeur d'ananas. Pour cela on introduit dans un ballon 1mol d'éthanol, 1mol de A et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le mélange est chauffé à reflux durant une heure environ puis il est refroidi.

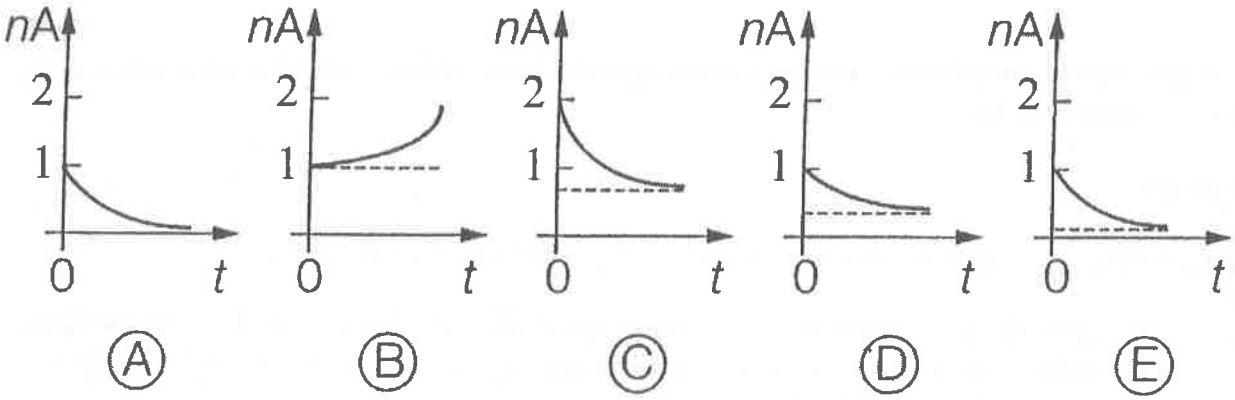
a- Faire un schéma annoté du montage utilisé.

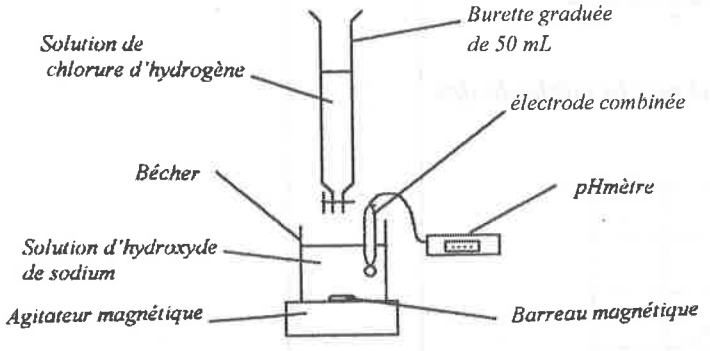
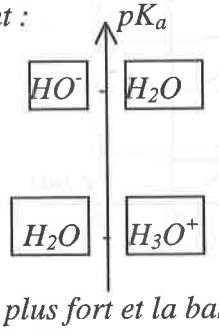
b- Préciser le rôle du chauffage à reflux ?

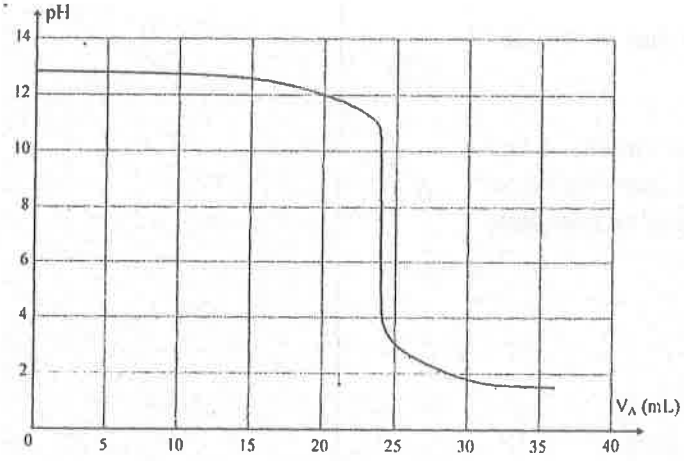
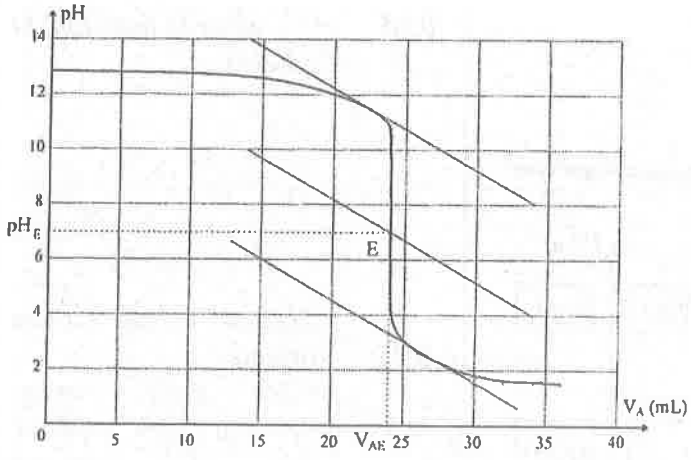
c- Indiquer le type de réactions qui se produit dans le ballon ? Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

d- Ecrire l'équation-bilan de la réaction et donner le nom systématique du composé obtenu à odeur d'ananas.

2- On suit l'évolution du nombre de moles du composé A dans le mélange réactionnel au cours du temps. On obtient une courbe $n_A = f(t)$. Indiquer, parmi les courbes proposées ci-après, quelle est celle qui correspond à l'expérience réalisée ? Justifier le choix.



1- UN PRODUIT MENAGER		
Réponse attendue	***Barème***	***Commentaires***
I- Dilution		
1- $NaOH \longrightarrow Na^+ + HO^-$	*0,25*	
2- $C_1 = C_0/50$; $V_1 = 500mL$.		
La quantité de soude dans la solution préparée est : $n = C_1 \times V_1$. *Cette quantité est à prélever de la solution commerciale, donc :* $n = C_0 \times V_0$.	*0,5*	
Soit : $C_1 \times V_1 = C_0 \times V_0$ *donnant :* $V_0 = V_1/50 = 10mL$.		
La solution commerciale étant corrosive, il faut mettre des lunettes de protection et des gants.	*0,25*	
On prélève, à l'aide d'une pipette jaugée munie d'une propipette, 10mL de la solution commerciale que l'on verse ensuite dans une fiole jaugée de 500mL puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.	*0,5*	
II- Dosage *1-* 	*0,75*	*0,5 pour la notation du schéma.*
2- Les couples acide/base en présence sont : H_3O^+/H_2O *et* H_2O/HO^- 	*0,25* *0,5*	*Zéro si l'échelle est non orientée.* *0,25 pour l'encadrement des espèces. Zéro si* H_2O *ne sont pas encadrés.*
3- La réaction se produit entre l'acide le plus fort et la base la plus forte.		

L'équation-bilan de la réaction est : $H_3O^+ + HO^- \rightleftarrows 2H_2O$ *4- La constante K_R de la réaction est égale au rapport des constantes K_a des deux couples impliqués dans la réaction :* $pK_{a1}\,(H_3O^+/H_2O) = 0$; $pK_{a2}\,(H_2O/HO^-) = 14$. $K_R = \dfrac{K_{a1}}{K_{a2}} = 10^{(pK_{a2} - pK_{a1})} = 10^{14}$. *$K_R$ est nettement supérieure à 10^4, la réaction entre les ions HO^- et H_3O^+ peut être considérée comme totale (quantitative).*	*0,25* *0,5* *0,25*	*Zéro si l'on met une flèche sans parler de K_R.* *0,25 pour la formule*
III- Exploitation du dosage *1-*  	*0,75*	*0,25 s'il y a changement d'échelle* *0 s'il y a changement d'axes*
2- le point d'équivalence est déterminé par la méthode des tangentes.  $V_{aE} = 24mL$ $PH_E = 7$	*0,5* *0,25*	*0,25 sans construction.*

A l'équivalence : $n(H_3O^+) = n(HO^-)$ $C_a \times V_{aE} = C_1 \times V_b$, *donnant :* $C_1 = 0,12mol$ $C_0 = 50 \times 0,12 = 6mol.L^{-1}$.	*0,5*	*0,25 pour la formule*
3- La concentration massique de la solution commerciale est : $C = C_0 \times M = 6 \times 40 = 240g.L^{-1}$.	*0,25*	
Le pourcentage massique du produit ménager est : $\frac{240}{1200} \times 100 = 20\%$. *la concordance est à 1% près.*	*0,25*	*Tout raisonnement équivalent est accepté. (Acide fort + base forte ; pH = 7).*
4- On utilise le bleu de bromothymol puisque sa zone de virage (6,0 – 7,6) contient le pH de l'équivalence.	*0,5*	*0,25 pour la justification.*

2- ETUDE D'UN MELANGE GAZEUX (7 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Pression partielle		
1- On applique l'équation d'état des gaz parfaits :		
$P_i \times V = n_i \times R \times T.$	0,25	
$P(NO_2) = \dfrac{0,1 \times 0,085 \times 300}{10} = 2,55.10^{-1}$ bar.	0,25	
$P(CO) = \dfrac{0,03 \times 0,085 \times 300}{10} = 7,65.10^{-2}$ bar.	0,25	
2- La fraction molaire est donnée par la relation :		
$X_i = \dfrac{n_i}{n_t}$; avec $n_t = 0,13$mol.	0,25	
$X(NO_2) = \dfrac{0,1}{0,13} = 0,77.$	0,25	
$X(CO) = \dfrac{0,03}{0,13} = 0,23.$	0,25	
3- La masse molaire moyenne est donnée par la relation :		
$M_G = \Sigma X_i \times M_i = X_1 \times M_1 + X_2 \times M_2$	0,25	
$M_G = 0,77 \times 46 + 0,23 \times 28 = 41,85 g.mol^{-1}.$	0,25	
II- Ordre de réaction		
1- On calcule les concentrations de NO_2 et de CO dans chacune des trois expériences. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :		

	$[NO_2]_0$ mol.L^{-1}	$[CO]_0$ mol.L^{-1}	v_0 mol.L^{-1}.h^{-1}
Expérience 1	0,01	3.10^{-3}	$0,6.10^{-2}$
Expérience 2	0,01	6.10^{-3}	$1,2.10^{-2}$
Expérience 3	0,03	3.10^{-3}	$1,8.10^{-2}$

0,25

On constate que : *Dans les expériences 1 et 2 la concentration initiale de NO_2 n'a pas changé.* *Dans les expériences 1 et 3 la concentration initiale de CO n'a pas changé.*		
La loi de vitesse de la réaction s'exprime : $v = k \times [NO_2]^{\alpha} \times [CO]^{\beta}$	0,25	
D'après les expériences 1 et 2 on trouve $\alpha = 1$.	0,25	
D'après les expériences 1 et 3 on trouve $\beta = 1$.	0,25	
D'où : $v = k \times [NO_2] \times [CO]$.	0,25	
2- $k = \dfrac{v_0}{[NO_2]_0 \times [CO]_0}$		
en utilisant les résultats de l'expérience 1 on obtient : $k = \dfrac{0,6.10^{-2}}{0,01 \times 0,003} = 200\ mol^{-1}.L.h^{-1}$.	0,25	*Zéro sans unité.*
3- $[NO_2]_0 = 2.10^{-3} mol.L^{-1}$; $[CO]_0 = 0,03 mol.L^{-1}$. $v_0 = k \times [NO_2]_0 \times [CO]_0$ $v_0 = 200 \times 2.10^{-3} \times 0,03 = 1,2.10^{-2} mol.L^{-1}.h^{-1}$.	0,25	*Zéro sans unité.*
III- Composition d'un mélange à un instant t *1-* *a-* $P_i = \dfrac{n_i \times R \times T}{V} = 2,55 n_i$	0,25	
Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :		

