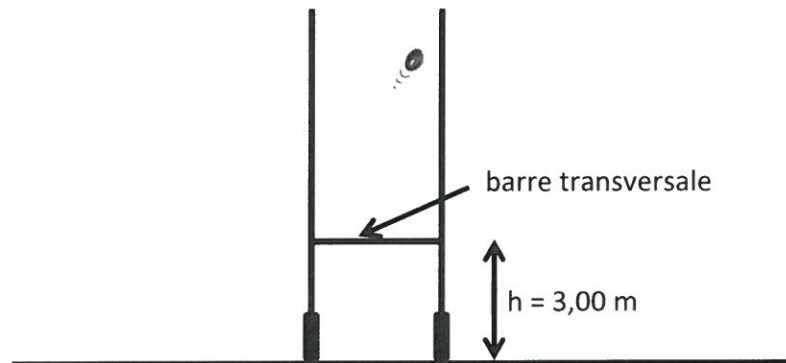




BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B, C	Durée de l'épreuve : 3 heures Date de l'épreuve : 08 juin 2018

### I. Pénalité au rugby (17 points)

Un joueur de rugby place le ballon de rugby sur le sol à 35 m des poteaux de rugby en forme de H (représentés ci-dessous), afin de tenter une pénalité. Pour réussir la pénalité, rapportant 3 points à son équipe, il doit tirer le ballon de rugby, considéré comme corps ponctuelle de masse  $m = 450$  g, au-dessus de la barre transversale se trouvant à une hauteur  $h = 3,00$  m au-dessus du sol et entre les poteaux verticaux.

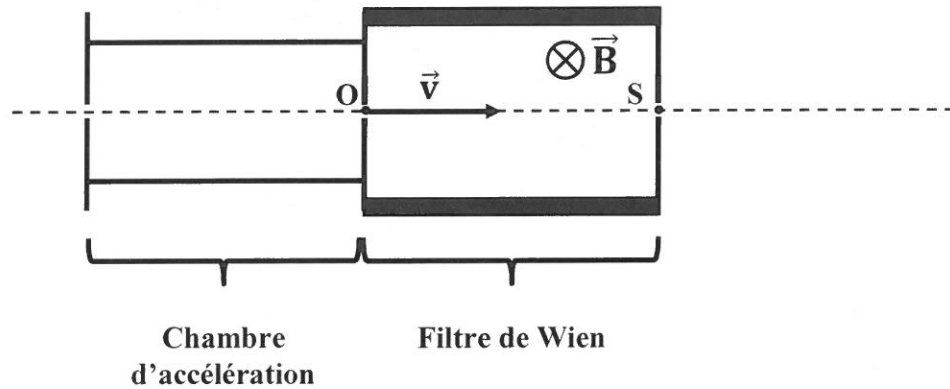


L'intensité de la vitesse initiale du ballon est  $v_0$  et l'angle de tir par rapport au sol vaut  $35^\circ$ . Malheureusement le joueur ne réussit pas la pénalité, car le ballon frappe la barre transversale.

- 1) Faites une figure soignée de la situation décrite, puis établissez l'expression du vecteur accélération et les équations horaires du mouvement. Déduisez-en finalement l'équation cartésienne du ballon. (7 pts)
- 2) Calculez l'intensité de la vitesse initiale  $v_0$  du ballon. (3 pts)
- 3) En supposant que la vitesse initiale du ballon soit de 20,40 m/s, déterminez les coordonnées du sommet de la trajectoire. (3 pts)
- 4) Calculez l'intensité de la vitesse avec laquelle le ballon frappe la barre transversale. (3 pts)
- 5) Le joueur aurait-il pu réussir la pénalité si la masse du ballon de rugby avait été plus petite ; les conditions initiales restant inchangées ? Justifiez votre réponse. (1 pt)

### II. Filtre de Wien (8 points)

Différentes particules, supposées chargées positivement, sont créées dans une chambre d'ionisation et pénètrent avec une vitesse négligeable dans une chambre d'accélération où elles sont accélérées linéairement à l'aide d'une tension accélératrice  $U_{acc}$ . Elles pénètrent ensuite dans un filtre de vitesse ou filtre de Wien tel que, uniquement les particules ayant la vitesse d'entrée voulue  $\vec{v}$  en O, parviennent à sortir du filtre avec la même vitesse de sortie  $\vec{v}$  en S. A l'intérieur du filtre règne un champ magnétique  $\vec{B}$ , tel qu'indiqué sur la figure de la page suivante, et un champ électrique  $\vec{E}$  dont les effets conjugués se compensent pour les particules ayant la vitesse d'entrée  $\vec{v}$  voulue.



- 1) Redessinez le filtre de Wien et indiquez sur la figure le champ électrique  $\vec{E}$ , la force de Lorentz  $\vec{f}_m$  ainsi que la force électrique  $\vec{F}$  pour une particule ayant la vitesse d'entrée  $\vec{v}$  voulue. Quelle relation existe entre les forces s'exerçant sur la particule ? Justifiez votre réponse. **(3 pts)**
- 2) Tracez sur la figure précédente l'allure approximative de la trajectoire d'une particule ayant une vitesse d'entrée trop petite. Justifiez votre réponse. **(2 pts)**
- 3) Laquelle des affirmations est correcte pour une particule chargée donnée ayant la vitesse d'entrée  $\vec{v}$  voulue et pour un champ électrique  $\vec{E}$  donné ? Justifiez votre choix. **(3 pts)**  
**(a) :  $B \sim U_{acc}$       (b) :  $B \sim \sqrt{U_{acc}}$       (c) :  $B \sim \frac{1}{U_{acc}}$       (d) :  $B \sim \frac{1}{\sqrt{U_{acc}}}$**

### III. Fentes de Young (14 points)

Un pinceau de lumière monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda$ , émis par un laser hélium-néon, éclaire lors d'une première expérience une double-fente composée de deux fentes parallèles séparées par une distance  $a = 0,5$  mm. Une figure d'interférence apparaît sur un écran placé perpendiculairement au pinceau lumineux à une distance  $D = 2,37$  m du plan des fentes.

