

BA1 en Médecine et Sciences Dentaires

Examen BLANC

Note importante concernant cet examen blanc: ces questions vous sont proposées afin de vous donner une idée du type de questions qui seront posées à l'examen Janvier 2022. Gardez bien à l'esprit que certaines questions d'examen pourraient être plus difficiles ou plus abordables que celles présentes dans ce document. De façon analogue, les questions d'examen portent potentiellement sur tous les chapitres du cours, et pas seulement ceux représentés dans les questions ci-dessous. Enfin, le nombre de questions, le format et la logique de distribution des points sont susceptibles d'être modifiés.

A la fin de ce document se trouve un aide-mémoire. Cet aide-mémoire sera disponible pendant l'examen et ne devrait pas changer par rapport à cette version. Nous attirons votre attention sur la note importante présente sur la dernière page et concernant cet aide-mémoire.

Nom:

Prénom:

Section:

Q1: /13	Q2: /9	Q3: /8
Q4: /8	Q5: /8	Q6: /8

Instructions:

L'usage de document n'est pas autorisé. L'examen dure 3 heures. Il y a 6 questions. Vous êtes responsables de vérifier que cet examen comporte bien 20 pages. Vous n'êtes pas autorisés à dégraffer les pages de l'examen. Vous êtes autorisés à utiliser une calculatrice (pas de smartphone). Un aide-mémoire vous est fourni à la fin de ce document.

Nous vous recommandons de faire un maximum de calculs de façon symbolique (sans substituer les valeurs numériques). Lorsque cela est possible, exprimez vos résultats numériquement à la fin de vos calculs.

Les valeurs numériques peuvent être arrondies au 2e chiffre significatif. Sauf indication contraire, tous les résultats numériques doivent être exprimés dans les unités du Système International. Vous pouvez prendre $g = 10m/s^2$.

Lorsqu'il vous est demandé de dessiner une force sur un schéma, on demande que la direction et le sens soient le plus précis possible, mais la norme ne doit pas nécessairement être à l'échelle.

Veillez répondre à chaque question dans l'espace prévu à cet effet après chaque énoncé. S'il vous manque de la place, vous pouvez faire référence au verso d'une des feuilles d'examen pour indiquer où se trouve votre réponse. Veillez à indiquer *très clairement* si vous recourez à ce système. Enfin, le verso des feuilles d'examen peut-être également utilisé comme brouillon pour vos calculs et raisonnements.

Note finale: Le nombre total de points, sur les 6 questions, s'élève à 54 points. Le nombre de points obtenus est rapporté sur 20, et la note de l'examen est alors obtenue en arrondissant à l'entier le plus proche.

QUESTION 1: (13 points)

On considère dans cette question un appareil d'un nouveau type permettant de lancer des projectiles dans l'espace. L'idée est la suivante: le projectile de masse $M = 100kg$ est attaché à un bras de longueur $R = 10m$, et le bras est mis en rotation dans un plan vertical (voir schéma). Une fois la vitesse angulaire suffisamment élevée, un système permet de détacher le projectile du bras, lui permettant de continuer sa route vers les étoiles. Afin de simplifier la discussion, nous supposons que le projectile est lâché lorsque sa vitesse pointe parfaitement dans la direction de la verticale ascendante (vers haut). De plus, nous négligeons la masse du bras dans cette question.

On suppose que le bras a déjà accéléré à sa vitesse maximale: la période du mouvement de rotation est de $T = 0,15s$.

On paramétrise la trajectoire par

$$\vec{r}(t) = L (\sin(\omega t), \cos(\omega t)) ,$$

où L et ω sont certaines constantes que nous déterminerons dans un instant et nous utilisons les coordonnées (x, z) comme sur la figure 1.

