LE MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE (TSE)

Exercice 1

Un solide (S) de masse m est lancé de A (qu'on prend comme origine des espaces), en haut d'un plan incliné infiniment long, avec une vitesse initiale $\vec{v}_A$. L'angle que fait le plan avec la verticale est noté α. Le solide glisse selon la ligne de plus grande pente de ce plan. Le contact solide-plan se fait avec des frottements équivalents à une force unique $\vec{f}$, parallèle à la ligne de plus grande pente du plan et de sens opposé à celui du mouvement.

1) Donne l'énoncé du théorème du centre d'inertie (2ème loi de Newton).
2) Fais à l'aide d'un schéma le bilan des forces qui s'exercent sur le solide.
3) En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (S), détermine en fonction de α, f, g et m, l'expression de l'accélération du centre d'inertie du solide puis calcule sa valeur numérique.
4) En prenant pour origine des dates, la date où le solide a été lancé, détermine la loi horaire du mouvement.

On donne : $\mathrm{m} = 3\ \mathrm{kg}$; $f = 9\ \mathrm{N}$; $v_0 = 7\ \mathrm{m.s^{-1}}$; $\mathrm{g} = 9{,}8\ \mathrm{m.s^{-2}}$; $\alpha = 60°$.

Exercice 2

On réalise un essai de freinage sur piste horizontale rectiligne d'un véhicule de masse $\mathrm{m} = 1300\ \mathrm{kg}$. Lors d'un parcours $\mathrm{AB} = 68{,}75\ \mathrm{m}$, on registre en A une vitesse $\mathrm{V_A} = 108\ \mathrm{km.h^{-1}}$ et en B une vitesse $\mathrm{V_B} = 90\ \mathrm{km.h^{-1}}$.

L'ensemble des forces résistantes est équivalent à une force de freinage unique $\vec{f}$ de valeur f constante, de sens opposé à la vitesse.

1) a) Enonce le théorème de l'énergie cinétique.
   b) En déduis la valeur f de la force de freinage et la distance AC nécessaire pour obtenir l'arrêt du véhicule.
2) a) En utilisant le théorème du centre d'inertie, montre que l'accélération du véhicule a pour valeur $\mathrm{a} = 2\ \mathrm{m.s^{-2}}$.
   b) Quelle est la nature du mouvement du véhicule ?
3) On choisit comme origine des espaces le point A et comme origine des dates l'instant de passage en A.
   a) Donne les expressions littérales et numériques de la vitesse du véhicule et de son équation horaire.
   b) Déduis de ces expressions la date de passage en B et la durée nécessaire pour obtenir l'arrêt du véhicule.

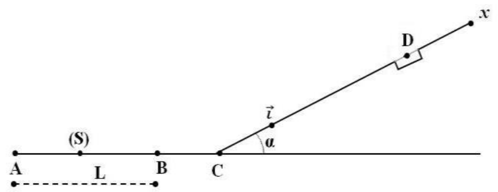
Exercice 3

Dans tout l'exercice, on suppose que les frottements sont négligeables. On donne g = 10 m/s^2.

Une piste de jeu de kermesse est constituée de deux parties :
- la partie AC est horizontale ;
- la partie CD de longueur $l = 1$ m, fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale.

Pour gagner, le joueur doit faire arriver le solide (S) de masse m = 5 kg dans le réceptacle en D en partant du point A.

Un élève de Terminale pousse le solide (S) à partir du point A sur une distance L = AB = 4,5 m, en exerçant une force constante et horizontale pendant une durée Δt = 3 s. Le solide part du point A sans vitesse (voir figure ci-dessous).



I/ Etude du mouvement du solide (S) sur le trajet AB

Le mouvement du solide sur le trajet AB est uniformément accéléré.
1) Détermine la valeur algébrique a de l'accélération du mouvement du solide (S).
2) Calcule la valeur de la vitesse au point B.
3) Fais l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide (S) et représente les sur un schéma.
4) Détermine la valeur de la force.

II/ Etude du mouvement du solide (S) sur le trajet BC

Au point B, l'action de la force cesse, le solide poursuit son mouvement rectiligne.
1) Fais l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide et les représenter sur un schéma.
2) Détermine la nature du mouvement de (S) en appliquant le théorème du centre d'inertie.
3) En déduis la vitesse du mouvement du solide au point C.

III/ Etude du mouvement du solide (S) sur le trajet CD

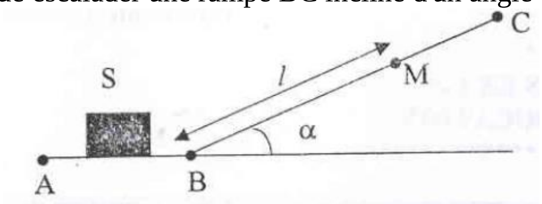
Le solide (S) aborde le trajet CD avec la vitesse de valeur $v = 3\ \mathrm{m/s}$ et s'arrête en un point D'.

L'accélération du mouvement est notée
1) Fais l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide et les représenter sur un schéma.
2) Détermine :
   a) la valeur algébrique de l'accélération du mouvement en fonction de α et g ;
   b) la nature du mouvement.

3) Détermine la longueur $l' = $ CD'.
4) Dis si l'élève a gagné à ce jeu. Justifie la réponse.

Exercice 4

Un jeu de fête foraine consiste à pousser un solide S, de masse $\mathrm{m} = 5{,}0$ kg, sur une glissière AB afin qu'il puisse grâce à l'énergie cinétique reçue escalader une rampe BC incliné d'un angle $\alpha = 30°$ sur l'horizontale.



Lors de cette escalade, les frottements sont équivalents à une force f, parallèle à la rampe inclinée dirigée en sens contraire du mouvement et de valeur constante $f = 5{,}0$ N.

A la fin de la période de lancement (passage en B) l'énergie cinétique acquise par le solide S est égale à 90J

l) a) Quel référentiel doit-on choisir pour faire cette étude ?

b) Enonce le théorème de l'énergie cinétique pour un solide de masse m en translation.

2) Evalue la variation d'énergie cinétique entre les points B et M (point auquel le solide s'arrête à cause des frottements)

3) a) Fais sur un schéma clair le bilan des forces extérieures appliquées au solide.

