



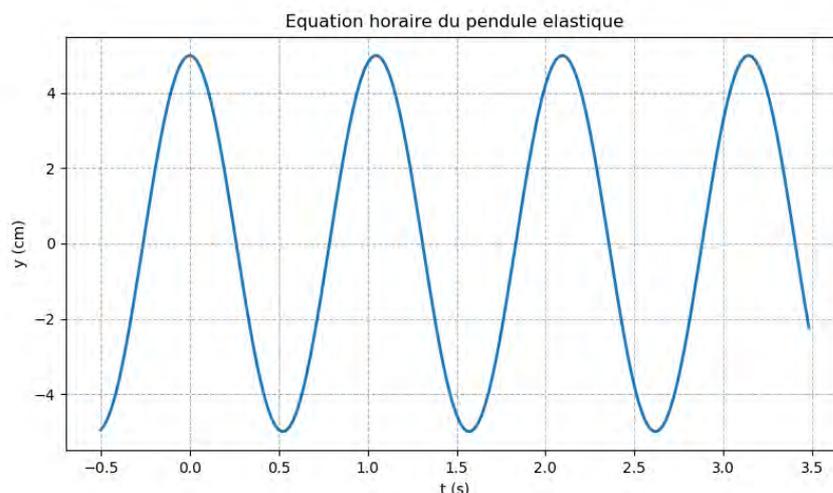
BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	I	Durée de l'épreuve : 2.5 h Date de l'épreuve : 26/05/2020

1. Cinématique et dynamique 13 points

1. Le saut en longueur ('Weitsprung') est une épreuve qui consiste à couvrir la plus longue distance possible en sautant à partir d'une marque fixe dans un bac à sable. La vitesse de course au moment du saut est déterminante. Dans la suite, on admet que l'athlète est assimilable à un point matériel et que les forces de frottement sont négligeables.
- a) Donnez une figure annotée et établissez les équations horaires et cartésienne de l'athlète à partir du vecteur accélération dans la base cartésienne. On suppose que la hauteur initiale de l'athlète au moment du saut au niveau de la marque fixe est identique à sa hauteur lors de l'arrivée dans le bac à sable. T(8 points)
- b) On sait que l'athlète a une vitesse avec une composante horizontale de 7 m/s et une composante verticale au moment du saut de $2,5 \text{ m/s}$. Déduisez les équations nécessaires pour déterminer la portée de l'athlète et déterminez-la. E(5 points)

2. Oscillateurs 14 points

2. Un pendule élastique horizontal est composé d'un solide de masse $m = 100 \text{ g}$ accroché à un ressort à spires non jointives de raideur k . Le solide, dont la position est repérée par l'élongation y peut se déplacer sans frottements sur un support horizontal. La position $y = 0$ correspond au ressort non tendu. On écarte le solide de sa position d'équilibre et on le lâche.
- a) Quelle est la nature des oscillations ? Justifiez. T(1 point)
- b) Déduisez à partir des forces appliquées au solide l'équation différentielle décrivant le mouvement oscillatoire. T(5 points)
- c) Déduisez à partir du graphique suivant la valeur de la raideur du ressort. E(3 points)



- d) Trouvez les valeurs numériques de l'amplitude, de la pulsation et de la phase à l'origine et donnez les expressions de $y(t)$ et de $v(t)$. E(5 points)

3. Ondes et lumière 7 points

3. Une onde transversale est décrite par la fonction suivante :

$$y(x;t) = 0,03\sin\left(-0,4x + 2t + \frac{\pi}{2}\right)$$

(unités : distances en mètres, temps en secondes)

- a) Déterminez l'amplitude, la fréquence et la célérité de cette onde. E(5 points)
- b) Déterminez les dates à l'abscisse $x = 0$ pour lesquelles l'élongation est maximale. E(2 points)

4. Relativité restreinte 14 points

4.1 Trouvez l'expression de la dilatation du temps. Dans ce contexte, décrivez entre-autre l'expérience par la pensée, la notion d'horloge à lumière et déduisez l'expression cherchée en ajoutant les figures nécessaires. T(8 points)

4.2 L'étoile nommée 'Teegarden' se situe dans la constellation du bélier à environ 12,5 année-lumières ; mesure effectuée à partir de la Terre. Au moins une des deux planètes, légèrement plus grandes que notre Terre, découvertes près de cette étoile se trouve dans la zone habitable de cette étoile. Vous décidez d'envoyer une sonde vers ces planètes pour les analyser.

a) Quelle est la durée de voyage (en années) de votre sonde pour un aller simple, si elle se déplace à une vitesse conventionnelle de 17 km/s ? Peut-on déterminer la durée par la mécanique classique ? Expliquez. E(2 points)

b) Quelle est la durée de ce voyage lorsque cette sonde a une vitesse hypothétique de 95% de la vitesse de la lumière ?
Calculez cette durée dans le référentiel terrestre et dans le référentiel à bord de la sonde. Utilisez les notions de *temps propre* et *impropre* ainsi que de *longueur en mouvement* et de *longueur au repos* pour décrire respectivement expliquer la situation dans les deux référentiels. E(4 points)

5. Réactions nucléaires 12 points

5.1 a) Expliquez pourquoi le carbone-14, ayant une demi-vie de 5730 ans, peut être utilisé pour la datation en archéologie. T(4 points)

b) Donnez le bilan de réaction de la formation et de la désintégration du carbone 14.
Indices : La formation du C-14 se fait par absorption d'un neutron par l'azote N-14. Quelle autre particule à part du C-14 est libérée après cette réaction ?
La désintégration du C-14 est du type β^- . E(2 points)

5.2 a) Lors de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl, entre autres une grande quantité de Cs-137 a été libéré. Ayant une demi-vie de 30,6 ans, après combien de temps la concentration en Cs-137 a-t-elle diminué de 90% ? E(3 points)

b) Calculez l'activité A d'un gramme de Cs-137 de masse molaire 137 g/mol . E(3 points)