

SESSION 2011

**CAPLP
CONCOURS INTERNE
ET CAER**

Section : MATHÉMATIQUES – SCIENCES PHYSIQUES

COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 4 heures

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

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

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

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

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

Tournez la page S.V.P.

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

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

- résolvant chaque partie, de Physique et de Chimie, sur des copies séparées ;
- respectant strictement la numérotation de l'énoncé.

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

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

Plan du sujet

PHYSIQUE :

Partie I : Comment prévenir les risques liés aux gestes et aux postures ?

Partie II : Comment utiliser le son dans le domaine médical ?

Partie III : Comment adapter sa vision ?

CHIMIE :

Partie IV : Les liquides d'usage courant : que contiennent-ils et quels risques peuvent-ils présenter ?

Partie V : Quels sont le rôle et les effets d'un détergent ?

PHYSIQUE

PARTIE I : Comment prévenir les risques liés aux gestes et postures ?

Données : $g = 10 \text{ N/kg}$

I.1. Transport d'une charge.

Un diable est utilisé pour la manutention d'un paquet de carrelages. La masse de l'ensemble "paquet-diable" est égale à 80 kg. L'étude est réalisée à l'arrêt.

G est le centre de gravité de l'ensemble "paquet - diable" et \vec{P} est le poids de cet ensemble.

L'action exercée par les mains sur le diable est une force unique \vec{F} appliquée en A de direction verticale. L'ensemble "paquet-diable" peut tourner autour de l'axe des roues.

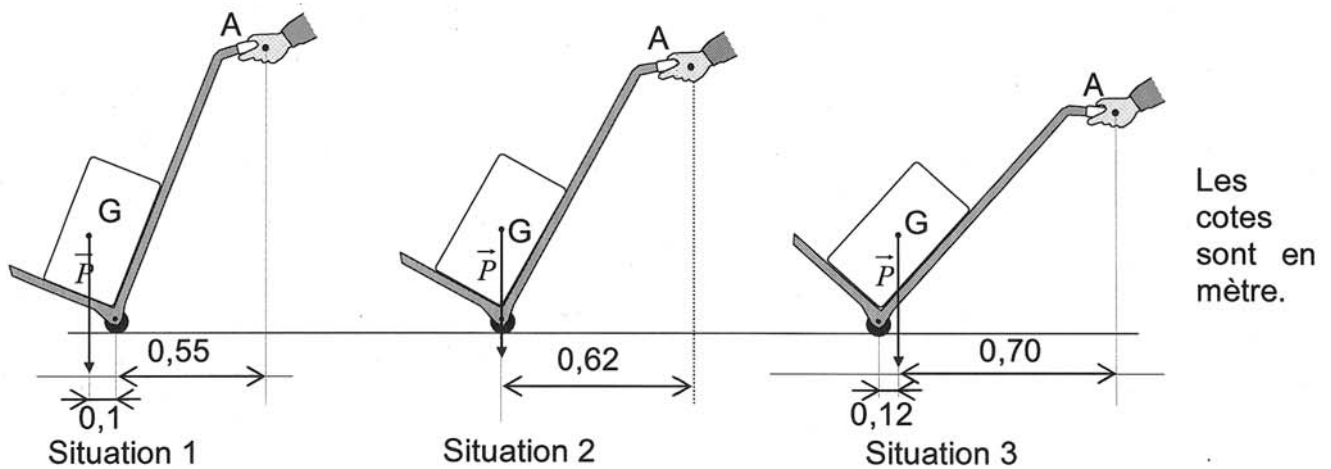


Figure 1

I.1.1. Donner les caractéristiques de la force exercée par le porteur pour que le diable soit en équilibre dans chaque situation présentée Figure 1 en justifiant vos réponses.

I.2. Etude d'un outil de levage : la poulie.

I.2.1. Le levage simple (Figure 2):

La masse de la charge S est de 50 kg. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.

I.2.1.1 Déterminer les caractéristiques de la force exercée par l'opérateur pour soulever cette charge à une vitesse constante.

I.2.1.2 Déterminer la valeur du travail de la force exercée par l'opérateur s'il soulève cette charge verticalement sur une hauteur de 1,5 m.

I.2.2 Le levage avec poulie simple (Figure 3):

I.2.2.1. Donner en justifiant les caractéristiques de la force exercée par l'opérateur pour soulever la charge avec une vitesse constante.

I.2.2.2 Déterminer la valeur du travail de la force exercée par l'opérateur s'il soulève cette charge verticalement sur une hauteur de 1,5 m.

I.2.2.3 Quel est l'intérêt d'utiliser cette poulie ?

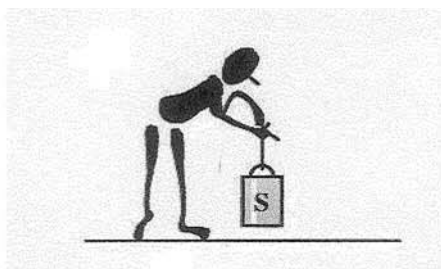


Figure 2 : levage simple

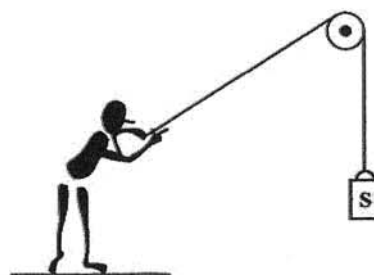


Figure 3 : levage avec une poulie

I.2.3 Le levage avec deux poulies (Figure 4)

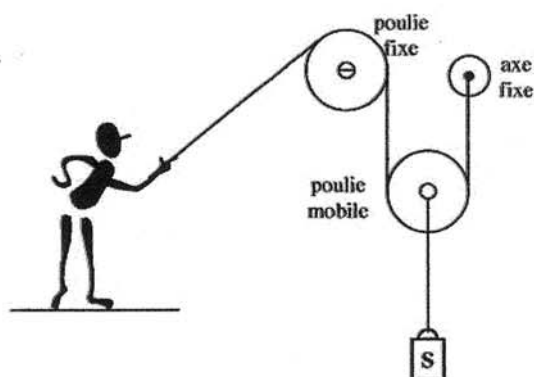


Figure 4 : levage avec deux poulies

I.2.3.1 Quelle est la valeur de la force exercée par l'opérateur, toujours pour soulever la charge à vitesse constante ?

I.2.3.2 Quelle longueur de corde l'opérateur doit-il tirer fixe que l'objet monte de 1,5 m ?

PARTIE II : Comment utiliser le son dans le domaine médical ?

Dans le domaine de la santé, une forme d'imagerie médicale utilise les ondes ultrasonores, c'est le principe de l'échographie. L'objectif de l'exercice est d'étudier ce principe.

II.1 La célérité d'une onde sonore.

II.1.1. Pourquoi dit-on qu'un son est une onde mécanique longitudinale ? Quelle est la grandeur physique associée à cette onde mécanique ?

II.1.2. Quelles sont les caractéristiques d'un son ?

II.1.3.1 Un son peut-il se propager dans le vide ? Pourquoi ?

