

DANS CE CADRE	Académie :	Session :	Modèle EN.
	Examen ou Concours :		
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :	
	Épreuve/sous-épreuve :		
	NOM :		
<i>(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>		N° du candidat	
Prénoms :			
Né(e) le :			
<i>(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)</i>			

NE RIEN ECRIRE	Examen ou Concours :		
	Spécialité/option :		
	Repère de l'épreuve :		
	Épreuve/sous-épreuve :		
	<i>(Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)</i>		
Note :		<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; position: relative;"> 20 </div>	

CONCOURS EXTERNE

ADJOINT TECHNIQUE PRINCIPAL 2^e CLASSE DE RECHERCHE ET DE FORMATION

BRANCHE D'ACTIVITE PROFESSIONNELLE « B »

Emploi type : Préparateur sciences physiques et chimie

Session 2023

Épreuve écrite d'amissibilité

DUREE DE L'ÉPREUVE : 2 HEURES

Coefficient 3

Lire attentivement les instructions figurant page 2 du présent dossier
avant de commencer à composer.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Centre organisateur : Rectorat de Versailles

INSTRUCTIONS IMPORTANTES

Ce sujet comporte **26 pages** (instructions comprises).
Le candidat doit s'assurer que son exemplaire est complet.
Si tel n'est pas le cas, il peut en demander un autre aux surveillants de l'épreuve.

Le sujet comporte un grand nombre de questions indépendantes.

Écrire soigneusement et ne pas utiliser de crayon de papier.

Toutes les réponses aux questions doivent être inscrites directement sur le sujet. En cas de ratures, le candidat doit gérer au mieux l'espace imparti aux réponses, il ne peut pas réclamer un nouvel exemplaire de sujet.

Aucun brouillon ou feuille supplémentaire ne sera accepté.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout document est strictement interdit.

Seules les **calculatrices non programmables** sont autorisées.

L'usage des téléphones portables est strictement interdit pendant toute la durée de l'épreuve.

Les copies ne doivent comporter aucun signe distinctif permettant d'identifier le candidat, conformément au principe d'anonymat.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

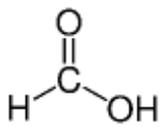
PARTIE CHIMIE : L'acide formique

L'acide formique est l'une des rares espèces chimiques dont le nom d'usage dérive d'une espèce animale, cet acide étant sécrété par les fourmis pour se défendre des agresseurs. De nos jours, il est synthétisé industriellement et participe à de nombreux usages.

A – Un remède contre les piqûres de fourmis

Certaines espèces de fourmis peuvent mordre ou piquer l'épiderme et injecter leur venin qui est une solution aqueuse contenant de l'acide formique. Les piqûres de fourmis entraînent des rougeurs et des démangeaisons et peuvent également provoquer des allergies plus graves. Afin de calmer les démangeaisons, un remède traditionnel consiste à frotter la partie irritée avec du carbonate de sodium, solide ionique de formule Na_2CO_3 , pour neutraliser l'acide formique.

Données :

- Formule semi-développée de l'acide formique : 
- Couples acide/base :
 - Ion hydrogénécarbonate / ion carbonate $\text{HCO}_3^-(\text{aq})/\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
 - Acide formique / ion formiate $\text{HCOOH}(\text{aq})/\text{HCOO}^-(\text{aq})$

Q1- Entourer le groupe caractéristique justifiant le terme acide dans le nom de cette espèce chimique et expliquer pourquoi l'acide formique se nomme acide méthanoïque dans la nomenclature officielle.

Q2- Écrire l'équation de dissolution du carbonate de sodium dans l'eau.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q3- Écrire une équation de réaction entre l'ion carbonate et l'acide formique lors de l'utilisation de ce remède.

B - Dosage d'un produit commercial contenant de l'acide formique

On se propose de vérifier la qualité d'une solution aqueuse commerciale S_0 , contenant de l'acide formique, préconisée dans la lutte contre le varroa qui est un parasite tenu pour responsable de l'affaiblissement des colonies d'abeilles.

L'étiquette du flacon de la solution commerciale porte l'indication « 65 % », qui est la valeur du pourcentage en masse d'acide formique contenu dans la solution commerciale.

On souhaite vérifier cette valeur en réalisant un titrage par suivi pH-métrique.