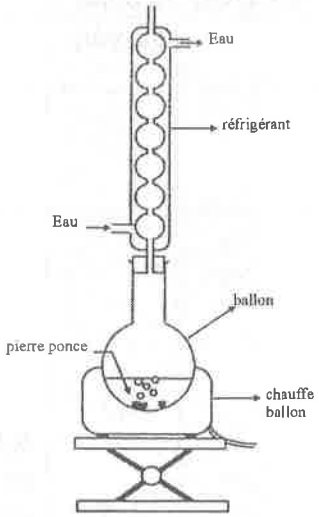
Substance	NO_2	CO	CO_2	NO
n_0 *(mol)*	0,10	0,03	0	0
n_t *(mol)*	0,10-x	0,03-x	x	x
P_i *(bar)*	2,55(0,10-x)	2,55(0,03-x)	2,55x	2,55x

1 — *0,25 pour chaque valeur de P.*

b- *Le pourcentage massique d'un constituant est donné par :* $\frac{m_i}{m_t} \times 100 = \frac{n_i \times M_i}{m_t}$ *avec* $m_t = 4,6 + 0,84 = 5,44g.$		
pourcentage de NO_2 : $\frac{46(0,1 - x)}{5,44} \times 100 = 845,56(0,1-x)$	0,25	
pourcentage de CO : $\frac{28(0,03 - x)}{5,44} \times 100 = 514,71(0,03-x)$	0,25	
pourcentage de NO_2 : $\frac{44\,x}{5,44} \times 100 = 808,82\,x$	0,25	
pourcentage de NO_2 : $\frac{30\,x}{5,44} \times 100 = 551,47\,x$	0,25	
2- *CO est le réactif limitant ; à la date* $t_{1/2}$, $x = 0,015$ *mol.* $X_i = \frac{n_i}{n_t}$; *avec* $n_t = 0,13mol.$ $X(NO_2) = \frac{0,1 - 0,015}{0,13} = 0,65.$ $X(CO) = \frac{0,015}{0,13} = 0,12 = X(CO_2) = X(NO)$.	1	*0,25 pour chaque valeur de X.*

3- ESTER A ODEUR D'ANANAS (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Structure d'un composé organique		
1- La formule générale du composé A est : $C_xH_yO_z$		
On applique la relation :		
$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{M}{100}$	0,5	
On vérifie que x = 4 ; y = 8 et z = 2.	0,5	*0,5 pour la vérification de la formule ou la détermination de x, y et z.*
2- Le groupe $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$ *correspond soit à un acide carboxylique soit à un ester.*	0,25	
Acides carboxyliques :		
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$ $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\|}}{CH}-COOH$	0.5	
Esters :		
$H-COO-CH_2-CH_2-CH_3$ $H-COO-\underset{\underset{CH_3}{\|}}{CH}-CH_3$ $CH_3-COO-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH_2-COO-CH_3$	0,5	
3- *A est un acide car il fait virer au jaune le BBT.*	0,25	
A est l'acide butanoïque car sa chaîne est linéaire. $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	0,25	

II- Estérification *1- a-*  	*0,5*	*0,25 pour le schéma*
b- Le chauffage à reflux assure : *- un chauffage du mélange réactionnel à une température constante ; une température voisine de celle d'ébullition du liquide le plus volatil.*	*0,25*	
- une conservation de la quantité de matière des réactifs et des produits au cours de la réaction ; les vapeurs se condensent dans le réfrigérant et retournent dans le ballon.	*0,25*	
c- C'est une réaction d'estérification. *- L'acide sulfurique est un catalyseur.*	*0,25* *0,25*	
d- $CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3-CH_2-OH$ $\rightleftarrows CH_3-CH_2-CH_2-COO\,CH_2-CH_3 + H_2O$	*0,5*	*0,5 s'il n'y a pas la double flèche.*
L'ester formé et qui possède une odeur d'ananas est le butanoate d'éthyle.	*0,25*	
2- L'acide A est un réactif, son nombre de moles n(A) diminue au cours du temps : la courbe est donc décroissante.	*0,25*	
L'estérification est une réaction limitée ; le nombre de moles de l'acide tend vers une valeur limite minimale : la courbe possède une asymptote horizontale.	*0,25*	*On procède par élimination pour choisir la courbe cinétique.*
Le mélange initial étant équimolaire, le nombre de moles initial de l'acide A étant de 1mol et l'alcool utilisé étant primaire, le nombre de moles de l'acide à l'équilibre vaut 1/3mol.	*0,25*	
De tout ce qui précède, on conclut que la courbe D correspond à l'expérience réalisée.	*0,25*	

SUJET 3

PREMIER EXERCICE
(6 points)

UN ANTIACIDE

Le lait de magnésie est utilisé pour remédier à l'indigestion acide de l'estomac. On admet qu'un flacon de ce lait contient une solution saturée d'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_2$.

Données :
L'analyse est réalisée à 25°C.

$K_{ps}\ [Mg(OH)_2] = 1{,}2.10^{-11}$; $K_e = 10^{-14}$.

1- *Déterminer la concentration molaire de chacun des ions Mg^{2+} et HO^- dans ce lait.*
2- *Calculer le pH de ce lait.*
3- *A 5mL de ce lait on ajoute 20mL d'eau distillée. Calculer le pH de la solution ainsi obtenue.*
4- *On ajoute quelques gouttes d'une eau dure riche en ions magnésium Mg^{2+} à un échantillon de ce lait. Que se passe-t-il ? Comment le pH du milieu sera-t-il affecté ? Justifier.*
5- *On chauffe légèrement une solution de lait de magnésie, il se forme un précipité. Déduire si la dissolution de l'hydroxyde de magnésium est endothermique ou exothermique.*
6- *Expliquer comment le lait de magnésie peut remédier à l'indigestion acide de l'estomac.*

DEUXIEME EXERCICE
(8 points)

EAU DE JAVEL

Industriellement, on obtient l'eau de Javel en dissolvant du dichlore gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium selon la réaction d'équation-bilan :

$$Cl_2 + 2HO^- \rightarrow ClO^- + Cl^- + H_2O$$

L'eau de Javel est donc une solution aqueuse contenant les ions ClO^-, Na^+ et Cl^- ainsi que les ions hydroxyde HO^- en excès. L'agent actif de l'eau de Javel est l'ion hypochlorite ClO^- oxydant responsable de ses propriétés désinfectantes.
L'eau de Javel se décompose lentement car l'ion hypochlorite oxyde l'eau. Cette réaction d'oxydation lente impose une limite de durée d'utilisation de l'eau de Javel.
Une eau de Javel est caractérisée, dans les pays francophones, par son degré ou titre chlorométrique (°chl).
On appelle degré ou titre chlorométrique d'une eau de Javel le volume de dichlore nécessaire à

la fabrication de 1 L de cette eau de Javel. Ce volume est mesuré en litre, dans les conditions normales de température et de pression (101,3 kPa et 0°C).

Sur l'étiquette d'un berlingot ou " recharge " d'eau de Javel on lit :

- *Recharge (berlingot) : 250 mL, 48°chl départ usine, à diluer.*
- *Ce berlingot permet d'obtenir 1 L d'eau de Javel à 12°chl prêt à l'emploi qui se conserve environ 6 mois.*
- *A diluer dans les trois mois qui suivent la date de fabrication (dans les deux mois en période chaude).*
- *A conserver au frais et à l'abri de la lumière.*

Données :

Volume molaire mesuré dans les conditions normales de température et de pression :
$V_m = 22,4\ L.mol^{-1}$.

Masses molaires atomiques ($g.mol^{-1}$) : $M(H) = 1$; $M(O) = 16$; $M(Cl) = 35,5$

I- Dosage de l'eau de Javel. Degré chlorométrique

1- *Déterminer d'après les indications de l'étiquette la concentration en ions hypochlorite de l'eau de Javel de ce berlingot.*

2- *On se propose de vérifier le degré chlorométrique de l'eau de Javel d'un berlingot :*

Première étape : *dans un bécher de 250 mL, on introduit 2 g d'iodure de potassium dans 50 mL d'eau acidifiée, on ajoute alors 2,0 mL d'eau de Javel diluée, préparée selon les conseils du fabricant avec le contenu du berlingot.*
On observe alors la formation de diiode selon la réaction d'équation-bilan :

$$ClO^- + 2I^- + 2H^+ \rightarrow I_2 + Cl^- + H_2O$$

I^- *et* H^+ *sont des réactifs en excès.*

Deuxième étape : *on dose le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium* ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) *de concentration* $1,0.10^{-1}$ $mol.L^{-1}$ *en présence d'un indicateur de fin de réaction : empois d'amidon ou thiodène.*
A l'équivalence le volume de solution de thiosulfate de sodium versé est de 20,0 mL.
L'équation-bilan de la réaction de dosage est :

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

a- *Montrer que la concentration molaire en ions hypochlorite dans la solution d'eau de Javel diluée est donnée par l'expression :*

$$[ClO^-] = \frac{[S_2O_3^{2-}] \times V(S_2O_3^{2-})}{2 \times V(\text{eau de javel})}$$

Calculer numériquement cette concentration.

b- *En déduire la concentration en ions hypochlorite dans le berlingot " recharge " ainsi que son degré chlorométrique. Conclure.*

c- *Est-il important d'introduire les ions iodure I^- en excès ? Justifier.*

II- Etude de la cinétique de décomposition de l'eau de Javel

On étudie la cinétique de décomposition de l'ion hypochlorite dans une solution commerciale d'eau de Javel de 48°chl, conservée à la température de 20°C. Le dosage des ions hypochlorite restants dans la solution commerciale à différentes dates à partir de sa fabrication, permet de tracer la courbe donnant la concentration en ions ClO^- restants en fonction du temps, figure 1.

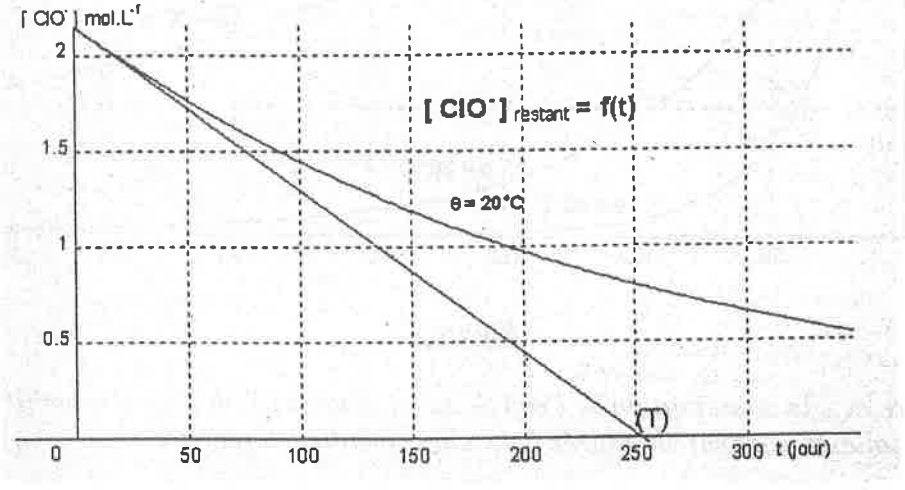


Figure 1.

