09/2003 National Sans Calculatrice **EXERCICE I. LA LUMIÈRE : UNE ONDE (4 points)**

Le texte ci-dessous retrace succinctement l'évolution de quelques idées à propos de la nature de la lumière.

***Huyghens** (1629-1695) donne à la lumière un caractère ondulatoire par analogie à la propagation des ondes à la surface de l'eau et à la propagation du son.*
Pour Huyghens, le caractère ondulatoire de la lumière est fondé sur les faits suivants:
- « le son ne se propage pas dans une enceinte vide d'air tandis que la lumière se propage dans cette même enceinte. La lumière consiste dans un mouvement de la matière qui se trouve entre nous et le corps lumineux, matière qu'il nomme éther».
- « la lumière s'étend de toutes parts① et, quand elle vient de différents endroits, même de tout opposés② , les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans s'empêcher③ »
- « la propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne saurait être④ par le transport d'une matière, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous ainsi qu'une balle ou une flèche traverse l'air ».

***Fresnel** (1788-1827) s'attaque au problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière.*
Avec des moyens rudimentaires, il découvre et il exploite le phénomène de diffraction.
Il perce un petit trou dans une plaque de cuivre. Grâce à une lentille constituée par une goutte de miel déposée sur le trou, il concentre les rayons solaires sur un fil de fer.

Extraits d'articles parus dans l'ouvrage « Physique et Physiciens » et dans des revues « Sciences et Vie ».

① *de toutes parts = dans toutes les directions*
② *de tout opposés = de sens opposés*
③ *sans s'empêcher = sans se perturber*
④ *ne saurait être = ne se fait pas*

1. QUESTIONS À PROPOS DU DOCUMENT ENCADRÉ

1.1. Texte concernant Huyghens

1.1.1. Quelle erreur commet Huyghens en comparant la propagation de la lumière à celle des ondes mécaniques?

1.1.2. Citer deux propriétés générales des ondes que l'on peut retrouver dans le texte de Huyghens.

1.2. Texte concernant Fresnel

1.2.1. *Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience.*
Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique?

1.2.2. *Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer.*
Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

2. DIFFRACTION

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ.
À quelques centimètres du laser, on place successivement des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par a le diamètre d'un fil
La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 1{,}60$ m des fils.
Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale.
À partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer l'écart angulaire θ du faisceau diffracté (voir figure 1 ci-après).

Figure 1
(Vue du dessus)

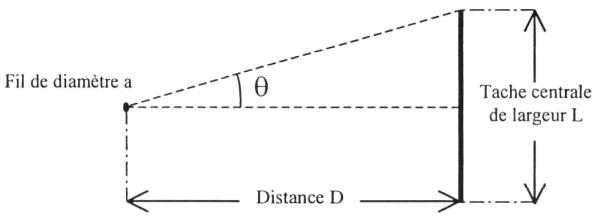
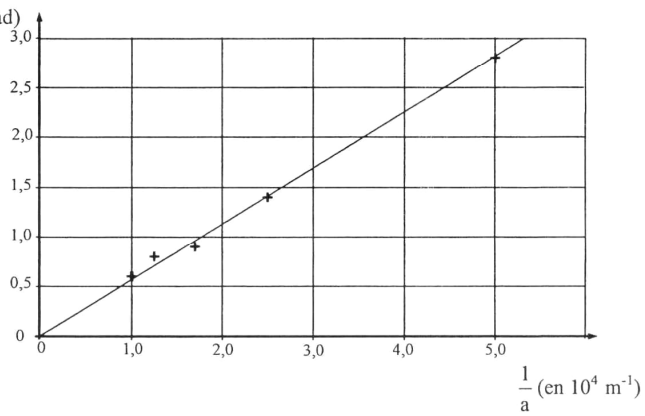


Figure 2



2.1. *L'angle θ étant petit, θ étant exprimé en radian, on a la relation: tan θ ≈ θ.*
Donner la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.

2.2. Donner la relation liant θ, λ et a. Préciser les unités de θ, λ et a.

2.3. *On trace la courbe* $\theta = f(\frac{1}{a})$*. Celle-ci est donnée sur la figure 2 ci-dessus :*
Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question **2.2.**

2.4. Comment, à partir de la courbe précédente, pourrait-on déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ?

2.5. En utilisant la figure 2, préciser parmi les valeurs de longueurs d'onde proposées ci-dessous, quelle est celle de la lumière utilisée.
560cm ; 560mm ; 560 µm ; 560nm

2.6. *Si l'on envisageait de réaliser la même étude expérimentale en utilisant une lumière blanche, on observerait des franges irisées.*
En utilisant la réponse donnée à la question **2.2.**, justifier succinctement l'aspect «irisé» de la figure observée.

3. DISPERSION

Un prisme est un milieu dispersif : convenablement éclairé, il décompose la lumière du faisceau qu'il reçoit.

3.1. Quelle caractéristique d'une onde lumineuse monochromatique est invariante quel que soit le milieu transparent traversé ?

