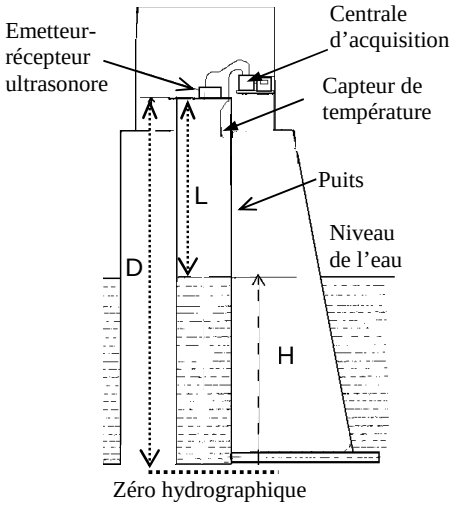
## EXERCICE I. LES MARÉGRAPHES CÔTIERS NUMÉRIQUES (4 points)

*…. « Quand tu vas commencer à mesurer le fond de la mer, fais bien attention de ne pas trop te pencher, et de ne pas tomber par-dessus bord – et là où ça sera trop profond laisse un peu mesurer les autres.... » .*

D'après *Fanny* de PAGNOL (Acte premier, scène XIV)

*Depuis 1992, le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) a décidé de placer sur les côtes françaises un réseau de marégraphes numériques permanents, appelés MCN (marégraphes côtiers numériques). Ces dispositifs sont destinés à observer les hauteurs des marées.*
*Le MCN est équipé d'un télémètre. Certains télémètres en service sont constitués d'un émetteur et d'un récepteur d'ultrasons : placés au-dessus de l'eau, ils émettent des salves courtes d'ultrasons et détectent le signal réfléchi par la surface de l'eau. Le temps écoulé entre l'émission et la réception du signal peut être traduit en hauteur d'eau : on utilise ainsi le MCN pour mesurer la hauteur de la marée.*
*Le schéma de l'observatoire de Brest-Penfeld illustre ce principe :*




**1. Principe de fonctionnement du MCN.**

1.1. Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques longitudinales.

1.1.1. Définir une onde mécanique.

1.1.2. Que signifie l'expression « onde longitudinale » ?

1.2. Exprimer la durée Δt écoulée entre l'émission et la réception d'une salve d'ultrasons, en fonction de $L$ et $v$, où $v$ désigne la célérité du son dans l'air.

1.3. *La hauteur H de la marée est repérée par rapport à une référence appelée «zéro hydrographique».* Établir l'expression de $H$ en fonction de $D$, $v$ et $\Delta t$.

1.4. *Le télémètre est placé à 10 m au-dessus du zéro hydrographique. On donne un extrait des hauteurs de marées mesurées le dimanche 31 juillet 2005 à Fort-Mahon :*

| *Date* | *Heure* | *Hauteur* |
|---|---|---|
| *Dimanche 31/07/05* | *03h19* | *3,07 m* |
| | *09h00* | *7,50 m* |
| | *15h52* | *3,20 m* |
| | *21h32* | *7,63 m* |

Calculer la durée $\Delta t_1$ qui a permis de calculer la hauteur d'eau à marée basse à 15h52.
*On supposera qu'au moment de cette mesure, la célérité du son dans l'air vaut 340 $m.s^{-1}$ et la température de l'air est $\theta_1 = 14$ °C.*

1.5. *Le même jour au Cap Ferret, avec une installation identique à celle de Fort-Mahon, une durée $\Delta t_2$ supérieure à $\Delta t_1$ a conduit à la même valeur de hauteur d'eau H que précédemment.*

1.5.1. Dans l'expression établie à la question 1.3., quelle est la grandeur physique responsable de la différence de la durée $\Delta t$ de propagation des salves d'ultrasons entre Le Cap Ferret et Fort-Mahon ? Justifier la réponse.

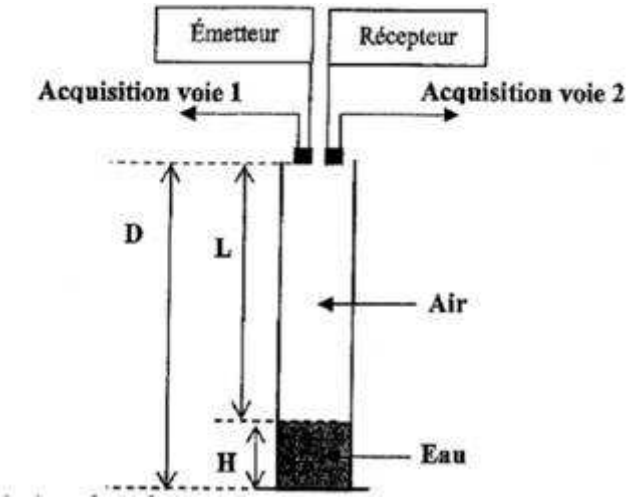
1.5.2. Cette grandeur a-t-elle augmenté ou diminué ?