La tangente (T) à la courbe à la date t = 0 est représentée sur la figure 1.

1- *Depuis combien de temps le berlingot dosé à la question I- 2-, est-il sorti d'usine en supposant qu'il a été conservé à 20°C ?*
2- *Définir la vitesse de disparition de l'ion hypochlorite. Calculer cette vitesse à la date t = 0.*
3- *Déterminer à partir du graphe le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. Calculer la vitesse de disparition de l'ion hypochlorite à cette date.*
4- *Comparer les vitesses à t = 0 et $t_{1/2}$. Conclure.*
5- *Reporter et compléter le tableau ci-dessous à partir de la figure 1.*

$[ClO^-]$ $(mol.L^{-1})$	2	1,5	1	0,75
t (jours)				

a- *Que conclure ?*

b- Calculer la constante de vitesse k.

c- Ecrire la loi cinétique de la réaction.

6- La figure 2 représente les courbes donnant la concentration en ions hypochlorite restants en fonction du temps pour trois températures 20°C, 30°C et 40°C. Justifier à l'aide de ces graphes la recommandation du fabricant de conserver l'eau de Javel au frais.

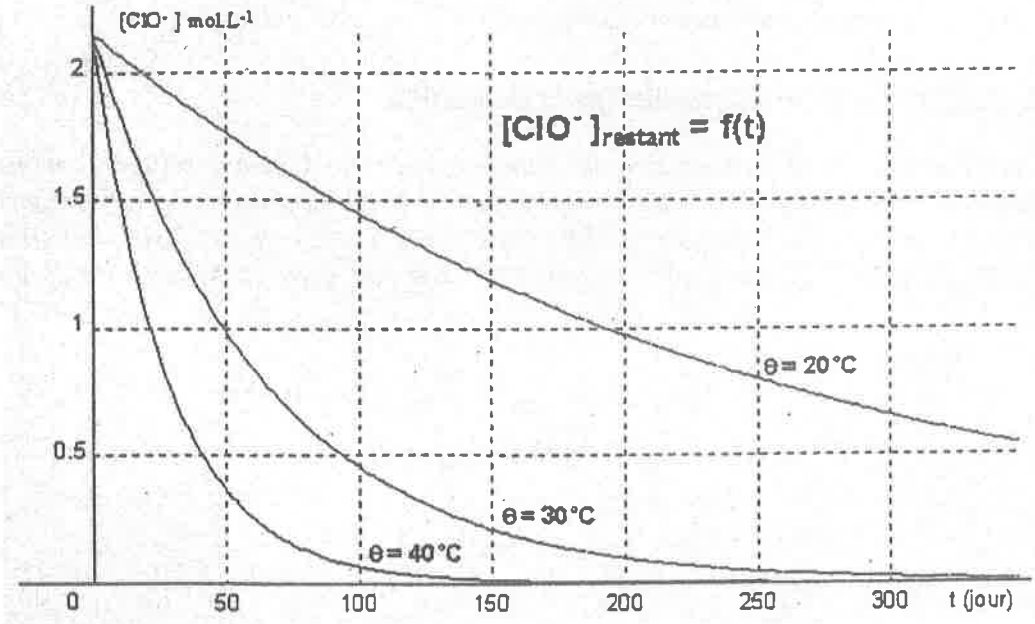


Figure 2.

7- A votre avis la conservation de l'eau de Javel diluée (12°chl) est-elle meilleure que celle de la solution commerciale titrée à 48°chl ? Justifier la réponse.

TROISIEME EXERCICE

(6 points)

ODEUR DE BANANE

Les esters ont des arômes souvent agréables et fruités ; ils sont fréquemment employés pour reproduire les arômes de fruits dans l'industrie alimentaire (boissons fruitées).

- *Acétate de n-pentyle* — *odeur de poire*
- *Butanoate d'éthyle* — *odeur d'ananas*
- *Pentanoate de 3-méthylbutyle* — *odeur de pomme*
- *Ethanoate de 3-méthylbutyle ou Acétate d'isoamyle* — *odeur de banane*

I- Généralités

L'éthanoate de 3- méthylbutyle entre dans la composition de l'arôme artificiel de banane dans certaines eaux minérales aromatisées et dans les sirops. On se propose de préparer cet ester par action de 3- méthylbutan-1-ol (alcool isoamylique) sur l'acide acétique pur.

1- *Rappeler les formules semi-développées de cet acide et de cet alcool.*
2- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'estérification et la formule développée de l'ester. Nommer la réaction inverse.*
3- *Rappeler les caractéristiques générales des réactions d'estérification.*
4- *L'utilisation d'un catalyseur permet-elle d'augmenter le rendement en ester ? Même question pour une élévation de température.*
5- *Indiquer les méthodes utilisées pour obtenir le meilleur rendement possible en ester.*

II - Données expérimentales

Dans le tableau ci-dessous on a rassemblé les caractéristiques physiques des réactifs et des produits intervenant dans la réaction étudiée.

	M ($g.mol^{-1}$)	*Masse volumique* ($g.cm^{-3}$)	*Température de fusion*	*Température d'ébullition*	*Solubilité dans l'eau*
Acide acétique (A)	*60*	*1,05*	*16,6°C*	*118°C*	*Infinie*
3-méthylbutan-1-ol (B)	*88*	*0,81*	*-117°C*	*129°C*	*Faible*
Acétate de 3-méthylbutyle (C)	*130*	*0,87*	*-78,5°C*	*142°C*	*faible*

1- *Imaginons, dans un ballon, un mélange homogène des trois espèces précédentes (A), (B) et (C) et on veut isoler (C). Le mélange est porté à ébullition.*
Identifier la première espèce qui se vaporise. Pourrait-on extraire l'ester du mélange par distillation ?

2- *On additionne au mélange une certaine quantité d'eau froide ; on agite puis on laisse reposer ; on observe alors une séparation en 2 phases.*
Indiquer la phase qui surnagera, justifier.

3- *A l'aide des données du tableau, calculer les masses et les quantités de matière de chacun des réactifs sachant qu'on a mélangé 25 mL de (B) et 35 mL de (A), quel est le réactif en excès ?*

4- *Calculer le rendement sachant que la masse obtenue de l'ester brut est de 15 g.*

5- *Proposer des réactifs susceptibles de remplacer l'acide acétique pour préparer l'ester. Quel est le but recherché ?*

1- LAIT DE MAGNESIE (6 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1- L'équilibre de dissolution-précipitation de l'hydroxyde de magnésium est représenté par l'équation-bilan :		
$Mg(OH)_2 \rightleftarrows \underset{s}{Mg^{2+}} + \underset{2s}{2HO^-}$	0,5	0 s'il y a une faute
s étant la solubilité de $Mg(OH)_2$		
$K_{ps} = P.I = [Mg^{2+}].[HO^-]^2 = 4s^3$; *P.I est le produit ionique de l'hydroxyde de magnésium.*	0,5	
$s = 1,44.10^{-4} mol.L^{-1}$. $[Mg^{2+}] = s = 1,44.10^{-4} mol.L^{-1}$; $[HO^-] = 2s = 2,88.10^{-4} mol.L^{-1}$.	0,75	0,25 pour chaque concentration.
2- $pH = -\log[H^+] = -\log\frac{K_e}{[HO^-]} = -\log\frac{K_e}{2s}$	0,5	
$pH = -\log\frac{10^{-14}}{2,88.10^{-4}} = 10,46$	0,25	
3- La solution est diluée 5 fois. Soit C = s la concentration initiale des ions HO^- *dans la solution et C' la nouvelle concentration après dilution*		
$C \times V = C' \times V'$; $C' = 2,88.10^{-4}/5 = 5,76.10^{-5}$.	0,5	
$pH = -\log\frac{K_e}{C'} = -\log\frac{10^{-14}}{5,76.10^{-5}} = 9,76.$	0,25	
4- C'est le cas d'un ion commun ; l'hydroxyde de magnésium précipite dans le milieu.	0,25	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
En effet, la concentration des ions Mg^{2+} *augmente, ceci entraîne un déplacement de l'équilibre dans le sens inverse (sens 2).*	0,5	
La précipitation de $Mg(OH)_2$ *entraîne une diminution de la concentration des ions* HO^- *en solution, donc une*	0,5	

augmentation de celle des ions H^+ et une diminution du pH du milieu.		
5- le chauffage de la solution de lait de magnésie entraîne la précipitation de $Mg(OH)_2$. Donc l'équilibre est déplacé dans le sens 2 ; ce sens est endothermique alors que la dissolution (sens 1) est exothermique.	*0,75*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
6- Le pH de l'estomac est acide (1 à 2). Le lait de magnésie est basique, l'acidité de l'estomac est donc diminuée par suite de la réaction acido-basique entre les ions H^+ et HO^- provenant de l'hydroxyde de magnésium.	*0,75*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

2- EAU DE JAVEL (8 points)

Réponse attendue	***Barème***	***Commentaires***
I- Dosage de l'eau de Javel. Degré chlorométrique		
1-		
Le degré chlorométrique d'une eau de Javel est le volume de dichlore nécessaire à la fabrication de 1 L de cette eau de Javel. Donc, pour fabriquer 1 L d'eau de Javel à 48°chl, il faut 48 L de dichlore soit :		
$n(Cl_2) = \frac{V_{Cl_2}}{V_m} = \frac{48}{22,4} = 2,14\ mol$	*0,25*	
D'après l'équation-bilan		
$n(Cl_2) = n(ClO^-) = 2,14\ mol.$	*0,25*	
Soit $[ClO^-] = \frac{n(ClO^-)}{V_{eau\ de\ Javel}} = 2,14\ mol.L^{-1}$	*0,25*	
2-		
a-		
D'après l'équation-bilan :		
$n(ClO^-)_{disparus} = n(I_2)_{formés}$	*0,25*	
Equation-bilan de la réaction de dosage		
Pour atteindre l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, soit :	*0,25*	
$n(I_2)_{initialement\ présents} = \frac{1}{2} n(S_2O_3^{2-})_{apportés}$	*0,25*	