3.2. Donner la définition de l'indice de réfraction n d'un milieu homogène transparent, pour une radiation de fréquence donnée.

3.3. Rappeler la définition d'un milieu dispersif.
Pour un tel milieu, l'indice de réfraction dépend-il de la fréquence de la radiation monochromatique qui le traverse?

3.4. *À la traversée d'un prisme, lorsqu'une lumière monochromatique de fréquence donnée passe de l'air (d'indice* $n_a = 1$*) à du verre (d'indice* $n_v > 1$*), les angles d'incidence* (i_1) *et de refraction* (i_2)*, sont liés par la relation de Descartes-Snell:* $\sin(i_1) = n_v \sin(i_2)$
Expliquer succinctement, sans calcul, la phrase « *Un prisme est un milieu dispersif : convenablement éclairé, il décompose la lumière du faisceau qu'il reçoit* ».

2003/09 National **Exercice II. L'ARÔME DE BANANE** **(6,5 points)** **Calculatrice interdite**

Les parties 1, 2, 3, 4, et 5 sont indépendantes.

L'arôme de banane est dû :

- soit à la présence d'extraits naturels de banane;

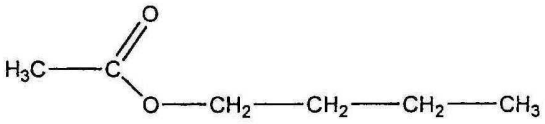
- soit à la présence d'un composé artificiel, l'acétate de butyle (ou éthanoate de butyle).

1. COMPOSÉ NATUREL OU COMPOSÉ ARTIFICIEL?

Donner une des raisons qui font qu'un industriel puisse plutôt avoir recours à l'utilisation du composé artificiel.

2. QUESTIONS PRÉLIMINAIRES.

L'acétate de butyle a pour formule semi-développée:



2.1. À quelle famille de composés organiques appartient cette espèce chimique ?

2.2. *La synthèse de l'acétate de butyle (E) peut être réalisée à partir d'un acide carboxylique (A) et d'un alcool (B).*

L'équation associée à la réaction modélisant la synthèse de E s'écrit :

$$A + B = E + H_2O$$

Parmi les composés cités ci-dessous reconnaître les composés A et B.

Acide carboxylique		*Alcool*	
acide méthanoïque	HCO_2H	*butan-1-ol*	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
acide acétique (ou acide éthanoïque)	CH_3-CO_2H	*éthanol*	CH_3-CH_2-OH
acide butanoïque	$CH_3-CH_2-CH_2-CO_2H$	*propan-1-ol*	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$

3. SYNTHÈSE DE L'ACÉTATE DE BUTYLE AU LABORATOIRE.

On se propose de synthétiser au laboratoire l'acétate de butyle (E) à partir des composés A et B et de réaliser un suivi cinétique de cette synthèse.

Pour cela, dans un becher placé dans un bain d'eau glacée, on introduit :

- un volume $V_A = 5,8$ mL d'acide carboxylique A ;

- un volume $V_B = 9,2$ mL d'alcool B (soit 0,10 mol) ;

- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Données:

	masse molaire M (en g.mol^{-1})	*masse volumique μ (en g.mL^{-1})*	*température d'ébullition sous pression normale $\theta_{éb}$ (en °C)*
A	*60*	*1,05*	*118,2*
B	*74*	*0,81*	*117,7*
E	*116*	*0,87*	*126,5*
eau	*18*	*1,00*	*100,0*

3.1. Indiquer pourquoi il est nécessaire de placer initialement le becher dans un bain d'eau glacée.

3.2. Justifier succinctement l'intérêt d'ajouter de l'acide sulfurique sachant qu'il ne participe pas à la transformation chimique étudiée.

3.3. *Le mélange initial {acide + alcool} est équimolaire: la quantité d'acide introduit est égale à 0,10 mole.*
En utilisant les données, écrire l'expression littérale permettant de calculer la quantité d'acide carboxylique A introduite dans un volume V_A.

3.4. Déterminer l'avancement maximal de la réaction dans ces conditions. *Pour la résolution de cette question, l'utilisation ou non d'un tableau d'avancement est laissée au choix du candidat.*

4. SUIVI DE LA SYNTHÈSE PAR TITRAGE DE L'ACIDE RESTANT.

On agite le mélange initial et on répartit avec précision le mélange dans 10 tubes à essais placés préalablement dans un bain d'eau glacée ; chaque tube contient ainsi un dixième du volume du mélange initial. On munit chaque tube d'un réfrigérant.
On place ensuite simultanément tous les tubes dans un bain thermostaté à 80°C et on déclenche alors le chronomètre (instant de date $t_0 = 0$ s).
Afin de réaliser un suivi temporel de la synthèse de l'acétate de butyle, on dose, à des dates déterminées, les acides restants (acide sulfurique et acide carboxylique A) dans chacun des tubes par une solution de soude de concentration molaire apportée $c = 1{,}0$ mol.L^{-1}, en présence d'un indicateur coloré. Avant chaque titrage, on plonge le tube dans un bain d'eau glacée.

