

## Epreuve écrite

**Examen de fin d'études secondaires 2014**

**Section: BC**

**Branche: Physique**

**Numéro d'ordre du candidat**

---

### **I) Champ de pesanteur uniforme (5+(2+4+1)=12P)**

1. Établir - dans un repère cartésien  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  - les équations horaires du mouvement d'une masse ponctuelle qui est lancée dans un champ de pesanteur uniforme avec un vecteur vitesse initiale  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
2. Pour venir en aide à des sinistrés, un avion humanitaire laisse tomber un paquet de vivres à la verticale d'un point O. Au moment du largage, l'avion se trouve à une altitude de 200 m et possède un vecteur vitesse horizontal  $\vec{v}_0$  de norme 180 km/h. On négligera la résistance de l'air et on admettra que la vitesse initiale du paquet est aussi égale à  $\vec{v}_0$ .
  - a) Calculer à quelle distance du point O se produit l'impact du paquet au sol.
  - b) Calculer la vitesse d'impact du paquet au sol ainsi que l'angle que le vecteur vitesse du paquet fait avec l'horizontale au moment de l'impact.
  - c) *Vrai ou faux? Justifier.* Sous les mêmes conditions, le temps de chute d'un paquet lourd sera plus petit que celui d'un paquet plus léger.

### **II) Spectrographe de masse (2+4+2+(1+3)=12P)**

1. Faire une figure soignée d'un spectrographe de masse. Dessiner la trajectoire suivie par un ion positif et représenter les vecteurs champ qui influencent sur le mouvement de l'ion.
2. Expliquer le principe de fonctionnement du spectrographe de masse.
3. *Commenter l'affirmation suivante.* Dans un spectrographe de masse le vecteur champ et le vecteur force correspondant ont toujours même sens et même direction.
4. Des ions  $^{22}\text{Ne}^+$  de masse 21,991 u et d'énergie cinétique 500 eV décrivent un demi-cercle de diamètre 20 cm dans le champ magnétique uniforme d'un spectrographe de masse.
  - a) Déterminer la tension sous laquelle les ions ont été accélérés du repos.
  - b) Calculer l'intensité du champ magnétique.

### **III) Interférences (5+(2+2+2)=11P)**

1. Établir l'expression de la différence de marche de deux ondes issues de deux fentes de Young, en fonction de la distance entre les milieux des fentes, de la distance à l'écran et de la position sur l'écran. En déduire les positions des franges obscures sur l'écran et l'expression de l'interfrange.
2. Afin de mettre en évidence la nature ondulatoire des particules, on se propose de réaliser l'expérience des fentes de Young avec des électrons de longueur d'onde de de Broglie de 20 nm. On aimerait observer un interfrange de 1 mm sur un écran qui est situé à une distance de 5 m du plan des fentes.
  - a) Calculer la distance dont il faudra séparer les milieux des fentes.
  - b) Calculer la vitesse des électrons.
  - c) *Vrai ou faux? Justifier.* Pour augmenter l'interfrange, il faut diminuer la vitesse des électrons.

#### IV) Relativité restreinte (2+4+5+2=13P)

1. Énoncer les postulats d'Einstein.
2. Décrire l'expérience des muons selon Frisch et Smith (basée sur celle de Rossi et Hall) et expliquer, sans faire de calcul numérique, comment le phénomène de la dilatation du temps permet d'interpréter l'expérience.
3. Les neutrons libres sont instables et possèdent une demi-vie de 10,2 min dans leur référentiel au repos. Dans un laboratoire on mesure que la demi-vie de neutrons en mouvement rectiligne et uniforme diffère de 10% par rapport à la première. Calculer la vitesse et l'énergie cinétique des neutrons.
4. *Commenter l'affirmation suivante.* La quantité de mouvement relativiste d'une particule est proportionnelle à son énergie totale.

#### V) Radioactivité (2+3+(1+4+2)=12P)

1. Décrire les différents modes de désintégration radioactive.
2. Définir la constante radioactive et la demi-vie, puis établir une relation entre ces deux grandeurs.
3. La sonde spatiale *New Horizons* a été lancée par la NASA pour étudier la planète naine Pluton à partir de juillet 2015. La sonde utilise un générateur à radioisotope comme source d'énergie. Le générateur renferme un échantillon de plutonium 238 qui avait une activité de  $4,939 \cdot 10^{15}$  Bq à la date de fabrication. Le plutonium 238 se désintègre en uranium 234 et possède une demi-vie de 87,74 ans. Dans la suite on négligera le fait que l'uranium 234 se désintègre aussi.
  - a) Écrire l'équation de désintégration du plutonium 238
  - b) Calculer l'énergie libérée lors d'une désintégration d'un noyau de plutonium 238, puis la puissance fournie par le générateur à la date de fabrication. On indique que les masses des noyaux de plutonium 238 et d'uranium 234 sont respectivement égales à 237,9980 u et 233,9905 u.
  - c) Sachant qu'à la fin du trajet Terre-Pluton l'activité de l'échantillon aura diminué de 7,2%, calculer la durée du trajet.