Exercices complémentaires Forces, PFD et Forces de Lorentz

Forces

Exercice 1 : Poussée d'Archimède (*)

Un bateau de volume globale V_b et de masse volumique ρ_b est attaché à un port maritime. Le volume du bateau plongé dans l'eau est V_e. Soit ρ_e la masse volumique de l'eau. Quelle est la condition pour que le bateau flotte sur l'eau ?

Exercice 2: la partie immergée de l'iceberg (**)

On considère un iceberg de volume total V. On notera V_i son volume immergé (c'est à dire le volume qui est dans l'eau) et V_e son volume émergé (hors de l'eau). La masse volumique de la glace est ρ_g= 0,92 10^3 kg.m^{-3}, la masse volumique de l'eau salée est ρ_e =1,02 10^3 kg.m^{-3} et la masse volumique de l'air est ρ_a=1,28 kg.m^{-3}. Calculer le pourcentage de l'iceberg représenté par sa partie émergée (c'est à dire le rapport V_e/V exprimé en %).

Exercice 2 : Comment connaît-t-on la masse du Soleil ? (**)

1. En admettant que la Terre décrit une orbite circulaire de rayon R_{TS} autour du soleil, exprimer la masse M_S du Soleil en fonction de R_{TS}, de la constante de gravitation universelle G et de la durée T d'une période de révolution de la Terre autour du Soleil (Indication : pensez aux coordonnées polaires pour un mouvement circulaire).
2. Faites l'application numérique sachant que G = 6,67 10^{-11} u.s.i. (mesuré pour la première fois par Cavendish en 1798) et que R_{TS} = 1,5 10^8 km (mesuré par Picard, Cassini et Richer en 1672).

Exercice 3 : Traineau sur un plan incliné (*)

Un traîneau est tiré sur un plan incliné (faisant un angle α par rapport à l'horizontale) par un fil faisant un angle β par rapport à la ligne de plus grande pente. On suppose qu'il y a des frottements solides entre le traîneau et le sol avec un coefficient de frottement dynamique f_d.

1. Dans le cas où le mouvement est uniforme, déterminer la réaction du sol :
   a. en supposant que la force de traction est constante.
   b. en supposant qu'il n'y a pas de frottement.
2. Arrivé au sommet de la côte, il est abandonné sans vitesse initiale sur un nouveau plan incliné d'angle θ par rapport à l'horizontale.
   a. Calculer l'accélération du traîneau dans la descente.
   b. Quelle condition doit vérifier θ pour que le traîneau se mette en mouvement ?

Dans le champs de pesanteur terrestre

Exercice 1 : Avion humanitaire (**)

Un avion humanitaire vole à une altitude h = 500 m à la vitesse v_0 = 250 km/h. Il laisse tomber un colis de nourriture de masse m en passant à la verticale du point A.
1. Déterminer le temps nécessaire τ pour que le colis atteigne le sol, en négligeant les frottements.
2. Quelle est la distance d parcourue par l'avion pendant ce temps ?
3. A quelle distance de A le colis atterrit-il ?
4. Reprendre les questions précédentes si l'avion a initialement une trajectoire inclinée vers le bas d'un angle β = 30° par rapport à l'horizontale.
5. L'avion est initialement dans les mêmes conditions qu'à la question 4. De quelle hauteur aurait-on dû lâcher le colis pour qu'il tombe à moins de 100 m du point A ?

Exercice 2 : Lancer de poids (*)

A $t = 0$, un lanceur faisant 1,90m, envoie un poids de masse m avec une vitesse v_0 faisant un angle α avec l'horizontale.

1) Etablir les équations horaires ($x(t)$ et $z(t)$) du mouvement du poids.
2) Donner l'expression littérale de la trajectoire.
3) Calculer l'abscisse du point d'impact du poids sur le sol pour v_0 = 12 m/s et un angle α de 60°.
4) A quel instant le poids touche-t-il le sol ?
5) Quelle est l'altitude maximale atteinte par le poids ?

Exercice 3 : Parachutiste (*)

Un parachutiste de masse M = 80 kg, a sur le dos un parachute de masse m = 20 kg. Il saute hors de l'avion en vol et commence alors une chute libre supposée sans frottement jusqu'à atteindre une vitesse v_0. Une fois le parachute ouvert, celui-ci est soumis à la résistance de l'air, assimilable à une force de frottement de module $||\overrightarrow{F}|| = -\alpha v^2$, avec α = 20 kg/m. On prendra g = 10 m/s² et on ne considèrera que la composante verticale du mouvement.

1. Quelle est l'équation différentielle du mouvement selon l'axe vertical ?
2. Quelle est la vitesse limite atteinte par le parachutiste au cours de sa chute ?
3. Montrer que cette vitesse est égale à la vitesse d'une personne sautant en chute libre (sans frottement) d'une hauteur h que l'on précisera.

Exercice 4 : Détermination d'un coefficient de viscosité (***)

Une sphère de rayon r et de masse m est suspendue à un ressort de raideur k et de longueur à vide l_0. Déplacée dans un liquide de coefficient de viscosité η, la sphère est soumise à une force de frottement donnée par la formule de Stokes:

$$\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v},$$

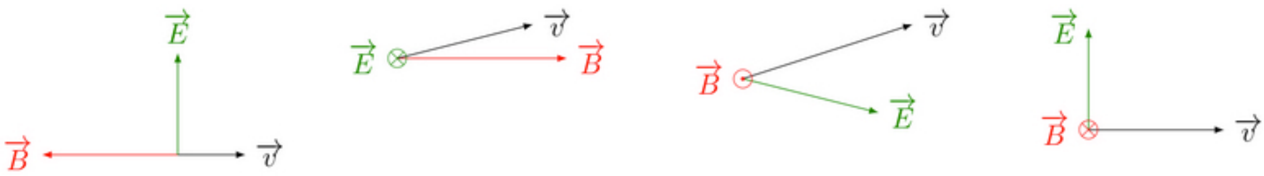
où $\vec{v}$ est la vitesse de la sphère.