Une étude préalable a permis de connaître le volume de soude nécessaire au titrage de l'acide sulfurique présent dans chacun des tubes.
Les résultats expérimentaux des titrages successifs sont donnés ci-dessous. On désigne par V_{eq} le volume de soude nécessaire au titrage de l'acide carboxylique seul.

t (en min)	*0*	*5*	*10*	*15*	*20*	*30*	*45*	*60*	*75*	*90*
V_{eq} (en mL)	*10,0*	*6,3*	*5,0*	*4,4*	*4,0*	*3,7*	*3,4*	*3,3*	*3,3*	*3,3*

4.1. Quel est le rôle de l'indicateur coloré?

4.2. Justifier, sans calcul, l'évolution au cours du temps du volume de soude à verser pour atteindre l'équivalence.

4.3. L'équation chimique associée au titrage de l'acide carboxylique seul par la soude est la suivante :

$$RCO_2H_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = RCO_2^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

Définir l'équivalence correspondant à ce titrage.

4.4. En raisonnant sur le contenu d'un tube (c'est-à-dire sur un volume égal au dixième du volume du mélange réactionnel initial), exprimer la quantité d'acide carboxylique présent dans un tube à un instant de date t en fonction de c et V_{eq}. Pour la résolution de cette question, le candidat pourra, s'il le souhaite, utiliser un tableau d'avancement.

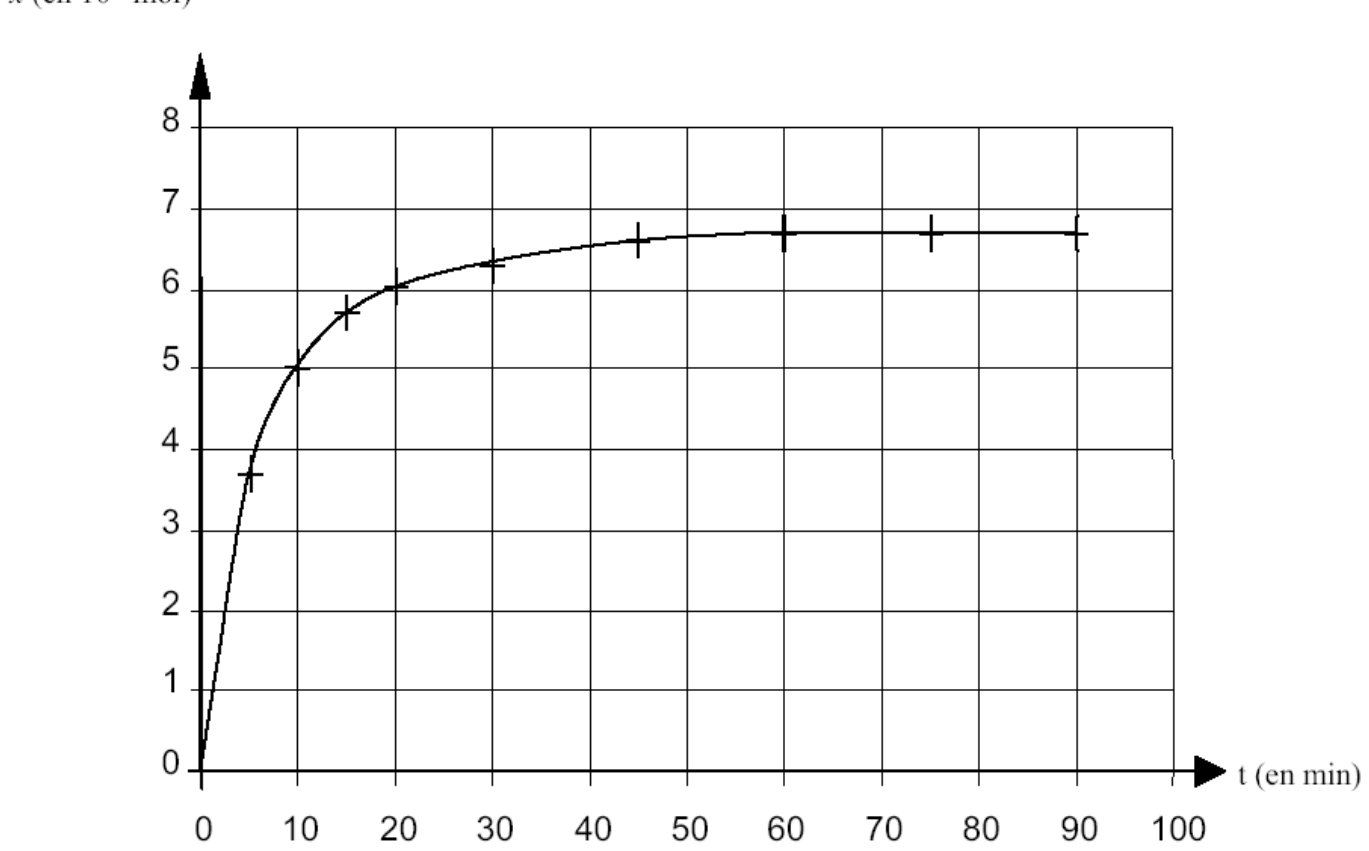
4.5. ***Pour la totalité du mélange initialement préparé***
{5,8 mL d'acide carboxylique A et 9,2 mL d'alcool B} :

4.5.1. Préciser la relation existant entre l'avancement de la **réaction de synthèse de l'ester** et la quantité d'ester formé. Pour la résolution de cette question, l'utilisation ou non d'un tableau d'avancement est laissée au choix du candidat.

