



BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B,C	Durée de l'épreuve : 3 heures Date de l'épreuve : 07 juin 2019

Question I : Mouvement dans le champ de pesanteur (10 points)

Au bord de la mer, un enfant lance une pierre du haut d'une falaise avec une vitesse initiale de 25 m/s et un angle de tir de 30° au-dessus de l'horizontale. La pierre frappe la surface de l'eau après 5,6 s de vol. On néglige la résistance de l'air.

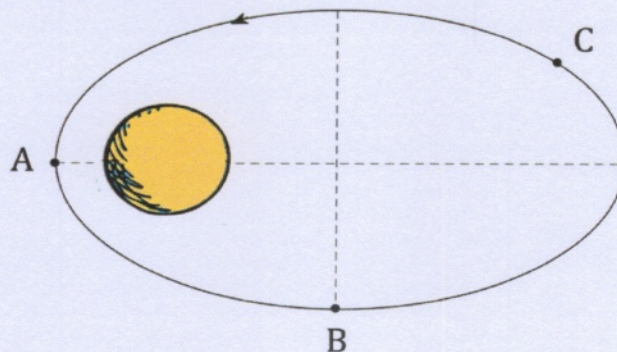
1. À partir d'une figure munie d'un repère cartésien, établir les équations horaires du vecteur vitesse et du vecteur position de la pierre. (6)
2. Calculer la hauteur du point de lancement de la pierre par rapport au niveau de la mer. (1)
3. Calculer la hauteur du sommet de la trajectoire de la pierre par rapport au niveau de la mer. (3)

Question II : Mission sur Mars (17 points)

Un des grands défis scientifiques de ce siècle sera d'envoyer une mission d'exploration humaine sur la planète Mars. Cet exercice traite différents aspects indépendants d'une telle mission.

Données : Distance entre les centres de masse de Mars et de Phobos : $r = 9,38 \cdot 10^3$ km
Masse de Mars : $m_M = 6,42 \cdot 10^{23}$ kg
Masse de Phobos : $m_P = 1,07 \cdot 10^{16}$ kg
Jour sidéral de Mars : $T_M = 24$ h 37 min

- A. Pour les communications avec la Terre, on pourrait envisager une base relais sur Phobos, l'un des satellites naturels de Mars. On suppose que l'orbite de Phobos autour de Mars est circulaire.
 - a) À partir d'une figure, montrer que le mouvement de Phobos est uniforme et établir l'expression de sa vitesse linéaire. (6)
 - b) Calculer la vitesse linéaire de Phobos ainsi que sa période de révolution autour de Mars. (2)
- B. Afin d'explorer l'atmosphère de Mars, l'agence spatiale NASA a lancé en 2013 la sonde MAVEN (*Mars Atmosphere and Volatile Evolution*). L'orbite elliptique de MAVEN autour de Mars est représentée ci-dessous. Recopier la figure et indiquer le vecteur vitesse et le vecteur accélération aux points A, B et C. Respecter l'évolution de la norme de ces vecteurs. (3)



- C. Un satellite martiostationnaire (immobile pour un observateur sur Mars) pourrait être utilisé pour les télécommunications sur Mars. Dans quel plan d'orbite faudrait-il placer un tel satellite ? Quelle serait sa période de révolution ? (2)

- D. Une fois sur la planète Mars, les explorateurs auront besoin d'une source d'énergie. Une possibilité serait d'utiliser un réacteur de fusion nucléaire alimenté avec du deutérium ${}^2_1\text{H}$ et du tritium ${}^3_1\text{H}$, qui fusionnent en libérant un neutron.

Données : $m({}^2_1\text{H}) = 2,01355 \text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3,01550 \text{ u}$

- a) Écrire l'équation de la fusion nucléaire, en précisant les lois de conservation utilisées. (2)
 b) Calculer l'énergie libérée par la réaction de fusion en MeV. (2)

Question III : Vibrations et ondes (14 points)

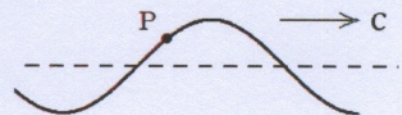
1. Questions à choix multiples (1 point par question). Il y a une seule réponse correcte par question. Veuillez noter la lettre de votre choix sur votre feuille. On ne demande pas de justification.

QCM 1 : Un pendule élastique horizontal effectue des oscillations harmoniques le long d'un axe (Ox) orienté vers la droite. L'origine O de l'axe correspond au milieu du segment parcouru par le centre d'inertie G du solide de masse m . L'abscisse de G est notée x . L'équation horaire de G est donnée par : $x(t) = A \sin(2\pi t + \pi)$, où x est exprimé en mètres et t en secondes.