1.5.3. Justifier la présence d'un capteur de température dans le marégraphe.

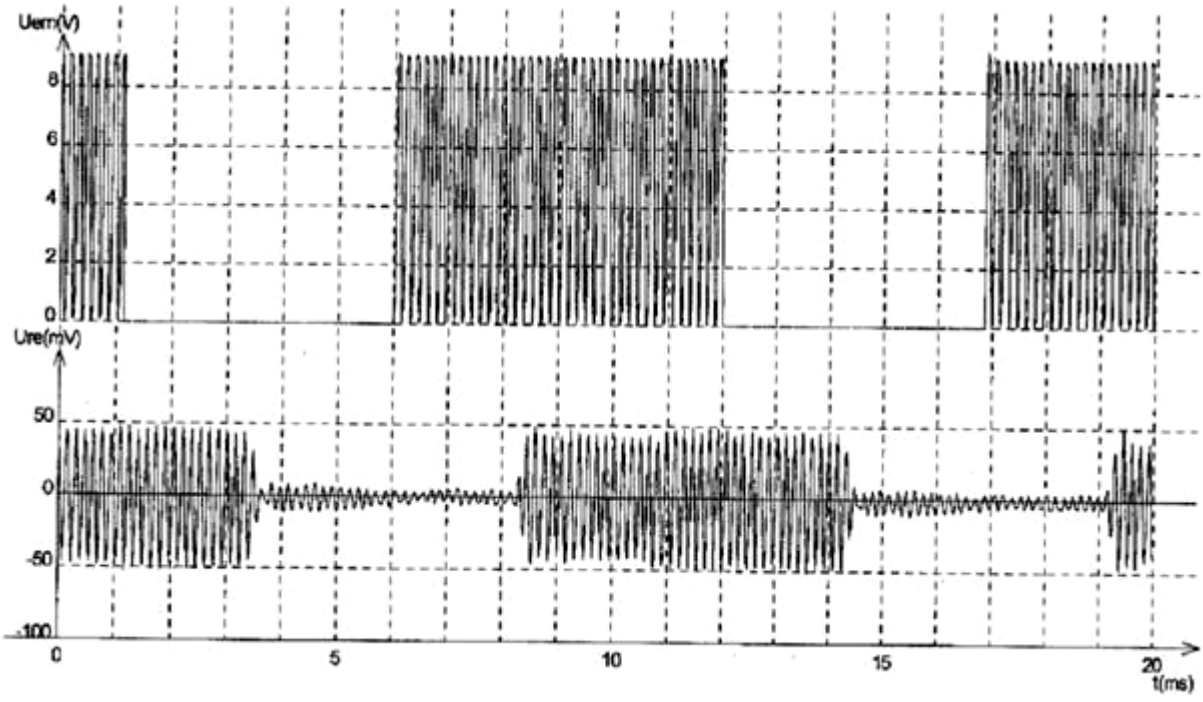
**2. Une maquette du MCN.**

*Etienne, élève de terminale S, décide de mettre en œuvre, avec le matériel du lycée (une grande éprouvette, un émetteur et un récepteur d'ultrasons et un dispositif d'acquisition), le principe du marégraphe à ultrasons.*

*Il réalise le dispositif schématisé ci-contre, où l'alimentation nécessaire au fonctionnement de l'émetteur n'est pas représentée.*




*Etienne a réglé l'émetteur sur le mode « émission de salves ». L'enregistrement obtenu apparaît sur le document ci-dessous : les tensions Uem et Ure correspondent aux tensions acquises respectivement aux bornes de l'émetteur et du récepteur. Pour faciliter la lecture, on a placé les 2 graphes l'un sous l'autre.*




Calculer la hauteur d'eau qu'Etienne a placée dans l'éprouvette.