4.5.2. Montrer qu'à une date t donnée, l'avancement de cette **réaction de synthèse de l'ester** est donné par la relation: $x = 0{,}10 - 10 \cdot c \cdot V_{eq}$.

5. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE L'AVANCEMENT DE LA SYNTHÈSE ORGANIQUE.

À partir des résultats expérimentaux, il est donc possible de tracer la courbe donnant l'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction de synthèse pour le mélange initial. La courbe est donnée ci-dessous:



5.1. Déterminer graphiquement la valeur de l'avancement final. En utilisant le résultat de la question **3.4.**, montrer que le taux d'avancement final est inférieur à 1.

5.2. À partir des résultats de la question **5.1.** et de l'allure de la courbe $x = f(t)$, justifier chacune des deux propositions suivantes:
- la transformation chimique est lente ;
- la transformation chimique n'est pas totale.

5.3. Au bout d'une certaine durée, le système chimique est en état d' « équilibre dynamique». Expliquer cette expression.

5.4. *La transformation réalisée est lente et non totale ce qui entraîne deux inconvénients pour cette synthèse.*

5.4.1. À partir des mêmes réactifs (acide carboxylique A et alcool B) et du même catalyseur :
- indiquer une méthode permettant d'accélérer la synthèse de l'acétate de butyle ;
- indiquer une méthode permettant d'augmenter le taux d'avancement à l'équilibre.

5.4.2. *Pour synthétiser l'acétate de butyle par une transformation chimique rapide et totale, il est possible de remplacer l'acide carboxylique A par un de ses dérivés.*
Donner son nom et sa formule semi-développée.

2003/09 National TEMPS CARACTÉRISTIQUES DE QUELQUES SYSTÈMES

Calculatrice interdite **5,5 points**

Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes, toutefois l'objectif de cette étude expérimentale consiste, pour trois systèmes différents :

- ***d'une part à étudier un « temps » défini comme « temps caractéristique »***
- ***d'autre part, à observer l'influence éventuelle sur ce temps caractéristique:***
  - ***de grandeurs caractéristiques;***
  - ***de conditions initiales;***
  - ***de paramètres extérieurs.***

Pour chacun des phénomènes, les grandeurs caractéristiques, les conditions initiales et les paramètres extérieurs envisagés sont précisés dans le tableau de données.

1. DÉCROISSANCE RADIOACTIVE

Un échantillon de matière radioactive est placé dans la chambre d'un photomultiplicateur.
Un détecteur, associé au photomultiplicateur, mesure un nombre d'événements, pendant une durée Δt déterminée.
On trace la courbe d'évolution du nombre d'événements mesuré par seconde (noté x), au cours du temps.
Soit x_0 la valeur de x à l'instant choisi pour origine des dates.
On réalise des mesures avec des échantillons de radon $^{220}_{86}Rn$ et de radon $^{222}_{86}Rn$ qui sont des émetteurs α
Le tableau ci-dessous résume les conditions expérimentales de cette étude:

	expérience 1	*expérience 2*	*expérience 3*
Grandeurs caractéristiques du système : nature du noyau	*radon 220*	*radon 220*	*radon 222*
Conditions initiales : population initiale de noyaux radioactifs $N_0 \neq N_0' \neq N_0''$	N_0	N_0'	N_0''
Paramètres extérieurs	*Aucune modification des paramètres extérieurs*		
Temps caractéristique	$t_{1/2}$ *=55,5 s*	$t_{1/2}$ *=55,5 s*	$t_{1/2}$ *= ? (déterminé à la question* ***1.3.****)*

Les courbes correspondant à cette étude et donnant l'évolution de x au cours du temps sont représentées en annexe page A2 ***(A COMPLÉTER ET A RENDRE AVEC LA COPIE)****.*

1.1. Définir le temps de demi-vie (ou demi-vie).

1.2. La loi de décroissance radioactive s'écrit sous la forme $N = N_0 . e^{-\lambda t}$ où :

N est le nombre de noyaux radioactifs présents à l'instant de date t,
N_0 est le nombre de noyaux radioactifs présents à l'instant choisi pour origine des dates $t_0 = 0$ s,
λ est la constante radioactive.

En utilisant la définition du temps de demi-vie, établir l'expression de λ en fonction de $t_{1/2}$.