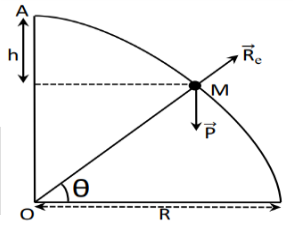
b) Quelle distance (BM = l) le centre d'inertie du solide peut-il parcourir sur la rampe BC avant de s'arrêter à cause des frottements ? On donne : g = 9,8 m/s^2.

Exercice 5

Un solide S de petite dimension de masse 10 g assimilable à un point matériel, placé au sommet A d'une sphère de rayon $\mathrm{R} = 1$ m. On déplace légèrement le point matériel de sorte qu'il quitte la position A avec une vitesse nulle, puis glisse sans frottement le long de la sphère.

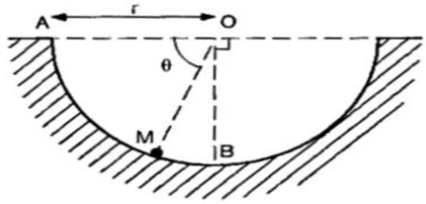
1) La position du mobile étant repérée par l'angle θ, exprime le module du vecteur vitesse en fonction de θ, avant que le point matériel, ne quitte la sphère.

2) Exprime en fonction de θ, le module de la réaction $\vec{\mathrm{R}}_0$ exercée par la sphère sur le point matériel. En déduis la valeur de l l'angle θ, lorsque le point matériel quitte la sphère. Quelle est alors sa vitesse ? On prendra g = 10 m/s^2.



Exercice 6

Un solide S, assimilable à un point matériel de masse m = 10 g, peut glisser à l'intérieur d'une demi-sphère de centre O et de rayon $r = 1{,}2$ m. On le lâche du point A sans vitesse initiale. Sa position à l'intérieur de la demi-sphère est repérée par l'angle θ.



1) On admet que solide S glisse sans frottement. On donne g = 10 m/s^2.

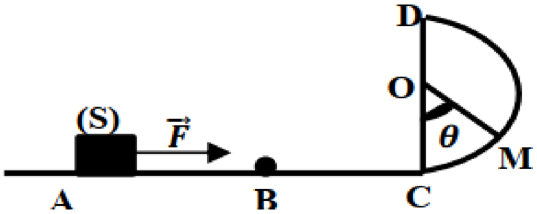
a) Exprime sa vitesse au point M en fonction de g, r et θ. Calcule sa valeur numérique au point B.

b) Quelles sont, en M, les caractéristiques de la force exercée par la demi-sphère sur le solide ?
Exprime son intensité en fonction de g, r et θ. Calcule sa valeur numérique au point B.

2) En réalité le solide arrive en B avec une vitesse de $4{,}5\ \mathrm{m.s^{-1}}$. Il est donc soumis à force de frottements $\vec{f}$ dont on admettra qu'elle est de même direction que la vitesse $\vec{v}$ du mobile, mais de sens opposé et d'intensité constante.
En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calcule l'intensité de cette force $\vec{f}$.

Exercice 7

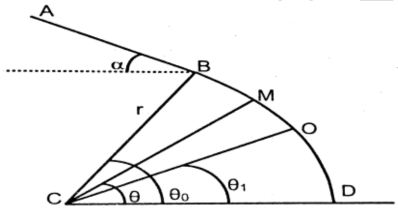
Un solide ponctuel (S) de masse m est initialement au repos en A. On le lance sur la piste ACD, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de sa trajectoire, une force $\vec{F}$ horizontale et d'intensité F constante. On pose $AB = \ell$.
La portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi-cercle de centre O et de rayon r. Au point M défini par l'angle $(\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM}) = \theta$. On suppose que la piste ACD est parfaitement lisse et on néglige les frottements.



1) a) Détermine l'accélération a du solide puis donne, en fonction F, ℓ et m la valeur V_B de la vitesse de (S) en B.
   b) Avec quelle vitesse aborde-t-il la piste en C ?
2) Etablis en fonction de F, ℓ, m, r, θ et g au point M l'expression de :
   a) La valeur v de la vitesse de S.
   b) L'intensité R de la réaction $\vec{R}$ de la piste.
3) De l'expression de R, déduis en fonction de m, g, r et ℓ, la valeur minimale F_0 de F pour que S atteigne D. Calcule F_0.
Données : $m = 0{,}5$ kg ; $r = 1$ m ; $\ell = 1{,}5$ m ; $g = 10\ m/s^2$.

Exercice 8

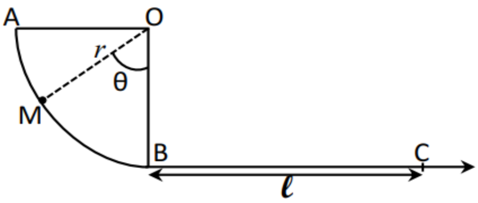
Une glissière est formée de deux parties : un plan AB incliné de $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale, de longueur $\ell = 2{,}5$ m et une portion de cercle BD, de centre C, de rayon $r = 5$ m et d'angle $\theta_0 = (\widehat{\overrightarrow{CD}, \overrightarrow{CB}}) = 60^\circ$. Dans tout le problème on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$ et on considérera les frottements négligeables.



1) Un solide ponctuel de masse m=100 g quitte A sans vitesse initiale.
   Exprime et calcule la vitesse V_B du solide au point B.
2) Le solide aborde la partie circulaire de la glissière avec la vitesse V_B.
   Exprime, pour un point M du cercle tel que $\theta = (\widehat{\overrightarrow{CD}, \overrightarrow{CM}})$, la vitesse V_M en fonction de V_B, r, g, θ_0 et θ.
3) Exprime la réaction R de la glissière au point M en fonction de V_B, r, g, m, θ_0 et θ.
4) a) Montre que le solide quitte la piste circulaire en un point O tel que $\theta_1 = (\overrightarrow{CD}, \overrightarrow{CO})$.
   b) Détermine l'angle θ_1.

Exercice 9

Un mobile de masse m, supposé ponctuel, peut glisser le long d'une piste ABC (Voir figure ci-dessous).



