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).***

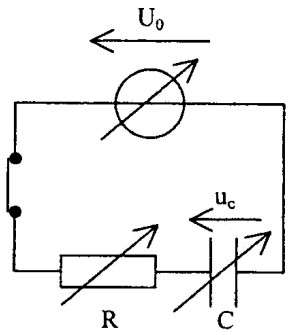
Pour cette détermination, on admettra que le nombre d'événements détectés par seconde, à l'instant de date t, est proportionnel au nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon, à cette même date.
Pour déterminer le temps de demi-vie, on peut alors utiliser la courbe x = f (t) de la même façon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

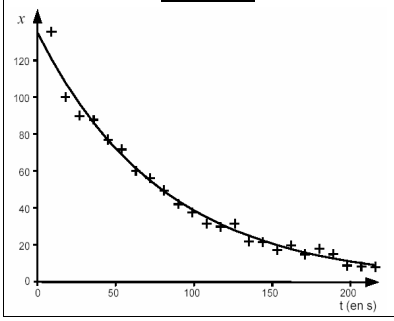
Sans étude complémentaire, compte-tenu des expériences réalisées et des réponses aux questions **1.4.**, **2.2** et **3.2.**, analyser **pour l'ensemble des trois systèmes étudiés**, chacune des propositions données ci-dessous :
- le temps caractéristique dépend des grandeurs caractéristiques du système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

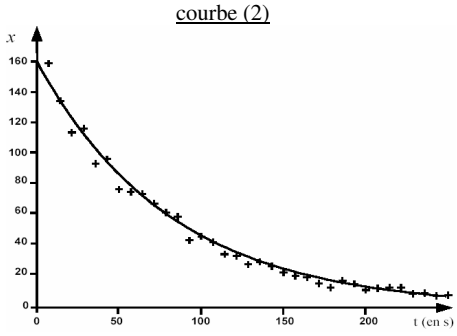
Si la proposition est vérifiée simultanément pour les trois systèmes étudiés, on indiquera : proposition juste.
Si la proposition n'est pas vérifiée simultanément pour les trois systèmes étudiés, on indiquera : proposition fausse.
Si les informations données sont insuffisantes pour conclure, on indiquera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

Aucune justification n'est demandée.

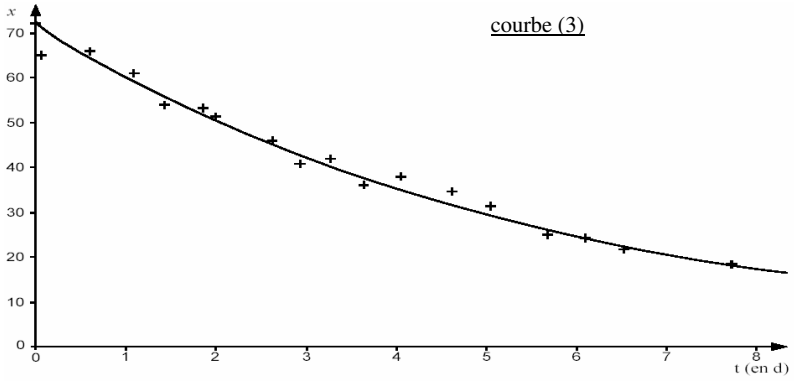
ANNEXE Page A2
EXERCICE III DÉCROISSANCE RADIOACTIVE (QUESTION 1)

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





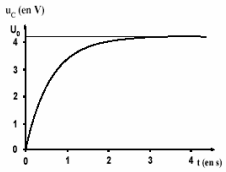
Expérience 3
RADON 222
courbe (3)

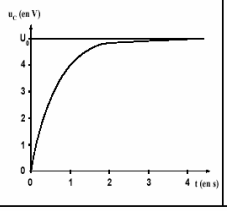


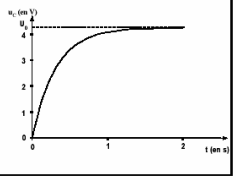
d est le symbole du jour

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

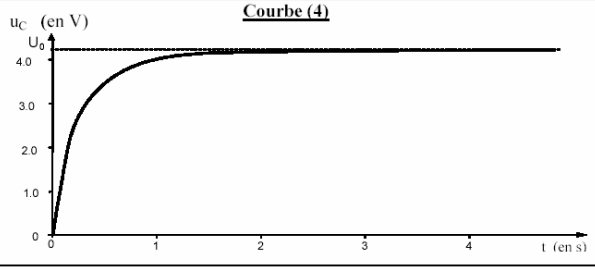
Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
tension $U_0 = 4{,}25$ V résistance R = 20 kΩ capacité C = 31 µF	tension $U_0 = 5{,}00$ V résistance R = 20 kΩ capacité C = 31 µF	tension $U_0 = 4{,}25$ V résistance R = 10 kΩ capacité C = 31 µF
Courbe (1)	Courbe (2)	Courbe (3)





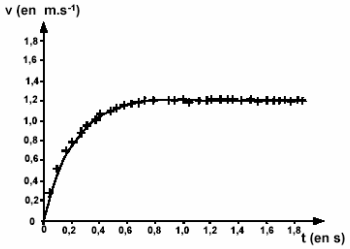


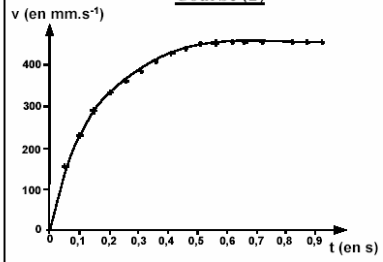
Expérience 4
tension $U_0 = 4{,}25$ V
résistance R = 20 kΩ
capacité C = 12,5 µF
Courbe (4)



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)