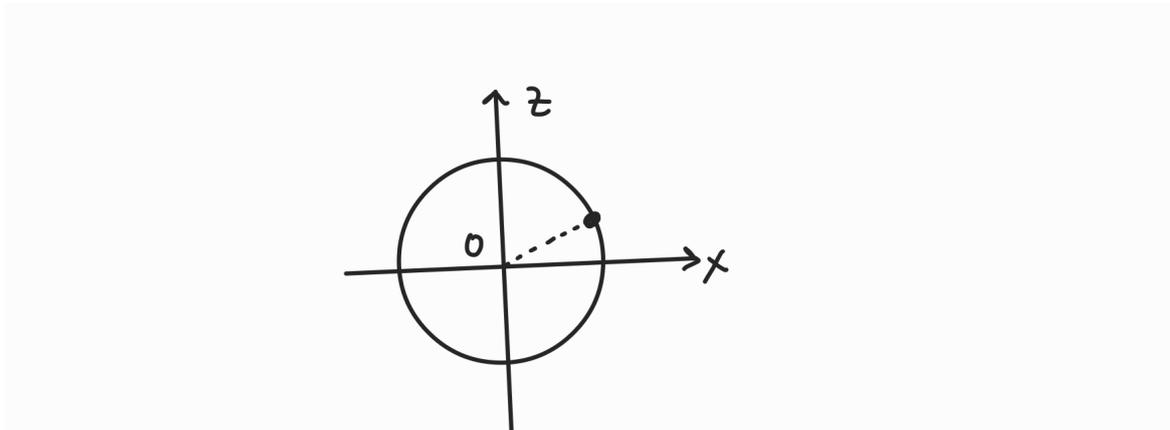


Figure 1: projectile en rotation.

Dans cette question, nous vous conseillons d'exprimer vos angles en radians.

1. (1pt) Que vaut la vitesse angulaire ω ?

7. (2pt) En utilisant la seconde loi de Newton, déterminer ce que vaut \vec{f} .
8. (1pt) Quelle est la puissance P correspondant à cette force \vec{f} ?
9. (1pt) Que vaut f (la norme de \vec{f})?
10. (1pt) Quelle est la valeur maximale que f atteint lors d'une rotation complète du bras?
11. (1pt) A quelle position se trouve le projectile lorsque f est maximale?

On voudrait maintenant savoir quand est-ce que le système doit lâcher le projectile. On note ce temps à déterminer t_ℓ .

12. (1pt) Donner une valeur de temps t_ℓ , en secondes, qui convient pour lâcher le projectile à la verticale, vers le haut.

QUESTION 2: (9 points)

On considère un bloc de masse $M = 50\text{kg}$ que l'on pose sur le sol, incliné par rapport à l'horizontale avec un angle de $\alpha = 12^\circ$, voir figure 2. On note $\mu = 0,42$ le coefficient de frottement statique entre le bloc et le sol. Le bloc est immobile et peut être considéré comme ponctuel.

On néglige les effets liés à la présence de l'air.

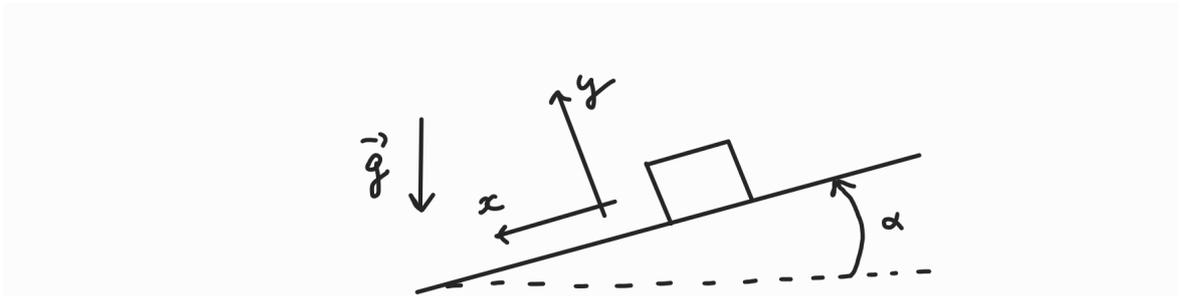


Figure 2: bloc sur un sol incliné.

Nous utilisons dans ce problème le système d'axes x et y tels que sur la figure 2.

1. (1pt) Identifier et dessiner sur la figure 2 toutes les forces agissant sur le bloc. On ne demande pas, à ce stade de la question, de calculer numériquement les valeurs de ces forces.

2. (1pt) Identifier et dessiner sur la figure 3 toutes les forces agissant sur le sol. On ne demande pas de calculer numériquement les valeurs de ces forces.

