

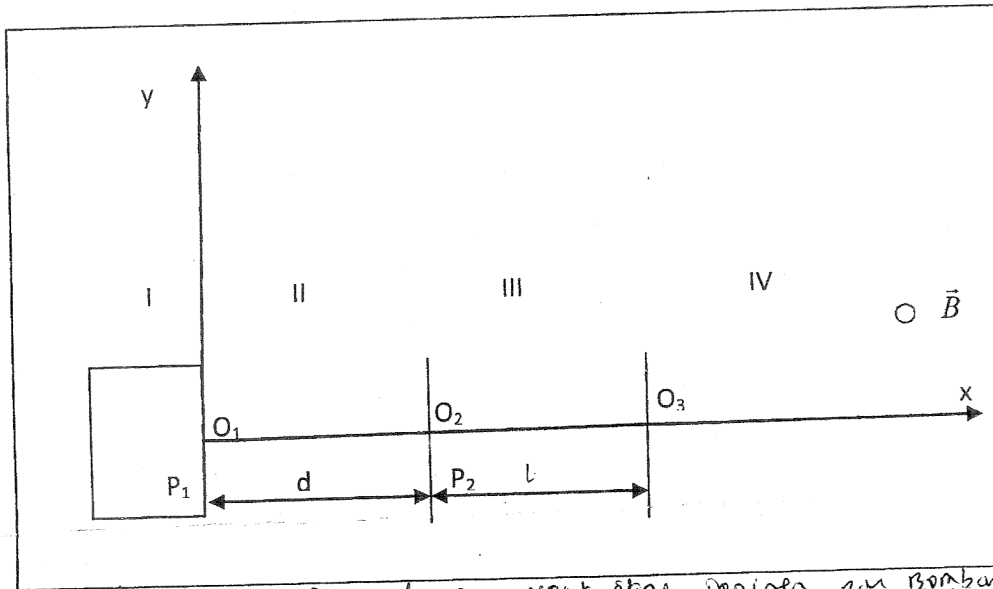
TRAVAUX DIRIGES DE PHYSIQUE FICHE N° 8 : Application des Lois de Newton II

EXERCICE 1 : Forces et champs /

6 points

Afin de déterminer si un patient a consommé de la codéine, de l'héroïne ou de la morphine, des échantillons moléculaires, prélevés sur ce patient, sont confiés pour analyse, à un laboratoire spécialisé. C'est par des techniques physiques que cette analyse va être réalisée. Le laboratoire utilise deux dispositifs basés sur l'étude de mouvements de particules soumises à des champs électriques et (ou) magnétiques dans un vide poussé. Dans tout l'exercice, le poids des particules sera négligé et on considère le référentiel d'étude comme galiléen.

Première analyse : mesure « d'un temps de vol » / 2,75 points



dans la zone a des ions

Les molécules X à analyser, vont être ionisées par bombardement électronique et donner X^+ de charge $+e$ (e étant la charge élémentaire).

Dans la zone II de longueur d , entre les plaques P_1 et P_2 planes et parallèles, on applique une tension accélératrice U .

Dans la zone III de longueur l , aucune force ne s'exerce sur les ions.

1- Soit un ion X^+ de masse m , pénétrant dans la zone II, en O_1 , selon l'axe O_1x , avec une vitesse considérée comme négligeable. Dans le repère (O_1, x, y) , montrer que le mouvement de cet ion est rectiligne et écrire son équation horaire en prenant pour origine des temps l'instant de passage en O_1 et pour origine d'espace le point O_1 . (0,25+0,25) pt

- Exprimer, en fonction de U , m et e , la vitesse de passage de cet ion en O_2 . 0,5 pt

2.1- Quelle est la nature du mouvement de l'ion dans la zone III ? 0,5 pt

2.2- Exprimer littéralement la durée Δt de ce mouvement dans le parcours O_2O_3 en fonction de m , e , U et l distance O_2O_3 . 0,5 pt

2.3- La mesure de cette durée a donné la valeur $11,5 \cdot 10^{-6}$ s. Déduire la masse molaire de l'ion puis la nature de la substance X en supposant que X soit une des substances citées. (0,75+0,25) pt

Données : morphine : $M = 285 \text{ g.mol}^{-1}$; codéine : $M = 299 \text{ g.mol}^{-1}$; héroïne : $M = 369 \text{ g.mol}^{-1}$

Nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \cdot 10^{23}$; Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Deuxième analyse : Utilisation d'un spectrographe de masse / 3,25 points

Sur le schéma précédent, on applique maintenant une tension accélératrice U' entre les plaque P_1 et P_2 , permettant aux ions X^+ d'obtenir une vitesse V' . Dans la zone III, un dispositif de filtrage permet d'éliminer les éventuelles particules parasites qui auraient pu être obtenus par fragmentation des molécules X lors de

l'ionisation par choc électronique. Enfin dans la zone IV existe un champ magnétique de direction orthogonale au plan de la figure. L'ion animé d'une vitesse V' , pénètre en O_3 dans cette zone suivant l'axe O_3x .