- 1) Définissez la différence de marche aux 2 fentes d'un point M de l'écran. Etablissez la relation permettant de déterminer la position des centres des franges brillantes sur l'écran. Déduisez-en la formule de l'interfrange  $i$ . **(7 pts)**
- 2) Calculez la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde lumineuse sachant que 6 franges brillantes voisines sont séparées de 1,5 cm sur l'écran. **(3 pts)**
- 3) Une deuxième expérience similaire est effectuée et donne une deuxième figure d'interférence où les franges brillantes sont plus rapprochées que lors de la première expérience. **(4 pts)**  
 Les affirmations suivantes sont-elles correctes ? Justifiez votre réponse.
  - On a utilisé une double-fente où les fentes sont moins éloignées, tout en ne changeant pas la source lumineuse et en gardant la distance entre le plan des fentes et l'écran inchangée.
  - On a utilisé une nouvelle source monochromatique de fréquence plus élevée, tout en gardant la distance entre les deux fentes, ainsi que la distance entre le plan des fentes et l'écran inchangées.

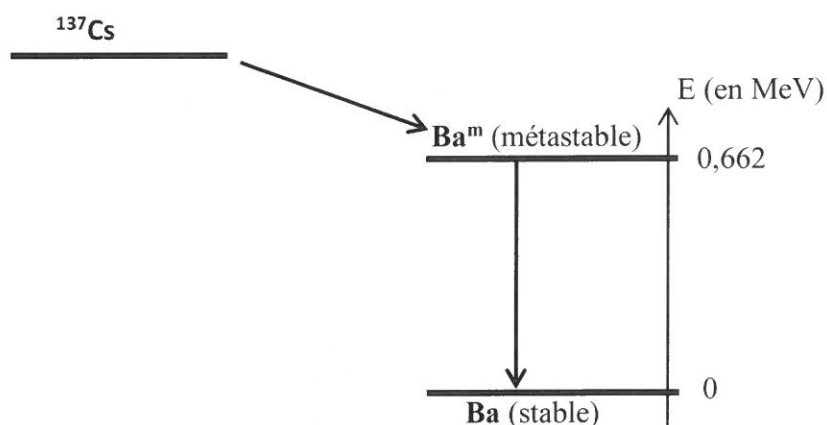
#### IV. Accélération d'un faisceau d'électrons (6 points)

Des électrons sont émis avec une vitesse initiale supposée nulle, dans un tube de Coolidge, servant à produire des rayons X, par un filament chauffé. Ils sont ensuite accélérés sous l'effet d'une tension accélératrice  $U = 50 \text{ kV}$  et vont frapper avec une vitesse  $v$  supérieure à  $0,1c$  une cible en cuivre afin de produire des rayons X.

- 1) Calculez dans le référentiel terrestre, l'énergie totale, ainsi que la vitesse d'un électron frappant la cible en cuivre. **(4 pts)**
- 2) Calculez la longueur d'onde associée à l'électron frappant la cible. **(2 pts)**

#### V. Essais nucléaires (15 points)

En 1960 la France a effectué plusieurs essais nucléaires dans le Sahara algérien dont les retombées radioactives ont été détectées jusque dans le sud de l'Europe. Lors de ces essais ont été libérés certains radioéléments tels que l'iode 131 ou le césium 137. Un noyau de césium 137 se désintègre et donne naissance à un noyau de baryum métastable (c.à.d. excité) qui se désexcite ensuite en un noyau de baryum stable tel qu'indiqué sur la figure ci-dessous.



- 1) Expliquez ce qu'on entend par radioactivité. **(1 pt)**
- 2) Expliquez comment un noyau peut, lors d'une désintégration  $\beta^-$ , émettre un électron, alors que, d'après le modèle de Rutherford, on sait qu'un noyau atomique ne contient aucun électron. **(1 pt)**
- 3) Etablissez la loi de désintégration radioactive, ainsi que la relation existant entre la demi-vie et la constante de désintégration d'un radioélément. **(6 pts)**
- 4) L'iode 131 libéré lors de ces essais nucléaires est-il encore présent aujourd'hui en grande quantité dans l'atmosphère? Justifiez votre réponse. **(1 pt)**
- 5) Ecrivez les deux équations de désintégration à partir d'un noyau de césium 137. **(2 pts)**
- 6) Après combien d'années l'activité du césium libéré lors des essais nucléaires a-t-elle diminué de 80%? **(2 pts)**
- 7) Calculez la fréquence et la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la désexcitation d'un noyau de baryum métastable dans l'atmosphère terrestre. **(2 pts)**

**Demi-vie  $T$  :** Iode 131 :  $T = 8$  jours ;  
Césium 137 :  $T = 30,17$  ans