1.3. Dans le cas de l'expérience 3, déterminer graphiquement la valeur du temps de demi-vie. La détermination devra apparaître clairement sur la courbe (3) de l'annexe page A2 ***(À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE).***

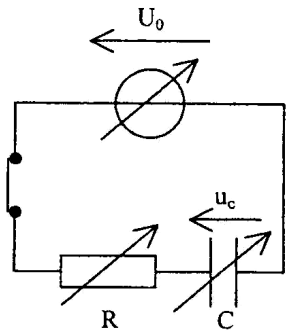
Pour cette détermination, on admettra que le nombre d'événements détectés par seconde, à l'instant de date t, est proportionnel au nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon, à cette même date.
Pour déterminer le temps de demi-vie, on peut alors utiliser la courbe x = f (t) de la même façon que celle représentant le nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon en fonction du temps.

1.4. En justifiant les réponses à partir des données du tableau et du résultat obtenu à la question **1.3**. Préciser:

- Si les grandeurs caractéristiques ont une influence sur la valeur du temps de demi-vie ;
- Si les conditions initiales ont une influence sur la valeur du temps de demi-vie.

2. CHARGE D'UN CONDENSATEUR À TRAVERS UN CONDUCTEUR OHMIQUE

Soit un dipôle RC constitué d'un condensateur de capacité C réglable et d'un conducteur ohmique de résistance R réglable. On étudie la charge du condensateur à travers le conducteur ohmique.
Pour cela, on réalise le montage de la figure ci-contre.
Le générateur délivre, à ses bornes, une tension constante U_0 réglable.
Au cours d'une expérience avec acquisition et traitement informatisés des données, on enregistre les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur au cours du temps.
À chaque nouvelle expérience, on ne change qu'une seule des conditions expérimentales. Le tableau ci-dessous résume les conditions expérimentales de cette étude:



	expérience 1	*expérience 2*	*expérience 3*	*expérience 4*
Grandeurs caractéristiques du système	*R = 20 kΩ*	*R = 20 kΩ*	*R = 10 kΩ*	*R = 20 kΩ*
	C = 31 µF	*C = 31 µF*	*C = 31 µF*	*C = 12,5 µF*
Conditions initiales : u_C(à t_0 = 0 s) = 0,0 V	*Aucune modification des conditions initiales*			
Paramètres extérieurs	*U_0 = 4,25 V*	*U_0 = 5,00 V*	*U_0 = 4,25 V*	*U_0 = 4,25 V*
Temps caractéristique	*τ_1 = 0,62 s*	*τ_2 = 0,62 s*	*τ_3 = 0,31 s*	*τ_4 = ? (déterminé à la question **2.1.**)*

*Les courbes correspondant à cette étude et donnant l'évolution de la tension u_C au cours du temps sont représentées en annexe page A3 (**À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE**).*

2.1. Dans le cas de l'expérience 4, déterminer graphiquement par une méthode au choix, la constante de temps du circuit. La méthode sera explicitée et la détermination devra apparaître clairement sur la courbe.

2.2. En justifiant les réponses à partir des données du tableau et du résultat obtenu à la question **2.1.**, préciser :

- si les grandeurs caractéristiques ont une influence sur la valeur de la constante de temps ;
- si les paramètres extérieurs ont une influence sur la valeur de la constante de temps.

2.3 *Plusieurs expressions de la constante de temps d'un circuit RC sont proposées ci-dessous*

$\tau = U_0RC$ (1) ; $\tau = \frac{U_0}{RC}$ (2) ; $\tau = \frac{R}{C}$ (3)

$\tau = \frac{C}{R}$ (4) ; $\tau = RC$ (5) ; $\tau = \sqrt{RC}$ (6)

2.3.1 À partir de l'étude expérimentale précédente, justifier qu'une seule expression est à retenir.

2.3.2 Vérifier par une analyse dimensionnelle l'expression de la constante de temps trouvée à la question 2.3.1.

3. CHUTE AVEC FROTTEMENTS

À partir d'une même position de l'espace, on réalise dans deux fluides différents, la chute verticale sans vitesse initiale de solides de petites dimensions, de même forme, de même volume, mais de masses différentes. On filme la chute et un dispositif informatique permet de tracer la courbe donnant l'évolution de la vitesse v *du centre d'inertie du solide en fonction du temps.*
À chaque nouvelle expérience, on ne change qu'une seule des conditions expérimentales.
Le tableau ci-dessous résume les conditions expérimentales de cette étude :

	expérience 1: solide A	*expérience 2: solide A*	*expérience 3: solide B*
Grandeurs caractéristiques du système	*volume V*	*volume V*	*volume V*
	masse m	*masse m*	*masse m' (m' ≠ m)*
Conditions initiales: Position initiale Vitesse initiale	*Aucune modification des conditions initiales*		
Paramètres extérieurs	*fluide: eau*	*fluide: détergent*	*fluide: eau*
Temps caractéristique	$\tau_1 = 0{,}21$ *s*	$\tau_2 = 0{,}15$ *s*	$\tau_3 = ?$ *(déterminé à la question* ***3.1.****)*

*Les courbes correspondant à cette étude et donnant l'évolution de la vitesse v au cours du temps sont représentées à l'annexe page A3 (****À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE****).*

3.1. Dans le cas de l'expérience 3, déterminer graphiquement le temps caractéristique.
La détermination devra apparaître clairement sur la courbe.