1. Ecrire l'équation du mouvement de la sphère plongée dans le liquide et en déduire l'expression de la pseudo-période T.
2. Dans l'air, où les frottements sont négligeables, la période des oscillations est T_0. Déterminer le coefficient de viscosité η du liquide en fonction de m, r, T, T_0.

Particules chargées dans des champs électromagnétiques

Exercice 1 : Force de Lorentz

Tracer sur les schémas ci–dessous les vecteurs force électrique et magnétique. On suppose que les particules ont toutes une charge positive.



Exercice 2 : Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme

On considère une particule de charge $q < 0$ de masse m animée à l'instant $t = 0$, d'une vitesse initiale $\vec{v_0}$. Ce vecteur vitesse fait un angle α avec l'axe (Ox) telle que :

$$\vec{v_0} = v_0 \cos(\alpha)\ \vec{e_x} + v_0 \sin(\alpha)\ \vec{e_z}$$

Elle est plongée dans un champ électrique uniforme $\vec{E} = E_0\vec{e_z}$, avec $E_0 > 0$.
1. Déterminer les équations horaires du mouvement.
2. En déduire la trajectoire de la particule.

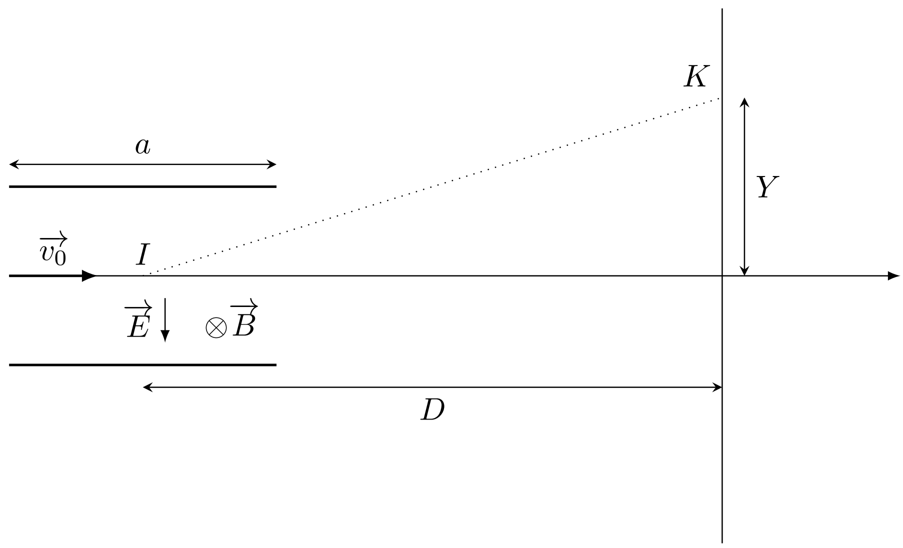
Exercice 3 : Action de 2 champs magnétiques successifs (**)

Dans le demi-espace $x > 0$, règne un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B_1} = B_0\vec{e_z}$ et dans le demi-espace $x < 0$, règne un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B_2} = \dfrac{B_0}{2}\vec{e_z}$. Une particule de masse m de charge $q > 0$ est placée au point origine O du référentiel d'étude galiléen $\mathscr{R}(O, \vec{e_x}, \vec{e_y}, \vec{e_z})$, à $t = 0$ avec une vitesse $\vec{v}(0) = v_0\vec{e_x}$, $v_0 > 0$.
1. Décrire et dessiner la trajectoire de la particule.
2. Quelle est la vitesse moyenne de la particule suivant (Oy), appelée vitesse de dérive v_D.

3. Reprendre les questions précédentes avec dans le demi-espace $x < 0$ un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B_2} = -B_0\overrightarrow{e_z}$.

Exercice 4 : Expérience de Thomson

Cette expérience a permis à Sir J.J. Thomson de mettre en évidence la nature corpusculaire de l'électricité en déterminant le rapport e/m pour les électrons. Un faisceau d'électrons, de masse m et de charge $q = -e$ est injecté à l'entrée du dispositif suivant avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ parallèle à l'axe de révolution du système. Il est ensuite dévié par un champ électrique $\overrightarrow{E}$ appliqué perpendiculairement au mouvement des électrons du faisceau sur une longueur a. On mesure alors la déviation Y induite par le champ $\overrightarrow{E}$ sur un écran situé à une distance D.



1. Déterminer la vitesse $\overrightarrow{v}$ des électrons en sortie de la zone de longueur a en fonction de q, m, E, a, v_0 quand le champ magnétique n'est pas appliqué.
2. En supposant que $a \ll D$, cela permet d'assimiler la trajectoire des électrons en sortie du dispositif par le segment IK. En déduire une relation entre v_0, Y, D puis exprimer $\overrightarrow{v}$ en fonction de q, m, E, a, Y, D, en déduire son module.

On superpose ensuite un champ magnétique $\overrightarrow{B}$ perpendiculaire à $\overrightarrow{E}$ et tel que la force magnétique soit égale en norme et opposée à la force électrique. Le faisceau d'électron n'est alors plus dévié.

3. En présence du champ magnétique, déterminer $\overrightarrow{v}$ en fonction de $\overrightarrow{E}$ et $\overrightarrow{B}$.
4. A l'aide des expressions de v_x à droite du dispositif obtenues aux questions 2 et 3, déduire le rapport e/m.