*données : D = 43 cm  Célérité du son dans l'air à la température de l'expérience $v = 340\ m.s^{-1}$.*

**BAC S 2010 Asie - CALCULATRICE INTERDITE**

**Exercice II. CHUTE D'UNE GOUTTE DE PLUIE (5,5 points)**

***II est expressément demandé de respecter les notations de l'énoncé : V désigne le volume, v désigne la valeur de la vitesse.***

***Données et opérations utiles à la résolution de l'exercice :***

| | |
|---|---|
| *Valeur prise pour l'accélération de la pesanteur : $g = 10\ m.s^{-2}$*<br>*Masse volumique de l'eau : $\rho_1 = 1000\ kg.m^{-3}$*<br>*Masse volumique de l'air : $\rho_2 = 1{,}3\ kg.m^{-3}$* | $3{,}24 \times 2{,}10 = 6{,}80$<br>$3{,}24 \times 2{,}16 = 7{,}00$<br>$\frac{1}{1{,}3} = 0{,}77$ |

*On se propose d'étudier le mouvement d'une goutte de pluie dans deux cas simples.*

**1. TEMPS CALME.**

*On étudie le mouvement d'une goutte d'eau en chute verticale dans l'air, en l'absence de tout vent. La force de frottement subie par la goutte a pour expression $\vec{f} = -K.\vec{v}_G$, où $\vec{v}_G$ désigne le vecteur vitesse du centre d'inertie de la goutte, et K est une constante.*
*La goutte de pluie considérée a une masse m, un volume V et une masse volumique $\rho_1$ constante.*
*On désigne par $\rho_2$ la masse volumique de l'air.*

**1.1.**

1.1.1. Quelle est l'expression littérale de la valeur $F_A$ de la poussée d'Archimède qui agit sur la goutte ?

1.1.2. *On note P la valeur du poids de la goutte.*

Établir l'expression du rapport $\frac{P}{F_A}$ en fonction des masses volumiques $\rho_1$ et $\rho_2$.

1.1.3. En utilisant les données numériques, montrer que $F_A$ est négligeable devant $P$.

**1.2.** *Dans la suite de l'exercice, on négligera la poussée d'Archimède.*

1.2.1. *L'axe vertical du repère d'étude étant orienté vers le bas,* montrer que l'équation différentielle du mouvement de chute de la goutte peut se mettre sous la forme :

$$\frac{dv_G}{dt} = A.v_G + B$$

où A et B sont deux constantes que l'on exprimera en fonction de *K*, *m* et *g*.

1.2.2. Quelles sont les unités de A et B, dans le système international d'unités ?

*On donne $A = -3{,}24 \times 10^{-1}$ SI et $B = 10$ SI.*

**1.3.** *On a calculé quelques valeurs de la vitesse de la goutte à différentes dates, en utilisant la méthode d'Euler. Voici un extrait du tableau affiché par le tableur utilisé :*

| $t$ (en s) | $v_G$ (en $m.s^{-1}$) |
|---|---|
| | |
| 3,0 | 19,6 |
| 3,2 | 20,3 |
| 3,4 | 21,0 |
| .... | .... |

*La méthode d'Euler permet d'estimer par le calcul la valeur de la vitesse de la goutte en fonction du temps en utilisant les deux relations*

$$\frac{dv_G(t_i)}{dt} = Av_G(t_i) + B$$

$$v_G(t_{i+1}) = v_G(t_i) + \frac{dv_G(t_i)}{dt}.\Delta t$$

*où $\Delta t$* est le pas d'itération.

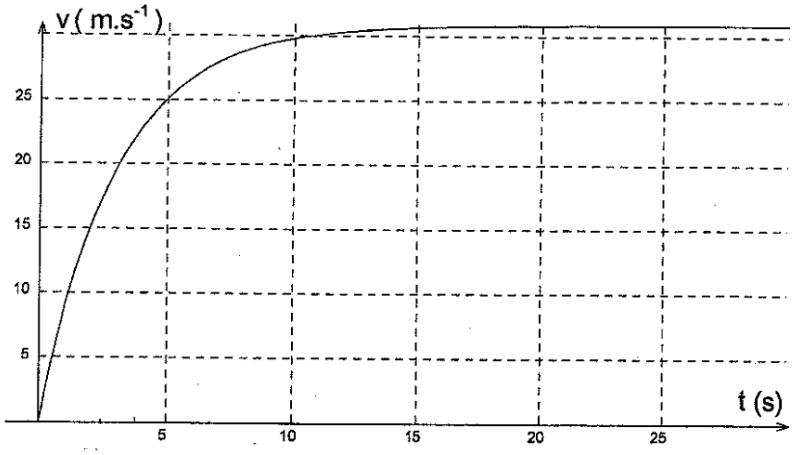
1.3.1. En utilisant l'équation différentielle du mouvement et les données du tableau, calculer la valeur de l'accélération à l'instant de date $t = 3{,}4$ s.