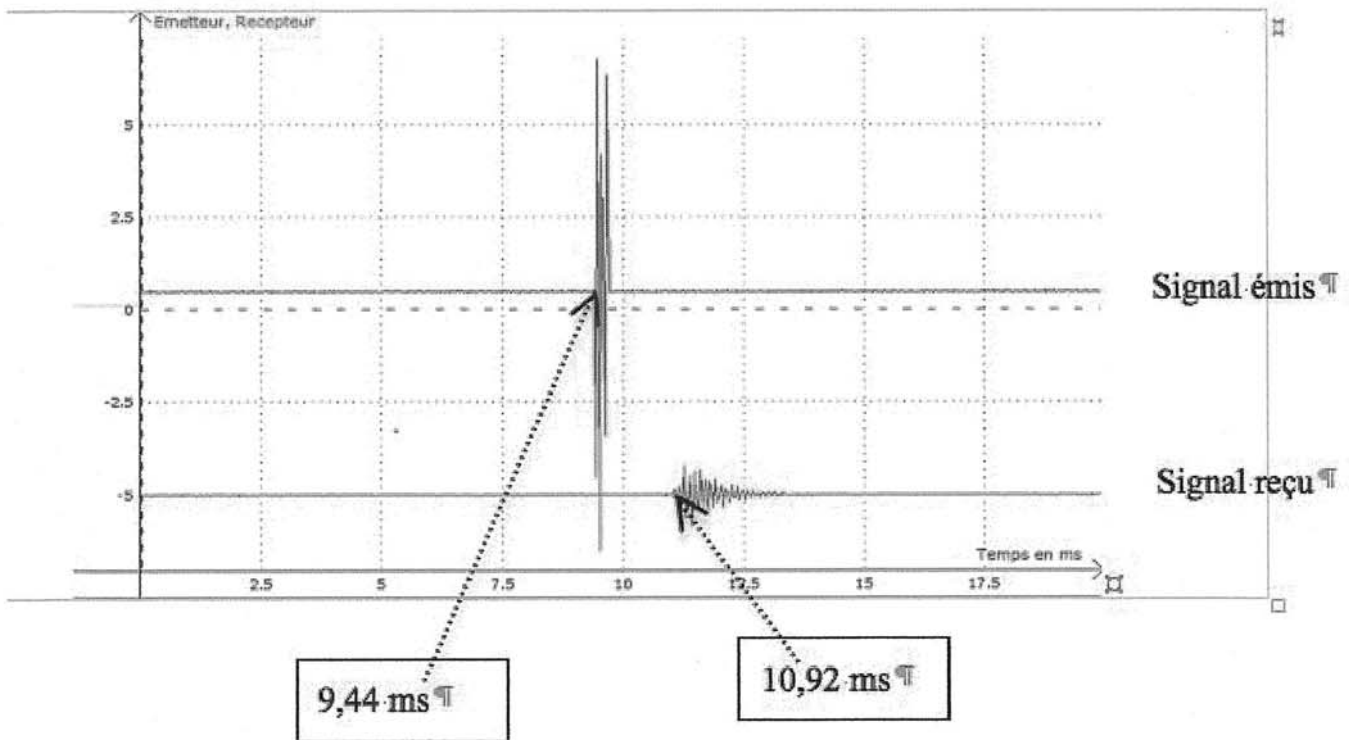
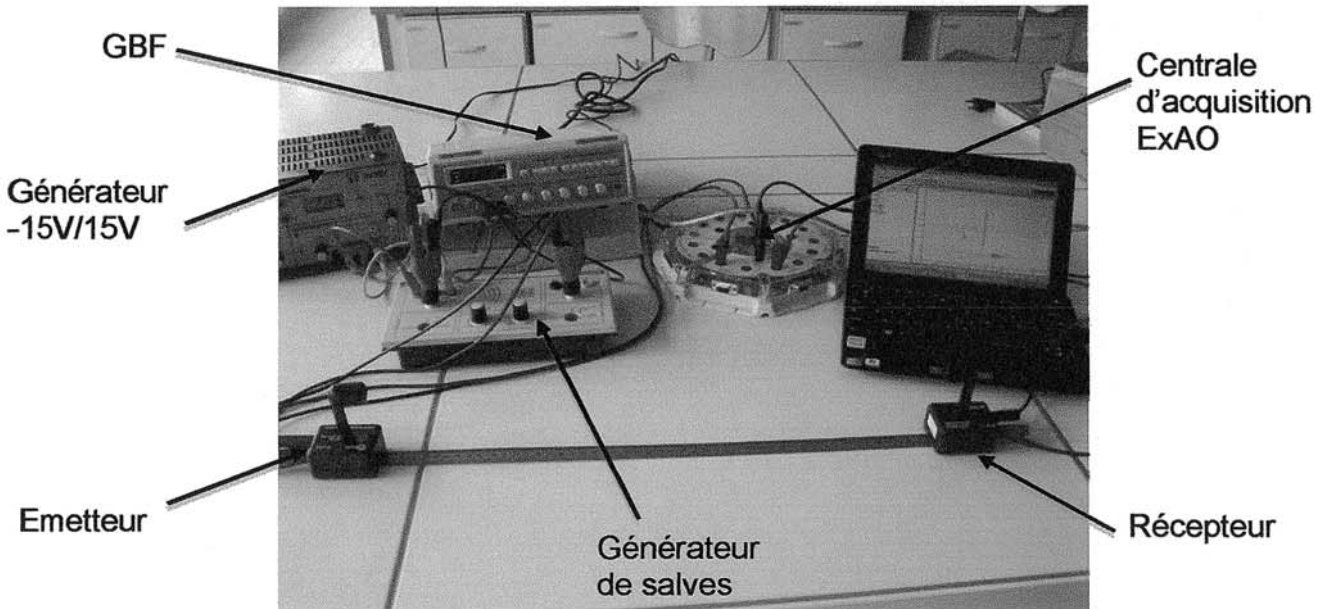
II.1.3.2 Décrire une manipulation permettant de montrer que le son nécessite un milieu matériel pour se propager.

II.1.4. Un professeur réalise une activité expérimentale avec un émetteur et un récepteur ultrasonores.

II.1.4.1. Un élève affirme qu'un ultrason n'est pas une onde sonore car on ne l'entend pas. Comment le convaincre du contraire ?

II.1.4.2. Comment déterminer la fréquence d'un ultrason ? A partir de quel ordre de grandeur de fréquence est-on en présence d'une onde ultrasonore ?

II.1.5. Le professeur réalise une manipulation permettant de mesurer la vitesse d'un ultrason dans l'air. Une photographie de la manipulation est donnée Figure 5 et une copie d'écran des résultats Figure 6.



L'émetteur et le récepteur ultrasonores sont séparés d'une distance de 50 cm.

II.1.5.1. Indiquer le rôle de chacun des appareils présentés Figure 5.

II.1.5.2. En utilisant les données ci-dessus, déterminer un ordre de grandeur de la célérité d'un ultrason dans l'air.

II.1.6. Présenter une manipulation (matériel et protocole expérimental) permettant de mesurer la célérité d'un son audible dans l'air.

II.1.7. La célérité d'une onde sonore audible dans l'air est-elle différente de celle d'un ultrason dans l'air ? Justifier la réponse.

II.1.8. Classer dans l'ordre croissant les vitesses de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air, dans l'eau et dans le plexiglas.

II.2. L'échographie ultrasonore

Dans cette partie, le principe de l'échographie est expliqué par l'étude de la transmission et la réflexion d'une onde ultrasonore.

II.2.1. Expliquer de manière qualitative en utilisant les informations fournies ci-dessous, l'intérêt d'utiliser du gel entre l'émetteur et le corps pour réaliser une échographie. Cette explication peut prendre appui sur la comparaison de l'intensité sonore de l'onde émise et de celle pénétrant dans le corps avec ou sans l'utilisation du gel.

