

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2013

Section: B, C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

juin 2013

1. Mouvement d'une particule dans le champ de pesanteur uniforme de la Terre (10)

- a) Etablir les équations paramétriques et cartésienne d'une masse ponctuelle pénétrant avec une vitesse initiale, faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale, dans un champ de pesanteur uniforme. (5)
- b) Lors d'une compétition de tir à l'arc, la flèche part d'une hauteur de 1,8 m au-dessus du sol horizontal. La flèche touche le centre de la cible à une hauteur de 1,3 m au-dessus du sol. La cible se trouve à 70 m du tireur à l'arc.  
Calculer la vitesse initiale que l'archer doit communiquer à la flèche, qu'il tire vers le haut avec un angle de  $5^\circ$  avec l'horizontale, pour qu'elle heurte la cible au centre. (3)  
Calculer le temps de vol si la vitesse est 60,5 m/s. (2)  
On néglige tout frottement;  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

2. Les oscillations électriques (10)

- a) Etudier les oscillations libres électriques dans un circuit RLC.  
Etablir l'équation différentielle du circuit.  
Vérifier qu'une fonction sinusoïdale du temps est solution de l'équation différentielle.  
En déduire la période des oscillations. (4)
- b) On veut réaliser un circuit oscillant électrique de fréquence 10 kilohertz, avec une bobine d'inductance 0,1 mH. Calculer la capacité du condensateur qu'on doit utiliser. (2)  
Les oscillations de tension ont une amplitude de 5 V. Calculer l'énergie totale, si la capacité vaut 2,53  $\mu\text{F}$ . (2)  
Calculer la charge maximale. (1)
- c) Vrai ou faux? Justifier! Pour augmenter la fréquence des oscillations, on doit augmenter la capacité du condensateur ou l'inductance de la bobine. (1)

3. Interférences lumineuses (10)

- a) Décrire l'expérience des fentes de Young en lumière monochromatique. (2)
- b) Etablir une expression pour la différence de marche des deux ondes provenant des deux fentes de Young et déterminer la position des maxima d'interférence sur un écran.  
Définir l'interfrange. (5)
- c) Calculer la distance entre les deux fentes, si on veut que sur un écran se trouvant à une distance de 5 m des fentes, une distance entre franges claires de 10 mm. On travaille en lumière monochromatique d'un laser He-Ne de 632,8 nm. (2)
- d) Vrai ou faux? Justifier! Pour augmenter l'interfrange, on doit augmenter la distance entre les deux fentes. (1)

12

4. Relativité restreinte de Einstein (10)

- a) Énoncer les postulats d'Einstein. (2)
- b) Définir les temps propre et impropre et établir l'expression de la dilatation du temps. (3)
- c) Établir l'expression de la contraction des longueurs. (2)
- d) Un vaisseau spatial a une longueur au repos de 10 m. Il se déplace par rapport à un observateur terrestre avec une vitesse de 86,6% de  $c$ .  
Calculer le temps de passage du vaisseau devant l'observateur terrestre. (3)

5. Effet photoélectrique (10)

- a) Expliquer l'effet photoélectrique et donner la condition pour que l'effet a lieu. (2)
- b) Formuler l'hypothèse d'Einstein. (2)
- c) Définir le travail d'extraction d'un électron et obtenir une expression pour l'énergie cinétique de l'électron. (2)
- d) La longueur d'onde seuil pour extraire des électrons d'un certain métal est 800 nm.  
Calculer le travail d'extraction des électrons.  
Calculer l'énergie cinétique des électrons en eV, si on illumine la plaque métallique avec une radiation de 400 nm. (4)

6. Physique nucléaire(10)

- 6.1 Écrire la loi de la décroissance radioactive. Définir la demi-vie et établir la relation entre la demi-vie et la constante radioactive. Définir l'activité d'une source radioactive. (3)
- 6.2. Des sources radioactives de cobalt-60 étaient beaucoup utilisées en radiothérapie pour traiter certains cancers. La demi-vie du Co-60 est de 5,3 années. Le cobalt-60, en se désintégrant, émet un électron avec une énergie cinétique maximale de 310 keV et ensuite deux photons d'énergie 1,17 MeV et de 1,33 MeV.  
a) Écrire l'équation bilan de la désintégration du Co-60. (1)  
b) Calculer l'activité d'une source de Co-60, construite en 1960, dont l'activité aujourd'hui (en 2013) vaut 36 GBq. (2)  
c) Calculer l'énergie totale d'un électron émis avec une énergie cinétique de 310 keV et calculer ensuite sa vitesse. (2)
- 6.3. Un neutron libre n'est pas stable et se désintègre. De la décomposition résulte un proton stable. Écrire l'équation bilan de la désintégration d'un neutron.  
Comparer la masse au repos d'un neutron à celle du proton. Calculer le défaut de masse en  $\text{MeV}/c^2$ . Expliquez comment se manifeste cette différence de masse lors de la désintégration du neutron. (2)

M: méga;  $10^6$   
G: giga;  $10^9$

22

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2013

Section: BC

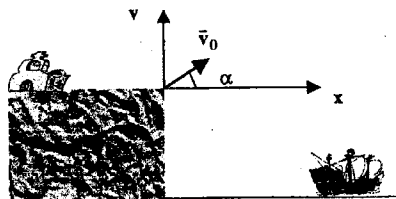
Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

Septembre 2013

1. Mouvement dans le champ de pesanteur de la Terre. (5 + 1 + 3 + 3 = 12)

Un canon est monté en haut d'une falaise à une hauteur de 180 m au-dessus du niveau de la mer pour protéger un fort. Un bateau-pirate s'approche et s'arrête à 600m de la côte. Les défenseurs du fort tirent une première salve avec le canon. Par la suite on néglige tout frottement.



