

Par groupe de 2, une rédaction complète et concertée est attendue pour les deux exercices ci-dessous avec l'utilisation exclusive des lois de Newton.

### EXERCICE 1 : Champ de pesanteur (6 points)

Dans ce problème, on ne tient pas compte de l'action de l'air sur le système étudié. De plus, la vitesse et la position du système désignent la vitesse et la position du centre d'inertie G du système.

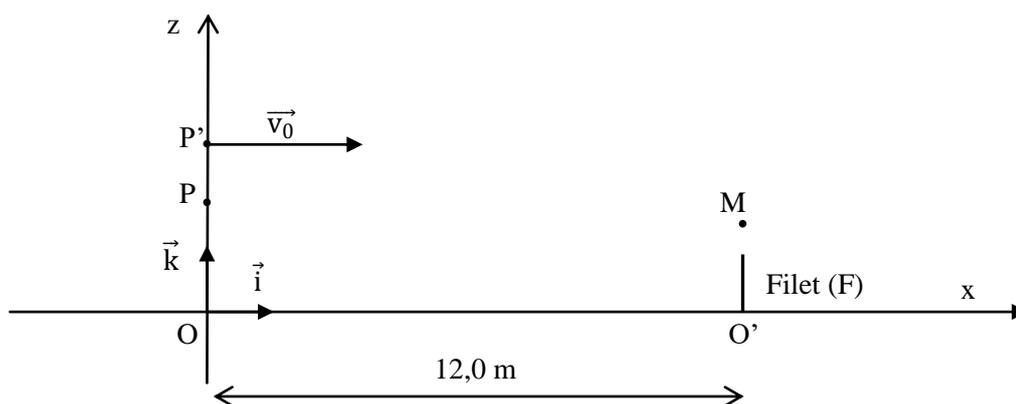
Intensité du champ de pesanteur terrestre  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Un joueur de tennis effectue un service (voir schéma ci-dessous). Il lance d'abord, à la vitesse  $\vec{v}_1$ , la balle verticalement vers le haut, depuis le point P tel que  $OP = 1,70 \text{ m}$ . La balle atteint, sans vitesse, le point P' situé sur la même verticale ( $OP' = h = 2,60 \text{ m}$ ).

Lorsque la balle est en P', le joueur la frappe avec sa raquette. Elle part alors horizontalement avec la vitesse  $\vec{v}_0$  dans le plan de la figure.

Le service est réussi quand la balle passe au point M juste au dessus du filet vertical (F) sans le toucher et tombe après le filet à moins de 6,40 m du filet.

La distance entre le joueur au service et le filet est  $OO' = 12,0 \text{ m}$ . La hauteur du filet est de 0,914 m.