⇒ Deux milieux M1 et M2 sont séparés par une interface. On suppose que la direction de propagation de l'onde ultrasonore est perpendiculaire à cette interface. On note Z_{M1} et Z_{M2} les impédances acoustiques des deux milieux.

Le coefficient de transmission de l'énergie est $T_{M1/M2} = \frac{4Z_{M1}Z_{M2}}{(Z_{M1} + Z_{M2})^2}$

⇒ Soit I_1 l'intensité sonore incidente et I_2 l'intensité sonore transmise, la relation entre ces deux intensités sonores est :

$$I_2 = T_{M1/M2} \times I_1.$$

⇒ Les impédances des matériaux concernés sont données dans le tableau ci-dessous :

Milieu	Air	Corps	gel	Emetteur
Z (kg.m ⁻² .s ⁻¹)	440	1,5.10 ⁶	1,4.10 ⁶	1,0.10 ⁷

On note $T_{e/A}$ le coefficient de transmission émetteur/air, $T_{A/C}$ le coefficient de transmission air/corps, $T_{e/g}$ le coefficient de transmission émetteur/gel et $T_{g/C}$ le coefficient de transmission gel/corps.

II.2.2. Principe de repérage des organes et des os (Figure 7).

La célérité c du son dans le milieu homogène gel, peau et muscle a pour valeur 1540 m/s. Une salve d'une onde sonore d'une fréquence de 4 MHz et d'une intensité de $9,0.10^{-10}$ W/m² est émise au temps $t = 0$ s.

Les signaux images des ondes sonores émises et reçues par l'émetteur-récepteur peuvent être schématisés par le graphique donné Figure 8.

II.2.2.1. Expliquer le principe de l'échographie permettant de déterminer la distance entre le point O où l'onde est émise et le point S situé à la surface de l'os.

II.2.2.2. Calculer la distance entre le point O où l'onde est émise et le point S situé à la surface de l'os en utilisant les données numériques et graphiques.

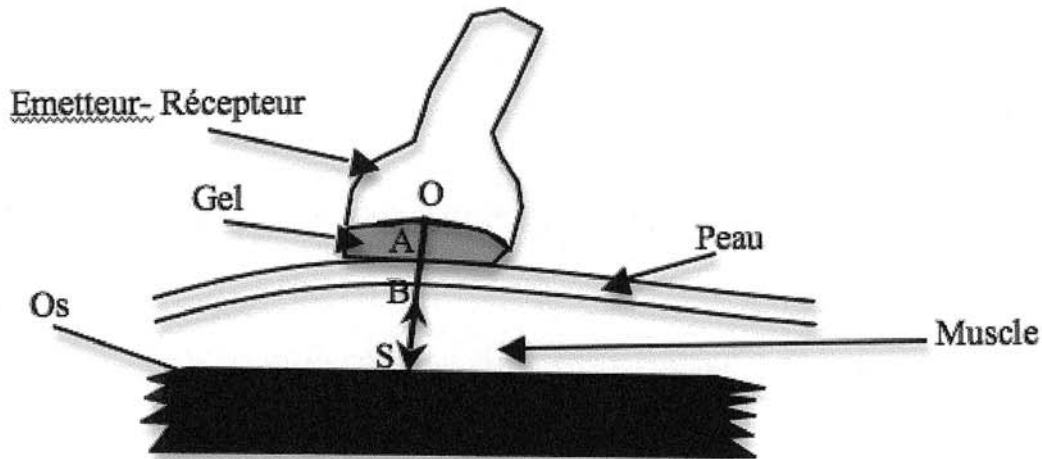


Figure 7

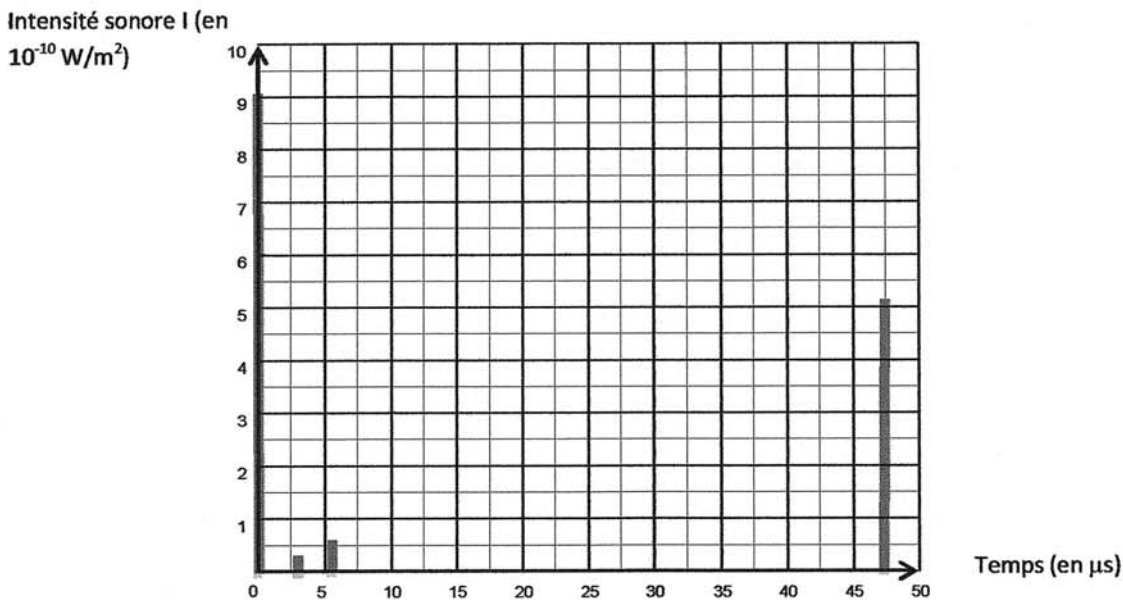


Figure 8

PARTIE III : Comment peut-on adapter sa vision ?

Lors d'une visite chez un médecin généraliste, un patient souhaite faire examiner une tache sur sa peau. Pour cette observation, le médecin peut utiliser différents moyens. L'objectif de l'exercice est d'étudier comment on peut adapter sa vision pour une meilleure observation et décider d'un traitement possible.

III.1. Généralités

III.1.1. En optique, qu'appelle-t-on une lentille ?

III.1.2. Dans la suite de l'exercice, nous nous limiterons aux lentilles minces. Comment définir une lentille mince ?

III.1.3. La Figure 9 représente la coupe d'une lentille convergente biconvexe.



Figure 9

Modéliser cette lentille par un schéma en précisant le sens de propagation de la lumière.

III.1.4. Sur une lentille on peut lire l'information suivante : $- 2 \delta$

III.1.4.1. Que signifie cette information ? (Préciser la grandeur physique et l'unité)

III.1.4.2. Comment expliquer le signe négatif du nombre ?

III.1.5. Un système est composé de deux lentilles minces accolées, de vergences respectives $C_1 = 5 \delta$ et $C_2 = - 3 \delta$. Déterminer la vergence de l'association ainsi que la distance focale image de la lentille équivalente.

III.1.6. Pour obtenir des images de qualité avec des lentilles, on doit se placer dans les conditions de Gauss. Quelles sont ces conditions ?