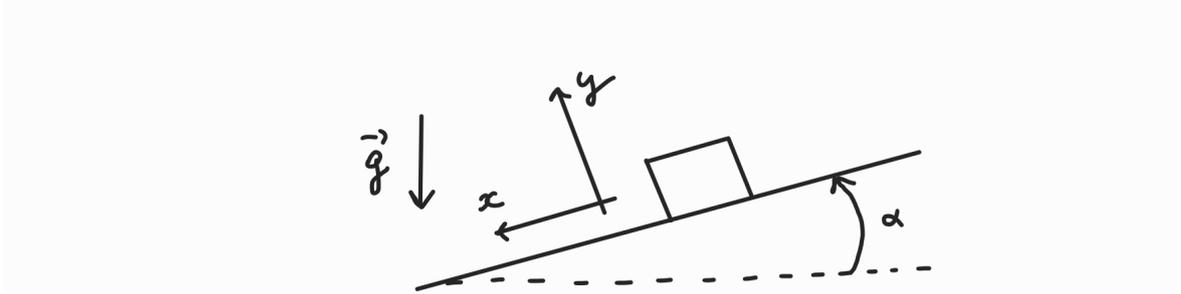


Figure 3: bloc sur un sol incliné (forces sur le sol).

3. (1pt) Calculer les composantes du vecteur d'accélération gravitationnelle \vec{g} .

4. (2pt) En utilisant la seconde loi de Newton, calculer toutes les forces agissant sur le bloc.

5. (1pt) On décide d'augmenter progressivement l'angle α . A partir de quelle valeur le bloc se met-il à glisser?

On suppose maintenant que l'entièreté du système est immergée progressivement dans un bain d'eau liquide. On suppose que ceci n'affecte pas la valeur du coefficient de frottement statique entre le bloc et le sol. Voir figure 4. Pour vos calculs, vous pouvez supposer que le bloc a un volume de $V = 10\text{cm}^3$.

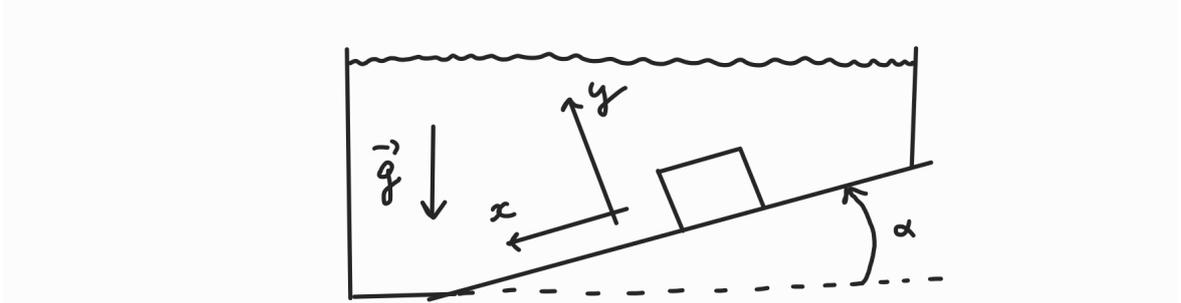


Figure 4: bloc sur un sol incliné et immergé.

6. (1pt) Que vaut la force d'Archimède sur le bloc?

7. (2pt) Le bloc va-t-il flotter, rester immobile ou se mettre à glisser?

QUESTION 3: (8 points)

On considère un homme penché qui se tient à une corde attachée à un mur vertical. La corde est supposée horizontale. L'homme est modélisé par une tige rigide de masse négligeable avec, en un point P_1 plus bas que le point d'accroche de la corde, une masse ponctelle $M = 80\text{kg}$. La tige fait un angle de $\alpha = 15^\circ$ avec le sol. Nous prenons, comme point de référence O , le point de contact entre la tige et le sol. On note $\mu = 3$ le coefficient de frottement statique entre le sujet et le sol. Le point d'accroche de la corde à la tige est appelé P_2 . Voir figure 5 ci-dessous.

