

EPREUVE DE PHYSIQUE SERIE D,E,F

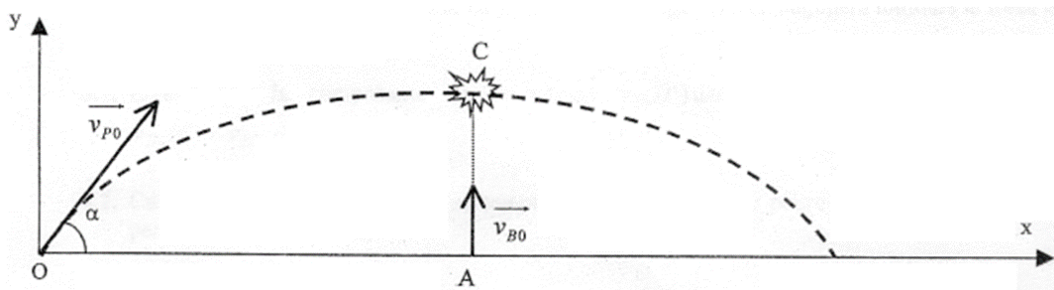
Concours du 17 mai 2025 03H00

Exercice 1 : Tire au pigeon d'argile (6 pts)

On étudie le mouvement d'un pigeon d'argile lancé pour servir de cible à un tireur de ball-trap. Le pigeon d'argile de masse $m_P = 0,10$ kg assimilé à un point matériel M est lancé avec un vecteur vitesse \vec{V}_{PO} de valeur $\|\vec{V}_{PO}\| = 30 \text{ m.s}^{-1}$ faisant un angle α de 45° par rapport à l'horizontale. Le participant situé en A tire verticalement une balle de masse $m_B = 0,020$ kg avec un fusil. La vitesse initiale de la balle est $\|\vec{V}_{BO}\| = 500 \text{ m.s}^{-1}$, la balle, assimilée à un point matériel B, part du point A tel que $OA = 45$ m (Les vecteurs vitesses ne sont pas à l'échelle sur le schéma).

On donne $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Attention : les temps correspondants à chaque mouvement sont notés différemment : t pour le pigeon d'argile et t' pour la balle de fusil.



1. Etude du mouvement du pigeon d'argile (1+1+1+1) pts

On notera t le temps associé au mouvement du pigeon d'argile. A l'origine du mouvement $t = 0$.

- On négligera les frottements sur le pigeon d'argile. Etablir l'expression \vec{a}_P de son accélération à partir du bilan des forces.
- Donner les composantes de l'accélération \vec{a}_P dans le repère (O, x, y) .
- Etablir les composantes du vecteur vitesse \vec{v}_P dans le repère (O, x, y) en fonction du temps.
- Etablir les composantes du vecteur position \vec{OM} dans le repère (O, x, y) en fonction du temps.

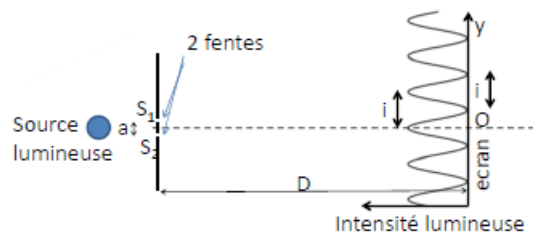
2. Tir réussi (1+1) pts

- Quelle est l'abscisse x_C du point d'impact C du pigeon d'argile et de la balle ?

- b. Vérifier, à partir de l'abscisse x_C de l'impact, que le temps de « vol » du pigeon est $\Delta t = 2,1$ s.

Exercice 2 : (0,75+0,5+0,75+1+2)

On réalise une expérience d'interférences lumineuses. On réalise le montage ci-dessous, la source lumineuse est un laser rouge de longueur d'onde 670 ± 3 nm.



a : distance entre les centres des 2 fentes = $100\mu m$ avec une incertitude de 2,5%

$D = 2,000 \pm 0,003$ m ; i : interfrange

Incertitude sur i : $\frac{\Delta i}{i} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta a}{a}$

1. Que verrait-on si on utilisait 2 lampes à incandescence côte à côte plutôt que les 2 fentes et le laser ? Justifier succinctement.
2. Expliquer pourquoi on observe une frange brillante au point O de l'écran.
3. En vous servant de l'analyse dimensionnelle, trouver la relation exacte entre i parmi les propositions suivantes : $i = \lambda D a$; $i = \frac{\lambda}{D a}$; $i = \frac{\lambda D}{a}$; $i = \frac{1}{\lambda D a}$
4. À l'aide de l'expression trouvée de l'interfrange, préciser comment évoluerait la valeur de i si on utilisait un laser vert à la place d'un laser rouge.
5. Calculer l'incertitude Δi quand on réalise l'expérience avec le laser rouge. En déduire un encadrement de i .