1) La partie curviligne AB est un quart de cercle parfaitement lisse de telle sorte que les forces de frottement y soit négligeable. Le mobile est lancé en A avec une vitesse initiale $V_A = 2\ m.s^{-1}$, verticale et dirigé vers le bas.
   a) Etablis l'expression de la vitesse V_M du mobile en un point quelconque de l'arc du cercle en fonction de V_A, g, r et θ.
   Fais l'application numérique au point B.
   b) Etablis l'expression littérale du module R de la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le mobile en M en fonction de m, g, r, θ et V_A.
   Fais l'application numérique au point B.
2) La portion BC est rectiligne et rugueuse. On peut assimiler les forces de frottements à une force unique $\vec{f}$, constante et opposé au mouvement.
   a) Sachant que $V_C = 2\ m.s^{-1}$, calcule f.

b) Calcule le travail des forces de frottements sur la portion BC.

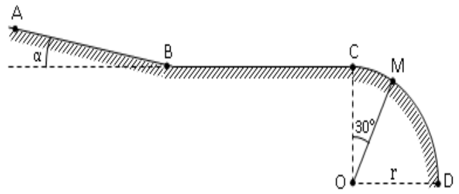
Données : $m = 150$ g ; $g = 10$ m.s^{-2} ; $\ell = 2$ m ; $r = 1$m.

Exercice 10

Une glissière ABCD comprend trois parties :

- AB est un plan incliné d'un angle $\alpha = 15°$ par rapport à l'horizontale et de longueur $\ell = 1$ m.
- BC est une partie horizontale de longueur BC = 2 m.
- CD est une portion circulaire (quart de cercle de rayon r = 1,5 m).

Dans tout le problème, on prendra g = 9,8 m/s^2.



I// Etude du mouvement sur la partie AB parfaitement lisse

Un solide supposé ponctuel de masse m = 200 g est abandonné au point A avec la vitesse $V_A = 0{,}75$ m/s.

1) Fais le bilan des forces extérieures appliquées au solide et représente les.
2) Donne l'expression de la vitesse V_B acquise par le solide au point B.
3) Calcule sa valeur.

II// Etude du mouvement sur la partie BC rugueuse

Le solide aborde la partie BC avec des forces de frottement supposé unique de résultante $\vec{f}$, parallèle à la trajectoire mais de sens opposé au déplacement. Il s'immobilise au point C.

1) Fais le bilan des forces extérieures appliquées au solide et représente les.
2) Donne l'expression de la valeur de la force $\vec{f}$ qui immobilise le solide au point C.
3) Calcule sa valeur.

III// Etude du mouvement sur la partie CD

Le solide aborde la partie circulaire CD parfaitement lisse.

1) Fais le bilan des forces extérieures appliquées au solide et représente les au point M.
2) Donne l'expression de la vitesse V_M acquise par le solide au point M.
3) Calcule sa valeur.
4) En déduis la vitesse V_D au point D.

Exercice 11

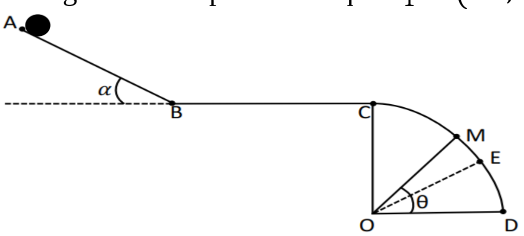
On prend pour l'intensité de pesanteur g = 10 m/s^2.

Une bille de masse $m = 50$ g, assimilable à un point matériel, est abandonnée sans vitesse initiale en un point A d'une gouttière ABCD. Cette gouttière est constituée :

- d'un tronçon rectiligne AB incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan horizontal et de longueur $AB = 1{,}6$ m;
- d'un tronçon horizontal BC;
- d'un tronçon circulaire CD de centre O et de rayon $r = 60$ cm et telle que (OC) est perpendiculaire à (BC) (voir figure ci-dessous) ;
- A, B, C appartiennent à un même plan vertical (P).

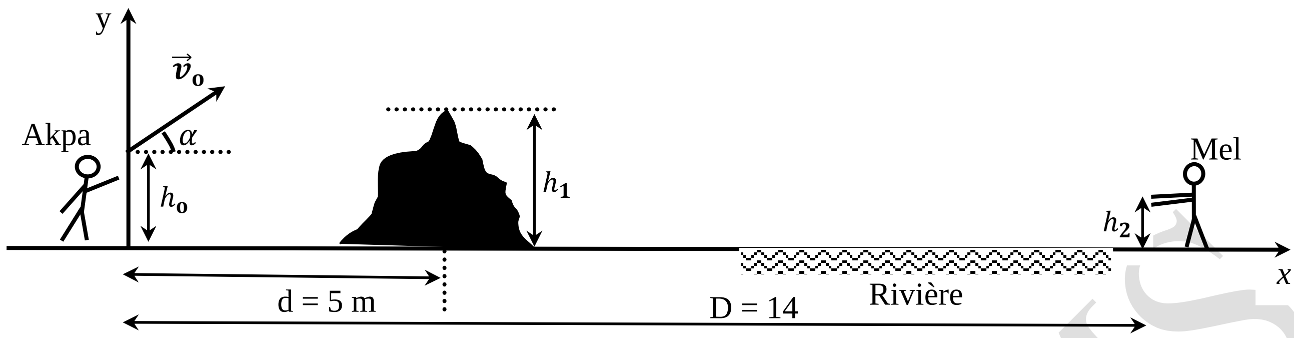
La force de frottement $\vec{f}$ qui s'applique sur la bille ne s'exerce qu'entre B et C; $\vec{f}$ est colinéaire et de sens contraire à la vitesse de la bille; son intensité est $f = 0{,}4$ N.

1) Calcule la vitesse de la bille en B.
2) Détermine la longueur BC pour que la bille arrive en C avec une vitesse nulle.
3) La bille part du point C avec une vitesse pratiquement nulle et aborde le tronçon circulaire CD. La position de la bille, en un point M de CD, est repérée par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OD}, \overrightarrow{OM})$.
   a) Exprime en fonction de m, g et θ l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la gouttière sur la bille au point M.
   b) Sachant que la bille quitte la gouttière au point E tel que $\theta_1 = (\overrightarrow{OD}, \overrightarrow{OE})$, calcule la valeur de θ_1.