III.2. L'œil modélisé

La partie transparente de l'œil (humeur aqueuse, cristallin, cornée...) peut être modélisée par une lentille mince convergente. Les images des objets observés se forment sur la rétine (qui joue le rôle d'un écran qu'on supposera plan dans la zone où se forme l'image). La distance rétine-lentille est fixe et égale à 25 mm.

III.2.1. Pour observer la tache du patient, le médecin regarde à l'œil nu. Pour modéliser cette situation, on a placé un objet à 25 cm devant l'œil. Reproduire le schéma de la Figure 10 (le schéma n'est pas à l'échelle), construire l'image de l'objet AB et préciser sur le schéma la position du foyer image. Justifier cette construction

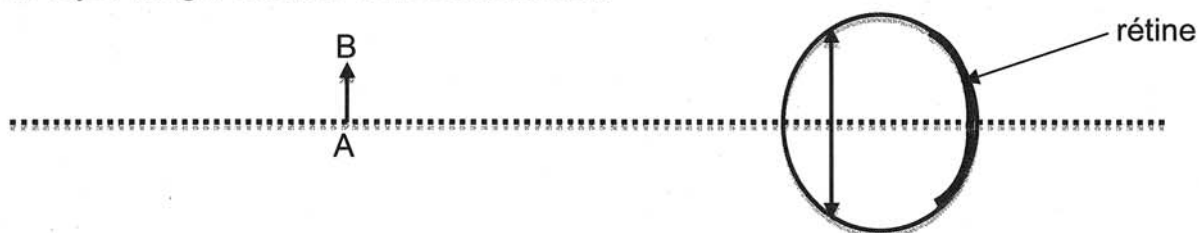


Figure 10

III.2.2. La taille de l'image sur la rétine est de $400 \mu\text{m}$. Calculer alors la taille de l'objet AB.

III.2.3. Calculer la vergence de l'œil dans cette situation.

III.3. La loupe

La vision à l'œil nu du médecin n'étant pas assez précise, il décide d'utiliser une loupe pour mieux observer la tache du patient.

III.3.1. Les images données Figure 11 représentent ce que l'on voit avec une même loupe, à des distances différentes, d'un même objet fixe :

Justifier à l'aide de schémas légendés, les réponses aux questions suivantes :

Quel est le rôle d'une loupe ? Où placer l'objet pour utiliser la loupe au maximum de ses « possibilités » ?

III.3.2. Proposer un protocole expérimental à destination d'élèves de baccalauréat permettant de réaliser des mesures et de les exploiter à l'aide d'un tableur pour :

- établir les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille ;
- déterminer graphiquement la vergence de cette même lentille.

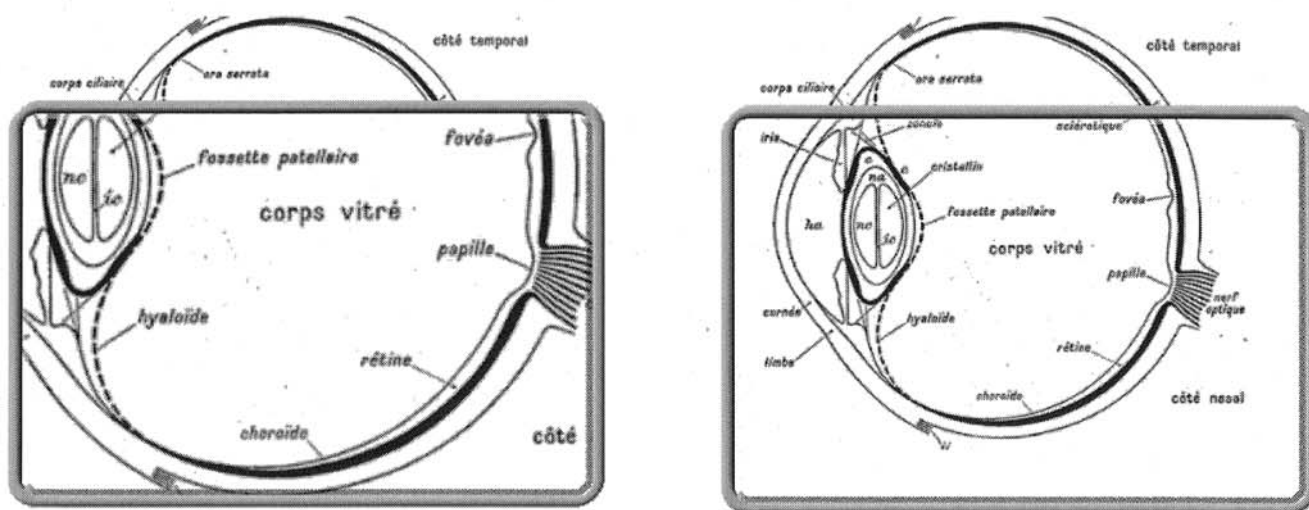


Figure 11

III.4. Le microscope

Pour affiner son diagnostic, le médecin prélève un échantillon de la tache afin de l'observer au microscope.

Un microscope est un instrument qui comprend deux systèmes optiques convergents, que l'on suppose réduits chacun à une lentille mince :

- l'objectif L_1 , de centre optique O_1 , devant lequel est situé l'objet
- l'oculaire L_2 , de centre optique O_2 , placé devant l'œil de l'observateur.

Les deux systèmes ont le même axe optique.

III.4.1. Faire un schéma expliquant le principe du microscope. On précisera en particulier le rôle de l'oculaire.

III.4.2. On donne pour un microscope :

$\overline{O_1O_2} = 12\text{cm}$, distance focale de $L_1 = 2\text{ mm}$, distance focale de $L_2 = 2\text{ cm}$, hauteur de l'objet $AB = 1\ \mu\text{m}$ et distance objet- $L_1 = 2,04\text{ mm}$.

III.4.2.1. Calculer la position et la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 , image de l'objet AB par la lentille L_1 et objet pour la lentille L_2 .

III.4.2.2. Déterminer le diamètre apparent θ' de l'image de A_1B_1 par L_2 .

III.4.2.3. Calculer le diamètre apparent θ de l'objet lorsqu'on l'observe à l'œil nu, à la distance de 25 cm.

III.4.2.4. Calculer le grossissement $G = \frac{\theta'}{\theta}$ du microscope.

III.4.3. La résolution du microscope optique est sa capacité à séparer des objets très proches. On admet que la limite de résolution d représentant la plus petite distance en dessous de laquelle deux objets voisins ne seront plus distingués est donnée par la relation $d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$, où λ est la longueur d'onde d'éclairage, n l'indice de réfraction du milieu en sortie d'objectif et $n \cdot \sin \alpha$ l'ouverture numérique.

III.4.3.1 Dans l'air, calculer d pour une longueur d'onde de 650 nm et une ouverture numérique de 0,25.

III.4.3.2. En restant dans le domaine du spectre visible quelle est la longueur d'onde qui permettra d'avoir la résolution la plus grande ?

III.5. La luminothérapie

L'examen au microscope permet au médecin de proposer un traitement médical appelé luminothérapie.

Ce traitement consiste en une exposition quotidienne face à une lampe de luminothérapie médicale recréant une lumière solaire artificielle dépourvue des rayonnements ultraviolet et infrarouge.

III.5.1. Sur un axe gradué, en nanomètre, positionner les rayonnements ultraviolet et infrarouge ainsi que le spectre visible par l'homme.

III.5.2. Un patient achète une lampe de luminothérapie médicale d'intensité 10 000 lux.

Cette lampe doit être utilisée à une distance minimum de 60 cm.