Donc $(ClO^-) = \frac{1}{2} n(S_2O_3^{2-})_{apportés}$	0,25	
Soit $[ClO^-] = \frac{[S_2O_3^{2-}]V_{S_2O_3^{2-}}}{2.V_{eaudeJavel}}$	0,25	
Application numérique : *Soit* $[ClO^-] = \frac{1.10^{-1} \times 20}{2 \times 2} = 5,0.10^{-1}\ mol.L^{-1}$	0,25	
b- *A partir d'un berlingot d'eau de Javel de 250 mL, on fabrique 1 L d'eau de Javel diluée. Le facteur de dilution est égal à 4. Donc la concentration en ions hypochlorite dans le berlingot est :*	0,25	
$[ClO^-] = 5,0.10^{-1} \times 4 = 2,0\ mol.L^{-1}$	0,25	
Degré chlorométrique : $2,0 \times 22,4 = 45\ L \rightarrow 45\ °chl$	0,25	
Le degré chlorométrique trouvé est inférieur à celui indiqué par le fabricant. L'eau de Javel s'est partiellement décomposée par action sur l'eau. *Ecart relatif :* $\frac{48-45}{48} \times 100 = 6\ \%$	0,5	*Le calcul de l'écart relatif n'est pas obligatoire.*
c- *Pour déterminer la concentration en ions hypochlorite, ceux-ci doivent tous réagir. Il est donc nécessaire d'introduire les ions iodure en excès.*	0,25	
II- Etude de la cinétique de décomposition de l'eau de Javel. *1-* *D'après le graphe de la figure (1), le berlingot dosé à la question 2.b a été fabriqué 15 à 20 jours avant le dosage.*	0,25	
2- *La vitesse de disparition de l'ion hypochlorite* ClO^-*, à l'instant de date t, est égale à l'opposé de la valeur de la dérivée par rapport au temps de la fonction* $[ClO^-] = f(t)$*, à l'instant de date t.* $v = -\frac{d[ClO^-]}{dt}$ *Détermination graphique de cette vitesse à t = 0 :* *La vitesse de disparition de l'ion hypochlorite, à l'instant de date t =0, est numériquement égale à la valeur absolue du*	0,5	

coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 0. $v_0 \approx \frac{2,15}{250} \approx 8,6.10^{-3}\ mol.L^{-1}.jour^{-1}$	0,5	
3- *Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée nécessaire à la disparition de la moitié du réactif introduit en défaut.* *$t_{1/2}$ = 170 à 180 jours soit $t_{1/2}$ = 6 mois.*	0,25	
Vitesse de disparition à $t_{1/2}$ $v_{1/2} \approx 4,0.10^{-3}\ mol.L^{-1}.jour^{-1}$	0,25	
4- *La vitesse de disparition des ions hypochlorite diminue au cours du temps car la concentration des réactifs diminue.* *La concentration des réactifs est un facteur cinétique.*	0,25 0,25	
5- $[ClO^-]$ (mol.L^{-1}) 2 1,5 1 0,75 t (jours) 17,5 90 192,5 267	0,5	
a- *Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est une constante, ce qui caractérise une réaction du premier ordre.*	0,25	
b- *La constante de réaction :* $k = \frac{0,693}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{175} = 4.10^{-3}\ jour^{-1}$	0,25	
6- *La disparition de l'eau de Javel est d'autant plus rapide que la température est élevée.*	0,25	
La température est un facteur cinétique. Il faut donc conserver l'eau de Javel au frais.	0,25	
7- *La concentration des réactifs étant un facteur cinétique, la conservation d'une eau de Javel diluée (12 °chl) est bien meilleure que celle de la solution commerciale (48 °ch1).* *D'où le conseil donné par le fabricant : " A diluer dans les trois mois suivant la date de fabrication. "*	0,5	

3- ODEUR DE BANANE (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Généralités		
2-		
Formules semi-développées :		
Acide acétique : $CH_3 - COOH$	0,25	
3 – méthylbutan – 1 – ol : $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_2\,OH$	0,25	
3-		
L'équation-bilan de l'estérification est :		
$CH_3 - COOH + CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_2\,OH \rightleftarrows CH_3 - COO - (CH_2)_2 - CH(CH_3) - CH_3 + H_2O$	0,5	
La formule semi-développée de l'ester est :		
$H_3C - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - O - CH_2 - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{\|}}{CH} - CH_3$	0,25	
La réaction inverse est l'hydrolyse.	0,25	0,25 s'il y a une faute. 0 s'il y a deux fautes.
4-		
Les caractéristiques de la réaction sont :		
Lente, réversible, limitée et catalysée par les ions H_3O^+.	0,5	
5-		
Non : ces facteurs augmentent la vitesse de la réaction, mais pas le rendement.	0,5	
6-		
Pour avoir un meilleur rendement possible de l'ester on utilise :		
- Un excès du réactif le moins cher	0,25	
- Une extraction de l'ester au fur et à mesure de sa formation.	0,25	
II- Données expérimentales		
1-		
La première espèce à se vaporiser est l'acide acétique, on ne peut pas extraire l'ester du mélange par distillation.	0,25	
2-		
L'acide acétique se dissout dans l'eau et laisse le mélange ester-alcool, moins dense, former une phase organique au-dessus de la phase aqueuse.	0,5	0,25 s'il n'y a pas de justification.

3- *La masse d'ester brut obtenu est : m = 15 g.* *Déterminons les quantités de matière des réactifs utilisés :* $n_0(acide) = \frac{V_0(acide) \times \rho(acide)}{M(acide)} = \frac{35 \times 1,05}{60} = 0,61\ mol$	0,25	
$n_0(alcool) = \frac{V_0(alcool) \times \rho(alcool)}{M(alcool)} = \frac{25 \times 0,81}{88} = 0,23\ mol$	0,25	
Le réactif en défaut est l'alcool.	0,25	
4- *Le réactif en défaut est l'alcool, c'est par rapport à lui que l'on calcule le rendement brut de la synthèse :*	0,25	
Calculons d'abord la quantité de matière de l'ester brut formé : $n(ester) = \frac{m(ester)}{M(ester)} = \frac{15}{130} = 0,12\ mol$	0,25	
$rendement = 100 \times \frac{n(ester)}{n_0(alcool)} = 100 \times \frac{0,12}{0,23} = 52\ \%$	0,25	
5- *Les réactifs susceptibles de remplacer l'acide acétique sont : le chlorure d'acétyle ou l'anhydride acétique.* *Le but recherché est d'améliorer le rendement.*	0,5 0,25	

SUJET 4

PREMIER EXERCICE
(6 points)

ACIDE CHLORHYDRIQUE COMMERCIAL

L'acide chlorhydrique est couramment employé comme détartrant, décapant pour les métaux et comme rénovateur de pierres et de marbres ; il est vendu dans le commerce en solutions très concentrées.

Sur l'étiquette d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique on lit :

- *Acide chlorhydrique (solution aqueuse de chlorure d'hydrogène).*
- *Contient un minimum de 30 % de chlorure d'hydrogène HCl (pourcentage en masse).*
- *La masse volumique de cette solution est 1,18 $g.cm^{-3}$.*

Données:

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$:

M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(Cl) = 35,5 ; M(Ca) = 40

Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$

I- Dilution

1- *Montrer que la concentration de la solution commerciale d'acide est voisine de 10 $mol.L^{-1}$.*

2- *On dose cette solution d'acide par une solution d'hydroxyde de sodium, récemment préparée, de concentration $C_b = 5,0.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$.*

   a- *Pourquoi faut-il procéder à une dilution de la solution commerciale avant le dosage?*

   b- *Pourquoi utilise-t-on une solution d'hydroxyde de sodium préparée récemment ?*

3- *On désire obtenir une solution diluée d'acide de concentration voisine de celle de la solution d'hydroxyde de sodium.*

   Décrire le mode opératoire de cette dilution, compte tenu du matériel disponible.

Matériel disponible :
Fioles jaugées : 1 L ; 250 mL ; 100 mL ; 50 mL
Pipettes jaugées : 5 mL ; 10 mL ; 20 mL ; 25 mL
Propipettes, eau distillée
Eprouvettes graduées : 50 mL ; 100 mL

II- Dosage

On dose, par pH-métrie, 20,0 mL de la solution d'acide diluée de concentration C_a par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 5,0.10^{-2}$ mol.L^{-1}. La courbe obtenue est représentée sur la figure 1.

1- *Schématiser et annoter le dispositif expérimental.*
2- *Décrire brièvement le mode opératoire.*
3- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage. Calculer la constante de réaction, cette réaction est-elle quantitative ?*
4- *Déterminer, à partir du graphe, les coordonnées du point d'équivalence. Déterminer la concentration de la solution diluée d'acide. En déduire la concentration de la solution commerciale.*
5- *Calculer le pourcentage réel en masse de chlorure d'hydrogène dissous dans la solution commerciale.*
6- *L'acide chlorhydrique détruit le tartre, dépôt calcaire blanchâtre qui se forme sur les cuvettes d'évier ou de WC. Le tartre est essentiellement composé de carbonate de calcium $CaCO_3$.*
   L'équation- bilan de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le calcaire est :

$$CaCO_3 + 2H_30^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3H_20$$

Déterminer la masse de tartre que l'on peut détruire avec 50 mL d'acide commercial.

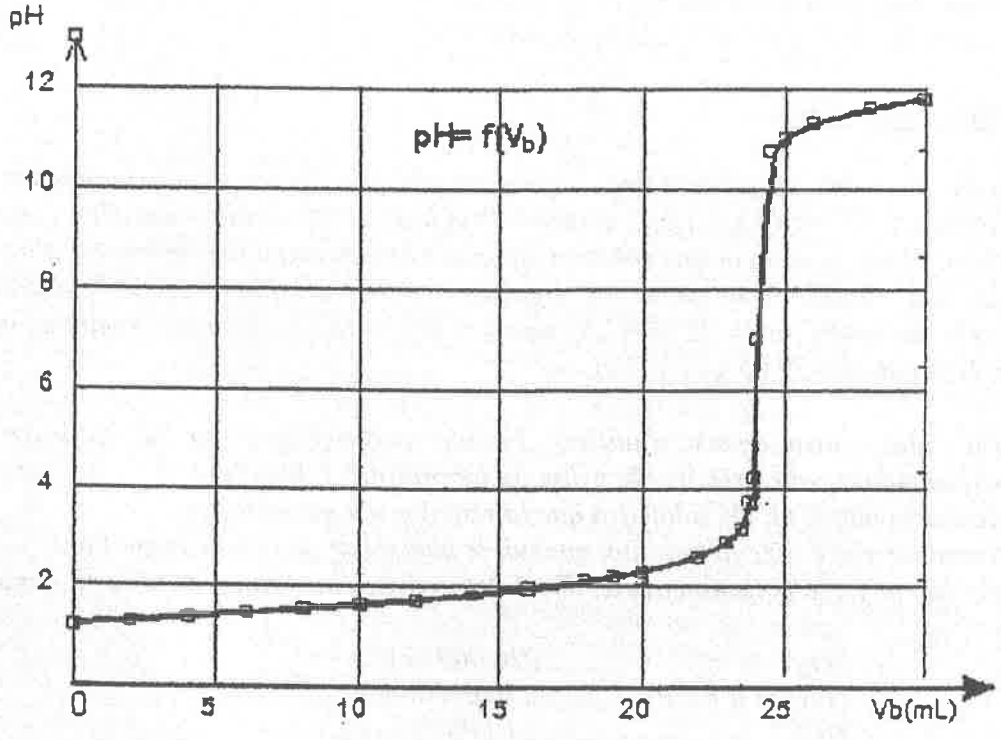


Figure 1.

DEUXIEME EXERCICE
(6 points)

NYLON

Les nylons possèdent de bonnes propriétés mécaniques. De part ces propriétés, ils sont utilisés pour fabriquer toutes sortes d'objets, dans divers domaines (automobile, électroménager, électricité, bâtiment,...). Le nylon-6,6 ® est un polyamide résultant d'une réaction de polymérisation entre l'acide hexanedioïque (l'acide adipique) et l'hexane-1,6-diamine.

