

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section: B,C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

juin 2015

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.

- 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)
- Calculer le temps de vol et déterminer l'abscisse du point d'impact du marteau sur le sol. (4)
- Quelle est la hauteur maximale atteinte par la boule dans sa trajectoire ? (2)
- 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)

- Etablir l'équation d'une onde progressive se propageant sans amortissement dans le sens positif d'un axe Ox. (6)
- 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 : $y_M(t) = y_{\max} \sin(50\pi t + \frac{\pi}{2})$.

- 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)
- Quel phénomène peut se produire si la corde n'est pas « infiniment » longue mais tendue entre deux bornes ? Justifier la réponse ! (2)
- 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)

- 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)
- 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)
- 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 :
 - r est proportionnel à m ,
 - r est proportionnel à la racine carrée de m ou
 - 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 80 mW.

- Calculer l'énergie d'un photon du faisceau. (1)
- Combien de photons sont émis par seconde ? Quelle est la quantité de mouvement d'un photon ? (3)
- 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.

(15 points)

- Etablir la loi de désintégration radioactive. Définir la demi-vie et déduire la relation entre la demi-vie et la constante de désintégration. (8)
- 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.

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

Examen de fin d'études secondaires 2015

Sections : B et C

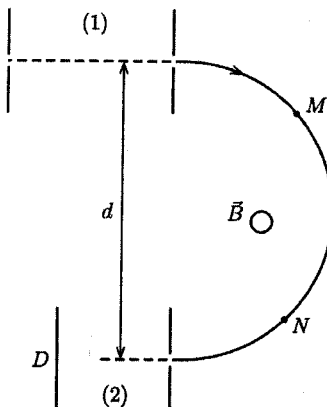
Branche : Physique

Numéro d'ordre du candidat

Septembre 2015

1. MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE **POINTS : 3+4+4+2 = 13**

Un électron, initialement au repos, est accéléré sous une tension $U_1 = 0,2$ kV entre les plaques du condensateur (1). Il pénètre ensuite dans un champ magnétique \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure. Après avoir parcouru un demi-cercle, l'électron entre dans le condensateur (2) dont la plaque D sert de détecteur d'électrons.



- Représenter aux points M et N la force de Lorentz \vec{f} exercée sur l'électron. Exprimer \vec{f} dans la base de Frenet.
- Montrer que le mouvement de l'électron est uniforme et établir l'expression de la valeur de sa vitesse en fonction de l'intensité de \vec{B} et du diamètre d de la trajectoire circulaire.
- Calculer la valeur de la vitesse de l'électron à la sortie du condensateur (1). Déterminer le sens du champ magnétique et calculer son intensité sachant que $d = 8$ cm.
- La tension U_2 entre les plaques du condensateur (2) est initialement nulle. On l'augmente jusqu'à ce qu'aucun électron ne soit détecté en D . Donner, sans calcul, cette valeur limite de U_2 et indiquer la polarité des plaques.

2. EXPÉRIENCE DE MELDE **POINTS : 8+2+1 = 11**

On étudie une corde de masse linéique $\mu = 7,72$ g · m⁻¹ et de longueur $\ell = 7,2$ m dont une extrémité est animée par un vibreur de fréquence $f = 20$ Hz et dont l'autre est soumise à une force \vec{F} .

- En se basant sur l'élongation de la source, établir l'expression du mouvement en tout point de la corde et en déduire les abscisses des ventres d'une onde stationnaire.
- Calculer les intensités des forces à appliquer si l'on veut réaliser une onde stationnaire avec un ou deux ventres.
- Expliquer comment il faut varier l'intensité de la force si l'on veut multiplier le nombre de fuseaux par trois ou quatre?

Examen de fin d'études secondaires 2015

Sections : B et C

Branche : Physique

Numéro d'ordre du candidat

3. OSCILLATEUR MÉCANIQUE **POINTS : 4+3+1+(3+1)+3 = 15**

Un solide S de masse 680 g peut se déplacer sans frottements le long d'un axe horizontal Ox . S est relié à un ressort de raideur $k = 65$ N · m⁻¹, dont l'autre extrémité est fixe. À l'équilibre, le centre de gravité G du solide se projette sur Ox en O , origine des abscisses.

On écarte le solide de $\Delta x = 11$ cm de sa position d'équilibre. À l'instant $t = 0$, le solide est lâché sans vitesse.

- Faire une figure et le bilan des forces à l'instant $t = 0$. Établir l'équation différentielle du mouvement.
- Donner une équation horaire générale du mouvement du solide S et vérifier qu'elle est une solution de l'équation différentielle. Indiquer la solution avec les valeurs numériques.
- Calculer la période propre du système.
- Exprimer l'énergie mécanique totale du système, en fonction de k , m , x et $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$.
 - Montrer que l'énergie mécanique est constante. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en fonction de la constante de raideur k du ressort et de l'amplitude X_m .
 - Calculer la valeur de l'énergie mécanique.
- Calculer la vitesse maximale et en déduire l'accélération maximale du solide S .

4. PHYSIQUE NUCLÉAIRE **POINTS: 2+3+2+2+2 = 11**

À la rentrée 2000, le laboratoire de physique d'un lycée a acheté une source radioactive de césium 137, émetteur β^- ayant une activité de 63,4 kBq. La demi-vie de cet isotope du césium est 30,07 a. Le noyau fils est émis dans un état excité.

- Écrire les équations des transformations nucléaires.
- Calculer la masse du césium contenue dans la source à la date de l'achat. La masse d'un atome de césium est 136,9 u.
- Calculer l'activité de la source à la rentrée 2014.
- Sans calcul, donner la date à laquelle l'activité n'est plus que 25% de l'activité initiale.
- La figure ci-contre montre le diagramme énergétique du noyau. Calculer la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la transition de l'état excité c vers l'état fondamental a .