Le traitement du patient consiste en une exposition de 5 000 lux et celui-ci annonce qu'il peut utiliser sa lampe achetée mais en doublant la distance ce qui divisera l'intensité par 2.

Proposer une expérience permettant de valider ou d'invalider le raisonnement fait par le patient.

CHIMIE

PARTIE IV : Les liquides d'usage courant : que contiennent-ils et quels risques peuvent-ils présenter ?

Un professeur de maths sciences d'une classe de baccalauréat professionnel industriel profite de la préparation de vinaigre de vin par les élèves de la filière restauration de son établissement pour préparer un TP de chimie sur la détermination du degré d'acidité de ce vinaigre par titrage conductimétrique. À cet effet, il cherche un ensemble de ressources afin d'illustrer son cours.

Le vinaigre blanc et ses bienfaits

Nos grands-mères n'allaient pas chercher midi à quatorze heures ! Tous les remèdes aux petits maux du quotidien, elles les trouvaient à portée de main, dans la nature, dans le jardin ou même à la cuisine. Elles avaient toujours la solution ! Le vinaigre est un produit aux multiples possibilités qui est utilisé partout dans le monde depuis des milliers d'années. Le vinaigre n'est pas seulement un assaisonnement pour les salades, il peut être aussi utilisé pour la beauté extérieure, pour le soin du linge, pour le dégraisage de la maison, pour faire briller l'intérieur ... C'est donc un produit naturel dont l'utilisation est souvent restreinte à l'assaisonnement, alors que ce produit économique est une solution radicale à de nombreux problèmes quotidiens. En effet, connaissez-vous les bienfaits du vinaigre blanc sur nos cheveux ? Plus de pellicules, plus de poux (protégez les yeux de votre enfant pour faire le shampoing à base de vinaigre), des cheveux plus souples et étincelants en un clin d'œil. Pour retrouver une salle d'eau brillante sans trace de moisissure et de tartre, utilisez alors du vinaigre blanc. En plus de nettoyer facilement, il enlève les mauvaises odeurs et donne un aspect neuf à l'intérieur de la maison (plus de trace d'eau sur la robinetterie et sur les portes de la douche). Le vinaigre blanc est aussi très efficace pour supprimer des tâches d'encre, de rouille ou de vin. Il s'adapte aussi au linge pour raviver les couleurs, blanchir et enlever les taches de transpiration. Le vinaigre blanc est aussi efficace pour nettoyer les vitres et miroir sans laisser de trace.

http://forum.doctissimo.fr/viepratique/Astuces-maison-et-linge/post-vinaigre-blanc-sujet_158_1.htm

www.vinaigremalin.fr/les-bienfaits-du-vinaigre-sur-le-linge/

<http://100pour100astuces.blogspot.com/2008/10/le-vinaigre-blanc-pour-nettoyer.html>

<http://www.femmeactuelle.fr/maison/conso-equipement/vinaigre-blanc-12509>

<http://leauetvous.fr/spip.php?article454>

<http://www.editionsatlas.fr/p/02106/Secrets-et-recettes-de-Grand-Mere.html>

Règlementation : (Journal Officiel du 31 décembre 1988)

Le vinaigre est réglementé par le décret n°88-1207 du 30 décembre 1988 et par des normes de L'AFNOR/CEN (Association Française de Normalisation/Comité Européen de Normalisation).

Le décret n° 88-1207 du 30 décembre 1988 définit le vinaigre comme un produit obtenu exclusivement par le procédé biologique de la double fermentation, alcoolique et acétique, de denrées et boissons d'origine agricole ou de leur dilution aqueuse.

...

Art. 3 : La teneur acétique minimale des vinaigres est de 6 grammes d'acide acétique pour 100 millilitres. Toutefois, cette teneur acétique minimale est de 5 grammes d'acide acétique pour 100 millilitres pour les vinaigres de cidre, d'hydromel, de jus fermenté, de fruits autres que le raisin ainsi que pour le mélange de ces vinaigres.

La teneur acétique des vinaigres, exprimée en degrés acétimétriques, est égale à leur acidité totale exprimée en grammes d'acide acétique pour 100 millilitres de vinaigre mesurés à la température de + 20°C.

Une différence de 0,2°, soit 2 grammes d'acide acétique par litre de vinaigre, peut être admise en moins, dans la mesure de cette teneur.

...

IV.1. Principe de l'élaboration du vinaigre

IV.1.1. La **fermentation alcoolique** est le résultat d'une chaîne métabolique qui transforme des sucres de formule $C_6H_{12}O_6$ fermentescibles par des levures en alcool et en dioxyde de carbone.

IV.1.1.1. Écrire l'équation de la réaction de fermentation alcoolique sachant que pour une mole de sucre il se forme deux moles de dioxyde de carbone.

IV.1.1.2. Quel est le test de caractérisation du dioxyde de carbone ?

IV.1.2. La **fermentation acétique** du vin en vinaigre a été définie par Louis PASTEUR en 1864 comme l'oxydation de l'alcool en acide carboxylique issu de la fermentation alcoolique par le dioxygène de l'air en présence de mère de vinaigre. Écrire l'équation de la réaction de fermentation acétique.

IV.1.3. Compléter l'annexe 1 avec les expressions suivantes : Vinaigre de vin, vinaigre de cidre, ... ; Jus de raisin, de pomme, ... ; Levures ; Acétobactères ; Vin, cidre, ... ainsi qu'en y recopiant les deux équations précédentes.

IV.2. Préparation du dosage

IV.2.1. Préparation de la solution d'hydroxyde de sodium à partir de pastilles du commerce.

Sur l'étiquette de l'emballage commercial de pastilles de soude figurent les informations suivantes :



R 35 – Provoque de graves brûlures

IV.2.1.1. Donner la signification de ce pictogramme.

IV.2.1.2. Préciser les mesures de sécurité à prendre lors de l'utilisation des pastilles d'hydroxyde de sodium.

IV.2.1.3. Décrire les différentes étapes nécessaires à la préparation d'un litre de solution de concentration $C_B = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Masses molaires atomiques :

$M_C : 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O : 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H : 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_{Na} : 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$

IV.2.2. Le vinaigre est essentiellement une solution d'alcool et d'acide acétique dans l'eau, qui contient également un grand nombre de composés chimiques volatils ou non, en solution ou en suspension. Il ne peut donc pas être dosé en l'état. Il faut donc le préparer pour le dosage en lui enlevant toutes les particules et les colorants naturels qui le constituent.

Décrire le mode opératoire de préparation de 100 mL de solution de vinaigre diluée au 1/10 en précisant le matériel et la verrerie nécessaires.

IV.3. Conductivité d'un électrolyte

IV.3.1. Donner une définition de la conductimétrie.

IV.3.2. Donner l'expression de la conductivité ionique molaire λ_i d'un ion $B_i^{z_i+}$.

IV.3.3. De quoi dépendent la mobilité ionique du cation ou de l'anion considérés.

IV.3.4. Le Tableau 1 donne la conductivité ionique molaire limite λ_i^0 à 25°C de quelques ions.

Ion	λ^0 en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$	ion	λ^0 en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
H_3O^+	35,0	OH^-	19,9
Li^+	3,86	F^-	5,54
Na^+	5,01	Cl^-	7,63
NH_4^+	7,34	Br^-	7,81
Ca^{2+}	11,90	NO_3^-	7,14
Fe^{2+}	10,70	HCOO^-	5,46
Fe^{3+}	20,40	$\text{CH}_3\text{-COO}^-$	4,09

Tableau 1

Expliquer les valeurs élevées des conductivités ioniques molaires équivalentes limites des ions OH^- et H_3O^+ .