3.2. En justifiant les réponses à partir des données du tableau et du résultat obtenu à la question **3.1.**, préciser :
- si les grandeurs caractéristiques ont une influence sur la valeur du temps caractéristique ;
- si les paramètres extérieurs ont une influence sur la valeur du temps caractéristique.

3.3. *Lors de la chute verticale d'un solide dans un fluide, le mouvement comporte deux phases* **:**
- *une première phase correspondant au « régime initial » ;*
- *une seconde phase correspondant au « régime asymptotique».*

En justifiant la réponse, préciser sans calcul la nature du mouvement du centre d'inertie du solide en chute :
- au cours du régime initial ;
- au cours du régime asymptotique.

4. BILAN

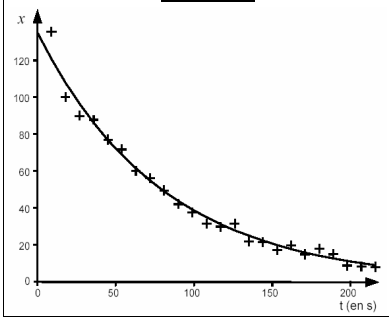
Sans étude complémentaire, compte-tenu des expériences réalisées et des réponses aux questions **1.4.**, **2.2** et **3.2.**, analyser **pour l'ensemble des trois systèmes étudiés**, chacune des propositions données ci-dessous :
- le temps caractéristique dépend des grandeurs caractéristiques du système (proposition 1) ;
- le temps caractéristique dépend des conditions initiales (proposition 2) ;
- le temps caractéristique dépend des paramètres extérieurs (proposition 3).

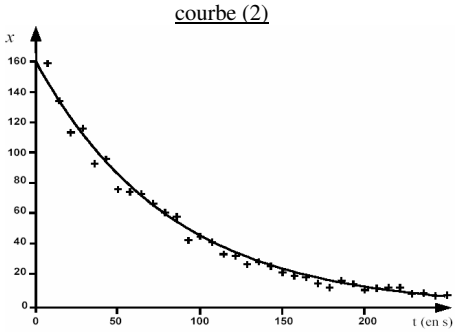
Si la proposition est vérifiée simultanément pour les trois systèmes étudiés, on indiquera : proposition juste.
Si la proposition n'est pas vérifiée simultanément pour les trois systèmes étudiés, on indiquera : proposition fausse.
Si les informations données sont insuffisantes pour conclure, on indiquera : informations insuffisantes.

Aucune justification n'est demandée.

ANNEXE Page A2
EXERCICE III DÉCROISSANCE RADIOACTIVE (QUESTION 1)

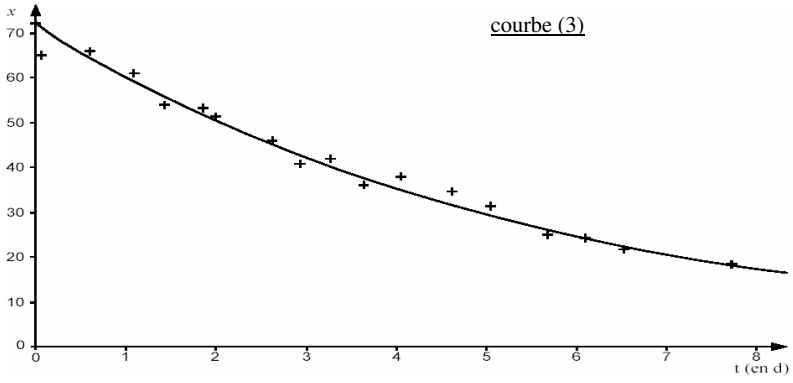
Expérience 1	Expérience 2
RADON 220	RADON 220
courbe (1)	courbe (2)





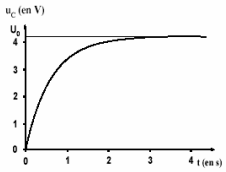
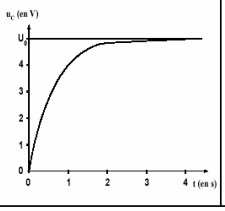
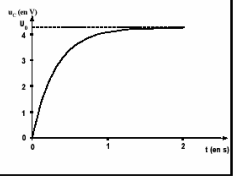
Expérience 3
RADON 222

courbe (3)