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$:

$M(H) = 1$; $M(C) = 12$; $M(N) = 14$; $M(O) = 16$; $M(Cl) = 35.5$

I- Structure du nylon-6,6 ®

1- Ecrire les formules semi-développées de l'acide adipique et de l'hexane-1,6-diamine. Encadrer les groupes fonctionnels.
2- Schématiser la réaction de condensation entre les deux groupes fonctionnels (acide et amine).
3- Nommer le groupe fonctionnel $-CO-NH-$.
4- Ecrire la formule semi-développée du nylon.

II- Fabrication d'un nylon

Pour préparer un nylon au laboratoire, on prépare une solution (A) contenant une masse m de chlorure d'acyle $ClCO-(CH_2)_x-COCl$ dans le tétrachlorure de carbone, que l'on verse dans un bécher. Puis on ajoute lentement une solution aqueuse (B) contenant une masse m' d'hexane-1,6-diamine. Les deux solutions ne sont pas miscibles, et la réaction se déroule à la surface de séparation. On accroche alors le film de nylon et on l'enroule sur une baguette de verre. Une masse m' = 11,6 g donne 29,05 g de nylon.

1- Est-il plus avantageux d'utiliser l'acide carboxylique ou le chlorure d'acyle correspondant pour préparer le nylon au laboratoire ? Justifier.
2- Calculer la masse m. On admettra que la réaction est quantitative.
3- Déterminer x et écrire la notation qui suit le mot nylon du polymère préparé.
4- Dans un pays, la pollution acide, due à des activités humaines, se répartit annuellement en :

SO_2	: 220 000 tonnes
Oxydes d'azote	: 150 000 tonnes
HCl	: 10 000 tonnes.

Sachant que dans ce pays, 1% de la quantité de HCl, formé lors de la fabrication de 290500 tonnes de nylon indiqué dans la question 2, passe dans l'atmosphère, quelle est,

en pourcentage massique, la contribution de cette fabrication à la pollution atmosphérique acide.

TROISIEME EXERCICE
(8 points)

L'ACETONE

L'acétone est un solvant courant. Comme la plupart des composés carbonylés, elle existe rarement à l'état naturel (dans l'urine). Elle est aussi utilisée dans la fabrication de certaines matières plastiques (rayonne). Elle possède trois atomes de carbone dans son squelette.

Données :

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: $M(H) = 1$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$

Constante des gaz parfaits $R = 8,3\ J.mol^{-1}.K^{-1}$.

I. Formule structurale

1- *Ecrire la formule semi-développée de l'acétone. Encadrer le groupe fonctionnel.*
2- *Donner le nom systématique de ce composé.*
3- *Ecrire la formule semi-développée et donner le nom de l'isomère correspondant possédant le même groupe fonctionnel.*

II. Préparation de l'acétone

Dans un cylindre de volume réglable à volonté, vide d'air et contenant du cuivre réduit, on chauffe 3 g de propan-2-ol. L'équilibre suivant s'établit :

$$\text{Alcool (g)} \rightleftarrows \text{Acétone (g)} + \text{Dihydrogène (g)}.$$

1- *Ecrire l'équation-bilan de la réaction correspondante.*
2- *Préciser le rôle du cuivre réduit.*
3- *Calculer, en pascal, la pression de la vapeur d'alcool à 602,4K sachant que le volume du cylindre est de 500* cm^3.
4- *Calculer, en fonction du degré de conversion* α *de l'alcool, le nombre de moles du mélange gazeux à l'équilibre.*
5- *A l'équilibre, la pression atteint une valeur constante égale à* $6,25.10^5 Pa$, *calculer la quantité de l'acétone formée.*

III- Déplacement d'équilibre

La détermination de la densité du mélange gazeux à des volumes différents a donné les résultats suivants :

Volume (cm^3)	*500*	*560*	*600*	*700*
Densité	*1,65*	*1,48*	*1,38*	*1,18*

1- *Exprimer la densité du mélange gazeux en fonction de α.*
2- *En se basant sur les valeurs données dans le tableau, expliquer comment il faut varier le volume du cylindre pour favoriser la déshydrogénation de l'alcool.*
3- *A partir de quel volume la déshydrogénation devient pratiquement totale ?*

IV- L'acétone et la vie quotidienne

L'acétone apparaît dans l'urine lors de l'utilisation, par l'organisme, de graisses, ce qui a lieu dans deux cas :

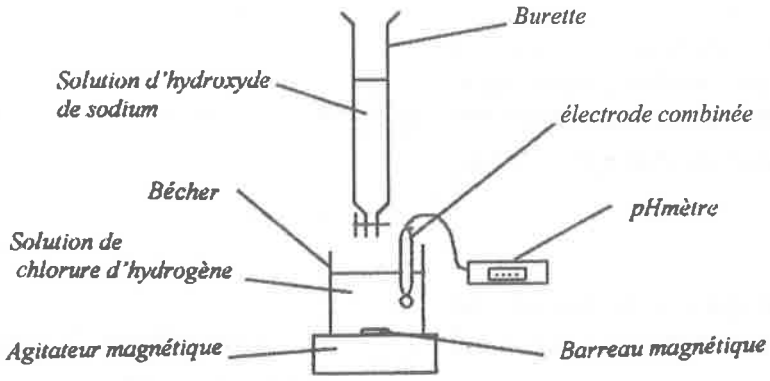
- *Lorsque l'on est resté longtemps à jeun (lorsqu'on suit un régime amaigrissant).*
- *Lorsque le corps ne fabrique plus l'insuline, l'on est atteint de diabète; dans ce cas il y a présence de sucre et d'acétone dans l'urine).*

1- *Expliquer comment prouver qu'un régime est efficace.*
2- *Que signifie la présence du sucre et de l'acétone dans l'urine ?*

1- ACIDE CHLORHYDRIQUE COMMERCIAL (6 points)

Réponse attendue	***Barème***	***Commentaires***
I- Dilution *1-* *La masse de 1 L de solution commerciale d'acide chlorhydrique est : m = 1180 g.* *Masse de chlorure d'hydrogène dissous dans 1 L de cette solution :* $\frac{1180}{100} \times 30 = 354\ g$ *Quantité de matière de chlorure d'hydrogène dissous dans 1 L de solution :* $n = \frac{m}{M}$ *M : masse molaire du chlorure d'hydrogène* $n = \frac{354}{36,5} = 9,7\ mol$ *Concentration de la solution commerciale : C = 9,7 mol/L voisine de 10 mol/L.*	*0,25*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

2- a- *Pour doser la solution commerciale, il faudrait utiliser un volume d'hydroxyde de sodium trop élevé.*	*0,25*	
En effet la solution commerciale d'acide chlorhydrique est environ 200 fois plus concentrée que la solution d'hydroxyde de sodium utilisée [$10/(5.10^{-2}) = 200$]. Donc pour doser 10 mL de la solution commerciale il faudrait $200 \times 10 = 2000$ mL = 2 L de solution de soude.	*0,25*	
b- *La solution d'hydroxyde de sodium réagit avec le dioxyde de carbone dissous dans l'eau ; elle se "carbonate" selon la réaction d'équation-bilan :* $H_2O + CO_2 + 2(Na^+ + HO^-) \rightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-} + 2H_2O$	*0,25*	*L'équation-bilan n'est pas obligatoire.*
CO_3^{2-} est l'ion carbonate. *La concentration en ions hydroxyde HO^- diminue donc au cours du temps.*	*0,25*	
3- *La concentration de la solution commerciale est de l'ordre de 10 $mol.L^{-1}$. Pour obtenir une solution d'acide de concentration 5.10^{-2} mol/L, il faut diluer 200 fois la solution commerciale.* *Facteur de dilution :* $\frac{10}{5.10^{-2}} = 200$	*0,25*	
<u>Protocole expérimental :</u> *La solution commerciale étant corrosive et très concentrée, il faut mettre des <u>gants et</u> des <u>lunettes de protection</u>.* *-On prélève 5,0 mL de la solution commerciale avec une <u>pipette</u> ou <u>pipette jaugée</u>, munie d'une propipette.* *-On les verse dans une <u>fiole jaugée de capacité 1 L</u>.*	*0,25*	*0 s'il y a une faute.*
On complète ensuite au <u>trait de jauge</u> avec de l'eau distillée, puis on homogénéise la solution par retournements successifs.	*0,25*	*0 s'il y a une faute.*

II- Dosage 1-  	0,5	0,25 pour le schéma. 0,25 pour la légende. 0 s'il y a 2 fautes.
2- • Remplir la burette avec la solution de soude. • Prélever 20 mL de solution d'acide chlorhydrique à la pipette jaugée, verser ce prélèvement dans un bécher. • Préparer et étalonner le pH-mètre. • Mesurer le pH de l'acide contenu dans le bécher. • Verser 2 mL par 2 mL pour repérer le " saut " du pH ; à chaque ajout on homogénéise le mélange à l'aide de l'agitateur et on relève la valeur du pH. • Recommencer ce mode opératoire depuis le début en versant la soude 2 mL par 2 mL puis 0,5 mL par 0,5 mL au voisinage du " saut ". Finir les ajouts mL par mL.	0,5	0 s'il manque une étape importante.
3- L'équation-bilan de la réaction de dosage : $H_3O^+ + HO^- \rightleftarrows 2H_2O$ Constante d'équilibre (ou de réaction) : $K_r = \frac{1}{[H_3O^+] \times [HO^-]} = \frac{1}{K_e} = 10^{14}$ $K_r > 10^4$: La réaction est **totale (ou quantitative)**.	0,25	
4- On détermine les coordonnées du point d'équivalence E par la méthode des tangentes :	0,25	
$E(V_e = 24,5\ mL\ ;\ pH_e = 7,0)$	0,25	
A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : $n_{(H_3O^+)}$ initial $= n_{(OH^-)}$ apportés	0,25	

Donc $C_a \times V_a = C_b \times V_e$ V_e est le volume équivalent	0,25	
<u>Concentration de la solution diluée :</u>		
$C_a = \frac{C_b V_e}{V_a} = \frac{5.10^{-2} x 24,3}{20} = 6,1.10^{-2}$ *mol/L*	0,25	
La solution commerciale a été diluée 200 fois, sa concentration est :		
$6,1.10^{-2} \times 200 = 12,2$ *mol/L*	0,25	
5-		
La masse de chlorure d'hydrogène dissoute dans 1 L de solution commerciale est :		
$m = 12,2 \times 36,5 = 445g = 4,5.10^2$ *g.*	0,25	
<u>Pourcentage de chlorure d'hydrogène dissous :</u>		
$\frac{450x100}{1180} \approx 37,7\ \%$	0,25	
Ce résultat est conforme aux indications de l'étiquette ; le pourcentage de chlorure d'hydrogène dissous est supérieur à 30 %.		
6-		
La quantité de matière d'ions hydronium dans 50 mL de la solution commerciale est :		
$n(H_30^+) = C \times V = 12,2 \times 5.10^{-2} = 0,61$ *mol.*	0,25	
D'après l'équation-bilan de la réaction :		
$n(CaCO_3)$ détruit :		
$m = \frac{n(H_3O^+)xM}{2}$ *M : masse molaire du carbonate de calcium.*	0,25	
$m = \frac{12,2 \times 5.10^{-2} \times 100}{2} = 30,5\ g \approx 31\ g.$	0,25	