IV.3.5. Définir brièvement la conductance.

IV.3.6. Nommer trois paramètres qui influencent la valeur de la conductance.

IV.4. Etude théorique du dosage

IV.4.1. L'ensemble des expressions que vous allez exprimer seront établies en fonction du volume de base (soude) à l'équivalence V_{Be} , déterminé expérimentalement.

IV.4.1.1 Donner l'expression de la concentration molaire C_A de l'acide éthanóïque dans la solution diluée en fonction de C_B , V_{Be} et V_A . V_A est le volume prélevé de solution d'acide éthanóïque à doser.

IV.4.1.2. Donner l'expression de la concentration C'_A de l'acide éthanóïque contenu dans le vinaigre fabriqué en cuisine en fonction de C_A .

IV.4.1.3. Donner l'expression de la concentration C'_A en fonction de la masse d'acide éthanóïque m_A , de la masse molaire moléculaire de l'acide éthanóïque M ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) et du volume V de la solution.

IV.4.1.4. Donner l'expression de la masse m_A d'acide éthanóïque dans un volume V de solution en fonction de C'_A , $M(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})$ et V .

IV.4.1.5. Donner l'expression de la masse m_A d'acide éthanóïque dans une masse m de vinaigre.

IV.4.2. Quelle est la masse m à considérer pour définir le degré d'acidité du vinaigre ?

IV.4.3 Donner l'expression du degré d'acidité d en fonction de V_{Be} .

La masse molaire moléculaire de l'acide éthanóïque $M(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})$ est $60,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

La masse volumique de l'acide éthanóïque ρ est $1,02.10^3 \text{ g.L}^{-1}$.

Le volume de solution de vinaigre prélevé V_A est $20,0 \text{ mL}$.

À cette solution placée dans le bécher ont été rajoutés 100mL d'eau distillée pour réaliser la dosage conductimétrique ; ainsi, on considérera par la suite que le volume total V_{tot} de solution dans le bécher est constant.

IV.5. Titrage de la solution de vinaigre

IV.5.1. Légender le schéma du dosage de l'annexe 1.

IV.5.2. A partir des résultats présentés Tableau 2, tracer, sur le document de l'annexe 2, la courbe représentant la conductivité σ en fonction du volume de soude versé V_B .

IV.5.3. Quels sont les ions présents dans la solution avant le dosage ?

IV.5.4. Exprimer la conductivité de cette solution en fonction de C_A et de K_a la constante d'acidité du couple $\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{CH}_3\text{COOH}$.

IV.5.5. Exprimer la conductivité de la solution, après l'équivalence, en fonction des conductivités molaires des ions présents ainsi que de C_A , C_B , V_B , V_A et V_{tot} . On négligera la dilution occasionnée par le versement de la solution de soude.

V_{soude} (mL)	conductivité (mS/cm)	V_{soude} (mL)	conductivité (mS/cm)
0,0	0,65	15,0	3,10
1,0	0,89	16,0	3,21
2,0	1,25	17,0	3,32
3,0	1,43	18,0	3,43
4,0	1,60	19,0	3,52
5,0	1,90	20,0	3,62
6,0	2,10	21,0	3,78
7,0	2,26	22,0	4,12
8,0	2,35	23,0	4,47
9,0	2,46	24,0	4,81
10,0	2,54	25,0	5,14
11,0	2,63	26,0	5,42
12,0	2,73	27,0	5,74
13,0	2,87	28,0	6,08
14,0	3,00	29,0	6,31

Tableau 2

IV.5.6. En déduire la pente de la droite obtenue sachant que V_B est la variable.

IV.5.7. En déduire graphiquement le volume équivalent.

IV.5.8. Écrire l'équation de la réaction du dosage de l'acide éthanoïque.

IV.5.9. Construire le tableau d'avancement de ce dosage.

IV.5.10. En déduire, à l'aide d'un tableau d'avancement, l'expression existant entre C_A , C_B , V_A et V_{Be} (volume de soude versé à l'équivalence).

IV.5.11. En déduire la concentration molaire C_A du vinaigre dilué puis la concentration molaire C'_A du vinaigre étudié.

IV.6. Degré acétimétrique du vinaigre préparé.

IV.6.1. A partir de la définition fournie dans l'article 3 du Décret n° 88-1207 du 30 décembre 1988, déterminer le degré acétimétrique du vinaigre.

IV.6.2. Le vinaigre obtenu répond-il à la réglementation en vigueur ?

IV.6.3. Donner une explication aux deux expressions soulignées dans le texte sur « Le vinaigre blanc et ses bienfaits ».

PARTIE V : Quels sont le rôle et les effets d'un détergent ?

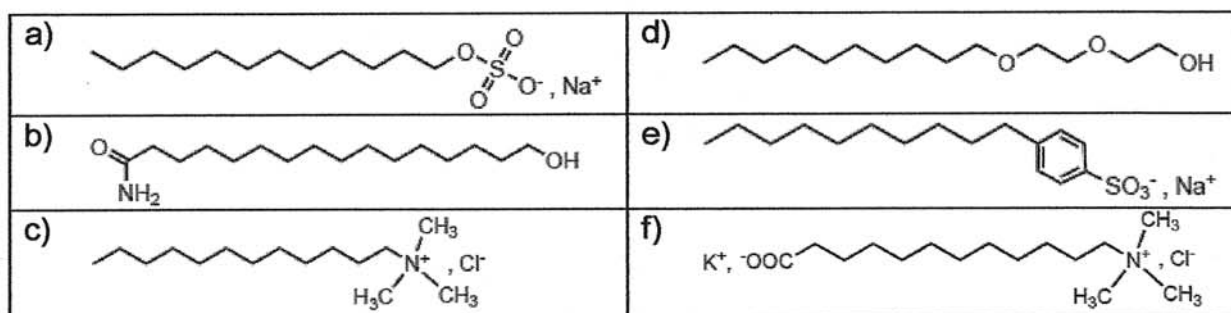
Données : masses molaires (g/mol) : H : 1,00 ; C : 12,0 ; O : 16,0 ; Na : 23,0.

V.1. Composition d'un détergent

L'étiquette d'un liquide vaisselle indique la composition suivante : « Entre 5% et 15% : agents de surface anioniques. Moins de 5% : agents de surface non-ioniques. Parfum, méthylchloroisothiazolinone, méthylisothiazolinone, octylisothiazolinone, limonène. »

V.1.1 Les agents de surface sont aussi appelés tensioactifs. Ils sont usuellement classés en quatre catégories : « anionique », « cationique », « non-ionique » et « zwitterionique » (cette dernière catégorie est souvent nommée aussi « amphotère »).

V.1.1.1. Répartir les tensioactifs ci-dessous entre les quatre catégories citées précédemment.



V.1.1.2. Quelles fonctions chimiques portent le tensioactif b) à la question V.1.1.1 ?

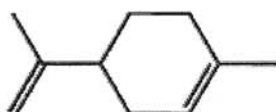
V.1.1.3. Que signifie usuellement le terme « amphotère » en chimie des solutions ? Donner en justifiant votre réponse, un exemple d'espèce chimique amphotère.