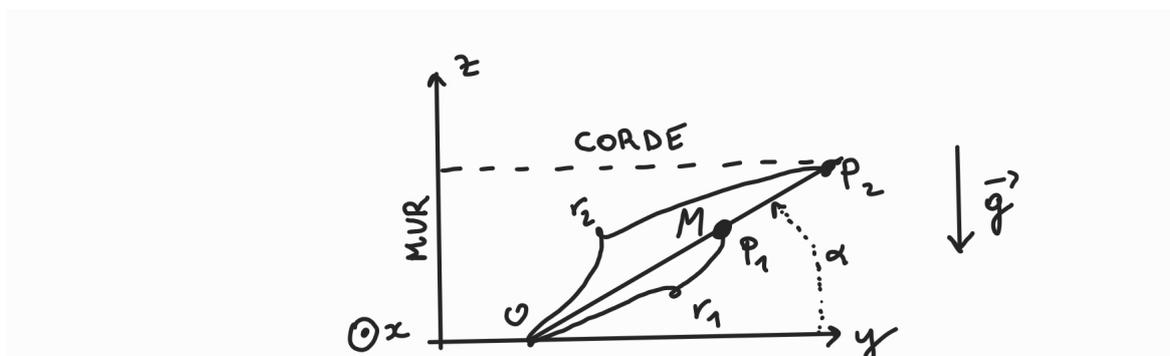


Figure 5: tige attachée au mur.

On utilise le système d'axes x , y et z comme indiqué sur le dessin; en particulier, l'axe des x est perpendiculaire à votre feuille et pointe dans votre direction. Enfin, on prend comme valeurs $r_1 = 1,2\text{m}$ et $r_2 = 1,6\text{m}$.

- (2pt) Identifier et dessiner sur la figure 6 toutes les forces agissant sur cet homme. On ne demande pas, à ce stade de la question, de calculer numériquement les valeurs de ces forces.
- (1pt) Quelles forces sont-elles responsables d'un moment de force par rapport à O non-nul? Calculer ces moments de force (sans oublier d'en indiquer le sens), en gardant la tension dans la corde T indéterminée.

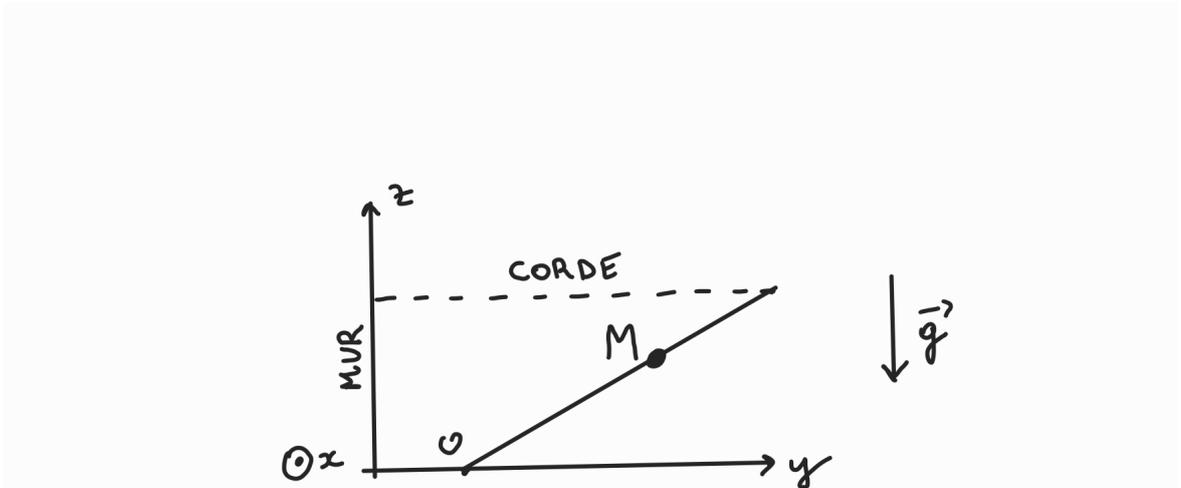


Figure 6: tige attachée au mur (forces).

3. (2pt) Que vaut la tension dans la corde pour que le système ne se mette pas en rotation?

4. (1pt) Calculer numériquement les forces exercées par le sol.

5. (2pt) On augmente progressivement la distance notée r_1 sur le schéma et correspondant à la distance entre O et la masse M sur l'axe de la tige. A quelle valeur de r_1 la tige se met-elle à glisser sur le sol?

