LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enfance et de la Jeunesse

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES CLASSIQUES 2020

BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	**CB, CLB, CC, CLC**	*Durée de l'épreuve :* *Date de l'épreuve :*

A. Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme (15 pts)

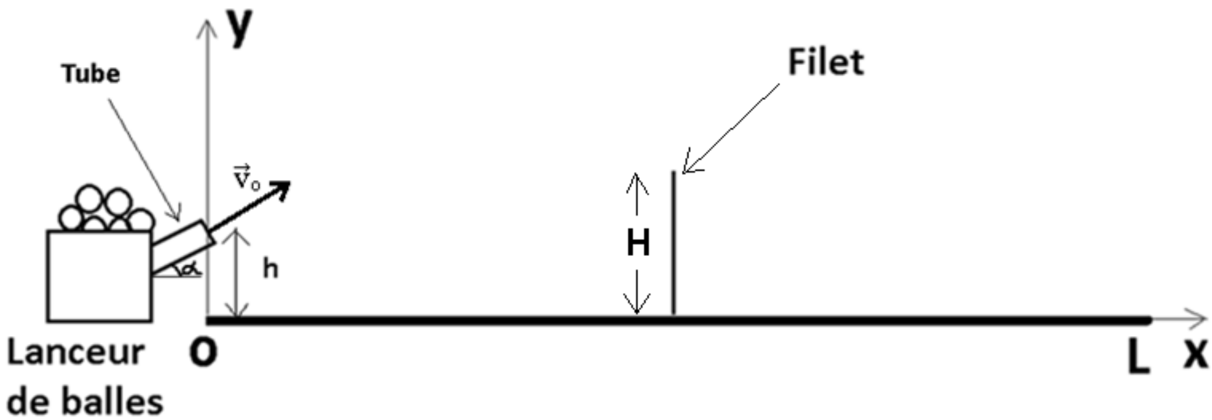
Une machine à lancer des balles de tennis est posée au bord d'un terrain de tennis de telle façon que l'extrémité du tube de direction se trouve à une hauteur h = 30 cm au-dessus du sol et fait un angle α = 36° avec l'horizontale. La machine tire une balle avec un vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ comme indiqué sur le croquis. On suppose la balle de tennis comme ponctuelle et on néglige les frottements.

1. Faire une étude dynamique et établir les équations horaires de la balle dans le référentiel (O ; x, y), puis en déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire proposé. **(5 + 2 pts)**

2. Sachant que la hauteur du filet qui se trouve au centre du terrain est H = 91,4 cm et que la longueur totale du terrain est L = 23,77 m, calculer la norme du vecteur vitesse $\vec{v}_0$ afin que la balle passe tout juste au-dessus du filet. **(3 pts)**

3. En supposant que la norme du vecteur vitesse $\vec{v}_0$ est de 11,50 m/s, calculer la hauteur maximale h_{max} atteinte par la balle. **(3 pts)**

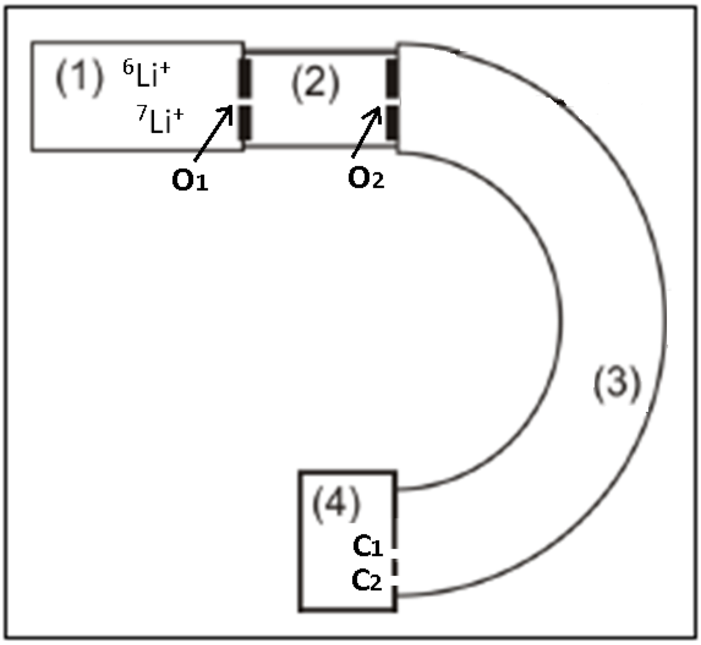
4. Quelle est la forme de la trajectoire obtenue ? Représenter approximativement la trajectoire de la balle sur le croquis jusqu'à ce qu'elle retombe au sol. **(0,5 + 1,5 pts)**



B. Spectromètre de masse (16 pts)

À l'aide du spectrographe de masse formé de 4 parties comme schématisé ci-dessous, on désire séparer les ions $^{6}Li^{+}$ et $^{7}Li^{+}$ de même charge q mais de masses différentes respectivement m_1 et m_2. En O_1, la vitesse des ions est pratiquement nulle. Dans la partie 2, on applique une tension U afin qu'en arrivant en O_2, les ions $^{6}Li^{+}$ aient une vitesse v_1 et les ions $^{7}Li^{+}$ une vitesse v_2.
Ils pénètrent ensuite dans la partie (3) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure afin de terminer leur trajectoire au niveau de la partie (4). On suppose que les ions se déplacent dans le vide et que leur poids est négligeable devant les autres forces.

