

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

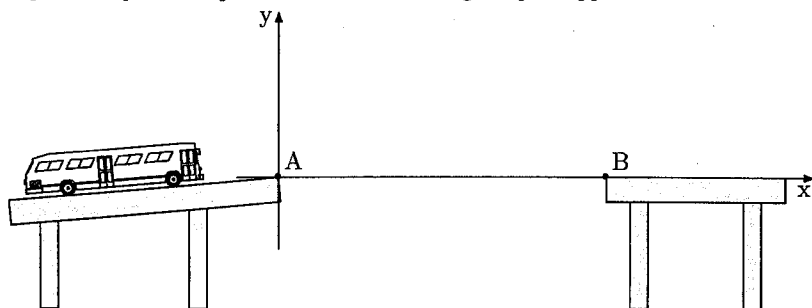
Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

juin 2014

A. Mouvement dans un champ de pesanteur (16 points)

Dans le film d'action « Speed » un bus, dont la vitesse est de 108 km/h, doit passer un pont en construction. La partie non achevée du pont a une largeur de $AB = 15,2$ m. La première partie du pont est inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale.



1. Faites l'étude dynamique et cinématique du mouvement du bus, traité comme masse ponctuelle, et établissez ses équations horaires générales. (6)
2. Déduisez l'équation cartésienne de la trajectoire. (1)
3. Expliquez pourquoi la première partie du pont doit être inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Justifiez sans calcul! (3)
4. Montrez que, pour une cascade réussie, il faut que :

$$\sin 2\alpha = \frac{g \cdot AB}{v_0^2}$$

- et calculez la valeur de α . (4)
5. Déterminez l'intensité de la vitesse en B. (2)

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

B. Oscillations électriques (17 points)

1. Établissez l'équation différentielle des oscillations libres électriques dans un circuit comprenant un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L , de résistance négligeable. (5)
2. Démontrez sous quelle condition $q(t) = Q_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle. (2)
3. La fréquence d'oscillations d'un circuit LC (sans pertes) est égale à 300 kHz. L'inductance de la bobine est égale à 0,6 mH. La tension maximale aux bornes du condensateur est égale à 400 V.
 - a) Calculez la capacité C du condensateur ainsi que la charge maximale du condensateur. (3)
 - b) Calculez l'énergie totale dans le circuit ainsi que la valeur maximale du courant qui circule. (3)
 - c) Déduisez l'équation horaire $i(t)$ du courant électrique dans le circuit à partir de la solution de l'équation différentielle. Indiquez les valeurs numériques des grandeurs physiques intervenant dans $i(t)$, sachant qu'à l'instant initial la tension aux bornes du condensateur est maximale. (4)

C. Dualité onde-corpuscule (13 points)

1. Expliquez pourquoi les résultats de l'expérience de Hertz sont en contradiction avec la théorie ondulatoire de la lumière. (3)
2. Énoncez l'hypothèse qui est la base du modèle corpusculaire de la lumière. Utilisez ce modèle pour donner une interprétation de l'effet photoélectrique. (4)
3. Le travail d'extraction pour le cuivre vaut 4,4 eV.
 - a) Discutez si la lumière visible est capable d'extraire des électrons du cuivre. (spectre visible : 400 nm à 750 nm) (3)
 - b) Déterminez la quantité de mouvement des photons capables d'extraire des électrons, ayant après l'extraction une vitesse de 600 km/s. (3)

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section: BC

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

Septembre 2014

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

- 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 α avec l'horizontale. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
- 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 .
 - Calculer à quelle distance du point O se produit l'impact du paquet au sol.
 - 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.
 - 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)

- 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.
- Expliquer le principe de fonctionnement du spectrographe de masse.
- Commenter l'affirmation suivante. Dans un spectrographe de masse le vecteur champ et le vecteur force correspondant ont toujours même sens et même direction.
- 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.
 - Déterminer la tension sous laquelle les ions ont été accélérés du repos.
 - Calculer l'intensité du champ magnétique.

III) Interférences (5+(2+2+2)=11P)

- 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.
- 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.
 - Calculer la distance dont il faudra séparer les milieux des fentes.
 - Calculer la vitesse des électrons.
 - Vrai ou faux? Justifier. Pour augmenter l'interfrange, il faut diminuer la vitesse des électrons.

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

- Énoncer les postulats d'Einstein.
- 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.
- 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.
- 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)

- Décrire les différents modes de désintégration radioactive.
- Définir la constante radioactive et la demi-vie, puis établir une relation entre ces deux grandeurs.
- 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.
 - Écrire l'équation de désintégration du plutonium 238
 - 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.
 - Sachant qu'à la fin du trajet Terre-Pluton l'activité de l'échantillon aura diminué de 7,2%, calculer la durée du trajet.