QUESTION 4: (8 points)

On considère un récipient contenant une préparation consistant en deux fluides de densité volumique de masse $\rho_1 = 430\text{kg/m}^3$ et $\rho_2 = 1800\text{kg/m}^3$. Les fluides ne sont pas mélangés, de sorte que l'un des deux se trouve dans le fond du récipient, alors que l'autre reste en surface à l'air libre, où la pression est de 1 atm. Le fluide 1, moins dense, occupe la partie supérieure du récipient sur une profondeur de $h_1 = 2\text{m}$. Le fluide 2, plus dense, occupe la partie inférieure du récipient sur une profondeur de $h_2 = 3\text{m}$. Voir figure 7.

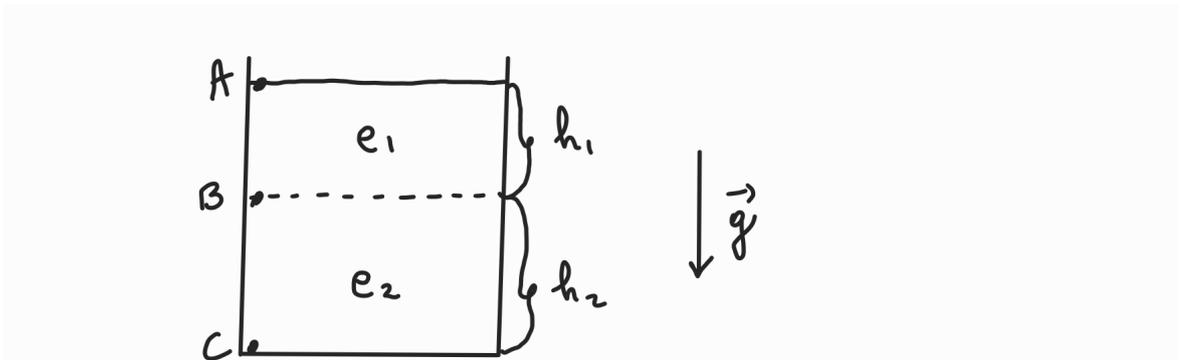


Figure 7: deux fluides dans un récipient. Le point A est à la surface de la préparation, le point B est à l'interface entre les deux liquides, et le point C est dans le fond du récipient.

1. (1pt) Que vaut la pression dans le fluide juste en dessous de la surface de la préparation, au point A ?

2. (1pt) Que vaut la pression dans le fluide à l'interface entre les deux substances, au point B ?

3. (1pt) Que vaut la pression dans le fond du récipient, au point C ?

On ajoute un bloc de masse $M = 156g$ et de volume $V = 130cm^3$ dans le récipient. On suppose que ceci est fait de façon très délicate, de sorte à ne provoquer aucun mélange des liquides. Après l'ajout, le système est supposé à l'équilibre, voir figure 8 pour un récapitulatif de la situation. On note de plus V_1 le volume immergé dans le fluide 1 et V_2 le volume immergé dans le fluide 2: par définition, $V_1 + V_2 = V$.

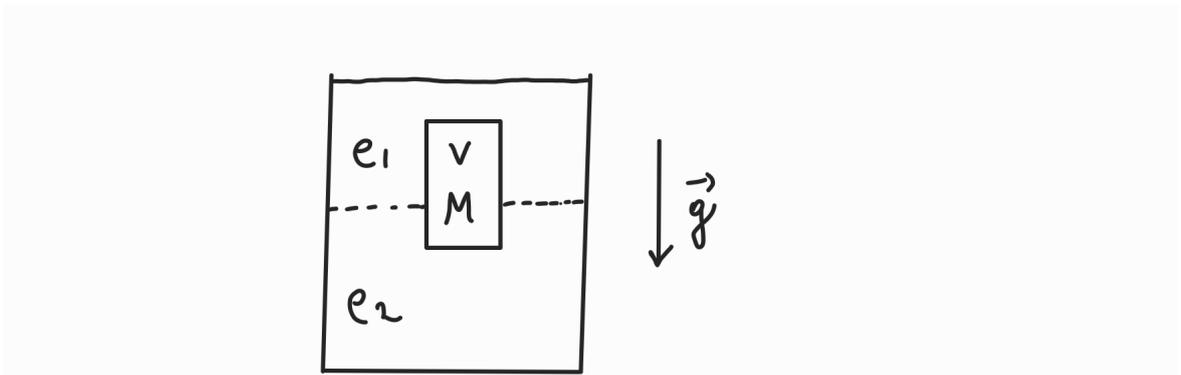


Figure 8: ajout d'un bloc de masse M et de volume V .