Données :

- Pictogramme visible sur le flacon d'acide formique :
- Densité de la solution S_0 d'acide formique : $d = 1,15$
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Masse molaire moléculaire de l'acide formique : $M = 46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Couples acide / base :
 - $\text{HCOOH}(\text{aq})/\text{HCOO}^-(\text{aq})$
 - $\text{H}_2\text{O}(\ell)/\text{OH}^-(\text{aq})$



Concentration de la solution commerciale

Q4- Vérifier que l'indication « 65 % » portée sur l'étiquette correspond à une concentration en acide formique de la solution commerciale $C_0 = 16,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q5- Indiquer la signification des sigles EPI et EPC.

Q6- Plusieurs panneaux de signalétique liés à la sécurité sont présents dans la salle de travaux pratiques. Choisir celui qui indique la présence du dispositif (le plus adapté) à utiliser pour éviter une projection accidentelle dans les yeux d'acide formique et donner la signification de deux autres pictogrammes de votre choix. Indiquer dans ces deux cas s'il s'agit d'EPI ou d'EPC.



Préparation de la solution à doser

Un enseignant souhaite faire une séance de TP avec des élèves (3 groupes de 8 binômes). Les élèves effectueront un titrage pH-métrique de l'acide formique par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Pour cela, l'enseignant souhaite que chaque binôme dispose d'un flacon de 75 mL d'hydroxyde de sodium.

Données : masses molaires atomiques : $M_{\text{Na}} = 23 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_{\text{O}} = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Q7- Indiquer le volume de solution d'hydroxyde de sodium à préparer pour permettre à tous les binômes de manipuler.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q8- Calculer la masse d'hydroxyde de sodium nécessaire à la préparation de cette solution.

Q9- Indiquer la précision de la balance nécessaire à la préparation de cette solution.

Q10- Proposer un protocole permettant de préparer cette solution.

Q11- Écrire la réaction support du dosage.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q12- Déterminer le volume V_{B0eq} de solution d'hydroxyde de sodium qu'il faudrait verser à l'équivalence pour doser un volume $V_A = 10$ mL de solution commerciale S_0 .

Q13- Proposer alors une dilution à effectuer de la solution S_0 permettant de réaliser le dosage de $V_A = 10$ mL de cette solution diluée notée S_1 , avec un volume à l'équivalence V_{B1eq} compris entre 15 mL et 20 mL.

Un colis contenant des produits chimiques parvient au laboratoire. Ce colis contient divers flacons : acide formique, acétone, pastilles de soude, cyclopentane, ammoniac. Ces produits doivent être stockés au laboratoire.

Q14- Classer ces produits en trois catégories (acide, base, solvant) et indiquer précisément les précautions de rangement de ces produits pour garantir la sécurité.

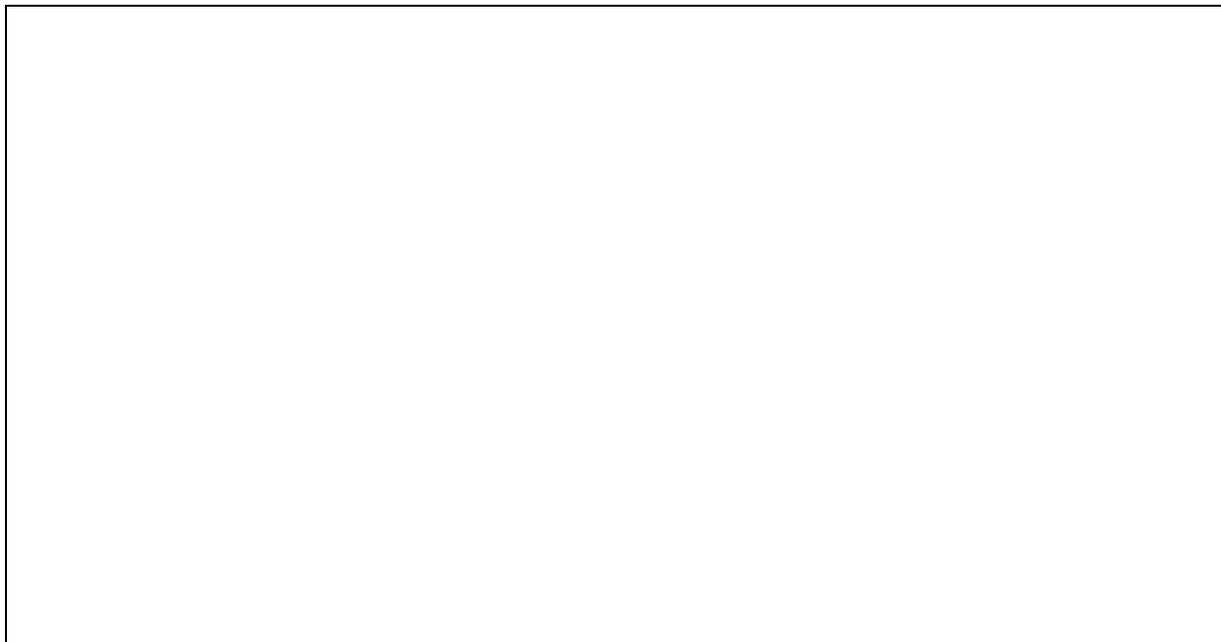
NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Mise en œuvre du titrage pH-métrique d'une solution diluée S_1 de S_0 .