1.3.2. En déduire, par la méthode d'Euler, la valeur de la vitesse à l'instant de date $t = 3{,}6$ s.

***Les calculs doivent figurer sur votre copie.***

1.3.3. Comment doit-on choisir le pas de calcul pour que les valeurs calculées par la méthode d'Euler soient les plus proches possibles des valeurs réelles ?

**1.4.** *La courbe représentant l'évolution de la valeur de la vitesse au cours du temps est donnée ci-dessous :*



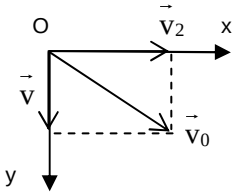

1.4.1. Comment évolue l'accélération de la goutte d'eau ? Justifier votre réponse.

1.4.2. Quelle est la valeur de cette accélération lorsque le régime permanent est atteint ? Comparer la valeur des forces qui agissent alors sur la goutte d'eau.

1.4.3. Établir l'expression littérale de la vitesse limite atteinte par la goutte d'eau.

## 2. TEMPS VENTEUX.

*Dans cette partie, on suppose que la force de frottement et la poussée d'Archimède s'exerçant sur la goutte d'eau en chute verticale, sont négligeables devant le poids.*
*Alors que la goutte d'eau est en chute verticale à la vitesse v, elle subit brutalement une rafale de vent, de très courte durée, qui lui communique, à l'instant de date t = 0, une vitesse horizontale, de valeur $v_2$.*
*Le vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ est représenté sur le schéma ci-contre.*




**2.1.** À partir de la deuxième loi de Newton, établir les équations horaires du mouvement de la goutte dans un référentiel terrestre muni d'un repère *(Oxy)*, tel que le point O coïncide avec la position de la goutte à la date $t = 0$ s, l'axe *(Ox)* est horizontal orienté dans le sens de $\vec{v}_2$ et l'axe *(Oy)* est vertical descendant (schéma ci-contre).

**2.2.** Quelle est l'équation de la trajectoire décrite par la goutte d'eau dans le repère *(Oxy)* ? Préciser la nature de cette trajectoire.

**BAC S 2010 Asie** **CALCULATRICE INTERDITE**

**Exercice III : DE LA CHIMIE …. DE LA CHIMIE, VOUS DIS-JE ! (6,5 points)**

*Cet exercice est un QROC (questions à réponses ouvertes et courtes). À chaque affirmation, correspond une seule bonne réponse. Votre choix doit impérativement être accompagné de justifications ou de commentaires brefs (définitions, calculs, exemples ou contre-exemples...) – à l'exception des questions pour lesquelles l'énoncé précise « Aucune justification demandée ».*

**1 – Autoprotolyse de l'eau.**

**1.1.** *L'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau est :*

1.1.1. $H_3O^+ + HO^- = 2\ H_2O$

1.1.2. $H_2O + H_2O = H_3O^+ + HO^-$

1.1.3. $2\ H_2O + 2\ e^- = H_2 + 2\ HO^-$ *Aucune justification demandée*

**1.2.** *La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau est appelée :*

1.2.1. le produit de solubilité de l'eau.

1.2.2. le quotient de réaction de l'eau.

1.2.3. le produit ionique de l'eau. *Aucune justification demandée*

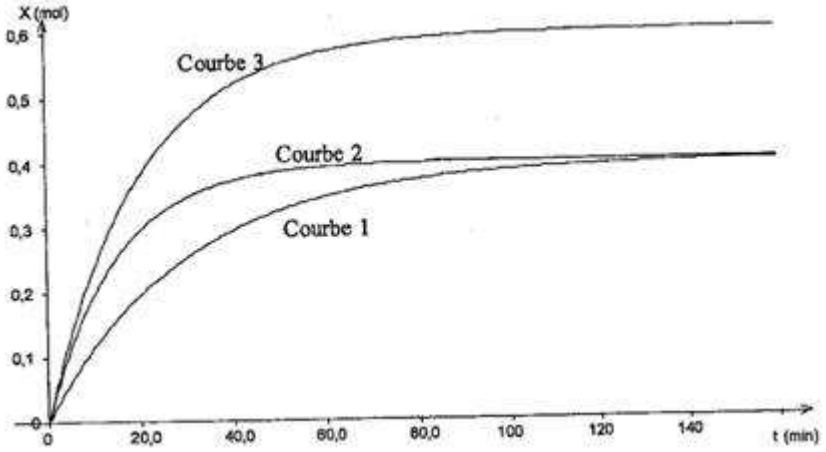
**1.3.** *On peut également interpréter cette constante d'équilibre comme :*

1.3.1. la constante d'acidité du couple $H_2O$ / $HO^-$.