4. (1pt) Identifier et dessiner sur la figure 8 les forces d'Archimède s'exerçant sur le bloc. On ne demande pas de calculer numériquement les valeurs de ces forces. De plus, vous pouvez vous contenter de considérer uniquement les forces verticales.
5. (2pt) Le bloc va-t-il couler, remonter à la surface, ou se stabiliser entre les deux liquides?

6. (2pt) Déterminer et évaluer numériquement V_1 et V_2 .

QUESTION 5: (8 points)

Une molécule $NaCl$ consiste en un cation Na^+ et un anion Cl^- liés à une distance $d = 0,23nm$. Les courbes A , B , C , D et E sur le schéma indiquent plusieurs équipotentiels de cette molécule. Considérez les ions comme ponctuels pour résoudre cette question. La masse du cation Na^+ est de $3,8 \cdot 10^{-26} kg$

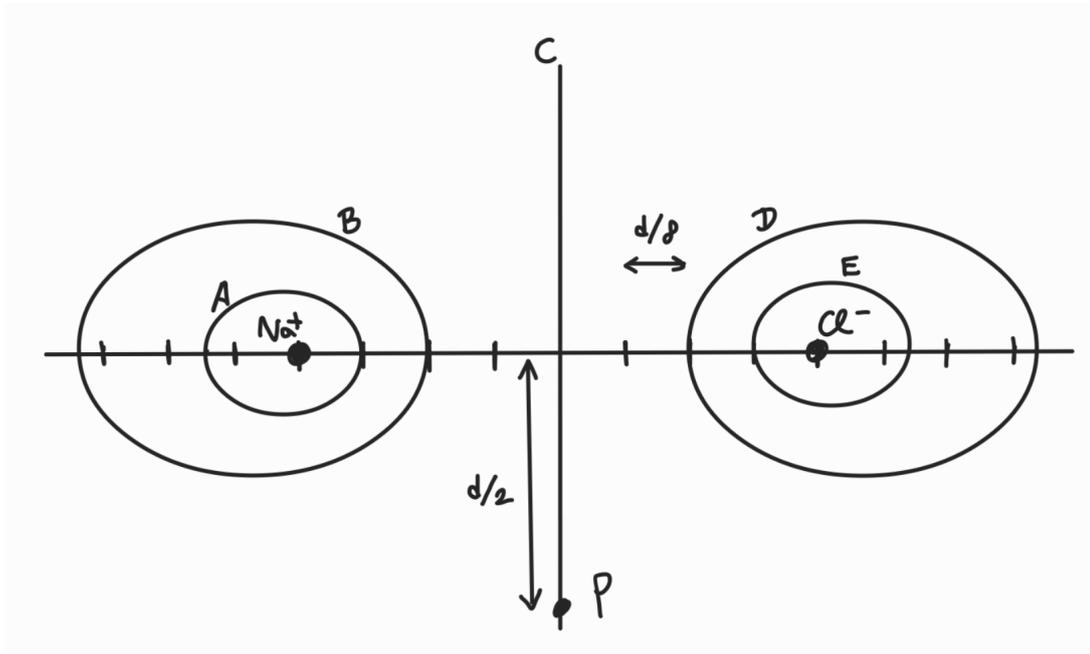


Figure 9: Molécule $NaCl$ et quelques équipotentiels.

1. (3pt) Calculez le potentiel électrique V_A , V_B , V_C , V_D et V_E sur chaque équipotentielle. (N'oubliez pas de préciser votre choix de référence où le potentiel s'annule.)

2. (1pt) Dessinez qualitativement le champ électrique sur la figure 9.

QUESTION 6: (8 points)

Le schéma illustre le principe de fonctionnement du cyclotron, qui permet d'accélérer des ions à vitesse suffisamment grande pour produire des substances radioactives utilisées pour le diagnostic et le traitement de cancers. Le cyclotron est un disque plongé dans un champ magnétique homogène de $1T$ orienté de façon perpendiculaire au disque. Ce disque est entrecoupé de deux paires de cathode/anode entre lesquels est appliqué une différence de potentiel de $50kV$ et dont la séparation sera négligée. Un ion H^+ ou H^- de masse $1,6 \cdot 10^{-27}kg$ est injecté à vitesse nulle entre une paire de cathode/anode, au voisinage de l'anode et à distance $r_0 = 3,3cm$ du centre (point P_0 sur le schéma). Les cathodes et anodes étant construites de sorte à laisser passer les particules chargées, l'ion suit ensuite la trajectoire illustrée sur le schéma.