On dose $V_A = 10 \text{ mL}$ d'une solution diluée S_1 de concentration $C_1 = C_0/100$, où C_0 est la concentration de la solution S_0 , à l'aide de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium précédente.

Q15- Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser ce titrage.

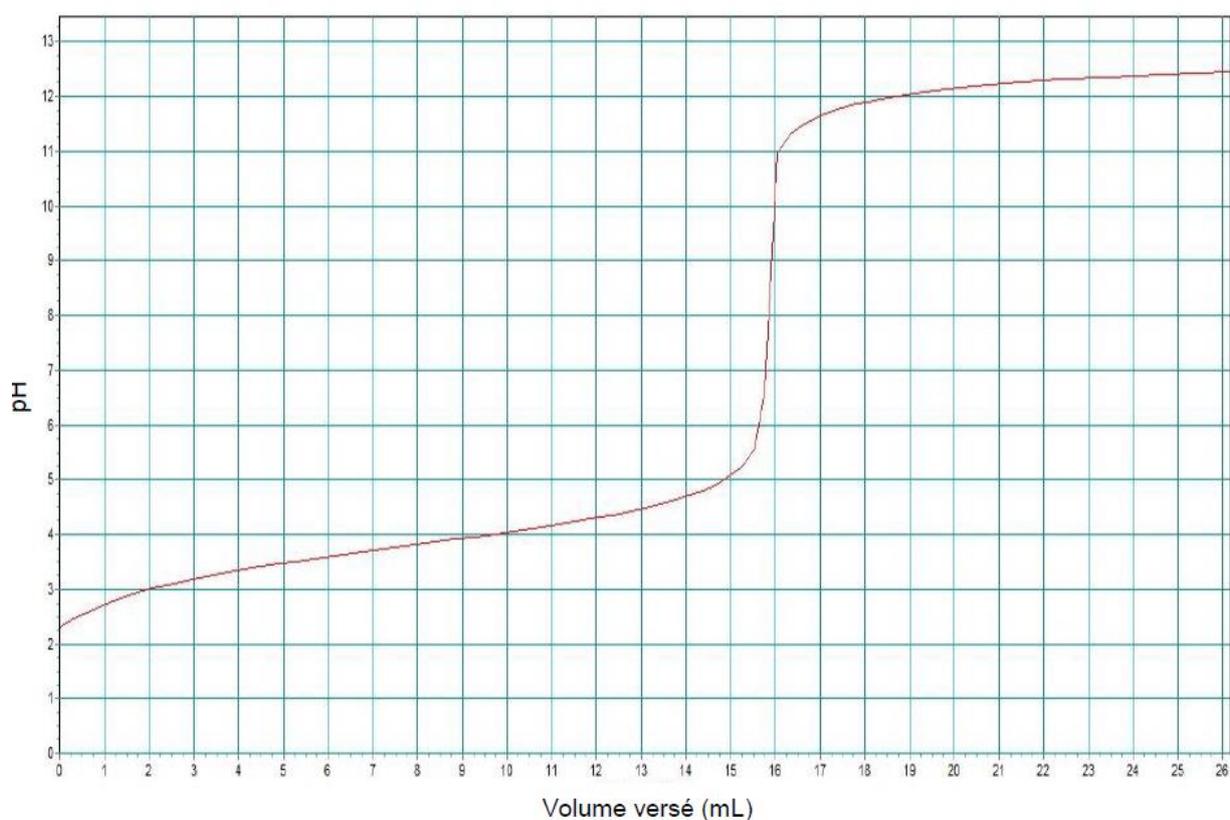


NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q16- À l'aide de la courbe $\text{pH} = f(V_B)$, déterminer si la solution d'acide formique S_0 est bien une solution à « 65 % ». Commenter l'écart éventuel avec cette valeur.

Évolution du pH en fonction du volume versé d'hydroxyde de sodium V_B



Q17- Parmi les indicateurs colorés acido-basiques proposés dans le tableau ci-après, indiquer celui qui est le mieux adapté au titrage précédent ? Justifier.