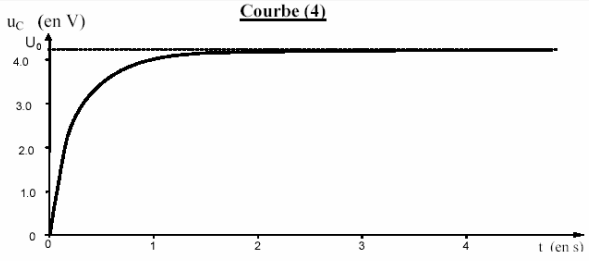


d est le symbole du jour

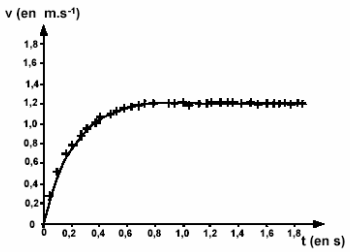
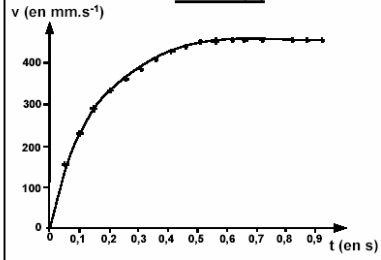
ANNEXE Page A3
EXERCICE III CHARGE D'UN CONDENSATEUR A TRAVERS UN CONDUCTEUR OHMIQUE (QUESTION 2)

Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
tension $U_0 = 4{,}25$ V résistance R = 20 kΩ capacité C = 31 µF	tension $U_0 = 5{,}00$ V résistance R = 20 kΩ capacité C = 31 µF	tension $U_0 = 4{,}25$ V résistance R = 10 kΩ capacité C = 31 µF
Courbe (1)	Courbe (2)	Courbe (3)
		

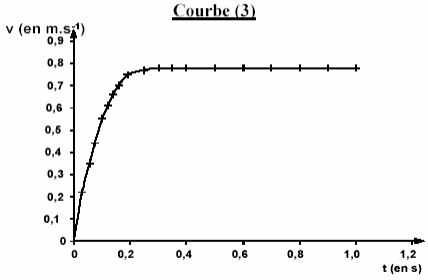
Expérience 4
tension $U_0 = 4{,}25$ V
résistance R = 20 kΩ
capacité C = 12,5 µF
Courbe (4)



ANNEXE Page A3
EXERCICE III CHUTE AVEC FROTTEMENTS (QUESTION 3)

Expérience 1: Solide A	Expérience 2: Solide A
volume V masse m le fluide est de l'eau	volume V masse m le fluide est une solution de détergent
Courbe (1)	Courbe (2)
	

Expérience 3: Solide B
volume V
masse m' (m' ≠ m)
le fluide est de l'eau
Courbe (3)



2003/09 National EXERCICE 1: LE MICROSCOPE OPTIQUE (4pts) SANS CALCULATRICE

Le texte ci-dessous, extrait d'un ouvrage de vulgarisation scientifique, donne une description sommaire du microscope.

> "*La partie optique du microscope se compose d'un oculaire et d'un objectif. L'oculaire est une lentille près de laquelle on applique l'œil; l'objectif se trouve très près de l'objet. On place l'objet à une distance légèrement supérieure à la distance focale de l'objectif. Dans l'espace compris entre l'oculaire et l'objectif se forme une image renversée et grossie de l'objet. Il faut que cette image se situe entre l'oculaire et son foyer, car l'oculaire joue le rôle de loupe à travers laquelle on examine l'objet. On démontre que le grossissement du microscope est égal au produit des grossissements de l'oculaire et de l'objectif, pris séparément (…) Le microscope ne permet pas de discerner les détails d'un objet inférieurs au micromètre. Les détails de l'ordre du millimètre sont discernables à l'œil nu.*
>
> *D'après: La physique à la portée de tous, de Alexandre Kitaïgorodski (professeur et docteur ès sciences et mathématiques).*

1. QUESTIONS À PROPOS DU TEXTE

1.1. Est-il possible d'observer à l'œil nu des cellules d'épiderme d'oignon dont les dimensions sont de quelques dizaines de micromètres? La réponse sera justifiée.

1.2. Faire un schéma, sans souci d'échelle, du microscope décrit dans le texte. Aucune construction de rayons lumineux n'est demandée. Sur ce schéma, figureront en particulier: l'objectif (L_1), l'oculaire (L_2), les centres optiques O_1 et O_2 respectivement des lentilles (L_1) et (L_2), les foyers objet et image de chacune d'elles, un objet (AB), A étant sur l'axe optique, l'image intermédiaire (A_1B_1) de cet objet et l'œil.

1.3. *Dans le texte, l'auteur mentionne le terme "image intermédiaire".*
Pour quelle lentille joue-t-elle le rôle d'objet? Pour quelle lentille joue-t-elle le rôle d'image?

2. MODÉLISATION DU MICROSCOPE

On modélise un microscope à l'aide de deux lentilles minces convergentes:

- l'objectif (L_1) de centre optique O_1 , de foyer objet F_1 et de foyer image F'_1 , de distance focale $f'_1 = 2{,}0$ cm;

- l'oculaire (L_2) de centre optique O_2 , de foyer objet F_2 et de foyer image F'_2 , de distance focale $f'_2 = 4{,}0$ cm.