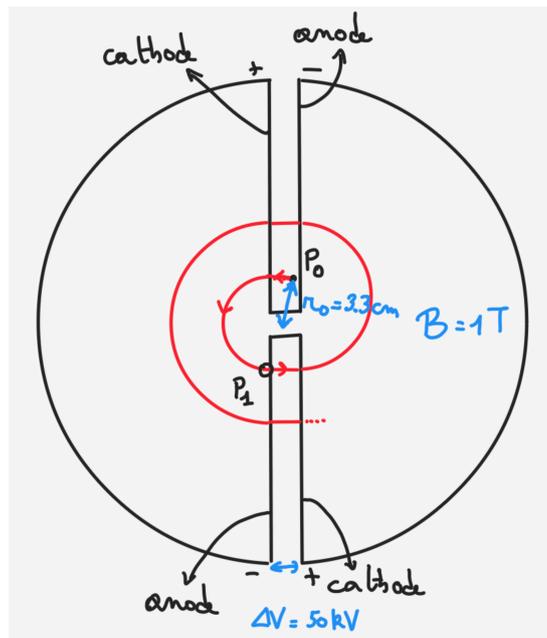


Figure 10: Un cyclotron simplifié et début de la trajectoire d'un ion.

1. (1pt) Étant donnée la trajectoire montrée, déterminez s'il s'agit d'un ion H^+ ou H^- ainsi que le sens du champ magnétique.

AIDE-MÉMOIRE

Voir note importante concernant cet aide-mémoire à la page suivante.

$$\begin{array}{lll}
 \rho_0 = 997 \text{ kg/m}^3 & \|\vec{A}\| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} & 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} \\
 g = 10 \text{ m/s}^2 & \frac{d \sin(ax)}{dx} = a \cos(ax) & \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = \cos \alpha \\
 \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z + p & \sin(\pi - \alpha) = \sin \alpha & \vec{a}_c = -\omega^2 \vec{r} \\
 \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta & \|\vec{A} \times \vec{B}\| = AB \sin \theta & F_f^{\max} = \mu N \\
 \cos \alpha = \frac{\text{adjacent}}{H} & Q = Av & \int_a^b f'(x) dx = f(b) - f(a) \\
 P = \frac{dE_c}{dt} & V = \frac{4}{3} \pi R^3 & A = \pi R^2
 \end{array}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y, A_z B_x - A_x B_z, A_x B_y - A_y B_x)$$

$$\begin{array}{lll}
 e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} & \epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A}^2 \text{s}^4}{\text{kg m}^3} & \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \\
 1 \text{ nX} = 10^{-9} \text{ X (nano)} & 1 \text{ pX} = 10^{-12} \text{ X (pico)} & 1 \text{ fX} = 10^{-15} \text{ X (femto)} \\
 \vec{F}_{Q/q} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} & \vec{F}_{\vec{E}/q} = q\vec{E} & \vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} \\
 \sigma = Q/A & E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} & E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \\
 \frac{1}{2} m v^2 + qV & \Delta V = EL & V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \\
 \Delta V = RI & R = \frac{L}{S} \frac{1}{\sigma} & I = env_e S \\
 R = R_1 + R_2 & \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} & P = \Delta VI \\
 d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2} & B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} & B = \frac{\mu_0 I}{2R} \\
 B = \mu_0 \frac{N}{L} I & d\vec{F}_{\vec{B}/I} = Id\vec{\ell} \times \vec{B} & F_{I_1/I_2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d} \\
 \vec{F}_{\vec{B}/q} = q\vec{v} \times \vec{B} & \vec{v} \perp \vec{v} \times \vec{B} & R_L = \frac{mv}{|q|B}
 \end{array}$$

Note importante: cet aide-mémoire n'est pas un formulaire. Les formules et expressions qui y figurent sont données volontairement sans contexte, sans explication et sans structure. Cet aide-mémoire ne remplace pas une étude du cours théorique et la compréhension que l'on peut acquérir en résolvant des exercices ou en étudiant les applications du cours.