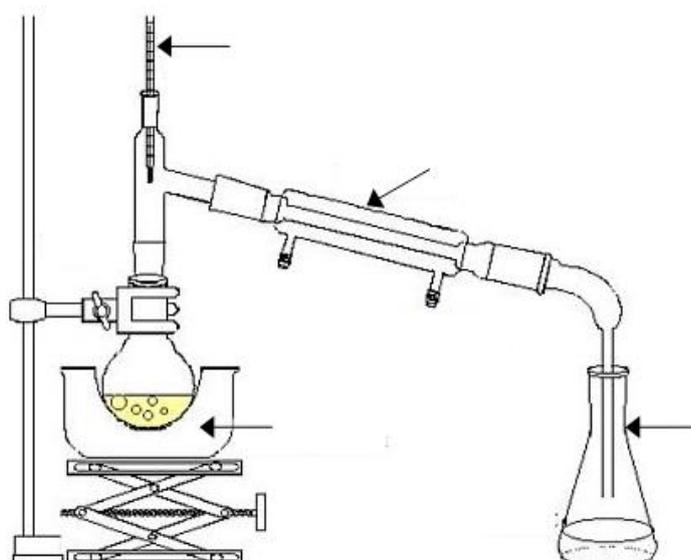
NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Indicateur coloré	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique
Vert de bromocrésol	jaune	3,8–5,4	bleu
Rouge de crésol	jaune	7,2–8,8	rouge
Jaune d'alizarine	jaune	10,1–12,0	rouge-orangé

C - Synthèse d'un dérivé de l'acide formique utilisé dans l'industrie alimentaire : le formiate d'éthyle

Le formiate d'éthyle est un ester éthylique dérivé de l'acide formique. Il est utilisé comme colorant alimentaire. Sa formule brute est $C_3H_6O_2$. Un enseignant souhaite mettre en œuvre sa synthèse, en utilisant le montage suivant :



Q18- Légender le schéma du montage ci-dessus.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Pour préparer son TP, l'enseignant demande la FDS de chacun des produits chimiques.

Q19- Indiquer la signification du sigle FDS.

Q20- Citer deux informations que l'on trouve dans une FDS.

Q21- Indiquer deux points de vigilance concernant le montage, en termes de sécurité.

Réalisation de la synthèse



Données :

Espèce chimique	Masse molaire (g·mol ⁻¹)	Masse volumique (g·mL ⁻¹)	Température d'ébullition (°C)	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'éthanol
Acide formique	46	1,22	100,7	Grande	Faible
Ethanol	46	0,81	78,0	Grande	
Formiate d'éthyle	74	0,92	54,5	Faible	Faible
Eau	18	1,00	100,0		Grande

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Protocole :

- Placer dans un ballon, sous agitation, 20 mL d'acide formique et 20 mL d'éthanol.
- Ajouter goutte à goutte 2 mL d'acide sulfurique concentré (joue le rôle de catalyseur).
- Réaliser le montage puis chauffer le mélange à ébullition douce.

Q22- Indiquer la température θ en tête de colonne pour laquelle les premières gouttes de distillat tombent dans l'erenmeyer.

Q23- Indiquer le rôle d'un catalyseur comme l'acide sulfurique dans cette synthèse.

Q24- Donner une raison pour laquelle il est nécessaire de chauffer lors de cette synthèse.

Q25- Compléter le tableau suivant en vue d'un recyclage de substances chimiques (choix multiples possibles) :

	Evier	Métaux lourds	Acides	Bases	Solvants Halogénés	Autres solvants organiques
Acide formique						
Formiate d'éthyle						
Soude						
Solution saturée de chlorure de sodium						
Acide sulfurique						

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Rendement de la synthèse

Q26- Montrer que les quantités initiales de réactifs sont égales à $n_{\text{acide formique}}^i = 0,53 \text{ mol}$ et $n_{\text{éthanol}}^i = 0,35 \text{ mol}$ et identifier le réactif limitant

Q27- Expliquer l'intérêt d'utiliser un réactif en excès pour la synthèse du formiate d'éthyle.

Expérimentalement, on obtient un distillat de masse $m = 22,5\text{g}$.

Q28- Sachant qu'on suppose que le distillat est composé uniquement de formiate d'éthyle, en déduire sa quantité de matière obtenue.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q29- Calculer le rendement de cette synthèse.

Q30- Justifier l'intérêt du montage utilisé pour augmenter le rendement de la synthèse.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

PARTIE PHYSIQUE

A- Connaissance du laboratoire

Q31- Voici une liste de logiciels couramment utilisés en lycée. Pour au moins quatre d'entre eux, décrire pour quelles applications ils sont employés.