2- NYLON (6 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Structure du nylon – 6,6		
1- $\boxed{HOOC}-(CH_2)_4-\boxed{COOH}$	0,5	Chaînes carbonées saturées à 6 atomes de carbone
$\boxed{H_2N}-(CH_2)_6-\boxed{NH_2}$	0,5	
2- $-HN-\boxed{H + HO}-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}- \rightarrow H_2O + -\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-NH-$	0,5	Condensation avec élimination de H_2O
3- Amide.	0,5	
4- $-(-HN-(CH_2)_6-NH-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-)_n-$	0,5	
II- Fabrication d'un nylon		
1- Pour préparer du nylon au laboratoire, il est avantageux d'utiliser le chlorure d'acyle dérivé de l'acide carboxylique, car dans ce cas, la réaction est rapide et totale alors qu'avec l'acide carboxylique elle est lente et nécessite un chauffage à haute température.	0,5	
2- La stœchiométrie de la réaction est donnée par la relation : $\frac{n(amine)}{1} = \frac{n(chlorure\ d'acyle)}{1} = \frac{n(nylon)}{1} = \frac{n(HCl)}{1}$	0,5	
Masses molaires en $g.mol^{-1}$: $M_{(amine)} = 116$; $M_{(chlorure\ d'acyle)} = 127+14x$; $M_{(HCl)} = 36,5$.		
$n_{(amine)} = 11,6/116 = 0,1\ mol \Rightarrow m_{(HCl)} = 3,65\ g$	0,5	
$\Rightarrow m = m_{(nylon)} + m_{(HCl)} - m' \Rightarrow m = 21,1\ g$.	0,25	
3- $M_{(chlorure\ d'acyle)} = 21,1/0,1 = 211\ g.mol^{-1} \Rightarrow$	0,25	

$211 = 127 + 14x \Rightarrow x = 6$. Nylon-6,8 ®.	0,5	
4- $n_{(HCl)} = n_{(nylon)}$ or $M_{(nylon)} = 290,5\ g.mol^{-1} \Rightarrow$	0,25	
$m_{(HCl)} = \dfrac{290500 \times 36,5 \times 1}{290,5 \times 100} = 365\ t.$	0,5	
La masse totale des polluants = 380 000t		
La contribution $= \dfrac{365 \times 100}{380\ 000} = 0,096\%.$	0,25	

3- L'ACETONE (8 points)

Réponse attendue	Barème	Commentaires
I- Formule structurale		
1- $CH_3-\boxed{\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}}-CH_3$	0,5	Groupe carbonyle.
2- Propanone	0,5	
3- CH_3-CH_2-CHO : propanal.	1	0,5 pour le nom.
II- Préparation de l'acétone		
1- $CH_3-CHOH-CH_3 \rightleftarrows CH_3-CO-CH_3 + H_2$	0,5	
2- Le cuivre réduit joue le rôle de catalyseur.	0,5	
3- $P = \dfrac{n \times R \times T}{V}$	0,25	
n en moles ; T en K ; R en $J.mol^{-1}.K^{-1}$; V en L et P en Pa.		
$M_{(alcool)} = 60\ g.mol^{-1} \Rightarrow n_{(alcool)} = 5.10^{-2}\ mol.$	0,25	
$V = 500\ cm^3 = 5.10^{-4}\ m^3$.		
$P = 5,0.10^5\ Pa.$	0,5	
4- En partant de n moles d'alcool, la composition du mélange gazeux à l'équilibre est :		
$n_{(alcool)} = n(1-\alpha)$; $n_{(acétone)} = n_{(dihydrogène)} = n\alpha$		
d'où : $n_e = n(1+\alpha)\ mol = 5.10^{-2}(1+\alpha)\ mol.$	0,5	
5- Dans la relation des gaz parfaits, on remplace chaque terme par sa valeur, on obtient :		
$6,25.10^5 = \dfrac{5.10^{-2}(1+\alpha) \times 8,3 \times 602,4}{5.10^{-4}}$	0,5	

D'où : $\alpha = 0,25 \Rightarrow n_{(acétone)} = 0,0125$ mol.		
III- Déplacement d'équilibre		
1- La masse molaire du mélange est :		
$M = \dfrac{nM_{(alcool)}}{n_e} = \dfrac{nM_{(alcool)}}{n(1+\alpha)} = \dfrac{60}{1+\alpha}$	0,5	
$\Rightarrow \quad d = \dfrac{60}{29\,(1+\alpha)}$	0,25	
2- D'après les valeurs données dans le tableau, on constate que lorsque V augmente, d diminue ; la diminution de d est due à une augmentation de α. On peut conclure que, pour favoriser la déshydrogénation de l'alcool il faut augmenter V.	0,75	
3- La déshydrogénation est pratiquement totale lorsque α tend vers 1. *Pour $\alpha = 1$, $n_t = 5.10^{-2}(1+1)$, $n_t = 0,1$ mol.*	0,25	
On remplace dans l'équation d'état des gaz parfaits, n, R, T et P par leur valeur, on obtient celle de V :		
$V = \dfrac{0,1 \times 8,3 \times 602,4}{6,25 \times 10^5} = 0,8\ m^3.$	0,25	
IV- Acétone et vie quotidienne		
1- On fait le test de l'acétone dans l'urine ; si le test est positif, on conclut que le régime est efficace et amaigrissant.	0,5	
2- La présence de sucre et d'acétone dans l'urine indique un manque d'insuline.	0,5	

Instructions générales pour l'épreuve écrite de chimie aux examens officiels

Classe: 3ème année Secondaire.
Lettres et Humanités – Sociologie et Economie

L'épreuve de chimie permet d'apprécier dans quelle mesures le candidat a acquis les compétences définies dans le « tableau de compétences » : Guide de l'enseignant pour l'évaluation.

- ***Nature de l'épreuve***

L'épreuve de chimie comprend trois exercices obligatoires notés au total sur 20. Ils sont indépendants et peuvent être traités par le candidat dans l'ordre de son choix.
Chacun de ces trois exercices est conçu pour évaluer des compétences intégrées dans des domaines différents.

L'épreuve doit répondre à plusieurs exigences:

- *Le strict respect de la philosophie de l'évaluation (Guide +annale zéro)et du programme officiel (Bulletin officiel: N°21, du 30/ 4 / 1999).*
- *La prise en compte des pratiques pédagogiques des enseignants qui font appel, d'une manière équilibrée, aux trois niveaux de connaissances (acquisition, transfert et production).*
- *Le choix de compétences appartenant à tous les domaines et intégrant des objectifs d'apprentissage appartenant aux différents thèmes du programme.*
- *La présentation soignée des documents proposés.*
- *L'adjonction d'un barème propre à chaque exercice dans le but de garantir une notation homogène des copies.*
- *L'autorisation de l'usage d'une calculatrice scientifique non programmable dans le but de choisir des situations d'évaluation pratiques et réelles.*

- ***Coefficient***

La note attribuée à chaque exercice est 10.

- ***Durée***

La durée de l'épreuve est d'une heure.

A quoi doit répondre la copie des élèves ?

Dans le domaine de ***l'application des connaissances:***

- *Tri et analyse des données pertinentes.*
- *Mobilisation des connaissances appropriées à la chimie:*
  - *Choix du concept, du principe, du modèle, de la loi, de l'hypothèse...*
  - *Choix de la formule*
  - *Expression littérale de la solution*
  - *Choix des unités.*
- *Mobilisation des connaissances non appropriées à la chimie (calcul, fonctions circulaires, logarithme, vecteurs ...).*
- *Pertinence du résultat.*

Dans le domaine de ***la communication*** *:*

- *Passage d'un mode de représentation à un autre.*
- *Respect des règles du mode de représentation choisi (symbole, équation, échelle, écriture des indices...).*
- *Tri et analyse des informations pertinentes.*
- *Mobilisation des connaissances appropriées à la chimie*
- *Mobilisation des connaissances non appropriées à la chimie*
- *Rédaction claire et sans redondance.*

Cette liste n'est nullement exhaustive.

SUJET - 1

PREMIER EXERCICE
(10 points)

LE LAIT

A la fois boisson et aliment, le lait, riche en calcium, est symbole de force et de santé. Le lait maternel constitue pour le nouveau-né le carburant initial, il lui donne les anticorps qui le protègent de l'infection et les nutriments nécessaires à son développement.
Cependant, le lait se conserve mal, étant un produit riche en germes acidifiants. Ainsi, non refroidi ou non bouilli, le lait tourne ; on observe la constitution de deux phases distinctes :
- le caillé résultant de la coagulation des caséines (protéines du lait),
- un liquide transparent : le lactosérum.
La conservation du lait ainsi que la production de ses dérivés stables constituent un domaine particulièrement important d'un point de vue économique ; différentes industries se sont développées autour de ce produit naturel. On note en particulier, deux procédés de conservation développés depuis la fin du 19ème siècle : la pasteurisation (procédé élaboré par Louis Pasteur) et la stérilisation.

(SCIENCE ET VIE)

1- *"Le lait constitue pour le nouveau-né le carburant initial" Justifier en vous basant sur les composants du lait.*
2- *« Le lait est un produit vivant ». Expliquer cette phrase.*
3- *Pourquoi le lait tourne-t-il ? En quoi est-il transformé ? Qu'appelle-t-on le phénomène lié à la coagulation des caséines ?*
4- *Certaines enzymes (des protéines) interviennent durant les transformations d'un lait. Indiquer le rôle des enzymes ?*
5- *La production, la conservation et la transformation du lait jouent un rôle important dans l'économie d'un pays. Expliquer.*
6- *Nommer quelques produits dérivés du lait.*
7- *Nommer les deux principaux procédés utilisés pour conserver le lait.*

DEUXIEME EXERCICE
(10 points)

PARFUMS ET COSMETIQUES

I- Sur les placards d'un supermarché, un employé a placé d'une façon désordonnée les produits commerciaux suivants : savons, déodorants, shampooings, produits de protection solaire, dentifrices, colorants cosmétiques, hydratants des cheveux, produits de bain, produits de soins pour bébés, produits de soins pour les dents, eau de Cologne, gels pour les cheveux.
Classifier ces produits en : produits d'hygiène, produits de soins et produits de bien-être.

II- Sur la bombe aérosol d'un déodorant, on lit les indications suivantes :
- ce déodorant procure une agréable sensation de fraîcheur.
- la distinction de son parfum vous accompagne toute la journée.
Précaution d'emplois : Récipient sous pression. A protéger des rayons solaires. A ne pas exposer à une température supérieure à 30°C. Ne pas vaporiser vers une flamme...
Ingrédients : Alcool, butane, propane, parfum.