V.1.1.4. Le tensioactif a) de la question V.1.1.1 est le laurylsulfate de sodium (ou dodécylsulfate de sodium : SDS). Il est un tensioactif souvent utilisé dans les produits d'usage courant. Il est obtenu à partir du dodécane-1-ol par deux réactions successives : on fait réagir tout d'abord du dodécane-1-ol avec de l'acide sulfurique, le produit principal ainsi obtenu conduit au SDS grâce à une réaction acido-basique avec la soude.

- (1) dodécane-1-ol + acide sulfurique = produit principal A + produit secondaire
 (2) A + soude = SDS + produit secondaire

Écrire les équations associées à ces deux réactions.

V.1.2. Le limonène est utilisé ici pour son parfum d'agrumes. Sa formule topologique est donnée ci-dessous.



V.1.2.1. Quelle fonction chimique porte le limonène ?

V.1.2.2. Décrire un test caractéristique de la fonction portée par le limonène.

V.1.2.3. Le limonène possède un atome de carbone asymétrique. Reproduire la formule du limonène et indiquer la position de l'atome de carbone asymétrique par un astérisque. Justifier.

V.1.3. Les esters sont souvent utilisés comme parfums. Par exemple le butanoate d'éthyle présente une odeur d'ananas.

V.1.3.1. Donner la formule semi-développée du butanoate d'éthyle.

V.1.3.2. Donner l'équation d'une réaction utilisable pour synthétiser cet ester. Préciser le nom des réactifs utilisés.

V.2. Rôle et effets des détergents

Les tensioactifs sont des espèces chimiques amphiphiles constituées d'une partie hydrophile et d'une partie hydrophobe (ou lipophile).

V.2.1. Donner la signification des mots « amphiphile », « hydrophile » et « hydrophobe ».

V.2.2. Proposer une structure générale des tensioactifs en justifiant le caractère hydrophile ou hydrophobe de chaque partie de l'espèce chimique. On pourra prendre comme exemple le SDS (voir la question V.1.1.).

V.2.3. Expliquer à l'aide d'un schéma les propriétés détergentes des tensioactifs. On considérera par exemple l'action d'un détergent sur une trace de graisse collée à un plat.

V.2.4. Définir le pouvoir mouillant d'un tensioactif. Proposer une expérience simple permettant de le mettre en évidence.

V.2.5. On qualifie une espèce chimique amphiphile de « tensioactif » en raison de son action sur la tension de surface d'un liquide. Pour montrer le phénomène de tension de surface et l'effet d'un tensioactif, une expérience simple peut être réalisée avec un trombone, un cristalliseur, de l'eau et du liquide vaisselle. Décrire cette expérience en expliquant ce qu'est la tension de surface.

V.3. Obtention d'un parfum (le limonène) par l'hydrodistillation d'écorces d'oranges

On souhaite extraire le limonène de l'écorce d'orange par hydrodistillation, puis on l'identifie par chromatographie sur couche mince. Les protocoles expérimentaux sont donnés dans la suite.

Extraction du limonène par hydrodistillation :

Placer dans un ballon bicol les écorces de deux oranges (en petits morceaux) et remplir à moitié le ballon d'eau. Insérer le ballon dans un montage d'hydrodistillation selon le schéma donné Figure 12.

Lancer le chauffage et recueillir le distillat dans une éprouvette, rajouter si besoin de l'eau dans le ballon au cours du chauffage. Arrêter le chauffage quand l'éprouvette est remplie.

V.3.1. Donner la légende du schéma de montage de l'hydrodistillation donné Figure 12 en reportant les lettres (il n'est pas nécessaire de reproduire le schéma de montage).

Après avoir isolé l'huile essentielle du distillat, on réalise alors une chromatographie sur couche mince (C.C.M.).

Identification du limonène contenu dans l'huile essentielle :

Préparer 2 échantillons : le premier échantillon contient 0,5 mL de cyclohexane et une goutte d'huile essentielle d'écorces d'oranges, le second échantillon contient 0,5 mL de cyclohexane

et une goutte de limonène commercial comme référence. Après avoir déposé les deux échantillons sur la plaque de chromatographie, réaliser l'élution. L'éluant utilisé est le cyclohexane. A la fin de l'élution, les espèces chimiques présentes sur la plaque sont révélées par un réactif chimique.

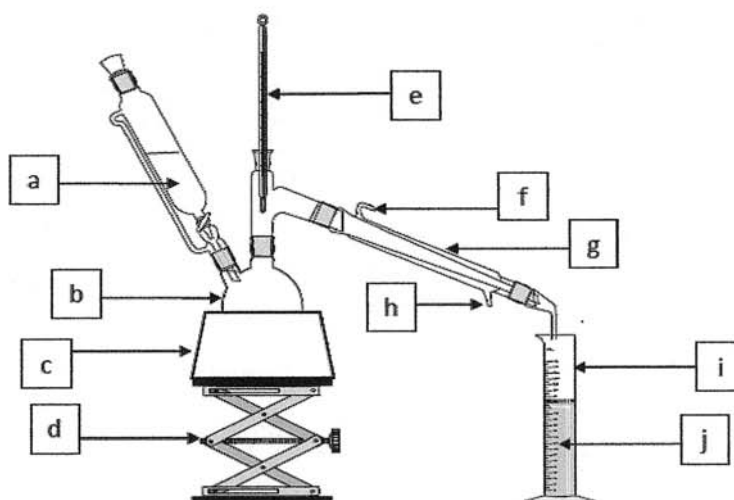


Figure 12

V.3.2. Donner le principe physico-chimique de la C.C.M.

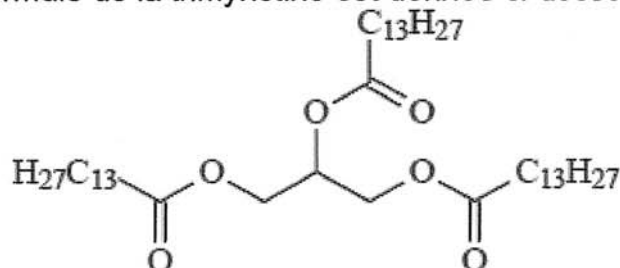
V.3.3. Faire un schéma légendé du dispositif en cours d'élution.

V.3.4. Représenter l'allure de la plaque de chromatographie qu'on devrait obtenir après révélation chimique (sachant que l'huile essentielle est un mélange de plusieurs constituants dont le limonène).

V.3.5. Donner un exemple de réactif chimique utilisé pour la révélation de la plaque chromatographique.

V.4. Synthèse d'un savon à partir de la noix de muscade

La trimyristine est un triester qui est extrait de la noix de muscade et qui peut être utilisé pour fabriquer un savon. La formule de la trimyristine est donnée ci-dessous.



V.4.1. Donner la formule brute de la trimyristine.

V.4.2. Déterminer la masse molaire de la trimyristine.

On réalise la saponification de la trimyristine en portant à reflux un mélange de trimyristine, de solution d'hydroxyde de sodium, d'éthanol et de pierre ponce. Le reflux utilise un bain-marie. Après refroidissement on effectue un relargage en versant le mélange réactionnel dans un grand

volume d'une solution concentrée de chlorure de sodium, puis on réalise une filtration sous vide. Le résidu obtenu constitue le savon.

V.4.3. Donner l'équation générique de la réaction de saponification d'un ester simple par la soude.

V.4.4. Donner l'équation de la réaction de saponification de la trimyristine par la soude.

V.4.5. Donner le nom en nomenclature systématique du trioléol obtenu lors de la saponification de la trimyristine.