Avimeca

Audacity

Regressi

Arduino

Excel

GUM_MC

Le lycée souhaite acquérir des maquettes pour la mise en évidence de l'effet Doppler. Un fournisseur propose des maquettes à 162€ HT (TVA 20%)

Q32- Quel serait le coût TTC de 6 maquettes ?

Q33- Rédiger un e-mail à l'attention du fournisseur pour qu'il vienne faire une présentation de son matériel au lycée en semaine, après 16h.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

B- Thermodynamique

En TP, des élèves doivent déterminer la masse volumique du glycérol.

Méthode 1 : Mesure de masses et volumes

Ils prélèvent des échantillons avec la verrerie de leur choix, et pèsent les échantillons. Les mesures sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Binôme n°	1	2	3	4	5
V (mL)	1,00	10,0	100,0	200,0	200,0
m (g)	1,2	12,5	156,1	252,3	251,9
ρ (g.mL ⁻¹)					

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q34- Proposer la verrerie adéquate aux binômes n°1 et 3 pour réaliser leur expérience.

Q35- Compléter la dernière ligne du tableau.

Q36- Commenter les résultats des élèves.

Q37- En utilisant les résultats des élèves, donner une valeur de la masse volumique du glycérol. Justifier votre démarche.

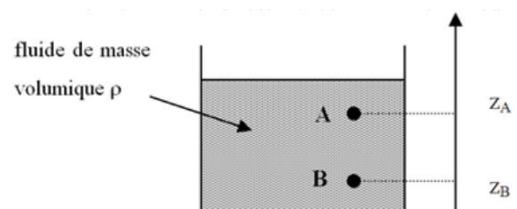
Méthode 2 : Mesure de pression

La masse volumique du glycérol peut aussi être déterminée à partir du principe fondamental de l'hydrostatique :

Dans un fluide au repos, la relation entre la différence de pression (en Pa) et la différence de profondeur z (en m) entre deux points s'écrit :

$$p_A - p_B = \rho \times g \times (z_A - z_B), \text{ avec :}$$

- ρ , masse volumique du fluide, exprimée en kg.m^{-3}
- g , intensité de la pesanteur, égale à $9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.



La pression atmosphérique est prise égale à 101325 Pa.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q38- En mer, à quelle profondeur atteint-on une pression voisine du double de la pression atmosphérique ? On assimilera ici l'eau de mer à de l'eau douce.

Q39- Au lycée, on plonge un manomètre absolu dans une longue éprouvette remplie de glycérol. A la profondeur de 30 cm, le manomètre affiche : 105,1 kPa. Calculer la masse volumique du glycérol.

Q40- Comparer les deux méthodes selon leur précision et la facilité de leur mise en œuvre avec des élèves de lycée.

Q41- Quelle autre expérience utilisant du glycérol peut être mise en œuvre en classe de lycée ?

C- Optique (ondes électromagnétiques, réfraction)

On souhaite vérifier, par une méthode optique, la concentration d'une solution de glucose, annoncée à 300 g.L^{-1} . En effet, l'indice de réfraction d'une solution dépend de sa concentration en glucose, comme le montre la Figure 1.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

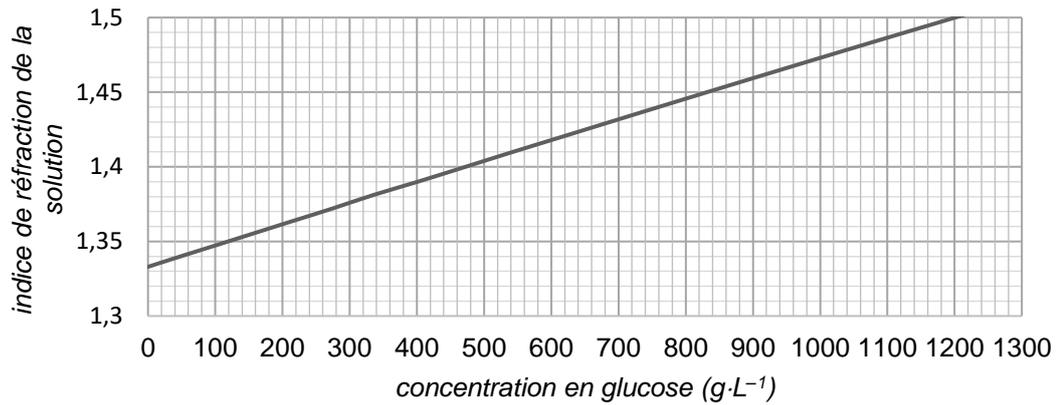


Figure 1: Graphique de l'indice de réfraction en fonction de la concentration en glucose

On introduit la solution dans une cuve hémicylindrique fixée sur un plateau tournant gradué en degrés.



