



| BRANCHE  | SECTION(S) | ÉPREUVE ÉCRITE     |
|----------|------------|--------------------|
| Physique | B et C     | Durée de l'épreuve |
|          |            | 3 heures           |
|          |            | Date de l'épreuve  |
|          |            | 01.06.2017         |
|          |            | Numéro du candidat |

### I Champs électrique et magnétique (6+1+4+2=13P)

Une particule  $\alpha$  pénètre avec un vecteur vitesse horizontal de norme 100 km/s dans un champ électrique uniforme vertical de norme 720 V/m qui est créé par un condensateur plan. Les armatures du condensateur ont une longueur de 12 cm et sont distantes de 6 cm. Le point d'entrée O, origine d'un repère cartésien, est équidistant des armatures. La particule  $\alpha$  quitte le condensateur en un point S qui est situé plus bas que le point d'entrée O.

- Établir les équations horaires du mouvement ainsi que l'équation cartésienne de la trajectoire.
- Calculer le temps que la particule met pour traverser le condensateur.
- Déterminer l'ordonnée du point S et la vitesse de la particule en ce point.
- Le champ magnétique terrestre a une intensité de  $48 \mu\text{T}$ . Calculer le rapport de la force électrique et de la force magnétique maximale en O.

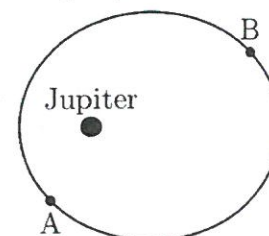
### II Satellites (4+2+3+3=12P)

Jupiter possède 67 lunes, dont les quatre les plus grandes ont été découvertes par Galilée en 1610. Les orbites des quatre lunes galiléennes sont en bonne approximation circulaires et possèdent les rayons suivants:

| Lune                      | Io      | Europa  | Ganymède  | Callisto  |
|---------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| rayon de l'orbite (en km) | 421 700 | 671 034 | 1 070 412 | 1 882 709 |

- Établir les expressions des intensités du vecteur accélération et du vecteur vitesse du centre de gravité des lunes galiléennes en fonction de la masse  $M_J$  de Jupiter et de la distance  $r$  qui les sépare du centre de gravité de Jupiter.
- Sachant que la masse de Jupiter est égale à 318 fois la masse de la Terre, calculer l'accélération et la vitesse linéaire du centre de gravité de Callisto.
- Énoncer la troisième loi de Kepler pour les lunes de Jupiter. L'utiliser pour montrer que les périodes de révolution des lunes Ganymède, Europa et Io obéissent à la relation  $T_G = 2T_E = 4T_I$ .
- La lune Carpo se déplace autour de Jupiter sur une trajectoire elliptique (voir figure).

Énoncer la deuxième loi de Kepler pour le système Jupiter-Carpo et en déduire en quel point (A ou B) la vitesse linéaire du centre de gravité de la lune Carpo est plus grande.



**III Ondes (4+2+4+2=12P)**

1. Établir l'équation d'une onde qui se propage dans le sens positif de l'axe des abscisses dans le cas où l'élongation de la source est une fonction sinusoïdale du temps.
2. On considère une onde progressive d'équation  $y(x,t)=0,1 \cdot \sin[10\pi (t-0,2x)]$ , toutes les grandeurs étant données en unités SI. Calculer la célérité de l'onde ainsi que la vitesse maximale d'un point du milieu de propagation.
3. Faire un schéma du dispositif expérimental de l'expérience de Melde. Comment peut-on interpréter la formation de l'onde stationnaire et plus particulièrement celle des nœuds et des ventres de vibration?
4. Une corde de guitare devrait vibrer avec une fréquence fondamentale de 196 Hz. La tension de la corde est mal réglée et elle vibre avec une fréquence de 200 Hz. Faut-il augmenter ou diminuer la tension de la corde pour qu'elle vibre correctement ? Justifier.

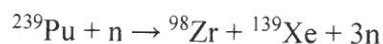
**IV Effet photoélectrique (2+4+(3+2+2)=13P)**

1. Définir ce que l'on entend par effet photoélectrique et par travail d'extraction.
2. Formuler l'hypothèse d'Einstein quant à la nature corpusculaire de la lumière. Quel autre modèle de la lumière connaît-on? Indiquer, pour chacun des modèles de la lumière, le nom d'une expérience historique qui le confirme.
3. Une cellule photoélectrique au potassium est éclairée par un laser bleu de puissance 1 mW et de longueur d'onde 400 nm. Le travail d'extraction du potassium vaut 2,25 eV.
  - a) Calculer la vitesse maximale des électrons émis.
  - b) En supposant que seulement 20 % des photons arrivant sur la plaque produisent un effet photoélectrique, calculer le nombre d'électrons qui sont émis par seconde.
  - c) Le travail d'extraction ou la vitesse des électrons expulsés vont-ils varier si on échange le laser bleu contre un laser rouge? Justifier à chaque fois.

**V Physique nucléaire (2+2+(3+3)=10P)**

Le plutonium 239 est un émetteur  $\alpha$  qui peut subir une fission nucléaire sous l'effet d'un bombardement de neutrons.

1. Expliquer ce que l'on entend par radioactivité et par fission nucléaire.
2. Écrire l'équation de désintégration  $\alpha$  du plutonium 239 et préciser les lois de conservation qui ont été utilisées pour trouver l'équation.
3. La fission nucléaire du plutonium 239 peut se produire suivant la réaction :



- a) À l'aide des données du tableau ci-après, calculer en MeV l'énergie libérée lors de cette réaction.

|   |                     |                    |                     |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|
| Noyau                                   | ${}^{239}\text{Pu}$ | ${}^{98}\text{Zr}$ | ${}^{139}\text{Xe}$ |
| Énergie de liaison par nucléon (en keV) | 7560,310            | 8581,507           | 8311,590            |

- b) En supposant que le neutron qui induit la fission nucléaire possède une énergie cinétique de 15,00 MeV, déterminer sa vitesse par un calcul relativiste.