3.1- Rappeler l'expression de la force magnétique s'exerçant sur l'ion. 0,25 pt

- Représenter sur un schéma le vecteur force pour que la déviation à partir de O_3 se fasse du côté positif de l'axe O_3y et en déduire le sens du champ magnétique. 0,5 pt

3.2- Montrer que le mouvement de l'ion est plan et uniforme. 0,5 pt

- Etablir l'expression du rayon de courbure R en fonction des grandeurs m , e , V' et B . 0,5 pt

3.3- Exprimer R en fonction de U' , m , e et B . 0,5 pt

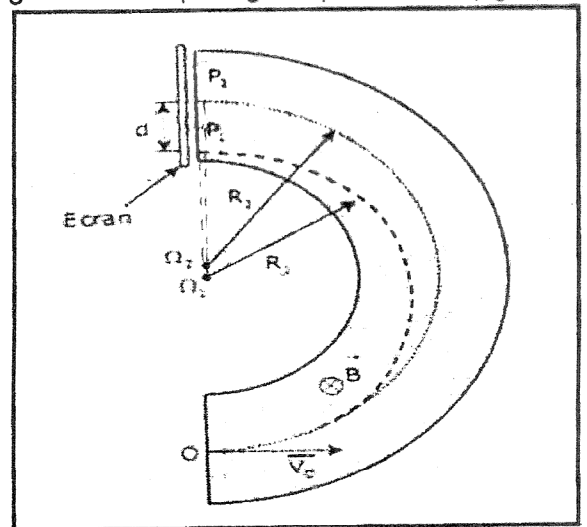
- Après avoir décrit un demi-cercle, l'ion est recueilli en A tel que $O_3A = 0,242$ m. Trouver la masse de l'ion et identifier la substance X en supposant que X soit une des trois substances citées.

(0,75+0,25) pt

Données : Nouvelle tension accélératrice $U' = 8 \cdot 10^3$ V, intensité du champ magnétique $B = 1,80$ T

Exercice 2 : Etude d'un spectrographe / 2,25 points

Un spectrographe de masse est un appareil permettant de séparer les isotopes d'un élément chimique. Sa partie principale est une chambre de déviation dans laquelle règne un champ magnétique entrant (fig.3).



1- Rappeler la définition du terme isotope. 0,25pt

2- Des ions de même charge $q = -e$, sont introduits dans la chambre en O avec une même vitesse \vec{v}_0 normale au vecteur champ magnétique. En négligeant l'effet du poids, montrer que chaque ion a dans la chambre un mouvement circulaire uniforme. 0,5pt

3- Les ions introduits dans le spectrographe sont un mélange d'isotopes $^{35}_{17}Cl$ et $^{37}_{17}Cl$ du chlore. Le deuxième est plus lourd que le premier. Exprimer le rayon R_1 de la trajectoire de l'ion $^{35}_{17}Cl$ en fonction de m_1 , q , B et v_0 où m_1 est la masse de l'ion. 0,25pt

1 T.

4- Exprimer la distance d séparant les points d'impact P_1 et P_2 des deux ions sur l'écran en fonction rayons R_1 et R_2 de leurs trajectoires. 0,5pt

5- Calculer la masse atomique A du deuxième ion sachant que d vaut 6,1 cm. 0,5pt

EXERCICE 3 : Mouvement des solides. / 4 points

Les questions A et B sont indépendantes.

A/ Ariane V30. / 2,25 points

Le 2 avril 1989, Ariane V30 a été lancé depuis la base de Kourou (proche de l'équateur, en Guyane) pour placer en orbite le satellite de télévision directe Télé X. A l'issue du processus de mise à poste, le satellite est en orbite circulaire, dans le plan équatorial, à l'altitude h .

Données :

- Constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$;

- Masse de la Terre supposée sphérique et homogène : $M_T = 5,975 \times 10^{24} \text{ kg}$ et de rayon $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$.

- Masse du satellite en orbite $m = 1277 \text{ kg}$; Altitude $h = 35\,778 \text{ km}$.

- Période de révolution de la Terre ou jour sidéral : $T_0 = 86\,164 \text{ s}$.

1- Démontrer que le mouvement du satellite en orbite circulaire est circulaire et uniforme. 0,25pt

2- Etablir l'expression littérale de sa vitesse v et de sa période T en fonction de G , M_T , R_T et h . (0,5x2)pt

3- Montrer que ce satellite se déplaçant de l'ouest vers l'est, est géostationnaire. 0,75pt

4- Pourquoi la base de Kourou est-elle « intéressante » pour la mise en poste de tels satellites? 0,25pt