



DISCIPLINE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE	
Physique	CB / CC	Date de l'épreuve :	31.05.22
		Durée de l'épreuve :	08:15 - 11:25
		Numéro du candidat :	

Partie obligatoire			
Question	Nb points	Sujet	Obligatoire
I	14	Jeu de fléchettes	X
II	16	Accélérateur de particules	X
III	15	Oscillateur mécanique	X

  

Partie au choix			
Choisissez 1 question parmi les 2 suivantes et indiquez votre choix avec un x			
Question	Nb points	Sujet	Choix du candidat
IV	15	Relativité restreinte	
V	15	Radiothérapie	

I. Jeu de fléchettes (« darts »)

(7 + 3 + 4 = 14 points)

Un joueur de darts veut lancer une fléchette dans la zone du triple 20 pour obtenir le maximum possible de 60 points. Cette zone se trouve à une hauteur de 1,83 m du sol. Lors de son entraînement, des mesures ont montré qu'il laisse partir ses fléchettes à la hauteur de son œil, situé à 1,70 m du sol, et qu'à cet instant la vitesse initiale de la fléchette forme un angle de  $23^\circ$  avec l'horizontale.

- 1) Faire une figure de la situation et établir les équations horaires du mouvement de la fléchette. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. (7)
- 2) Sachant qu'initialement la fléchette se trouve à une distance horizontale de 2,10 m de la cible, déterminer la norme de la vitesse initiale pour que le joueur réussisse son tir. (3)
- 3) Sachant que la fléchette est lancée avec une vitesse initiale de norme 20,85 km/h, déterminer l'angle que la fléchette formera avec la cible lors de son impact. Faire un schéma de la situation d'impact en précisant l'angle en question. (4)

**II. Accélérateur de particules (6 + 2 + 2 + 3 + 3 = 16 points)**

Dans un centre de recherche, des particules  $\alpha$  sont accélérées dans un cyclotron avant d'être lancées contre une cible. Le cyclotron utilisé a un rayon de 5 m. Les particules  $\alpha$  sont accélérées à partir du repos et sortent du cyclotron avec une vitesse de  $2,5 \cdot 10^3$  km/s.

- 1) Faire un schéma d'un cyclotron et indiquer les vecteurs champs qui y règnent et les forces qui s'appliquent à la particule sur sa trajectoire. Expliquer le fonctionnement de cet accélérateur de particules. (6)
- 2) Calculer l'intensité du champ magnétique dans les dés pour que les particules sortent avec la vitesse désirée. (2)
- 3) Sachant que la tension entre les dés a une valeur de 540 V, déterminer l'augmentation d'énergie cinétique à chaque accélération. (2)
- 4) En déduire le nombre de tours qu'une particule  $\alpha$  parcourt dans le cyclotron avant de sortir. (3)
- 5) « Si on accélère des protons au lieu de particules  $\alpha$ , les protons sortent du même cyclotron avec une vitesse deux fois plus élevée. » Vrai ou faux ? Argumenter la réponse (sans calcul). (3)

**III. Oscillateur mécanique (4 + 3 + 2 + 3 + 3 = 15 points)**

Un ressort de suspension de voiture est testé sur un banc d'essai afin de vérifier son bon fonctionnement. Il est monté horizontalement et on y fixe une masse de 250 kg qui peut coulisser sans frottement le long d'un axe horizontal. L'origine de l'axe est fixée à la position du centre d'inertie de la masse dans sa position d'équilibre. Lors du test, on mesure une fréquence d'oscillation de 4,5 Hz.

- 1) Établir l'équation différentielle du mouvement de cet oscillateur. (4)
- 2) Proposer une solution de cette équation et vérifier sa validité. En déduire l'expression de la période des oscillations en fonction de la raideur du ressort  $k$  et de la masse oscillante  $m$ . (3)
- 3) Calculer la raideur du ressort. (2)
- 4) Sachant que l'oscillateur atteint une vitesse maximale de 1,8 m/s lors de son mouvement, déterminer l'amplitude des oscillations. (3)
- 5) Lorsqu'il est installé dans une voiture, ce ressort est accompagné d'un amortisseur. Quel est l'effet de la force de frottement que cet amortisseur exerce sur le système oscillant ? Représenter graphiquement l'évolution temporelle de l'élongation du ressort, compte tenu de ce frottement. (3)

## Répondre à une question au choix parmi les deux suivantes

## IV. Relativité restreinte

(4 + 5 + 3 + 3 = 15 points)

- 1) « Deux événements qui ont lieu simultanément dans un référentiel donné, ne sont jamais simultanés dans un autre référentiel en MRU par rapport au premier. » Commenter cette affirmation en vous basant sur une expérience par la pensée. (4)
- 2) Établir l'expression mathématique de la dilatation du temps. (5)
- 3) Dans un accélérateur de particules, des protons, initialement au repos, sont soumis à une tension accélératrice de 500 MV. Ils parcourent ensuite en MRU un tunnel de longueur 27 km, longueur mesurée dans le référentiel du laboratoire.
  - a) Calculer la vitesse des protons après l'accélération. (3)
  - b) Déterminer, dans le référentiel des protons, la longueur du tunnel et la durée nécessaire pour le traverser. (3)

## V. Radiothérapie

(2 + 2 + 5 + 3 + 3 = 15 points)

Suite à un cancer de la thyroïde, un patient est traité avec un radio-isotope afin de détruire les métastases qui se sont formées et qui ne peuvent pas être enlevées chirurgicalement. Pour cela, le patient ingère une gélule contenant de l'iode-131, un nucléide radioactif dont la demi-vie est de 8 jours, et qui décroît en émettant un rayonnement  $\beta^-$ . L'activité de cette gélule vaut 3,7 GBq au moment de l'ingestion.

- 1) Écrire l'équation de la désintégration en précisant les lois physiques utilisées pour équilibrer cette équation. (2)
- 2) Le noyau-fils issu de cette désintégration peut encore émettre un autre rayonnement dangereux. Quelle est l'origine de ce rayonnement, comment l'appelle-t-on et quel est le type de particule émise ? (2)
- 3) Établir la loi de décroissance radioactive. (5)
- 4) Déterminer la masse de  $^{131}\text{I}$  contenue initialement dans la gélule. (3)
- 5) Calculer après combien de jours l'activité de  $^{131}\text{I}$  sera descendue à 5000 Bq, ce qui correspond à l'activité naturelle du  $^{40}\text{K}$  dans le corps humain. (3)