



TRAVAUX DIRIGES DU MERCREDI 04-04-2023 **Discipline** PHYSIQUE TC **DUREE 3H00**

PARTIE A : EVALUATION DES RESSOURCES / 32 POINTS

EXERCICE 1 : Vérification des savoirs / 8 points

- 1.1. Définir : Demi-vie, potentiel d'arrêt. 1pt
- 1.2. Enoncer la loi de Laplace et la première loi de Newton sur le mouvement. 1,5pt
- 1.3. On éclaire le dispositif des fentes de Young avec une lumière monochromatique.
 - a) Qu'observe-t-on sur l'écran ? 0,25pt
 - b) Quelle condition doit vérifier la différence de marche δ pour qu'une frange soit brillante ? Sombre ? 0,5pt
 - c) Qu'observe-t-on lorsqu'on interpose sur le faisceau lumineux issu de F_2 une lame à face parallèle ? 0,25pt
 - d) Qu'observe-t-on lorsque la fente primaire F est déplacée du côté de F_1 ? 0,25pt
- 1.4. Considérons la liste des dispositifs et composants électroniques suivante : électrode, antenne, relais électromagnétique, écouteur, diode, photorésistance, transistor, microphone, thermistance, VDR. Classer les en deux familles : capteurs et dipôles commandés. 1pt
- 1.5. Considérons la liste des propriétés et phénomènes physiques suivante : effet Doppler, effet photoélectrique, diffraction, effet Compton, interférence, réflexion et réfraction de la lumière. Classer les en deux familles : aspects corpusculaire et ondulatoire. 1pt
- 1.6. Donner la relation traduisant l'effet Compton et expliciter ses termes. 1pt
- 1.7. Donner la différence entre l'inhalation et la contamination. 0,5pt
- 1.8. Citer les éléments d'une chaîne électronique 1pt
- 1.9. Répondre par vrai ou faux : 0,75pt
 - 1.9.1. Dans un microphone, la tension de sortie a une fréquence différente de celle de la voix du speaker.
 - 1.9.2. Deux grandeurs physiques de natures différentes peuvent avoir même dimension.
 - 1.9.3. Deux condensateurs déchargés, montés en série aux bornes d'un générateur continu ; ont même charge.

EXERCICE 2 : Application des savoirs / 8 points

1. Le polonium $^{218}_{84}Po$ subit la désintégration α en donnant un noyau A_ZX .
 - 1.1. Ecrire l'équation de désintégration du polonium $^{218}_{84}Po$. 0,5pt
 - 1.2. La période radioactive du polonium $^{218}_{84}Po$ est de 3min 03s. Un échantillon renferme 1mg de $^{218}_{84}Po$. Quelle masse de polonium 218 reste-t-il au bout de 12min 12s ? 1pt

80Hg	81Ti	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn
------	------	------	------	------	------	------

Extrait du tableau périodique :

2. Un expérimentateur, lors du déroulement de son expérience, s'intéresse à mesurer le temps T correspondant à la durée d'un phénomène physique. Des mesures répétées ont permis d'obtenir les valeurs suivantes.

T(s)	3,56	3,58	3,57	3,52	3,54
------	------	------	------	------	------

- 2.1. Calculer la valeur moyenne du temps mesurée. 0,5pt
- 2.2. Déterminer l'incertitude élargie U(T) sur le temps T pour un niveau de confiance de 95%, sachant que le coefficient d'élargissement vaut $k = 2,0$.
- 2.3. Ecrire scientifiquement le résultat de ce mesurage. 0,5pt
3. Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ (eV)} \text{ où } n, \text{ est entier tel que } n \geq 1 \text{ et } E_0 = 13,6 \text{ eV. Le dia-}$$

gramme de la **figure 1**, représente sans souci d'échelle quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

- 3.1. Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve l'atome d'hydrogène lorsque $n = 1$? Lorsque $n > 1$? 0,5pt
- 3.2. On considère l'atome d'hydrogène dans l'état $n = 2$. On l'expose à une lumière dichromatique de longueurs d'onde $\lambda_1 = 657\text{nm}$ et $\lambda_2 = 520\text{nm}$. - Seule l'une des radiations est absorbée ; identifier la en justifiant. 1pt

