Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section: B,C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

I. Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur

(16 points)

Lors d'une épreuve de lancer du marteau en athlétisme, une boule d'acier de masse 7,26 kg est mise en mouvement par le lanceur et puis lâchée après plusieurs rotations. Le mouvement de l'engin peut, avec une très bonne approximation, être assimilée au mouvement du centre de masse de la boule. La résistance de l'air peut être négligée.

La boule est lâchée à l'instant $t=0$ lorsqu'elle se trouve à une hauteur de 2,0 m au-dessus du niveau (horizontal) du terrain de sport, à une vitesse de 25,5 m/s. La vitesse initiale $\vec{v}_0$ du mobile fait un angle de 43° (vers le haut) avec l'horizontale.

- a) Faire une figure et déterminer le vecteur accélération de la boule au cours de son vol. Etablir les équations paramétriques (position et vitesse) du mouvement dans un repère approprié et en déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. (8)
- b) Calculer le temps de vol et déterminer l'abscisse du point d'impact du marteau sur le sol. (4)
- c) Quelle est la hauteur maximale atteinte par la boule dans sa trajectoire ? (2)
- d) Quelle devrait-être l'intensité de la vitesse initiale de la boule pour atteindre une distance (abscisse) de 80 m, l'angle formé par la vitesse initiale $\vec{v}_0$ et l'horizontale restant inchangé. (2)

II. Ondes mécaniques

(12 points)

1. Etablir l'équation d'une onde progressive se propageant sans amortissement dans le sens positif d'un axe Ox. (6)
2. Une corde est tendue avec une force d'intensité 0,64 N. Sa masse linéique vaut 10 g/m. Une extrémité de la corde (supposée très longue) est fixée à un vibreur envoyant des ondes transversales à travers la corde.

L'équation du mouvement d'un point M de la corde s'écrit : $y_M(t) = y_{\max} \sin(50\pi t + \frac{\pi}{2})$.

- a) Trouver l'équation du mouvement d'un point N de la même corde se trouvant à 2,4 m de M. Donner cette équation sous une forme simplifiée ! (3)
- b) Quel phénomène peut se produire si la corde n'est pas « infiniment » longue mais tendue entre deux bornes ? Justifier la réponse ! (2)
- c) A quelle(s) distance(s) faut-il placer les bornes pour observer le phénomène de la question précédente avec notre corde ? (1)

III. Petites questions

(10 points)

1. Soient S_1 et S_2 deux sources cohérentes émettant des ondes circulaires dans un milieu à 2 dimensions. Quelle condition ces sources doivent-elles remplir pour que sur la médiatrice du segment $[S_1 S_2]$ se trouve une frange d'interférences destructives ? Justifier la réponse ! (3)
2. Quelle modification le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène subirait-il si l'énergie de cet atome n'était pas quantifiée ? Justifier la réponse ! (3)
3. Dans un spectrographe de masse, une particule de charge q et de masse m est accélérée, à partir du repos, par une tension U . Soit r le rayon de sa trajectoire dans le champ magnétique uniforme d'intensité B . A-t-on :
 - a) r est proportionnel à m ,
 - b) r est proportionnel à la racine carrée de m ou
 - c) aucune de ces réponses ?Justifier votre choix ! (4)

IV. Dualité onde-corpuscule

(7 points)

Une source lumineuse monochromatique émet un faisceau de lumière de longueur d'onde 560 nm et de puissance 80mW.

- a) Calculer l'énergie d'un photon du faisceau. (1)
- b) Combien de photons sont émis par seconde ? Quelle est la quantité de mouvement d'un photon ? (3)
- c) Cette lumière éclaire une couche métallique et provoque un effet photoélectrique. La vitesse maximale des électrons émis peut être mesurée à 290 km/s. Calculer le travail d'extraction de ce métal en eV, ainsi que la longueur d'onde seuil pour l'effet photoélectrique de ce métal. (3)

V. Désintégration de noyaux et de particules.

(15points)

1. Etablir la loi de désintégration radioactive. Définir la demi-vie et déduire la relation entre la demi-vie et la constante de désintégration. (8)
2. Exercice : Désintégration de pions.

La masse (au repos) des pions positifs (π^+) est égale à $140 \frac{\text{MeV}}{c^2}$ et la demi-vie dans un référentiel où ils sont au repos est de $1,8 \cdot 10^{-8}$ s. Une source émet des pions d'une énergie cinétique 600 MeV.

- a) Calculer la vitesse des pions. (calcul relativiste) (4)
- b) Calculer la demi-vie des pions dans le référentiel du laboratoire. (1)
- c) Quel pourcentage des pions atteint un détecteur situé à 20 m de la source ? (2)