LE CHAMP DE PESANTEUR

Exercice 1



Akpa lance à son ami Mel, une orange de masse m = 200 g. Mel se trouve au bord d'une rivière, derrière une termitière. L'orange est lancée d'un point A dans un plan vertical avec une vitesse $\vec{v}_0$ faisant un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale. On néglige l'action de l'air sur l'orange. On donne $OA = h_0 = 2$ m

1) Détermine :

 1-1) Les relations donnant les coordonnées x(t) et y(t) du centre d'inertie G de l'orange en fonction de g, v_0, α et t (l'origine des temps est l'instant du lancer)

 1-2) L'équation cartésienne de la trajectoire du point G dans le repère (O, $\vec{i}, \vec{j}$) et fais l'application numérique avec g = 10 m.s^{-2} ; $v_0 = 10$ m.s^{-1}

2) La termitière se trouve à la distance d = 5 m du point O et sa hauteur est $h_1 = 4$ m.
 L'équation cartésienne de la trajectoire de G dans le repère (O,$\vec{i}, \vec{j}$) s'écrit : $y = -0{,}10x^2 + x + 2$.
 Montre que l'orange passe au-dessus de la termitière.

3) Mel se trouve à 14m de son ami Akpa. Pour attraper l'orange, il tend ses mains à une hauteur $h_2 = 1{,}5$ m du sol et ne bouge pas.

 3-1) Mel pourra-t-il intercepter l'orange ?

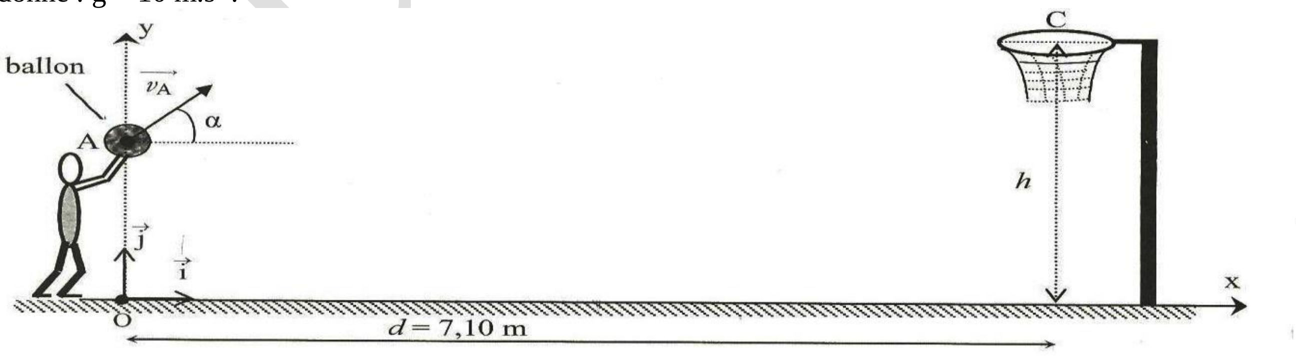
 3-2) Sinon tombera-t-elle dans la rivière ou derrière lui ?

Exercice 2

Dans tout l'exercice, on néglige les frottements dus à l'air et on considère le ballon comme un point matériel de masse *m*. Lors d'un match de basket-ball, pour marquer un panier, il faut que le ballon passe dans un anneau (ou arceau) métallique. L'anneau métallique de centre C est situé dans un plan horizontal, à une hauteur h = 3,05 m du sol. Le centre d'inertie A du ballon et le point central C de l'anneau sont dans le plan vertical (OX, OY).

1) Un basketteur lance le ballon à partir d'un point A, avec une vitesse faisant un angle α = 45° avec le plan horizontal. Le point A est situé à une hauteur OA = 2 m du sol (voir figure ci-dessous). L'origine du temps sera l'instant du lancer du ballon à partir du point A.

On donne : g = 10 m.s^{-2}.



1-1) Fais l'inventaire des forces extérieures s'exerçant sur le ballon.

1-2) Établis dans le repère (O,I,J) les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie du ballon.

1-3) Montre que l'équation cartésienne de la trajectoire s'écrit : $y = -\frac{10}{v_0^2}x^2 + x + 2$.

1-4) Les verticales passant par les points A et C sont distantes de d = 7,10 m.

 1-4-1) Vérifie que la valeur que doit avoir pour que le panier soit réussi est de 9,1 m.s$^{-1.}$

 1-4-2) Détermine le temps t mis par le ballon pour aller du point A au point C.

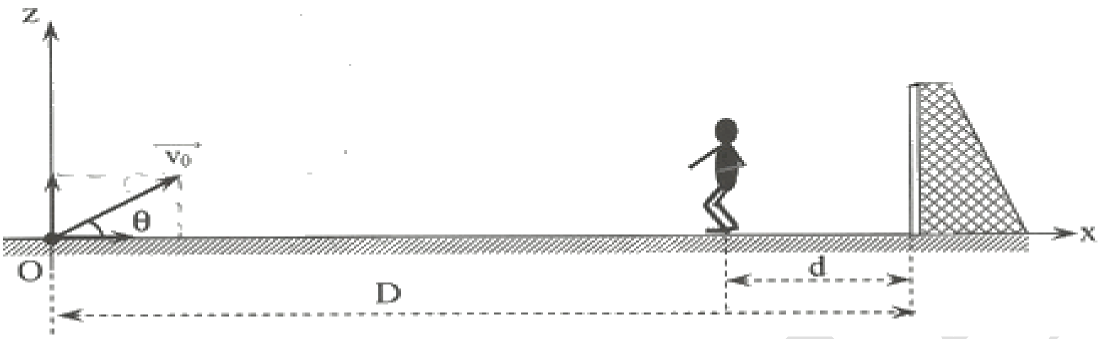
2) Un adversaire situé à une distance d_1 = 4,1 m du tireur veut arrêter le ballon.

2-1) Montre que cet adversaire se trouve dans la position la plus défavorable pour intercepter le ballon, c'est-à-dire celle qui correspond à l'abscisse du sommet de la trajectoire.

2-2) L'adversaire saute verticalement en levant les bras. La hauteur atteinte par ses mains est h_1= 3 m. Les valeurs de et de α restent inchangées. Dire si l'adversaire peut intercepter le ballon. Justifier la réponse.

Exercice 3

Les forces de frottement dues à l'air sont négligées et le ballon est assimilé à un point matériel de masse m. Au cours d'une phase de jeu de football, Bilé, un attaquant, voyant la position avancée du gardien de but adverse, tente de marquer le but en lobant ce dernier. Le gardien de but se trouve à une distance $d = 5\ m$ de la ligne de but.



Bilé communique au ballon placé au point O, à une distance $D = 35\ m$ de la ligne de but, une vitesse $\vec{v}_0$ dont la direction fait un angle θ avec le plan horizontal. On prendra comme origine des dates l'instant où Bilé frappe le ballon et comme origine des espaces le point O.