1.3.2. la constante d'acidité du couple $H_3O^+$/ $H_2O$.

1.3.3. la constante d'acidité du couple $H_3O^+$/ $HO^-$.

**2** – *On met en présence 0,6 mole d'acide carboxylique et 0,6 mole d'alcool puis, sans intervenir en aucune façon, on laisse évoluer le mélange maintenu à une température T constante.*
*Le suivi cinétique de la transformation qui se déroule a permis de tracer les courbes 1 et 2, représentant l'évolution de l'avancement x au cours du temps :*




**2.1.** *La vitesse volumique de réaction :*

2.1.1. est nulle à l'instant de date t = 0 s.

2.1.2. est maximale à l'instant de date t = 0 s.

2.1.3. est exprimée en $mol.min^{-1}$.

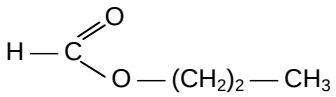
**2.2.** *La courbe 3* :

2.2.1. peut être obtenue en réalisant la transformation à une température $T_3$ supérieure à $T_2$.

2.2.2. peut être obtenue en réalisant la transformation à une température $T_3$ supérieure à $T_2$ et en présence d'un catalyseur.

2.2.3. ne peut pas être obtenue dans les conditions décrites.

**2.3.** *L'ester obtenu a pour formule semi-développée :*



*Son nom est :*

2.3.1. le propanoate de méthyle.
2.3.2. le méthanoate de propanyle.
2.3.3. le méthanoate de propyle.

*Aucune justification demandée*

**3 –** *À une transformation chimique est associée la réaction d'équation : 2 A + B = 2 C + 3 D où les espèces chimiques A, B, C et D n'ont pas besoin d'être précisées.*
*Les mesures ont permis d'établir le tableau d'avancement suivant :*

| | *Avancement* | *2 A* | + | *B* | = | *2 C* | + | *3 D* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *État initial* | *0* | *0,40* | | *0,30* | | *0* | | *0* |
| *État final* | $x_{final}$ | *0,30* | | *0,25* | | *0,10* | | *0,15* |

**3.1.** *Le taux d'avancement final de cette transformation est :*

3.1.1. $\tau = 0{,}25$ 3.1.2. $\tau = 0{,}50$ 3.1.3. $\tau = 0{,}75$

**3.2.** *Dans les conditions de l'expérience, la constante d'équilibre K associée à cette équation est K = 1,08*

*Cette valeur :*

3.2.1. dépend de la composition initiale du système.
3.2.2. dépend de la composition initiale du système et de la température.
3.2.3. dépend de la température.

*Aucune justification demandée*

**3.3.** *Le taux d'avancement final de la transformation :*

3.3.1. dépend à la fois de la constante d'équilibre K et de la composition initiale du système.
3.3.2. ne dépend que de la composition initiale du système.
3.3.3. ne dépend que de la constante d'équilibre K.