Rédigé Par : DOMTCHUENG HERMANN PATRICK POUR LE GROUPE ECLOSION 1/4

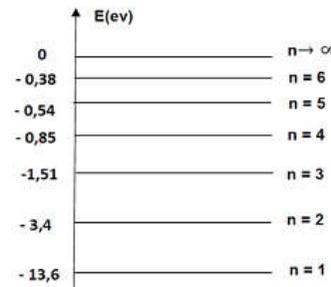


Figure 1

TRAVAUX DIRIGES DU MERCREDI 04-04-2023 **Discipline** PHYSIQUE TC **DUREE 3H00**

- 3.3. L'électron dans l'atome d'hydrogène passe du niveau n au niveau inférieur p ($p < n$). Montrer que pour une transition de l'électron du niveau n au niveau p, la longueur d'onde du photon émis est donnée par la

$$\text{relation : } \frac{1}{\lambda_{n-p}} K \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right), \text{ où } K \text{ est une constante dont on déterminera la valeur. 1pt}$$

Données : constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. On éclaire le dispositif des fentes de Young par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . On observe sur l'écran des franges d'interférences. On mesure la distance correspondante à 6 interférences et on trouve $d = 5,474\text{mm}$. On donne : **$a = 1\text{mm}$ et $D = 1\text{m}$**

- 4.1. Calculer la longueur d'onde λ de cette radiation. 0,5pt
- 4.2. Déterminer la distance qui sépare la 4e frange brillante et la 6e frange sombre de part et d'autre de la frange centrale. 0,75pt
- 4.3. On éclaire maintenant le dispositif par les radiations verte et rouge de longueur d'onde respective $\lambda_1 = 500\text{nm}$ et λ_2 . Les deux systèmes coïncident pour la première fois pour la 3e frange brillante de λ_1 et la 2e frange brillante de λ_2 par rapport à la frange centrale. Calculer λ_2 . 0,75pt

EXERCICE 3 : Utilisation des savoirs / 16 points

Partie A : Détermination de la masse d'une planète / 4pts

En 1997 a été une mission spatiale destinée à l'exploration de Saturne. Huit ans plus tard la sonde d'exploration s'est posée sur Titan le plus gros des satellites de Saturne. Le tableau ci-après rassemble les données relatives et a trois autres satellites de saturne.

Satellite	Distance moyenne au centre de saturne r (en km)	Période de révolution T	Rapport T^2 / r^3
Janus	$159 \cdot 10^3$	17 h 38 min	
Encelade	$238 \cdot 10^3$	1j 8h 53min	
Dione	$377 \cdot 10^3$	2j 17h 41min	
Titan	$1220 \cdot 10^3$	15j 22h 41min	

On s'intéresse à l'étude du mouvement d'un satellite supposé ponctuel de masse en orbite circulaire de rayon r autour de saturne. Le mouvement est étudié dans un référentiel lié à Saturne qui sera considéré comme un référentiel galiléen. On assimile Saturne à un corps à répartition sphérique de masse M. On donne la constante gravitationnelle $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

1. Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que le mouvement du satellite est uniforme. 0,75pt
2. Etablir la relation entre la période de révolution T du satellite et le rayon r de sa trajectoire. 1pt
3. Recopier le tableau ci-dessus et le compléter. 1,5pt
4. En déduire la masse M de saturne. 0,75pt

Partie B : Utilisation des acquis dans le contexte expérimental / 4pts

On éclaire une cellule photoélectrique par un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde λ et on mesure le potentiel d'arrêt U_0 de la cellule. On répète l'opération en utilisant diverses radiations et on obtient les résultats ci-après :

λ ($\times 10^{-6}\text{m}$)	0,58	0,50	0,43	0,42	0,40	0,36
U_0 (V)	0,20	0,56	0,93	1,00	1,18	1,50

1. Tracer sur le papier millimètre à remettre avec la copie le graphe $U_0 = f\left(\frac{1}{\lambda}\right)$. 1,5pt

Echelle : 10cm pour 1V et 0,5cm pour $0,1 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$.