1- *Indiquer l'origine de la sensation de fraîcheur ?*
2- *Pourquoi le parfum du déodorant accompagne-t-il la personne toute la journée ?*
3- *Préciser le rôle de l'alcool.*
4- *Préciser le rôle du butane et du propane.*
5- *Expliquer pourquoi il ne faut il pas vaporiser vers une flamme ?*

1- LE LAIT (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1- Le lait renferme : des glucides, des lipides, des protides, des minéraux, des vitamines... Tous ces constituants sont nécessaires pour assurer au nouveau-né une vie saine et un développement normal. Le lait maternel renferme en plus des anticorps qui protègent le nouveau-né des agressions microbiennes.	*2*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
2- Le lait renferme divers micro-organismes et bactéries (germes) pouvant se multiplier dans les conditions normales.	*1*	
3- A la température ambiante, des germes acidifiants provoquent l'acidification du lait ; le pH du milieu diminue. Ceci fait tourner le lait, en produisant deux phases : le caillé et le lactosérum.	*1*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
Les caséines sont des protéines qui coagulent en milieu acide : c'est la dénaturation des protéines.	*1*	
4- Les enzymes sont des catalyseurs biologiques.	*1*	
5- Les différents procédés et techniques utilisés pour conserver ou transformer le lait ont permis de développer, dans divers pays, des industries et d'autres secteurs économiques, directement ou indirectement liés au lait, conduisant à un certain développement de l'économie de ces pays.	*2*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
6- Le beurre, le yaourt (yoghourt), le fromage...	*1*	
7- La pasteurisation et la stérilisation.	*1*	

2- PARFUMS ET COSMETIQUES (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
I- Produits d'hygiène : savons, déodorants, shampooings, produits de bain.	*1*	
Produits de soins : produits de protection solaire, hydratants des cheveux, produits de soins pour les dents, produits de soins pour bébés, dentifrices.	*1*	
Produits de bien-être : colorants cosmétiques, eau de Cologne, gels pour les cheveux.	*1*	
II-		
1- A la présence de l'alcool qui s'évapore au contact de la peau et à la présence du parfum.	*2*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
2- Car le parfum s'évapore lentement.	*1*	
3- L'alcool est un solvant permettant de donner une solution homogène.	*1*	
4- Le butane et le propane sont des gaz qui permettent de propulser et de pulvériser la solution contenue dans la bombe aérosol.	*2*	
5- A cause de la présence de substances inflammables : alcool, butane et propane.	*1*	

SUJET - 2

PREMIER EXERCICE
(10 Points)

LE PHOSPHORE

L'élément phosphore, réputé excellent pour la mémoire, est présent dans de nombreux aliments. Il rentre dans la structure des os, il joue un rôle plastique, il a, aussi, un rôle important dans le transfert d'énergie, dans la contraction musculaire et dans la transmission nerveuse.

Données *Les apports en mg de l'élément phosphore dans quelques aliments*

Aliment (masse = 100 g)	*Phosphore (masse en mg)*
Soja	*580*
Chocolat	*400*
Poisson	*200*

Le besoin d'un adolescent est de 1400 mg de l'élément phosphore par jour.
Le prix de 100 g de chocolat est de 2000 L.L.
Le prix d'un kg de poisson est de 14000 L.L.

1- *Expliquer l'expression : « un élément qui joue un rôle plastique ».*
2- *Donner la signification du terme macro-élément. Prouver si le phosphore est un macro-élément ou non.*
3- *Déterminer la masse de soja, de chocolat ou de poisson qu'un adolescent devrait manger pour couvrir ses besoins journaliers avec un seul de ces aliments.*
4- *Donner les résultats sous forme d'un histogramme à colonnes.*
5- *Evaluer la masse de protéines reçue par l'adolescent s'il a couvert ses besoins journaliers en phosphore en mangeant du poisson ; le pourcentage moyen en masse de protéines dans le poisson est de 24%.*
6- *Les protéines sont des polymères d'acides α-aminés. Ecrire la formule générale d'un acide α-aminé et encadrer les deux groupes fonctionnels caractérisant ces acides. Nommer deux éléments chimiques, autres que le carbone et l'hydrogène, constituant les protéines.*

DEUXIEME EXERCICE
(10 points)

TRAITEMENT DES EAUX USEES

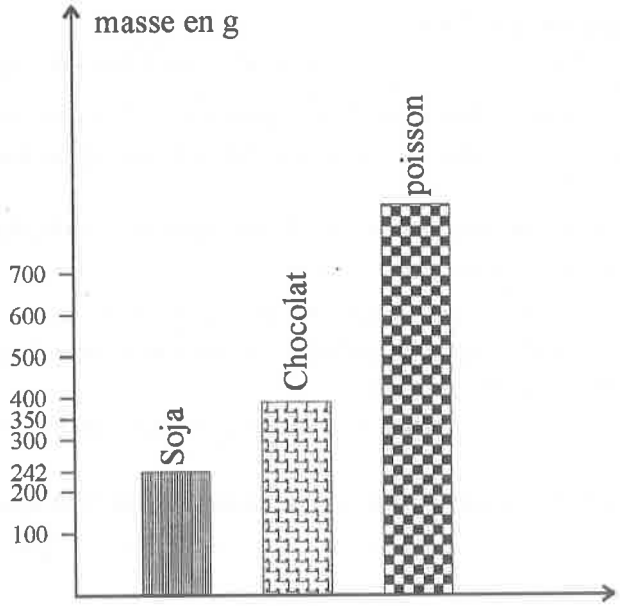
Le traitement des eaux usées comporte une série d'opérations.
Le traitement des matières en suspension fait appel à des opérations de « criblage » ou de décantation. Le « criblage », par le moyen de grilles ou de tamis, permet de retenir les matières volumineuses dont la taille peut varier de quelques millimètres à quelques centimètres et plus. Pour les tailles qui vont de 20 microns à 2 ou 3 millimètres on peut avoir recours à des tamis. La décantation opère une séparation, par sédimentation ou flottation, des phases solides et liquides. Son efficacité est fonction de la taille des particules solides, des masses spécifiques respectives du liquide et des particules solides.
Le traitement des colloïdes : les possibilités de décantation des particules qui ont une taille de 10^{-8} à 10^{-2} mm sont considérablement limitées. Le traitement de ces matières par voie physique suppose une modification de la structure des colloïdes par une neutralisation de leur charge électrique ; c'est la coagulation et, par pontage entre colloïdes coagulés, c'est la flottation.
Le traitement de la pollution organique carbonée relève de systèmes biologiques. Il est généralement réalisé par des systèmes biologiques aérobies.
Le traitement de la pollution azotée est mis en œuvre à l'aide de procédés chimiques : alcalinisation suivie d'une élimination de l'ammoniac libéré ou d'une fixation de NH_4^+ sur résine.
La dénitrification est un processus biologique anaérobie qui permet d'obtenir des réductions de 80% des nitrates.
Le traitement de la pollution phosphorée s'appuie sur des processus de précipitation chimique.
Le traitement des micro-polluants comporte un processus qui s'appuie :

- *sur une filtration sur sable pour éliminer la pollution par les particules résiduelles,*
- *sur une filtration biologique avec dissolution d'oxygène préalable ou dans la masse filtrante pour éliminer la pollution organique biodégradable dissoute,*
- *sur une filtration sur charbons actifs pour éliminer les composés plus difficilement biodégradables.*

Le traitement des micro-organismes utilise des techniques « dures » de désinfection chimique par les halogènes.

1- *Enumérer les opérations de traitement des eaux usées.*
2- *Indiquer les opérations qui ont lieu par un traitement chimique. Nommer deux produits chimiques utilisés dans ces opérations.*
3- *Expliquer les termes : biodégradable et anaérobie.*
4- *Nommer la propriété mise en jeu lors d'une décantation ou d'une flottation.*
5- *Nommer les polluants qui exigent un traitement biologique.*

1- LE PHOSPHORE (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1- Un élément joue un rôle plastique lorsqu'il est essentiel pour la formation et la maintenance des os et des dents.	*1*	*L'alimentation plastique des plantes contient des éléments comme : N,H,P, S,...*
2- Le macro-élément est un élément dont le besoin dépasse 100 mg par jour.	*1*	
Le phosphore est un macro-élément, car le besoin par jour en phosphore est égal à 1400 mg.	*1*	
3- m(soja) = (1400 × 100)/580 = 242 g . *m(chocolat) =(1400 × 100)/400 = 350 g.* *m(poisson) = (1400 × 100)/200 = 700 g.*	*1,5*	
4- 	*2,5*	
5- m(protéine) = 700 × 24/100 = 168g.	*1*	
6- $R-CH(NH_2)-COOH$	*1*	
Les protéines renferment essentiellement les quatre éléments : carbone C, hydrogène H, oxygène O et azote N.	*1*	

2- TRAITEMENT DES EAUX USEES (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1-Le traitement des eaux usées comporte le traitement : des matières en suspension, des colloïdes, de la pollution organique carbonée, de la pollution azotée, de la pollution phosphorée, des micro-polluants et des micro-organismes.	*2*	*Eliminer 0,25 pour chaque opération qui manque*
2-Le traitement de la pollution azotée (alcalinisation) où l'on utilise un métal alcalin ; le sodium. La désinfection chimique par les halogènes comme le dichlore.	*3*	
3-Une substance organique décomposée par un facteur biologique est dite biodégradable.	*1*	
Lorsque la transformation se fait à l'abri de l'air elle est dite anaréobie.	*1*	
4- C'est la masse spécifique.	*1*	
5-Les polluants : azotés, organiques, carbonés, micro-polluants et micro-organismes.	*2*	

SUJET - 1

PREMIER EXERCICE
(10 points)

ANTIBIOTIQUES ET RESISTANCES DES MICROBES

Entre bactéries et antibiotiques c'est la guerre totale. Les premières s'ingénient à trouver des parades pour résister aux attaques des seconds. Comment les bactéries s'y prennent-elles pour résister assez vite ?

Il semble qu'elles soient capables d'acquérir plusieurs résistances à la fois ; ainsi celles qui ont développé une résistance à un antibiotique trouvent plus facilement le moyen de résister à d'autres, devenant ainsi multirésistantes.
Des germes hospitaliers, (dans les hôpitaux), présentent une forte résistance à la plupart des antibiotiques connus.
On a constaté que des antibiotiques sont souvent prescrits à des doses très faibles et sur une période trop longue, ce qui constitue les meilleures conditions pour l'émergence d'une résistance. Celle-ci peut également provenir d'une utilisation abusive d'antibiotiques.

Diverses stratégies de résistance sont adoptées par les bactéries pour échapper à l'action des antibiotiques :

- Constitution d'une « pompe » qui sert à extraire l'antibiotique de la bactérie.
- Synthèse d'une enzyme (protéine) de dégradation de l'antibiotique.
- Synthèse d'une enzyme qui transforme et inactive la molécule de l'antibiotique…

(SCIENCE ET VIE)

1- *Définir un antibiotique.*
2- *Distinguer entre spectre large et spectre étroit de l'antibiotique.*
3- *Décrire la résistance des bactéries à l'antibiotique.*
4- *Distinguer entre nom commercial et nom générique d'un antibiotique.*
5- *Préciser les conditions favorables au développement d'une résistance chez les bactéries.*
6- *On dit que les milieux hospitaliers sont les meilleurs endroits pour le développement des résistances aux antibiotiques. Justifier en se basant sur le texte.*

DEUXIEME EXERCICE
(10 points)

VITAMINES A ET C

Les vitamines sont des espèces chimiques naturelles indispensables à la vie, que l'organisme doit trouver dans son alimentation car il ne sait pas les fabriquer. Même si les quantités nécessaires sont très faibles, les carences en vitamines (insuffisance dans l'alimentation) sont à l'origine de troubles graves.
Un projet financé par l'Union Européenne a permis d'obtenir du riz enrichi en β-carotène, un précurseur naturel de la vitamine A. Cette avancée scientifique doit permettre la prévention de carences importantes en vitamine A des populations pour lesquelles le riz constitue l'aliment de base (plus de deux milliards de personnes).
Cette carence constitue un problème de santé publique dans 118 pays : elle constitue la principale cause de cécité infantile dans les pays en voie de développement, elle limite aussi la résistance à des maladies graves et répandues comme les infections pulmonaires, la diarrhée ou la rougeole. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 250 millions d'enfants souffriraient actuellement de carence en vitamine A et l'augmentation de l'apport de cette vitamine réduirait de 33% à 50% la mortalité liée aux maladies citées ci-dessus.