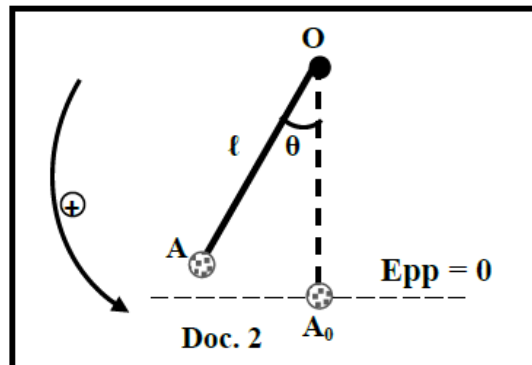
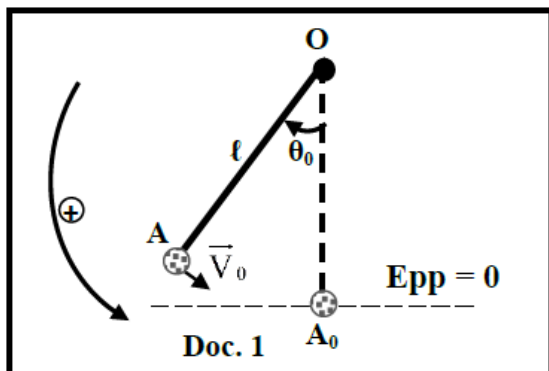
Exercice 3: Pendule simple (0,5+0,75+0,75+1+1)

Un pendule simple est constitué d'une particule de masse $m = 50$ g, fixée à l'extrémité inférieure A d'un fil inextensible OA, de longueur ℓ et de masse négligeable. Ce pendule peut osciller dans un plan vertical, autour d'un axe horizontal (Δ) passant par l'extrémité supérieure O du fil. On écarte le pendule dans le sens négatif de sa position d'équilibre.

À un instant $t_0 = 0$, l'abscisse angulaire du pendule est $\theta_0 = -\frac{\pi}{36}$ rad et on lance la particule dans le sens positif, avec une vitesse \vec{V}_0 de valeur V_0 (Doc. 1).

À un instant t , l'abscisse angulaire du pendule est θ et la valeur de la vitesse de la particule est

$$V = l|\theta'| = l \left| \frac{d\theta}{dt} \right| \text{ (Doc. 2).}$$



Prendre:

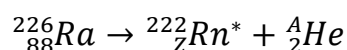
- Le plan horizontal contenant A_0 , position d'équilibre de A, comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

1. On suppose que le pendule oscille sans frottement. L'équation différentielle du second ordre en θ qui régit le mouvement du pendule est : $\theta'' + 20\theta = 0$ (S.I).

- Le mouvement du pendule est harmonique simple. Justifier.
- Calculer la valeur de la période propre T_0 du pendule.
- Sachant que la période propre du pendule est $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, montrer que $l = 50 \text{ cm}$.
- L'énergie mécanique du système (pendule, Terre) à un instant t est E_m .
 - Montrer que l'expression de E_m est : $E_m = \frac{1}{2}mV^2 + mgl(1 - \cos\theta)$
 - Déduire la valeur de V_0 , sachant que l'énergie mécanique du système (pendule, Terre) à $t_0 = 0$ vaut $E_{m_0} = 1,95 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

Exercice 4: Désintégration du radium (1+1+1+2) pts

Le radium, grâce à ses propriétés radioactives, suscite l'enthousiasme jusqu'aux années 1940. Il est ainsi décliné dans divers domaines tels que la radiothérapie, la pharmacologie, l'industrie ou encore dans la vie quotidienne. Le radium 226 se désintègre en émettant un noyau d'hélium, selon la réaction nucléaire:



La demi-vie du radium est : $t_{1/2} = 1620 \text{ ans.}$

1. Déterminer A et Z. On justifiera la réponse. Le symbole « * » indique que le noyau est à l'état excité. Quelle conséquence engendre sa désexcitation ?
2. Le radium $^{226}_{88}\text{Ra}$ est un élément radioactif qui, par désintégrations successives de type α et β^- , conduit à un isotope stable du plomb $^{206}_{82}\text{Pb}$.
 - a. Déterminer le nombre de désintégrations de type α et celui de type β^- pour le passage du radium au plomb.
3. Soit $N(t)$ la population d'un échantillon de radium 226 à la date t et N_0 la population à $t=0$. Établir l'expression de la loi d'évolution de $N(t)$.
4. Évaluer l'activité de 1 gramme de radium 226. ($\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ particules/mol}$)