1) Etablis les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ en fonction de v_0, g et θ du mouvement du centre d'inertie G du ballon dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{k})$.

2) Fais l'application numérique.

3) En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire et donne sa nature.

4) Détermine :

a) la date t à laquelle le ballon arrive sur la ligne de but.

b) la hauteur h par rapport au sol à cette date t_1.

5) A la date $t = 0$ où Bilé frappe le ballon, un défenseur de l'équipe du gardien qui se trouvait sur la même ligne que lui à la distance d de la ligne de but, s'élance sans vitesse initiale vers les buts avec une accélération $a = 3\ m.s^{-2}$.

Il voudrait empêcher le but. Pour cela, il faut qu'il arrive avant le ballon sur la ligne de but.

Son mouvement est rectiligne suivant l'axe (Ox).

a) Montre que l'équation horaire du mouvement du centre d'inertie du défenseur selon l'axe (Ox) est : $x(t) = 1{,}5t^2 + 30$.

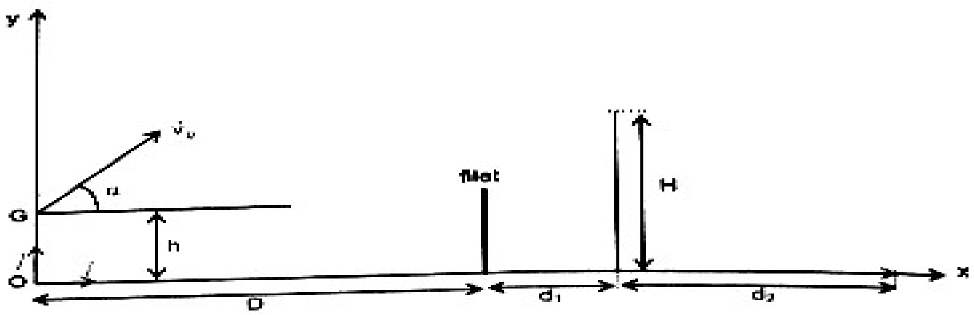
b) Détermine la date t_2 à laquelle le défenseur arrive sur la ligne de but.

c) Le but est-il marqué ? Justifiez votre réponse.

Données : $g = 10\ m.s^{-2}$; $\theta = 30°$; $v_0 = 21\ m.s^{-1}$; $D = 35\ m$; $d = 5\ m$.

Exercice 4

Au cours d'une compétition de tennis, deux joueurs A et B s'affrontent. Le joueur A, voyant son adversaire avancer, décide de le lober. Le centre d'inertie G de la balle de masse m est à une hauteur $h = 0{,}50\ m$ du sol et le filet à une distance $D = 12\ m$ du point O. le joueur A frappe la balle avec sa raquette à la date $t = 0$. Celle-ci part avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ faisant un angle $\alpha = 60^{\circ}$ avec l'horizontale (voir figure). L'action de l'air est négligée.



On donne : $v_0 = 14\ m.s^{-1}$; $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

1) Détermine dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$:

1-1) les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement de G en fonction de g, v_0, α, h et t.

1-2) l'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie G de la balle.

1-3) vérifie que cette équation s'écrit : $y = -0{,}10x^2 + 1{,}73x + 0{,}50$.

2) le joueur B, se trouvant à une distance $d_1 = 2\ m$ derrière le filet tente d'arrêter la balle en levant verticalement sa raquette, à une hauteur $H = 3\ m$. Montre que le joueur B ne peut intercepte la balle.

3) La balle tombe au point C situé sur l'axe Ox. Calcule la distance OC.

4) La distance séparant le joueur B et la ligne de fond est $d_2 = 10\ m$.

4-1) La balle tombe-t-elle dans la surface de jeu ?

4-2) Détermine :

4-2-1) la vitesse avec laquelle la balle arrive au point C.

4-2-2) le temps mis par la balle pour atteindre le point C.

<u>Exercice 5</u>

Les parties I et II sont indépendantes. On prendra $g = 9{,}8\ \text{m.s}^2$.

Au cours d'un match de volley-ball, un joueur effectue le service. Le service est réussi si la balle passe au-dessus du filet et tombe à moins de 9 m derrière celui-ci.

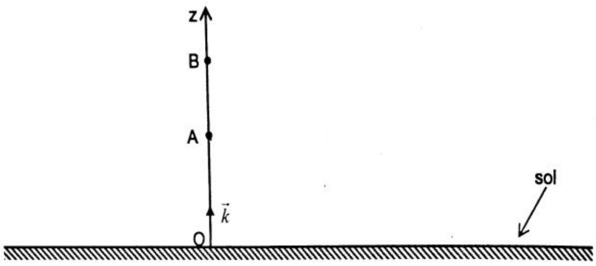


Figure 1

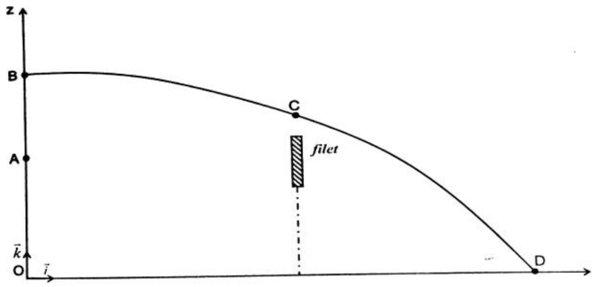


Figure 2

I. Première phase

Le joueur lance la balle verticalement vers le haut d'un point A situé à une hauteur $h_A = 1{,}8$ m du sol.

La balle atteint le sommet de trajectoire au point B tel que $h_B = OB = 3{,}1$ m. (Voir figure 1).

1) Détermine la vitesse v_A avec laquelle la balle a été lancée en A.

2) Etablis l'expression de la vitesse $v(t)$ du centre d'inertie G de la balle dans le repère $(O, \vec{k})$.

3) Détermine la durée trajet AB.

II. Deuxième phase

Il frappe la balle quand celle-ci est au point B et lui communique une vitesse horizontale. (Voir figure 2).

1) Etablis les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement de G dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{k})$. En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire. L'instant où la balle quitte le point B est choisi comme origine des dates.

2) La balle passe par le point C de coordonnées $x_C = 9{,}3$ m et $z_C = 2{,}5$ m, situé à la verticale du filet.

a) Exprime la vitesse v_C en fonction de g, x_C, z_C et z_B.