V.4.6. Donner la formule semi-développée du savon obtenu. En déduire qu'il doit présenter les propriétés d'un tensioactif.

V.4.7. Montrer qu'il faut introduire dans le mélange réactionnel au minimum 1,67 g d'hydroxyde de sodium NaOH pour saponifier 10,0 g de trimyristine. On utilisera un tableau d'avancement.

V.4.8. Faire un schéma légendé du montage à reflux utilisé pour cette saponification.

V.4.9. Expliquer l'intérêt du chauffage à reflux.

V.4.10. Expliquer le rôle de la pierre ponce.

V.4.11. Expliquer le principe physico-chimique du relargage.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

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

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

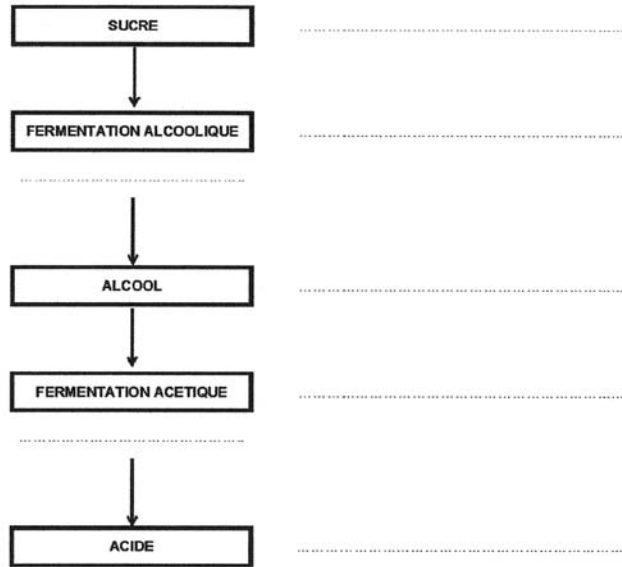
Prénoms : _____ N° du candidat

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

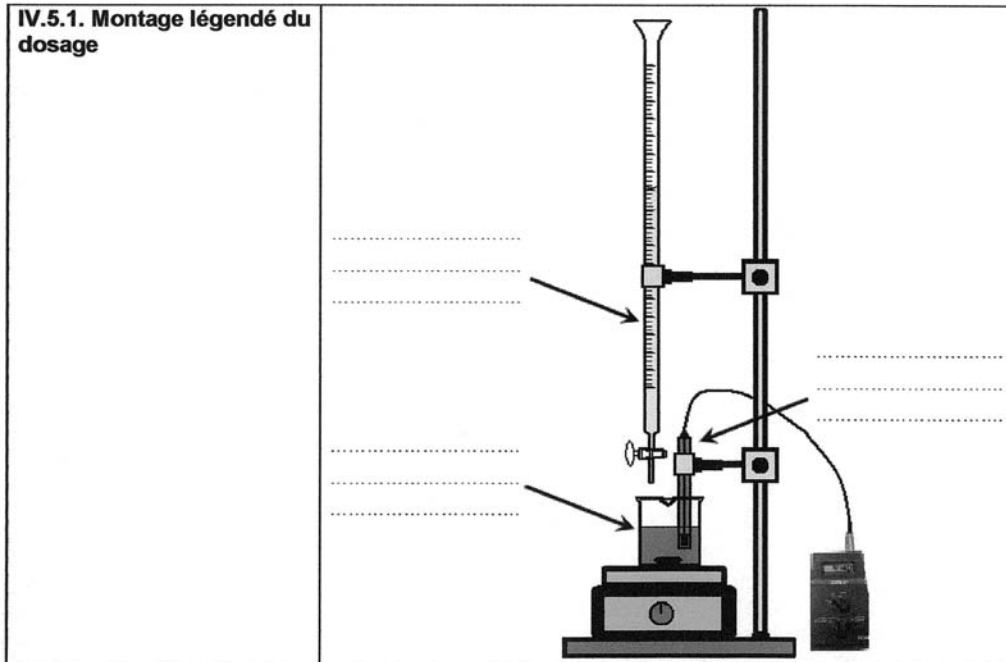
EFI MSP 2

ANNEXE 1 – CHIMIE – partie IV
(à rendre avec la copie)

IV.1.3. Schéma de principe de l'élaboration d'un vinaigre



IV.5.1. Montage légendé du dosage



©

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

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

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

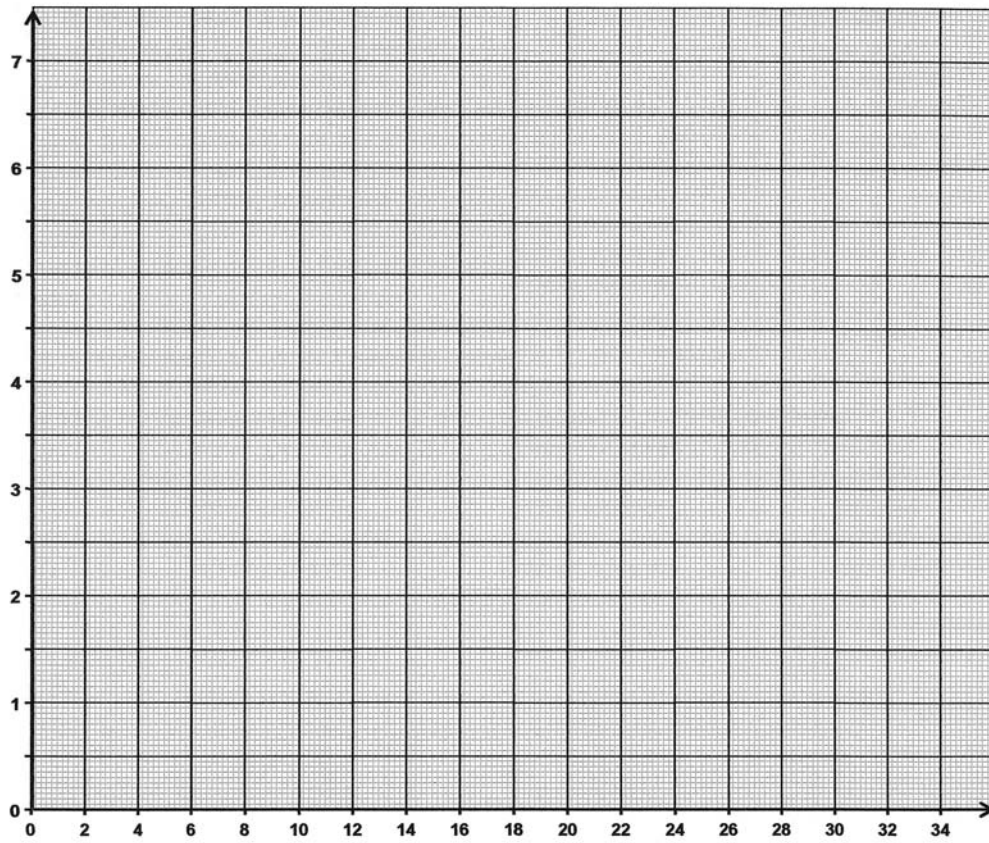
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI MSP 2

ANNEXE 2 – CHIMIE – partie IV
(à rendre avec la copie)

IV.5.2. Détermination du titre acétimétrique du vinaigre étudié.

Conductivité de la soude en $S.m^{-1}$



Volume de soude versé en cm^3

Ⓓ