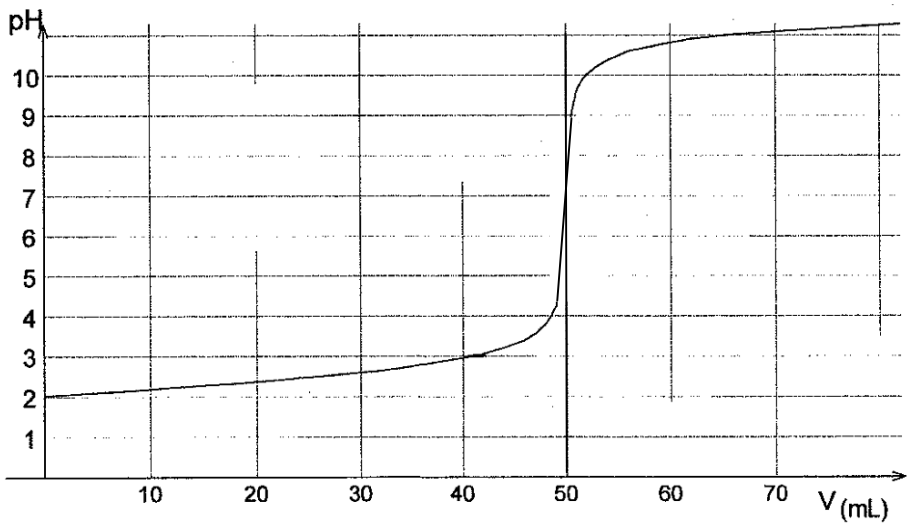
*Aucune justification demandée*

**4 –** ***On considère un acide noté AH. Lors de la préparation d'une solution aqueuse, la transformation de cet acide avec l'eau est quasi totale. On titre cette solution par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire en soluté apporté connue.***

**4.1.** *L'équation de la réaction de titrage est :*

4.1.1. $AH + HO^- = H_2O + A^-$
4.1.2. $H_3O^+ + HO^- = 2\ H_2O$
4.1.3. $A^- + H_3O^+ = AH + H_2O$

**4.2.** *Le suivi pH-métrique de ce titrage a permis d'obtenir la courbe ci-contre :*




*Pour réaliser un suivi colorimétrique de ce titrage (voir données page suivante) :*

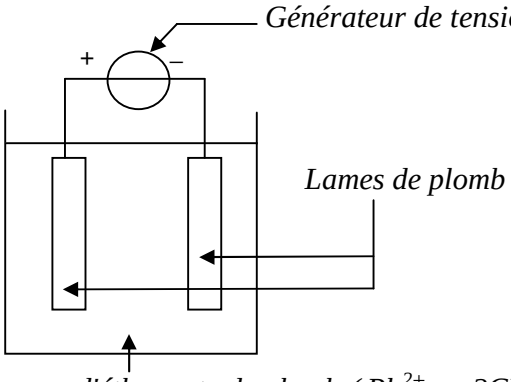
4.2.1. seul le bleu de bromothymol convient.
4.2.2. le bleu de bromothymol et le rouge de crésol conviennent.

4.2.3. le bleu de bromothymol, le rouge de crésol et le bleu de bromophénol conviennent.

***Données :***

| *Indicateur coloré* | *Teinte acide* | *Zone de virage* | *Teinte basique* |
|---|---|---|---|
| *bleu de bromophénol* | *jaune* | *3,0 – 4,6* | *bleu* |
| *bleu de bromothymol* | *jaune* | *6,0 – 7,6* | *bleu* |
| *rouge de crésol* | *jaune* | *7,2 – 8,8* | *rouge* |

**5** – *On réalise le montage suivant :*



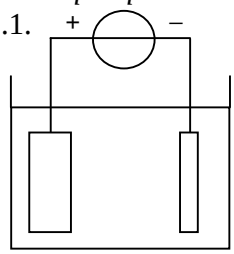

*Seul le couple $Pb^{2+}/Pb$ intervient.*

**5.1.** *Ce montage permet de réaliser :*

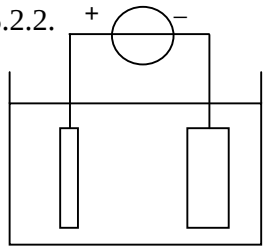
5.1.1. une pile.
5.1.2. une électrolyse.
5.1.3. une transformation spontanée.

**5.2.** *Au bout de quelques minutes, on observe :*

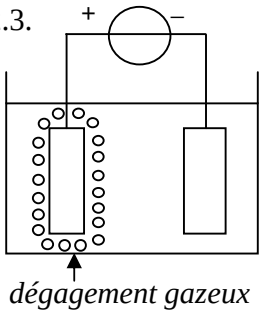
5.2.1.




5.2.2.




5.2.3.




**6** – *On considère*

- *une solution aqueuse $S_1$ de nitrate de plomb (II) : ( $Pb^{2+}_{(aq)} + 2\ NO^-_{3(aq)}$ ) telle que*

$$[Pb^{2+}_{(aq)}] = 1{,}0 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

- *une solution aqueuse $S_2$ de chlorure de fer (II) : ( $Fe^{2+}_{(aq)} + 2\ Cl^-_{(aq)}$ ) telle que*

$$[Fe^{2+}_{(aq)}] = 4{,}0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

*La constante d'équilibre K associée à la réaction d'équation : $Pb^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} = Pb_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)}$ vaut $3{,}0 \times 10^{10}$.*

**6.1.** *Une pile est constituée des deux demi-piles suivantes, reliées par un pont salin :*

- *une lame de plomb plongeant dans la solution $S_1$*
- *une lame de fer plongeant dans la solution $S_2$*

*On la branche aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω.*
*Après une durée de fonctionnement de 30 minutes :*

6.1.1. la masse de la lame de fer a augmenté.
6.1.2. la masse de la lame de fer a diminué.
6.1.3. la valeur de la résistance R n'a aucune influence sur la variation de masse des lames.