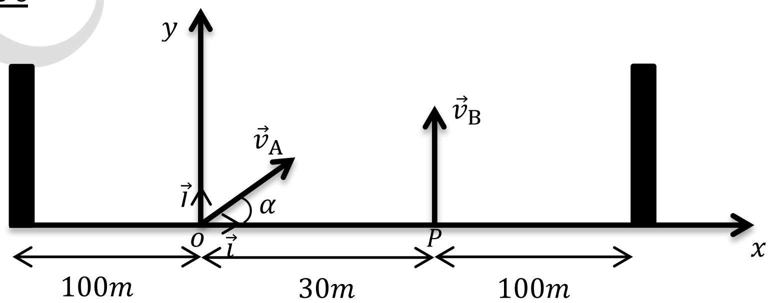
b) Représente sur la figure 2 les vecteurs vitesses $\vec{v}_0$ et $\vec{v}_C$ selon une échelle de ton choix.

3) La balle tombe sur le sol au point D.

a) Calcule l'abscisse x_D du point D. On prendra $v_0 = 26{,}6\ \text{m.s}^{-1}$.

b) Le service est-il réussi ? Justifie ta réponse.

<u>Exercice 6</u>



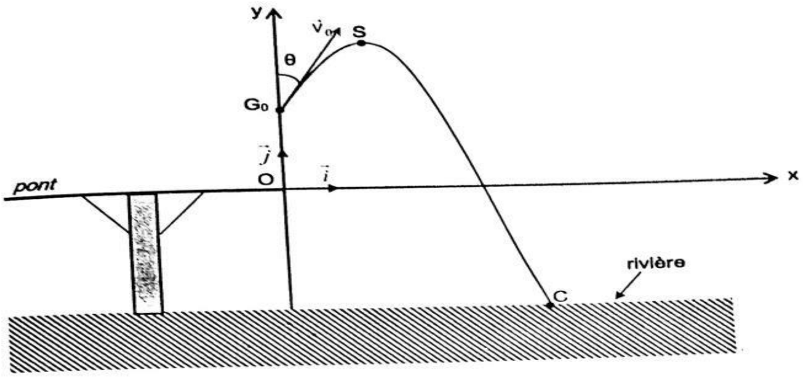
Dans tout l'exercice, on négligera les frottements de l'air et on prendra $g = 9{,}8 m.s^{-2}$.

Deux fusées A et B doivent être liées simultanément à partir de deux points O et P situés au sol et distants de d = 30m. Ces fusées vont exploser à la date t = 4s, après leur lancement. L'une B est située de P avec une vitesse $\vec{v}_B$ verticale, l'autre A est tirée de O avec une vitesse $\vec{v}_A$ inclinée de α par rapport à l'horizontale et situé dans un plan vertical passant par P. On donne : $v_A = 51{,}4\ \mathrm{m.s^{-1}}$ et $v_B = 50\ \mathrm{m.s^{-1}}$.

1) Donne les lois horaires $x(t)$ et $y(t)$ ainsi que l'équation cartésienne de trajectoire dans la base (Ox, Oy) de chaque fusée. Précise la nature de leur trajectoire.
2) Détermine l'inclinaison α de la vitesse v_A de A pour que l'explosion ait lieu à la verticale de P.
3) Quelle est la distance qui sépare les deux fusées au moment de l'explosion ?
4) Les barrières de sécurité pour les spectateurs sont installées de façon à respecter la distance 100m des points de lancement O. Ces spectateurs sont-ils en sécurités lors de la retombée de la fusée en cas de non explosion en altitude ?

Exercice 7

Pour se baigner, des enfants sautent du point O d'un pont et plongent dans la rivière dont le niveau est 3 m plus bas.
On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur. On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie G ainsi que les frottement avec l'air.
Le repère d'étude est $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ (voir schéma). On prendra $g = 9{,}8 m.s^{-2}$.



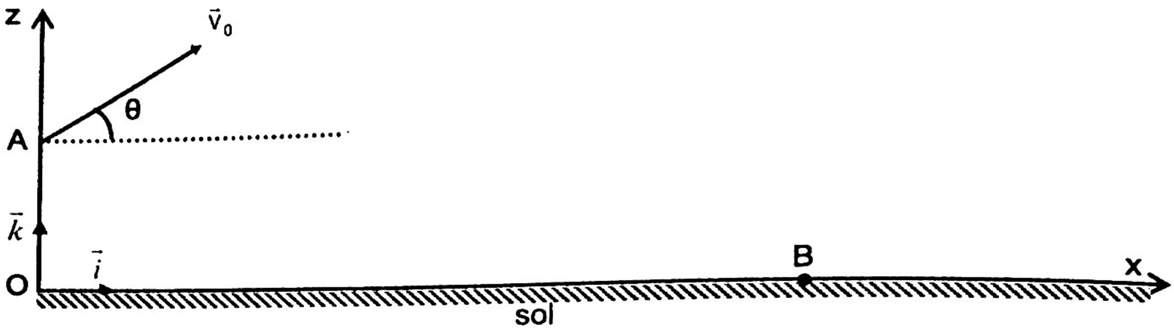
Après s'être lancé, le plongeur quitte le pont qui sert de tremplin à la date $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ incliné de $\theta = 30^\circ$ par rapport à la verticale. Son centre d'inertie est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ m et $y_0 = 1$ m.

1) Etablis les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
   En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire.
2) le plongeur est au sommet de sa trajectoire au point S d'abscisse $x_S = 1{,}1$ m. Détermine :
   a) L'expression de v_0 en fonction de x_S, g et θ puis calcule sa valeur.
   b) L'ordonnée du sommet S.
3) Le plongeur pénètre dans en C. On prendra $v_0 = 5\ \mathrm{m.s^{-1}}$.
   a) Détermine la distance entre les verticales passant par O et C.
   b) Calcule la durée du saut.
   c) Détermine la valeur de sa vitesse en C. (On appliquera le théorème de l'énergie cinétique).