Q42- Sur la source laser, il est indiqué 650 nm / 1 mW. Expliquer à quoi correspondent ces deux valeurs.

Q43- Expliquer, en vous appuyant sur une valeur numérique, pourquoi on peut dire que cette lumière laser fait partie du domaine visible.

Q44- Un laser émettant dans l'infrarouge est-il dangereux pour les yeux ? Justifier.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

On observe le rayon réfracté par le liquide. Les directions des rayons incident et réfracté sont représentées sur la Figure 2.

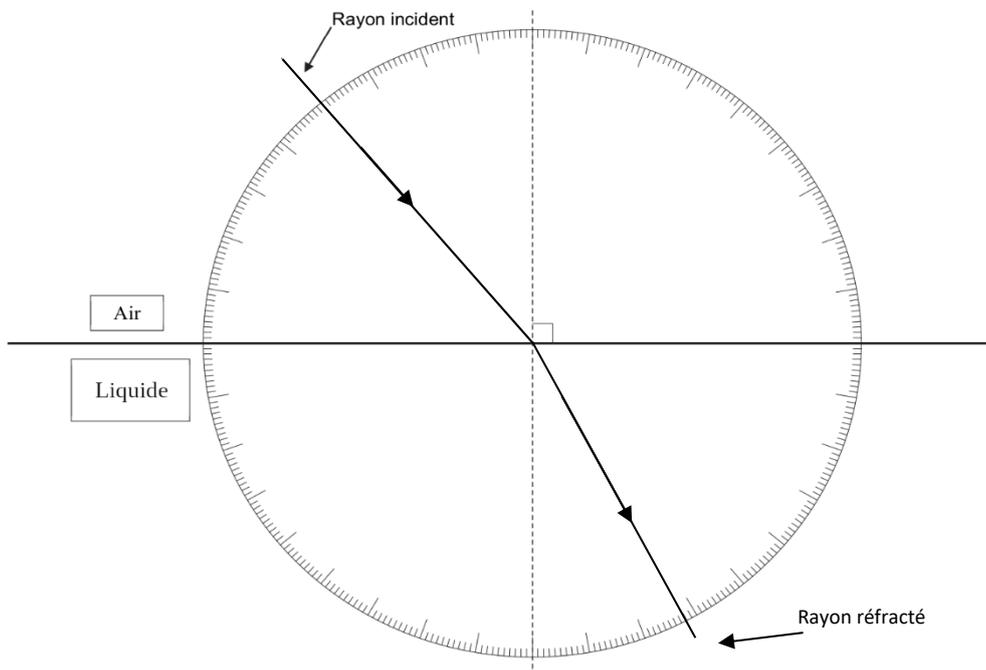


Figure 2: Rayons incident et réfracté à l'interface air/liquide

Une loi permet de relier l'angle d'incidence i_1 et l'angle de réfraction i_2 aux indices de réfraction n_1 et n_2 des deux milieux traversés :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

Q45- Nommer cette loi.

Q46- En utilisant la Figure 1 et la Figure 2, déterminer la valeur de la concentration en glucose de la solution. On rappelle que l'indice de réfraction de l'air est égal à 1,00.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q47- La précision de la mesure des angles est évaluée à $\pm 0,5^\circ$. Donner alors un encadrement de la valeur de la concentration de la solution.

Q48- Citer le nom d'un appareil qui permet de mesurer l'indice de réfraction d'un liquide avec une plus grande précision que la méthode précédente.

Q49- On rappelle que la célérité de la lumière dans le vide est égale à $3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En exploitant le graphique de la Figure 1, déterminer avec quelle célérité se propagerait la lumière dans une solution de glucose de concentration $760 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

D- Electricité

Grandeurs et unités

On considère le circuit ci-dessous :

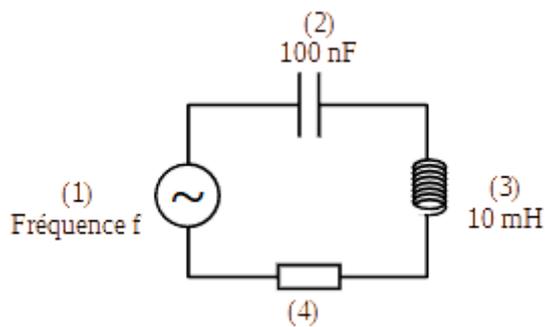


Figure 3: Schéma du circuit

Q50- Nommer chaque composant du circuit et compléter les informations sur la grandeur et l'unité le caractérisant, en remplissant le tableau.