2. Déterminer à l'aide du graphe $U_0 = f\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ la constante de Planck h, la longueur d'onde seuil λ_0 . 2pts
3. Laquelle des radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,8\mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,5\mu\text{m}$ éclairant cette cellule photoémissive pourra-t-elle produire un effet photoélectrique ? Justifier. 0,5pt

Rédigé Par : DOMTCHUENG HERMANN PATRICK POUR LE GROUPE ECLOSION 2/4



TRAVAUX DIRIGES DU MERCREDI 04-04-2023 **Discipline** PHYSIQUE TC DUREE 3H00

TRAVAUX DIRIGES DU MERCREDI 04-04-2023 **Discipline** PHYSIQUE TC DUREE 3H00

Données : charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, célérité de la lumière : $C = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$

Partie C : Interférence lumineuse et effet photoélectrique/2points

2.2.1. Un laser He-Ne de longueur d'onde $\lambda = 633nm$ éclaire les fentes F_1 et F_2 de Young. $F_1F_2 = a = 1mm$.

L'écran d'observation est situé à 1m des fentes.

- a) Calculer l'interfrange i . 0,5pt
b) Quel est l'aspect d'un point de l'écran situé à la distance $x = 13,293mm$ de la frange centrale? 0,5pt

2.2.2. Le laser précédent éclaire la cathode d'une cellule photoémissive constituée d'une plaque de césium dont le travail d'extraction est $W_0 = 1,89eV$. Calculer la vitesse d'un électron émis et le potentiel d'arrêt de la cellule. 1pt

Données : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$; $C = 3 \cdot 10^8 m/s$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} Kg$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

Partie D : Mouvement dans les champs électrique et magnétique uniformes/1,5point

Un ion Br^- de masse $m_{Br^-} = 1,3 \cdot 10^{-25} Kg$ initialement au repos est accéléré par un champ électrique uniforme créée par une tension U appliquée entre deux plaques verticales A et B, $U = 4 \cdot 10^3 V$.

- 2.3.1. Calculer la vitesse de cet ion à la sortie du champ. 0,5pt
2.3.2. A la sortie de la plaque B cet ion pénètre dans une zone où règne un champ magnétique uniforme $B = 0,05T$. Donner la nature de son mouvement dans cette zone et calculer la caractéristique de sa trajectoire.

Partie E : Pendule élastique/2,5point

L'équation horaire d'un pendule élastique horizontal, constitué d'un solide de masse $m = 0,1kg$ relié à un ressort de raideur k est : $x(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(5t + 1,57)$ où x (en mètre) et t (en seconde).

- 2.4.1. Déterminer la constante de raideur K du ressort. 1pt
2.4.2. Déterminer l'énergie potentielle et l'énergie cinétique maximales puis en déduire l'énergie mécanique et la vitesse maximale. 1,5pt

Partie F : Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène/1point

L'atome d'hydrogène étant dans son premier état excité, on lui envoie les photons d'énergies 2,203 eV ; 2,856 eV et 13,891 eV. Le(s) quel(s) sera (seront) absorbé(s) par l'atome ? Préciser l'état du système après absorption. 1pt

PARTIE B : EVALUATION DES COMPETENCES/ 8 POINTS

Situation 1 : Caractérisation du lieu d'expérimentation

Pour traiter le cancer de la prostate, l'OMS prescrit l'utilisation des nucléides radioactifs tels que : l'iode-125 émetteur β^- de demi-vie huit(8,0) Jours et le radium-223 émetteur α . Lors des tests cliniques, un spécialiste de cette maladie a constaté qu'un patient traité avec l'iode-125, guérit après environ cinq(5,0) semaines alors qu'un autre patient présentant pratiquement les mêmes défenses immunitaires, injecté d'une dose contenant une masse m_0 de radium-223 ; guérit de cette maladie s'il y a déjà dans son organisme au moins 489,1mg du nucléide X (nucléide fils du radium- 223).

Evolution de l'activité dans l'organisme du patient après injection de la dose contenant la masse m_0 de radium

t (temps en jours)	0	11	33	55	77	99	121	154
ln A	lnA ₀	33,83	32,44	31,06	29,67	28,28	26,90	24,13

Extrait du tableau de classification périodique

Polonium : ${}_{84}Po$	Astate : ${}_{85}At$	Radon : ${}_{86}Rn$	Francium : ${}_{87}Fr$	Radium : ${}_{88}Ra$	Actinium : ${}_{89}Ac$
---------------------------	----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	------------------------

Donnée : Nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$.

A l'aide des informations ci-dessus et en faisant l'hypothèse que le nucléide fils X est stable, propose au spécialiste parmi les deux nucléides radioactifs celui qui présente plus d'intérêt pour le traitement du cancer de la prostate. 8pts