Exercice 8

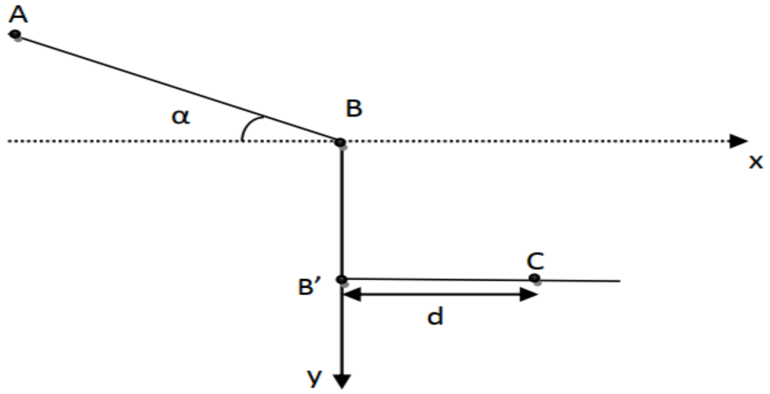
Au cours d'une séance d'EPS, Ali est choisi comme premier lancer. Il soulève le « poids » de masse de centre d'inertie G et le lance dans l'espace de réception. Lorsque l'objet quitte sa main :
- le centre d'inertie G se trouve au point A tel que OA = h = 1,7 m;
- le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ fait un angle θ avec le plan horizontal.

Lorsque le « poids » arrive au sol, G coïncide avec le point B.
On prendra $t = 0$, l'instant où le « poids » quitte la main au point A. On négligera l'action de l'air et $g = 9{,}8\ \mathrm{m.s^{-2}}$.



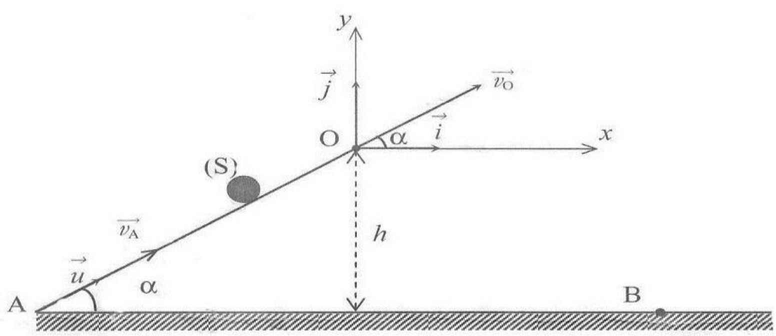
1) Etablis les équations horaires du mouvement de G dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{k})$, puis l'équation cartésienne de la trajectoire.
2) Donne la nature de la trajectoire et trace la qualitativement.
Ali effectue trois essais et on retient la meilleure performance.
3) **Premier essai :** $\theta = 30^{\circ}$; $OB = X_1 = 8{,}74$ m.
   3-1) Détermine l'expression de :
      3-1-1) la vitesse v_0 en fonction de g, θ, X_1 et h.
      3-1-2) la hauteur maximale $H_{max,}$ par rapport au sol atteinte par le « poids ».
   3-2) Calcule la valeur numérique de v_0 et de H_{max}.
4) **Deuxième essai :** $\theta = 45^{\circ}, v_0$ a la même valeur qu'au premier lancer et $OB = X_2$.
   Détermine X_2 Compare X_1 et X_2.
5) **Troisième essai :** $\theta = 60^{\circ}, v_0 = 8{,}6\ m.s^{-1}$ et $OB = X_3$.
   5-1) Détermine X_3.
   5-2) Compare X_2 et X_3.
6)
   6-1) Quelle est le meilleur essai ?
   6-2) Pour une vitesse initiale donnée, comment doit-on lancer le « poids » pour obtenir la meilleure performance ?

Exercice 9
Un jeu consiste à faire tomber un solide ponctuel en un point C situé à *d* = 1,5 m de la verticale passant par B.
Le solide de masse m est abandonné sans vitesse au point A et glisse sans frottement le long d'un conduit rectiligne AB de longueur L faisant un angle $\alpha = 20°$ avec l'horizontale. (Voir figure ci-dessous).



1) a) Fais le bilan des forces appliquées au mobile lors de son mouvement sur le conduit. Représente-les.
   b) Quelle est la nature de ce mouvement ?
2) a) Exprime la vitesse v_B du solide en B en fonction de α et L.
   b) En déduis la durée du trajet AB en fonction de α et L.
3) Le mobile quitte le conduit en B avec la vitesse $\vec{v}_B$ et tombe sur le sol horizontal.
   a) Etablis l'équation de la trajectoire du mobile dans le repère $(B, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$. Quelle est sa nature ?
   b) On donne BB′ = h = 1,2 m. Calcule la longueur L du conduit AB sachant que le mobile touche le sol en un point C′ tel que B′C′ = d ′ = 1 m.
4) Avec quelle vitesse v_A doit-on lancer le solide au point A pour que le jeu soit gagné ?
On prendra : $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

Exercice 10
Un mobile (S) de masse m assimilable à un point matériel se déplace sans frottement sur la piste AO située dans un plan vertical. La piste AO est rectiligne et fait un angle α avec le plan horizontal. (Voir figure ci-dessous).



Des élèves étudient le mouvement de (S) sur AO et au-delà du point O.

1) Étude du mouvement du centre d'inertie du mobile sur la partie AO de la piste

Le mobile est lancé à partir du point A avec une vitesse $\vec{v}_A$ et arrive en O avec une vitesse $\vec{v}_0$ de valeur $v_0 = 1\ m.s^{-1}$.
Il est animé d'un mouvement dont l'accélération est $\vec{a} = a_u.\vec{u}$ ($\vec{u}$ est le vecteur unitaire colinéaire à $\overrightarrow{AO}$).

1-1) Fais l'inventaire des forces extérieures agissant sur le mobile et les représenter sur un schéma.

1-2) Détermine :

1-2-1) la valeur algébrique a_u de l'accélération du mobile ;

1-2-2) la nature du mouvement du mobile ;

1-2-3) la valeur v_A de la vitesse communiquée au mobile au point A.

2) Étude du mouvement du mobile dans le repère (O, $\vec{\imath}, \vec{\jmath}$)

Après le point O, le mobile est soumis au champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$.

2-1) Détermine les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$.

2-2) Montre que l'équation cartésienne de la trajectoire est : $y = -\,6{,}67x^2 + 0{,}577x$.

2-3) En déduis la nature de cette trajectoire.

2-4) Détermine :

2-4-1) les coordonnées et du point de chute B du mobile sur le sol.