1. Expliquer le rôle de chacune des 4 parties. **(2 pts)**



2. A partir du théorème de l'énergie cinétique, établir l'expression littérale des vitesses v_1 et v_2 des deux types d'ions en O_2 en fonction de U, q et de leurs masses respectives m_1 et m_2. **(2 pts)**

3. Indiquer le sens du champ magnétique $\vec{B}$ dans la partie (3) afin que les ions atteignent la partie (4). **(1 pt)**

4. Dans la partie (3), les trajectoires des ions sont planes. Démontrer également que ces trajectoires sont circulaires et que la norme de la vitesse de chaque type d'ions reste constante dans toute la partie (3). **(6 pts)**

5. En déduire l'expression littérale des rayons R_1 et R_2 de leurs trajectoires circulaires en fonction de U, q, B et de leurs masses respectives m_1 et m_2. **(2 pts)**

Application :
6. Les deux types d'ions sont collectés en C_1 et C_2. Sachant que $m_1 = 6u$ et $m_2 = 7u$, B = 0,4 T et que U = $5 \cdot 10^4$ V, calculer la distance C_1C_2. **(3 pts)**

C. Oscillations mécaniques (18 pts)

Un pendule élastique est formé d'un bloc de masse m = 0,3 kg accroché à un ressort de raideur k. Il oscille sans frottements sur une table horizontale le long d'un axe Ox. A l'origine des temps, le ressort est comprimé à son maximum et le centre de gravité G du bloc se trouve à 5 cm à gauche de sa position d'équilibre. Pour se déplacer de l'extrémité gauche jusqu'à l'extrémité droite, le pendule met 0,8 s.

1. Dessiner un croquis montrant le pendule à l'instant t = 0 s et y représenter les forces agissant sur le bloc. **(1 pt)**

2. Établir l'équation différentielle du mouvement du pendule. **(5 pts)**

3. Montrer que l'équation $x(t) = x_{max} \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle en précisant sous quelle condition. **(2 + 1 pts)**

4. Déterminer les valeurs de x_{max}, de ω_0 et de φ. **(1 + 1 + 2 pts)**

5. Calculer la tension F du ressort, agissant sur le bloc, lorsqu'il se trouve à 2 cm de sa position d'équilibre. **(2 pts)**

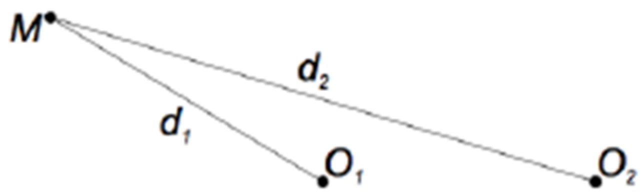
6. Déterminer la date du premier passage du bloc à l'abscisse x = 2 cm **(3 pts)**

D. Ondes progressives (11 pts)

Deux lames vibrantes, parfaitement synchrones et d'équations $y_{01}(t) = y_{02}(t) = A \cdot \sin(2\pi \frac{t}{T})$, sont munies chacune d'une pointe qui produit respectivement en un point O_1 et O_2 de la surface d'une nappe d'eau, des ondes transversales, sinusoïdales, d'amplitude A, se propageant dans toutes les directions du liquide avec une célérité constante c. On néglige tout amortissement.

1. Quand dit-on qu'une onde est transversale ? **(2 pts)**

Soit M un point de la surface de l'eau situé à la distance d_1 de O_1 et à la distance d_2 de O_2 comme le montre le schéma suivant :



2. Écrire (sans l'établir) l'équation horaire $y_1(t)$ que l'onde venant de O_1 impose au point M et (sans l'établir) l'équation horaire $y_2(t)$ que l'onde venant de O_2 impose également au point M. **(2 pts)**

3. Établir la condition à laquelle doit satisfaire $d_2 - d_1$ afin que les ondes arrivent en M en opposition de phase. **(4 pts)**

Application :
4. Sachant que la fréquence des deux lames est f = 10 Hz et que c = 2,5 m/s, en déduire la longueur d'onde λ puis calculer la distance $d_2 - d_1$ la plus petite afin que les ondes arrivent en M en opposition de phase. **(1 + 2 pts)**