La vitamine C participe à diverses activités des cellules. Cette substance, à l'opposé de la vitamine A, est soluble dans l'eau mais insoluble dans les solvants organiques.
On la trouve dans toutes les cellules et en quantités d'autant plus grandes que les cellules considérées sont plus actives. C'est, par exemple, un facteur indispensable à la genèse et à l'équilibre du tissu osseux et aussi un facteur de résistance de l'organisme aux infections microbiennes.
Les besoins journaliers en vitamine C sont de 75 mg chez l'adulte et de 35 mg chez le jeune enfant, pouvant atteindre 100 mg en période de croissance.
Les aliments les plus riches en vitamine C sont les légumes verts, la plupart des fruits, les piments, le lait,...
La carence en vitamine C provoque certaines maladies : le scorbut (fatigue du corps accompagnée de troubles graves pouvant causer la mort), des douleurs dans les articulations...

(SCIENCE ET VIE)

1- *Définir les vitamines.*
2- *Classer les vitamines A et C en vitamines liposolubles et hydrosolubles.*
3- *Identifier les conséquences de la carence en vitamine A ?*
4- *Préciser pourquoi l'obtention de riz enrichi en β-carotène est-elle considérée comme une avancée scientifique particulièrement utile pour les pays en voie de développement ?*
5- *Indiquer un régime alimentaire pouvant assurer un apport quotidien normal de vitamine C à l'organisme ?*
6- *L'apport de vitamine C, pour de jeunes enfants en période de croissance, doit être de 100 mg par jour. Justifier l'augmentation de la ration quotidienne de vitamine C.*
7- *Les malades atteints du scorbut ont des os fragiles. Expliquer.*

1- ANTIBIOTIQUES ET RESISTANCES DES MICROBES (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1- Un antibiotique est une substance naturelle ou obtenue par une synthèse chimique. Il est destiné à tuer ou à inhiber la croissance de micro-organismes pathogènes (microbes provoquant des infections).	*2*	*Toute définition équivalente est acceptée.*
2- Les antibiotiques à spectre large sont efficaces contre une grande variété de micro-organismes (microbes et bactéries).	*1*	
Les antibiotiques à spectre étroit sont efficaces contre des micro-organismes spécifiques.	*1*	
3- Une bactérie est résistante à d'un antibiotique lorsque celui-ci ne peut plus la tuer. La résistance des bactéries peut être naturelle ou acquise.	*1*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
Diverses stratégies de résistance sont adoptées par les bactéries pour échapper à l'action des antibiotiques : *- Constitution d'une « pompe » qui sert à extraire l'antibiotique de la bactérie.* *- Synthèse d'une enzyme (protéine) de dégradation de l'antibiotique.* *- Synthèse d'une enzyme qui transforme et inactive la molécule de l'antibiotique…*	*2*	
4- Nom générique : c'est le nom chimique de la substance active que renferme le médicament. *Nom commercial (nom de marque) : c'est le nom donné par une firme (usine chimique) à un médicament commercialisé par cette firme.*	*1*	
5- L'utilisation prolongée d'antibiotiques et la faible quantité administrée.	*1*	
6- Dans les milieux hospitaliers, les germes sont nombreux et en contact continu avec toute sorte de médicaments, en particulier les antibiotiques. Ceci, combiné à l'utilisation prolongée des antibiotiques à faibles doses des antibiotiques et parfois d'une manière abusive, permet aux bactéries de développer une résistance aux antibiotiques.	*1*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*

2- VITAMINEs A ET C (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1-Ce sont des substances chimiques, naturelles ou de synthèse, indispensables au bon fonctionnement et à l'équilibre de l'organisme humain.	*2*	*Toute définition équivalente est acceptée.*
2-La vitamine A est soluble dans les solvants organiques, pour cela elle est dite liposoluble. *La vitamine C est soluble dans l'eau, pour cela elle est dite hydrosoluble.*	*1*	
3-Elle constitue la principale cause de cécité infantile dans les pays en voie de développement, elle limite aussi la résistance à des maladies graves et répandues comme les infections pulmonaires, la diarrhée ou la rougeole.	*2*	
4-Parce que l'apport de cette vitamine réduirait de 33% à 50% la mortalité liée aux maladies citées ci-dessus.	*1*	
5-La ration alimentaire quotidienne doit contenir des aliments riches en vitamine C : des légumes verts, des fruits, du lait,...	*1*	
6-La vitamine C est un facteur indispensable à la genèse et à l'équilibre du tissu osseux surtout en période de croissance.	*2*	*Tout raisonnement équivalent est accepté.*
7-La carence en vitamine C qui cause le scorbut, provoque également un affaiblissement du tissu osseux et par conséquent les os deviennent fragiles.	*1*	

SUJET - 2

PREMIER EXERCICE
(10 points)

MEDICAMENT

Sur une boîte de médicament, on peut lire :

Composition	
Acide acétylsalicylique	***0,40 g***
Acide Ascorbique (Vitamine C)	***0,020 g***
Chlorure de monophosphothiamine (Vitamine B_1)	***0,00214 g***
Excipient qsp 1 comprimé	
Effervescent	

1- Identifier le médicament que contient cette boîte.
2- Signaler l'ingrédient actif de ce médicament.
3- Citer les deux caractéristiques de ce médicament.
4- Définir ces caractéristiques.
5- Indiquer les effets secondaires de ce médicament.
6- Rappeler ce qu'on appelle additif (excipient) dans un médicament.
7- Sur la boîte on peut lire également :

Conserver à l'abri de l'humidité et à moins de 25°C

Justifier l'intérêt de cette recommandation.

DEUXIEME EXERCICE
(10 points)

PARFUMS

L'histoire des parfums remonte à la haute antiquité. En Assyrie, en Egypte et en Inde, l'utilisation des parfums fut essentiellement religieuse. Par la suite, en Grèce, puis à Rome, se répandit l'usage profane des parfums en cosmétique et pour parfumer les riches demeures.
Initialement limitée à quelques baumes, résines, épices et huiles végétales et à quelques sécrétions animales, la gamme des parfums s'enrichit, par la suite, d'huiles parfumées aux fleurs par macération.
C'est aux Arabes que la parfumerie doit sa première révolution avec l'invention de l'alambic et de la distillation. L'alcool (éthanol), issu de la distillation des jus sucrés fermentés, et les huiles essentielles, obtenues par distillation de décoctions de plantes aromatiques, devinrent les principaux constituants des parfums.
La seconde révolution eut lieu au XIX^{e}siècle avec le développement de la chimie. L'analyse des constituants des mélanges d'origine naturelle permit de les identifier, puis de réaliser la synthèse des plus coûteux d'entre eux : la chimie des parfums était née.

De nos jours, la parfumerie dispose d'une centaine d'essences naturelles et de plusieurs milliers de composés de synthèse dont certains ont des odeurs sans équivalent naturel. Tout l'art du parfumeur est de trouver le nouveau mélange d'odeurs susceptible de séduire le consommateur.

1- Identifier les matières premières d'un parfum.
2- Comment sont obtenus les principaux constituants d'un parfum ?
3- Un parfum est-il un corps pur ? Justifier.
4- Préciser la différence entre une huile essentielle de synthèse et une huile naturelle.
5- Citer la propriété physique caractéristique d'un parfum.
6- Expliquer pourquoi l'industrie s'oriente vers la fabrication des produits de synthèse.

1- MEDICAMENT (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1-Le médicament que contient cette boîte est l'aspirine.	*1,5*	
2-L'ingrédient actif de ce médicament est l'acide acétyl-salicylique.	*1,5*	
3- C'est un analgésique et un anti-inflammatoire.	*1,5*	
4- Analgésique : lutte contre la douleur. *Anti-inflammatoire : lutte contre l'inflammation.*	*1,5*	
5- Les effets secondaires : *- Endommage l'estomac (hémorragie).* *- Provoque des nausées.*	*1,5*	
6- Un additif est une substance ajoutée au médicament pour des raisons de fabrication et de présentation (volume, forme, goût...).	*1,5*	
7- Pour éviter la dégradation du médicament.	*1*	

2- PARFUMS (10 points)

Réponse attendue	*Barème*	*Commentaires*
1- Les matières premières d'un parfum sont : l'alcool et les huiles essentielles.	*1*	
2- L'alcool est obtenu par distillation des jus sucrés fermentés. *Les huiles essentielles sont obtenues à partir de plantes aromatiques, par hydrodistillation (distillation à la vapeur d'eau) ou par extraction à l'aide d'un solvant.*	*2*	
3- Le parfum n'est pas un corps pur ; c'est un mélange d'alcool et d'huiles essentielles.	*2*	
4-Les huiles essentielles naturelles sont extraites à partir de sources végétales ou animales.	*1*	
Les huiles essentielles de synthèse sont fabriquées chimiquement.	*1*	
5- La volatilité.	*1*	
6- Pour des raisons quantitatives ; l'extraction des huiles essentielles ne fournissant pas toujours les quantités nécessaires, et pour des raisons économiques (coût de revient).	*2*	

Ce guide d'évaluation en **Physique**
a été élaboré sous la direction du coordinateur

Nassim HAIDAR.

Arrêté No. 1064/99 en date du 17 Septembre 1999, Arrêté No. 137/2000 en date du 24 Février 2000, Arrêté No. 1033/2000 en date du 6 Septembre 2000.

La commission élargie a été composée et modifiée comme suit:

- **Jawad NIZAM, Georges Al SAROUNI, Abed AL LATIF MNEIMNEH et Kamel DALLAL** :
  Arrêté No. 140 en date du 24 février 2000.
- **Mohamad ISSA, Antoine SKAF, Abdel Latif MNEIMNEH et Wassim El ZOUBEIR**:
  Arrêté No. 1034 en date du 6 septembre 2000.

Ce guide d'évaluation en **Chimie**
a été élaboré sous la direction du coordinateur

Bassam CHAHINE.

Arrêté No. 1064/99 en date du 17 Septembre 1999, Arrêté No. 137/2000 en date du 24 Février 2000, Arrêté No. 1033/2000 en date du 6 Septembre 2000.

La commission élargie a été composée et modifiée comme suit:

- **Fouad AL KHATIB, Elie KOUKABANI, Hassan ABDALLAH, Abed EL Kade BACHIR et Moustapha - EL - KHOLDI**:
  Arrêté No. 140 en date du 24 février 2000.
- **Michel ZEITOUNLIAN, Mohamad DAHER, Moustapha – EL - KHOLDI et Hassan ABDALLAH:**
  Arrêté No. 1034 en date du 6 septembre 2000.

SOCIÉTÉ D'ÉDITION SECONDAIRE S.A.R.L