Les deux lentilles ont même axe optique et $O_1O_2 = 14{,}0$ cm.
Un objet plan (AB) perpendiculaire à l'axe optique est placé en avant de la lentille (L_1).
Le point A de l'objet appartient à l'axe optique. La lentille (L_1) donne de l'objet (AB) une image (A_1B_1)
La lentille (L_2) permet d'obtenir l'image définitive (A_2B_2).
Pour ne pas fatiguer l'œil, l'image définitive doit se former à l'infini. Les lentilles (L_1) et (L_2) étant fixes l'une par rapport à l'autre, il est donc nécessaire de trouver la position de l'objet permettant de faire une observation dans ces conditions.

2.1. Rôle de l'oculaire

2.1.1. Justifier à partir d'une relation de conjugaison, le fait que l'image intermédiaire se forme nécessairement au niveau du foyer objet de l'oculaire. On appellera (A_2B_2) l'image définitive.

2.1.2. *Sur la figure 1* ***À RENDRE AVEC LA COPIE****, sont représentés l'oculaire ainsi que l'image intermédiaire (A_1B_1). La figure est réalisée à l'échelle 1/1 sauf pour (A_1B_1) qui est représentée sans souci d'échelle.*

- Placer les foyers F_2 et F'_2 ;
- construire la marche du faisceau lumineux délimité par les deux rayons lumineux représentés sur la figure 1.
- en déduire où se trouve l'image définitive (A_2B_2).

2.2. Rôle de l'objectif

Sur la figure 2 ***À RENDRE AVEC LA COPIE****, sont représentés l'objectif avec ses foyers objet et image, ainsi que l'image intermédiaire* (A_1B_1) *qui est représentée sans souci d'échelle.*

2.2.1. Construire l'objet (AB).

2.2.2. Définir la grandissement γ_{ob} de l'objectif. Montrer, en utilisant la construction graphique, qu'il est de l'ordre de : – 4.

2.3. Grossissement du microscope

Le grossissement G du microscope peut être calculé à partir du grandissement γ_{ob} *de l'objectif et du grossissement* G_{oc} *de l'oculaire par la relation:* $G = |\gamma_{ob}|.G_{oc}$

2.3.1. *Dans le texte donné en début d'exercice, il est fait référence au grossissement du microscope.* En tenant compte de la définition donnée ci-dessus, indiquer quel abus de langage fréquent figure dans le texte.

2.3.2. *On se propose d'utiliser le microscope modélisé pour observer des cellules d'épiderme d'oignon de dimension 80* μ*m.*
Le grossissement du microscope modélisé vaut $G = 25$.
Ce grossissement est donné par la relation $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$ *où:*

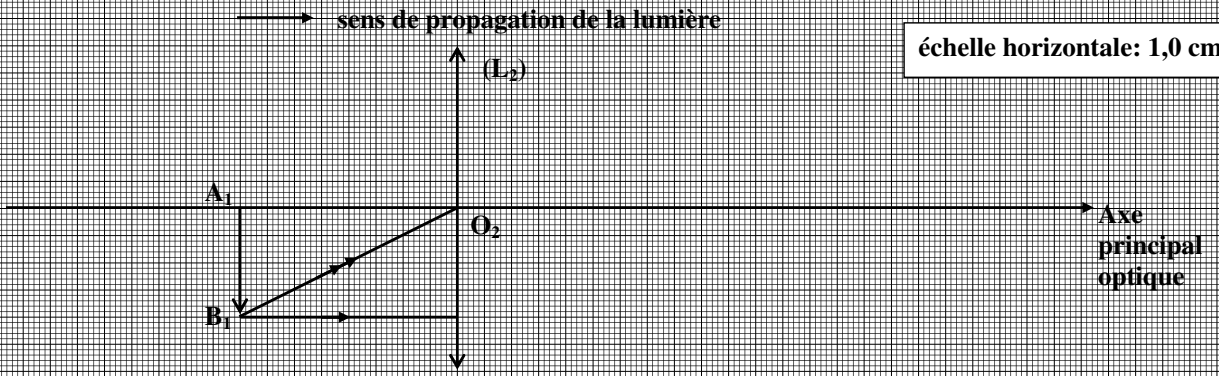
- α *désigne le diamètre apparent de l'objet observé à l'œil nu, à 25 cm de cet objet;*
- α' *désigne le diamètre apparent de l'image définitive* (A_2B_2) *formée à l'infini.*

Dans le cas d'une cellule d'épiderme d'oignon, $\alpha = 3{,}2 \times 10^{-4}$ *rad.*

Calculer la valeur du diamètre apparent α' pour une cellule d'épiderme d'oignon observée à travers le microscope modélisé.

2.3.3. *On considère que deux points d'un objet sont aisément discernables à l'œil nu, s'ils sont observés sous un diamètre apparent supérieur ou égal à* 4×10^{-3} *rad.*
Le microscope modélisé permet-il d'observer une cellule d'épiderme d'oignon? Justifier.

1. Rôle de l'oculaire **Figure 1** **à rendre avec la copie**



2. Rôle de l'objectif **Figure 2** **à rendre avec la copie**