**6.2.** *Dans un bécher, on plonge une lame de plomb dans un mélange de 20 mL de la solution $S_1$ et de 20 mL de la solution $S_2$ :*

6.2.1. le système n'évoluera pas.
6.2.2. on observera la formation d'un dépôt de fer sur la lame de plomb.
6.2.3. la masse de la lame de plomb va augmenter.

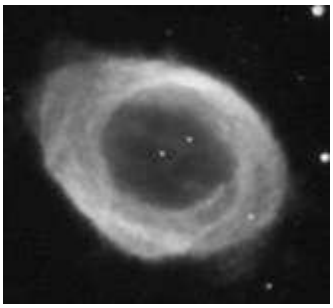
## EXERCICE I. VISIBILITÉ D'UNE NÉBULEUSE ANNULAIRE (4 points)

**BAC S ASIE 2010 CALCULATRICE INTERDITE**

*L'observatoire du Harvard College aux États-Unis, s'est doté en 1847 d'une lunette dont l'objectif a un diamètre de 38 cm. Il s'agissait d'un instrument remarquable pour l'époque au point de rester célèbre sous le nom de « Grand réfracteur ». Cet instrument a permis de réaliser la première photographie d'une étoile en 1850 : l'astronome W. C. BOND a réalisé des daguerréotypes de l'étoile Véga dans la constellation de la Lyre.*

D'après *Astronomie* aux éditions Atlas.

*Située près de la constellation de la Lyre, la nébuleuse annulaire de la Lyre (nommée M57) est le prototype des nébuleuses planétaires. Elle s'est formée il y a environ 20 000 ans à partir d'une étoile qui, en explosant, a libéré des gaz ayant une structure que l'on assimilera à un anneau circulaire (photographie ci-dessous).*



*L'exercice propose de déterminer le diamètre apparent de cette* ***nébuleuse que l'on désignera par M57*** *dans le texte, observée avec la lunette de l'observatoire de Harvard.*
*Pour cela, on négligera le phénomène de diffraction qui intervient dans l'utilisation d'une lunette.*
*On rappelle qu'une lunette est dite afocale lorsque le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire sont confondus.*

- Pour les angles petits et exprimés en radians : $\tan \alpha \approx \alpha$
- On prendra comme valeur de l'année de lumière : 1 a.l. = $1{,}00 \times 10^{13}$ km.

*La lunette de l'observatoire de Harvard sera modélisée par un système de deux lentilles minces $L_1$ et $L_2$ (voir* ***schémas DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE) :***

- ❖ *L'objectif ($L_1$) est une lentille convergente de centre optique $O_1$, de diamètre 38,0 cm et de distance focale $f'_1$ = 6,80 m.*
- ❖ *L'oculaire ($L_2$) est une lentille convergente de centre optique $O_2$ et de distance focale $f'_2$ = 4,0 cm.*

**1.** *La distance entre les centres optiques des deux lentilles est de 6,84 m.*

1.1. Montrer que cette lunette est afocale.

1.2. *Sur le* ***schéma 1 EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE****, réalisé sans soucis d'échelle, on a représenté les deux lentilles et la position du foyer image $F'_1$ de l'objectif $L_1$.*

Sur ce schéma, placer les foyers $F_2$ et $F'_2$ de l'oculaire dans le cas d'une lunette afocale.

**2.** *La nébuleuse M 57, supposée à l'infini, est représentée sur le* ***schéma 1 DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE*** *par $A_\infty B_\infty$ ($A_\infty$ étant sur l'axe optique). Un rayon lumineux issu de $B_\infty$ est également représenté.*

2.1. Construire, sur le **schéma 1** ***EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE***, l'image $A_1B_1$ de l'objet $A_\infty B_\infty$, donnée par l'objectif.

2.2. *On désigne par $\alpha$ le diamètre apparent de la nébuleuse M 57, $\alpha$ est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu.*
Quelle est, en fonction de $f'_1$ et $A_1B_1$, l'expression du diamètre apparent $\alpha$ ?