Numéro sur le schéma	Nom de l'appareil ou du composant	Nom de la grandeur physique	Nom de l'unité	Symbole de l'unité
1		Fréquence		
2				F
3				H
4				

Q51- Tracer directement sur le schéma de la Figure 3 les fils de connexion permettant d'obtenir à l'oscilloscope, l'oscillogramme de la figure 4. (u_1 : tension aux bornes de l'appareil n°1 sur la voie A / u_2 : tension aux bornes du composant n°2 sur la voie B)

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

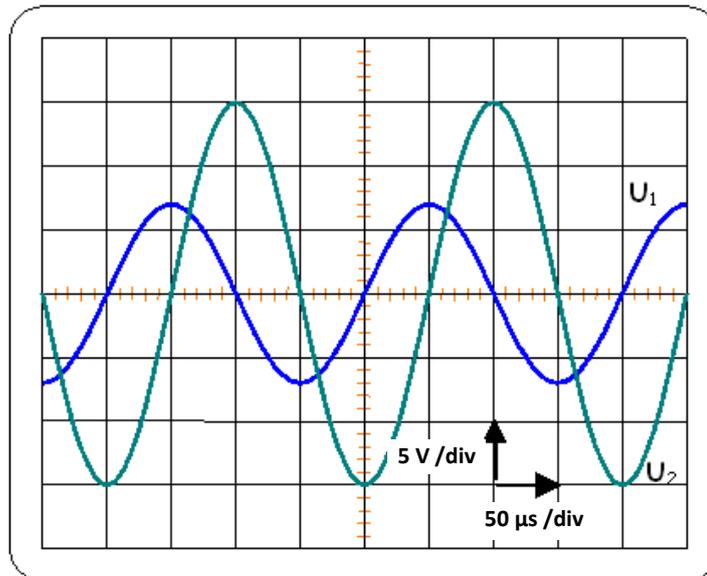


Figure 4: Oscillogrammes des voies 1 et 2

Q52- Déterminer graphiquement la fréquence réglée sur l'appareil n°1.

Caractéristique d'un dipôle

On souhaite tracer la caractéristique courant-tension d'une lampe à incandescence.

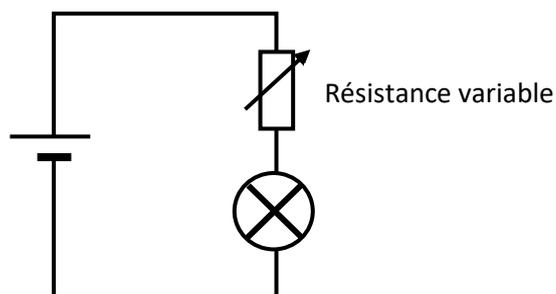


Figure 5: Circuit alimentant la lampe

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q53- Sur le schéma électrique de la Figure 5, ajouter les instruments nécessaires pour mesurer la tension aux bornes de la lampe, et l'intensité la traversant. Préciser le nom de chacun de ces instruments.

Q54- Les mesures obtenues sont rassemblées dans le tableau ci-dessous. Construire la caractéristique sur le graphique de la Figure 6.

U (V)	0,00	0,25	0,88	1,72	3,76	6,08	7,88	9,20
I (mA)	0,0	18,1	35,0	51,4	79,8	103	119	129