- a) L'accélération de G
- est constante
 - est maximale aux extrémités de la trajectoire de G
 - est maximale en O
 - est toujours inférieure à g
 - change de signe aux extrémités
- b) À l'instant initial $t = 0$,
- G se trouve en O et se déplace vers la gauche
 - G se trouve en O et se déplace vers la droite
 - G se trouve à l'extrémité droite de sa trajectoire et a une vitesse nulle
 - G se trouve à l'extrémité gauche de sa trajectoire et a une vitesse nulle
 - Aucune de ces réponses
- c) La vitesse maximale (en m/s) de G vaut
- 1
 - A
 - 2π
 - $A \cdot 2\pi$
 - $A \cdot 4\pi^2$
- d) La période T des oscillations (en s) vaut
- 0,5
 - 1
 - 2
 - π
 - 2π
- e) On double la masse m du solide. La période devient alors
- T
 - $2T$
 - $\sqrt{2}T$
 - $0,5T$
 - $\frac{\sqrt{2}}{2}T$

QCM 2 : Une onde progressive transversale se propage le long d'une corde avec une célérité c vers la droite.

- a) Le sens de déplacement instantané du point P sur la corde est



- \uparrow
 - \downarrow
 - \rightarrow
 - \nearrow
 - Aucune de ces réponses
- b) L'onde progressive est décrite par l'équation d'onde $y(x,t) = 0,1 \sin(6t - 3x)$, où x est exprimé en mètres et t en secondes. La célérité c de l'onde (en m/s) vaut
- 0,1
 - 0,5
 - 2
 - 2π
 - Aucune de ces réponses

QCM 3 : L'équation de l'onde stationnaire dans une corde de Melde, dont les extrémités fixes sont distantes de 40 cm, est donnée par l'expression $y(x,t) = 0,04\sin(5\pi x)\cos(40\pi t)$, où y et x sont exprimés en mètres et t en secondes.

a) La fréquence de vibration d'un point (qui n'est pas un nœud) de la corde vaut

- A. 2,5 Hz B. 5 Hz C. 10 Hz D. 20 Hz E. 40 Hz

b) Le nombre de fuseaux vaut

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5

2. La tension dans une corde de masse linéique 1 g/m vaut 0,40 N.

a) Calculer la fréquence d'une onde progressive de longueur d'onde 20 cm qui se propage à travers cette corde. (2)

b) Comparer, en justifiant, l'état vibratoire de deux points distants de 30 cm sur cette corde. (1)

3. Dans une expérience avec les fentes de Young, la distance séparant les centres des deux fentes est doublée. Comment doit-on modifier la distance D entre le plan des fentes et l'écran pour que l'interfrange sur l'écran reste identique ? Justifier. (2)

Question IV : Relativité restreinte (10 points)

1. Définir : durée propre et une durée impropre. (2)

2. Dans le SLAC (Stanford Linear Accelerator), des électrons sont accélérés par une tension de 1,5 MV.

a) Calculer l'énergie totale de ces électrons. (2)

b) Calculer la vitesse des électrons et l'exprimer en % de la célérité de la lumière. (3)

c) Calculer la longueur d'onde associée à ces électrons. (2)

d) Ensuite, les électrons parcourent à vitesse constante un tunnel de longueur au repos 3 km. Calculer la longueur du tunnel dans le référentiel des électrons. (1)

Question V : Radioactivité (9 points)

1. Définir : demi-vie d'un radionucléide. (1)

2. Les roches volcaniques contiennent du potassium radioactif ^{40}K qui se désintègre en argon gazeux ^{40}Ar avec une demi-vie de $T_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9$ ans. Lors d'une éruption volcanique, tout l'argon s'échappe de la lave et la lave solidifiée ne contient plus d'argon antérieur à la date de l'éruption. Une analyse montre qu'un échantillon d'une roche volcanique d'un ancien volcan contient une masse de 2,9800 mg de ^{40}K et une masse de 8,6 μg de ^{40}Ar .

a) Quelle masse m_0 (en mg) de potassium radioactif ^{40}K l'échantillon renfermait-il juste après la dernière éruption du volcan ? (1)

b) Combien d'années se sont écoulées depuis la dernière éruption ? (3)

c) Le noyau ^{40}Ar issu de la désintégration du ^{40}K se trouve dans un état excité. Il passe ensuite à l'état fondamental en émettant un rayonnement électromagnétique, comme l'indique le diagramme ci-contre. Calculer la longueur d'onde de la radiation émise. (2)

d) À quel domaine du spectre électromagnétique cette radiation appartient-elle ? Comment appelle-t-on les corpuscules associés à cette radiation ? (1)

e) Donner la relation entre l'énergie et la quantité de mouvement pour une telle particule. (1)