**3.** *L'oculaire $L_2$ permet d'obtenir une définitive A'B' de la nébuleuse M 57.*

3.1. La lunette étant afocale, où sera située l'image A'B' ? Justifier la réponse.

3.2. Construire, sur le **schéma 1** ***EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE***, la marche d'un rayon lumineux issu de $B_1$ permettant de trouver la direction de B'.

**4.** *On désigne par $\alpha'$ le diamètre apparent de l'image A'B' vue à travers la lunette, $\alpha'$ est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par l'instrument.*

4.1. Exprimer le diamètre apparent $\alpha'$ en fonction de $f'_2$ et $A_1B_1$.

4.2. *On appelle grossissement G d'un instrument d'optique le rapport* $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$.
Déduire des questions précédentes l'expression du grossissement G de la lunette de l'observatoire de Harvard, puis sa valeur numérique.

**5. Application.**
*La nébuleuse M 57, située à la distance $L \approx 2600$ a.l. de la Terre a un diamètre D :*

$$D = A_\infty B_\infty = 1{,}3 \times 10^{13} \text{ km.}$$

5.1. *Sachant que l'œil voit comme un point tout objet de diamètre apparent inférieur à $3{,}0 \times 10^{-4}$ rad,* montrer qu'il peut théoriquement distinguer les points $A_\infty$ et $B_\infty$.

5.2. *En réalité, la nébuleuse M57 n'est pas observable à l'œil nu, mais, à travers la lunette, elle devient faiblement visible.*
Proposer une explication.
Quel est, à votre avis, l'intérêt d'utiliser pour les observations, des lunettes (et actuellement des télescopes) qui ont un objectif de diamètre est de plus en plus grand ?

5.3. Calculer le diamètre apparent de cette nébuleuse vue à travers la lunette de l'observatoire de Harvard.

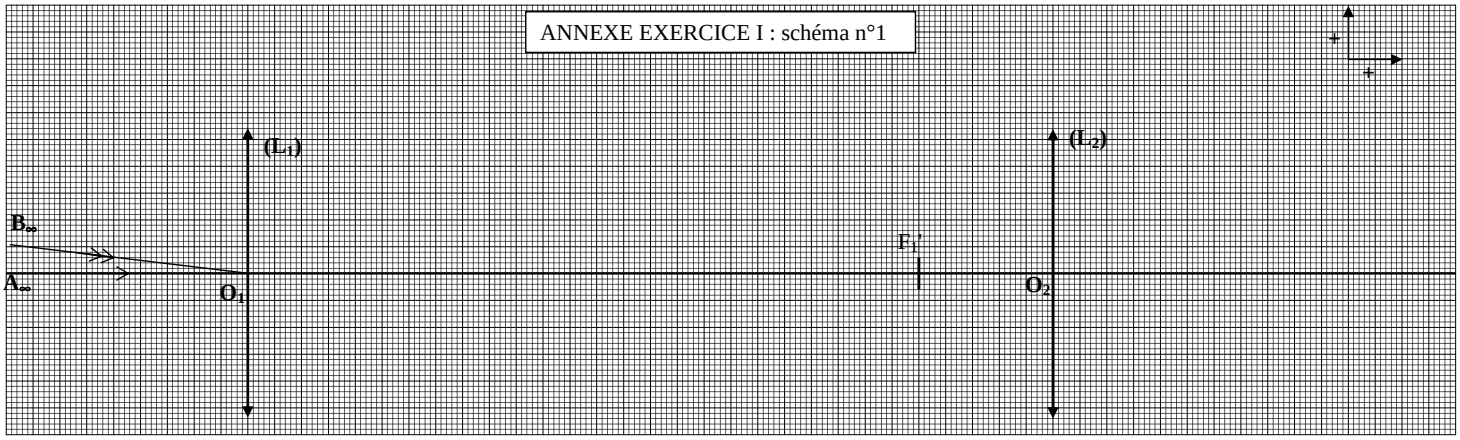
**6. Position de l'œil.**
*Lors d'une observation, on place l'œil derrière l'oculaire dans une zone appelée « cercle oculaire ».*

6.1. Définir le cercle oculaire.

6.2. Pourquoi est-il indiqué de placer l'œil à cet endroit ?

6.3. Construire, sur le **schéma 2** ***EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE***, le cercle oculaire.

ANNEXE EXERCICE I : schéma n°1




ANNEXE EXERCICE I : schéma n°2