- Faites l'étude dynamique et cinématique du mouvement du boulet lancé pour établir les équations horaires générales.
- Déduire des équations horaires l'équation cartésienne de la trajectoire.

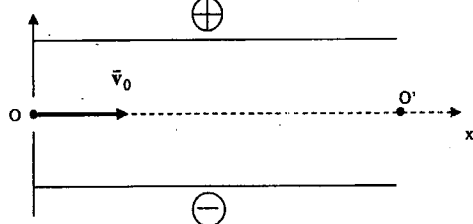
La vitesse initiale du boulet  $v_0$  tiré est de 82 m/s et le canon est incliné d'un angle  $\alpha$  égal à  $30^\circ$  par rapport à l'horizontale.

- A quelle distance du bateau le boulet va-t-il toucher la surface de l'eau ?
- Quelle aurait dû être la vitesse initiale du boulet pour atteindre le bateau ?

2. Particules chargées dans des champs électrique et magnétique. (2 + 3 + 4 + 3 = 12)

Une tension de 240 V est appliquée entre deux plaques métalliques horizontales distantes de  $d = 2\text{mm}$  entre lesquelles règne le vide. La polarité des plaques est indiquée sur la figure ci-dessous :

Des électrons pénètrent dans le champ électrique entre les plaques au point O avec une vitesse  $\vec{v}_0$  et  $v_0 = 3000\text{ km/s}$ . Le poids des électrons est négligeable.



- Quelle est la nature du mouvement selon x ? Expliquez.
- Quelle est la nature du mouvement selon y ? Expliquez.

Les électrons doivent ressortir du champ électrique au point O'.

- Donnez les caractéristiques (direction, sens et intensité) du champ magnétique qu'il faut superposer au champ électrique.
- Des électrons avec une vitesse inférieure à 3000 km/s entrent dans l'espace entre les plaques ( $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  restants constants). Vont-ils ressortir au-dessus ou en-dessous de O' ? Expliquez.

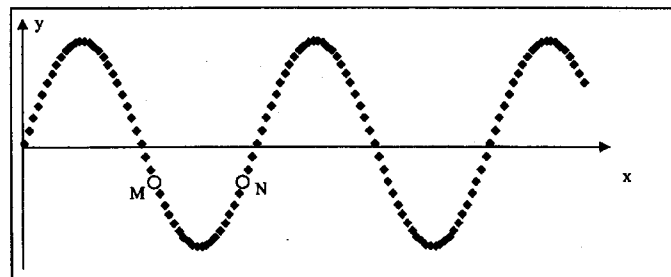
1/3

3. Ondes. (6 + 3 + 3 = 12)

Une source S de pulsation propre  $\omega$  et d'amplitude A est à l'origine d'une onde transversale sinusoïdale qui se propage dans un milieu élastique.

- Etablir l'équation d'onde pour un point M du milieu situé à une distance x de la source.

La figure ci-dessous montre l'aspect du milieu à un instant t donné.



- Vrai ou faux ? Répondez aux questions ci-dessous et justifiez votre réponse.
  - Les points M et N vibrent en phase puisqu'ils ont la même elongation.
  - Les points M et N sont distants d'une demi-longueur d'onde.

4. Dualité ondes – corpuscules. (3 + (3 + 3) + 3 = 12)

- Expliquez l'existence d'une fréquence-seuil pour observer un effet photoélectrique en vous basant sur l'hypothèse d'Einstein.
- Le césium a un travail d'extraction de 1,9 eV. On éclaire une plaque de césium avec une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0,434\ \mu\text{m}$ .
  - Calculez l'énergie cinétique des électrons émis.
  - Calculez la longueur d'onde de de Broglie associée à ces électrons.
- Un ion de masse m et de charge q est accéléré sous une tension électrique U à partir du repos. Laquelle des expressions ci-dessous donne la longueur de de Broglie de la particule ? Justifiez.

(i)  $\frac{h}{\sqrt{2mqU}}$  (ii)  $\sqrt{\frac{2mqh}{U^2}}$  (iii)  $\sqrt{\frac{2qU}{mh}}$  (iv)  $\frac{h}{2mq^2U^2}$

5. Physique nucléaire. (1 + 2 + 2 + 3 + 1 + 3 = 12)

Le radium-226, le radium-227 et le radium-228 sont des isotopes du radium.

- Expliquez la notion d'isotopes d'un élément chimique.

Le radium-226 est présent dans le sous-sol terrestre. Il est radioactif et il a une demi-vie de 1600 ans.

- Expliquez la notion de demi-vie.
- Définissez l'activité d'un échantillon radioactif.
- Calculez au bout de combien de temps l'activité d'un échantillon de radium-226 aura diminué de 75%.

2/3

Le radium-226 est un émetteur  $\alpha$ .

e) Écrivez l'équation de désintégration

f) Calculez l'énergie libérée lors de cette désintégration en MeV.

Données :  $m(\text{Ra}) = 226,0254 \text{ u}$   
 $m(\text{Rn}) = 222,0175 \text{ u}$