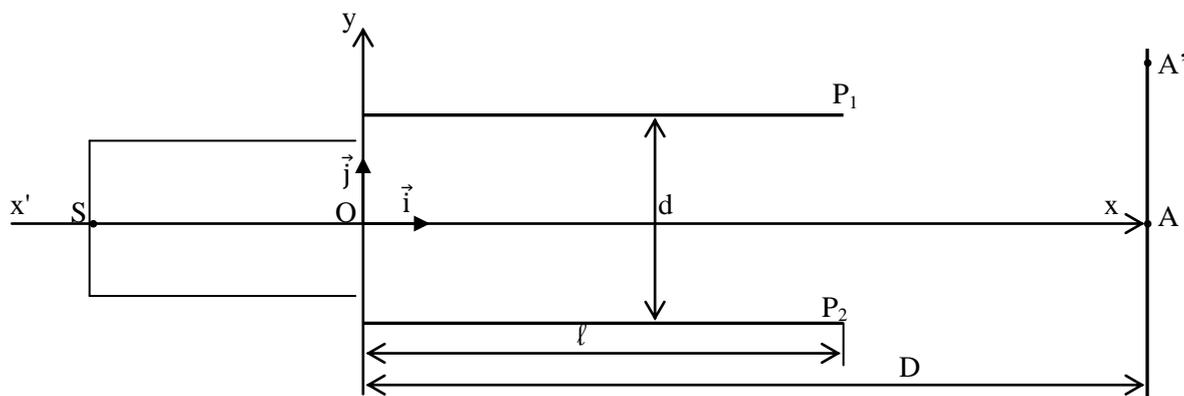


1. Déterminer les 3 caractéristiques (direction, sens, valeur) du vecteur vitesse  $\vec{v}_1$  avec laquelle le joueur a lancé la balle verticalement ?
2. Dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$  de la figure, montrer que l'équation de la trajectoire de la balle, après l'impulsion communiquée par la raquette, est  $z(x) = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2} + h$ .
3. Déterminer un encadrement de la valeur  $v_0$  de la vitesse initiale communiquée à la balle pour que le service soit réussi.

## EXERCICE 2 : Champ électrique (6 points)

On se propose de déterminer la vitesse d'éjection de particules  $\alpha$  (ou noyau d'Helium  ${}^4_2\text{He}$ ) émises par le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  lors de sa désintégration.

On place la substance radioactive en S au fond d'un cylindre creux en plomb d'axe  $x'x$  et on admettra que les particules  $\alpha$  émises sortent du cylindre avec un vecteur vitesse  $\vec{v}_0$  parallèle à l'axe  $x'x$ . Le faisceau pénètre en O, avec la vitesse  $\vec{v}_0$  toujours parallèle à l'axe  $x'x$ , dans l'espace vide d'air entre deux plaques horizontales  $P_1$  et  $P_2$  d'un condensateur, distantes de  $d$  et de longueur  $\ell$ . voir schéma ci-dessous :



En l'absence de champ électrique entre les plaques, on observe, sur une plaque réceptrice disposée perpendiculairement à  $x'x$  à une distance  $D$  de l'entrée du condensateur, une tache en A.

On crée un champ électrique uniforme en appliquant, entre  $P_1$  et  $P_2$  une tension constante  $U$ . On constate alors que la tache se forme en  $A'$ .

Données :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ; masse du proton et du neutron  $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $d = 12 \text{ cm}$  ;  $D = 50 \text{ cm}$  ;  $\ell = 19 \text{ cm}$  ;  $U = 6 \cdot 10^3 \text{ V}$  ; intensité du champ de pesanteur  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Rappels : \* Une particule de charge  $q$  placée dans un champ électrique  $\vec{E}$  subit l'action d'une force  $\vec{F} = q\vec{E}$ .

\* Si le champ électrique est uniforme entre deux plaques parallèles distantes de  $d$  et soumises à la tension  $U$  alors  $E = \frac{U}{d}$ .

1. Montrer que la charge de la particule  $\alpha$  est  $q = 2e$  et que sa masse est  $m = 4 m_0$ .

2. Donner les 3 caractéristiques du champ électrique  $\vec{E}$  existant entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  permettant d'observer la déviation du faisceau de particules  $\alpha$  de A (sans champ électrique) à  $A'$  (avec le champ électrique  $\vec{E}$ ).

3. Dans le référentiel terrestre lié au condensateur auquel est attaché le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ , montrer que les équations horaires du vecteur position de la particule  $\alpha$  entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  du condensateur sont :

$$\vec{OG} \begin{cases} x(t) = v_0 t \\ y(t) = \frac{e}{4m_0} E t^2 \end{cases}$$

4. Que dire du mouvement de la particule lorsque celle-ci n'est plus soumise au champ électrique  $\vec{E}$  à la sortie du condensateur ?

5. Montrer que la mesure de  $AA' = 9,3 \text{ mm}$  permet de déterminer l'expression de la vitesse initiale  $v_0$  des particules  $\alpha$ . Calculer la valeur  $v_0$ .