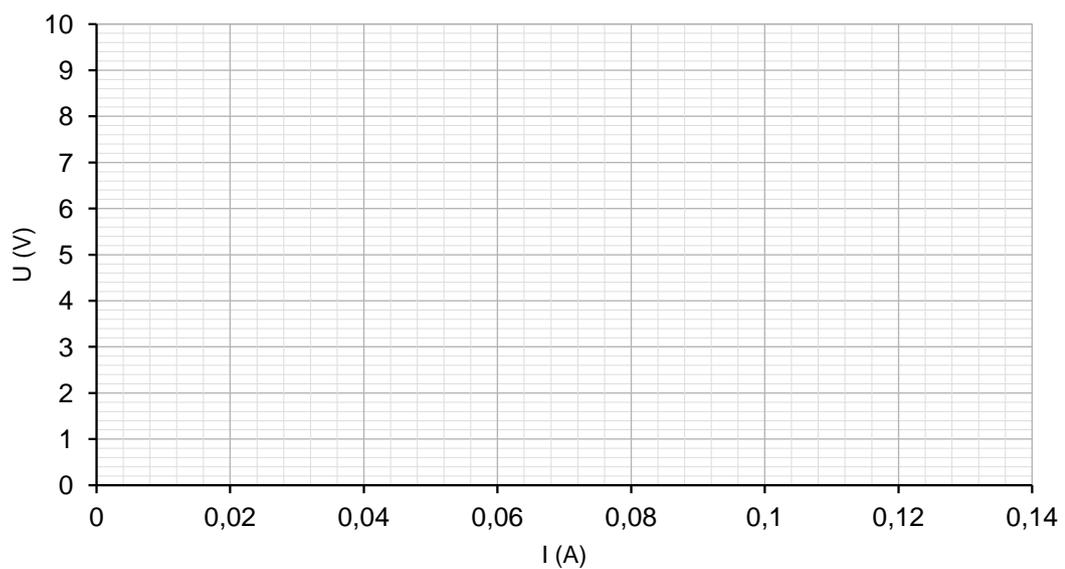


Figure 6: Caractéristique de la lampe

Q55- Comparer la caractéristique de la lampe avec celle d'un conducteur ohmique.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Q56- Sur le culot de la lampe, sont gravées les informations suivantes : « 6V 0.1 A ». Que signifient ces valeurs ?

Ultrasons

La mesure de la célérité des ondes ultrasonores peut s'effectuer avec le montage suivant :

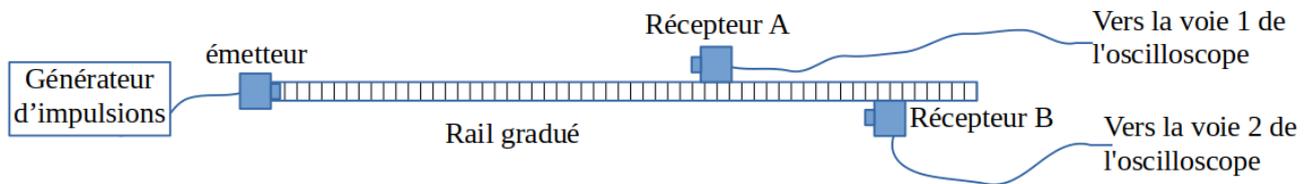


Figure 7: Montage émission et réception ultrasonores

En plaçant les deux récepteurs à une distance $D = 17,3$ cm l'un de l'autre, on obtient l'oscillogramme suivant :

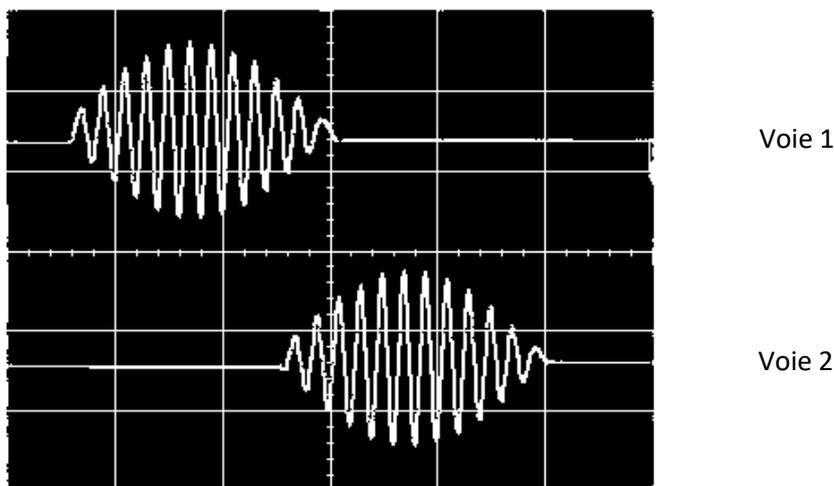


Figure 8: Oscillogrammes des récepteurs A et B. Base de temps: 0,25 ms/div

Q57- Calculer la célérité des ondes ultrasonores dans les conditions de l'expérience.

NE RIEN ECRIRE

DANS LA PARTIE BARREE

Une chauve-souris se sert d'ultrasons pour localiser sa proie, comme le sonar d'un sous-marin.

Q58- Sur le schéma ci-dessous, représenter le trajet des ultrasons de l'émission à la réception par la chauve-souris.



chauve-souris



proie

Figure 9: Echolocalisation chez la chauve-souris

Q59- Déterminer au bout de combien de temps la chauve-souris reçoit l'écho des ultrasons qu'elle a émis et qui se sont réfléchis contre une proie située à 15,0 mètres de distance. On négligera la vitesse de déplacement de la chauve-souris et celle de sa proie, et on supposera valable la valeur de célérité trouvée précédemment.

FIN DU SUJET