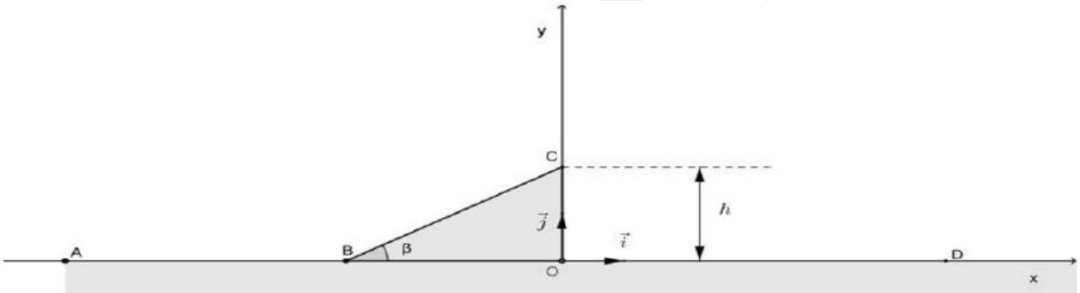
2-4-2) la vitesse v du mobile au moment où il entre en contact avec le sol.

On donne : $\mathrm{m} = 0{,}250\ \mathrm{kg}$; $\alpha = 30°$; $\mathrm{h} = 0{,}75\ \mathrm{m}$; $g = 10\ \mathrm{m.s^{-2}}$.

<u>Exercice 11</u>

On considère un cascadeur à moto sur un trajet ABC. Ce trajet comporte une partie rectiligne et horizontale AB et un tremplin BC incliné d'un angle β par rapport à l'horizontale. On étudie le mouvement du centre d'inertie G de l'ensemble (cascadeur-moto). Le cascadeur part du point A sans vitesse initiale à la date t_o et arrive au point B à la date t_B avec une vitesse v_B Le mouvement sur le trajet AB est rectiligne et uniformément varié. Ensuite, il aborde le tremplin avec la vitesse acquise en B. Sur ce tremplin, le mouvement est maintenu uniforme. Au point C, il quitte le tremplin et effectue un saut dans l'air pour atterrir au point D (voir figure)

Données : $t_o = 0$ s ; $t_B = 6$ s ; $V_B = 30\ m.s^{-1}$; β = 30° ; $g = 10\ m.s^{-2}$; h = OC = 3 m.



1) Etude du mouvement sur AB

1-1) Précise le système et le référentiel.

1-2) Détermine l'accélération du centre d'inertie du système.

2) Etude du mouvement sur le tremplin BC

2-1) Montre que : $v_C = v_B$.

2-2) Précise la direction du vecteur-vitesse $\vec{v}_C$ par rapport à l'horizontal.

3) Etude du mouvement au-delà du point C

3-1) Donne les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}_C$ dans le repère (O, $\vec{\imath}, \vec{\jmath}$).

3-2) Etablis les lois horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du solide G.

3-3) En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire du solide G.

4) Détermine :

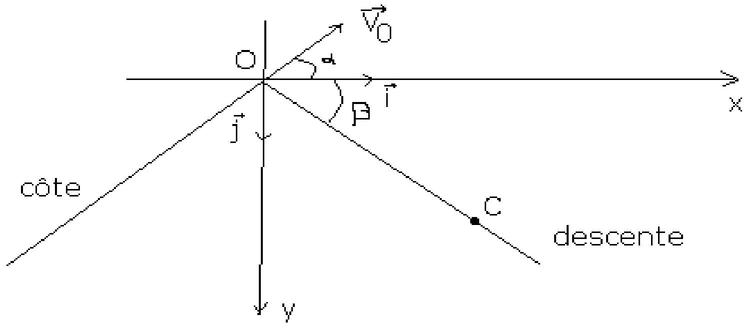
4-1) l'altitude maximale atteinte par le solide G.

4-2) les coordonnées du point de chute D.

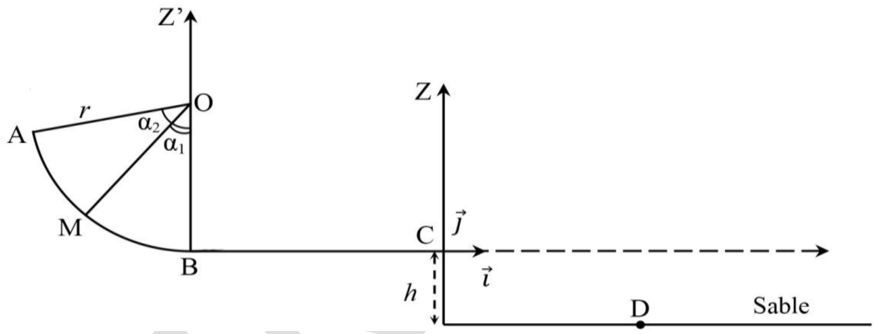
<u>Exercice 12</u>

Un Skieur parcourt une cote inclinée d'un angle α = 40° sur l'horizontale. Au sommet O cette cote, sa vitesse à pour valeur $V_o = 12\ ms^{-1}$.
Après le point O se présente une descente inclinée d'un angle β = 45° sur l'horizontale. Le skieur accomplit un saut et reprend contact avec la piste en un point C (voir figure).

Détermine :
1) La nature de la trajectoire correspondant au saut du skieur.
2) Les coordonnées du point C dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ indiqué sur la figure.
3) La longueur OC.
4) La durée du saut.
On prend g = 10 ms^{-2} et on négligera la résistance de l'air. La masse du skieur n'est pas donnée car elle s'élimine dans les calculs. On étudiera le mouvement du centre d'inertie du skieur.



Exercice 13
Dans la cour d'une école maternelle se trouve une glissière dont le profil est représenté dans le plan vertical.
Cette glissière est constituée :
- d'un arc de cercle $\widehat{AB}$ de rayon r ;
- d'une partie rectiligne BC, de longueur L, située à une hauteur h du sol.
Un enfant de masse m est en mouvement sur cette glissière.
On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G de cet enfant.



1) Etude du mouvement sur AB
Sur ce trajet, l'enfant part sans vitesse initiale du point A. Les forces de frottement sont négligées.
La position du centre d'inertie G est repérée au point M par l'angle $\alpha_1 = \left(\widehat{\overrightarrow{OM},\overrightarrow{OB}}\right)$.
1-1) Fais le bilan des forces appliquées à l'enfant en M et les représenter.
1-2) Détermine l'expression de la vitesse v_M en fonction de g, r, α_1 et α_2, en utilisant le théorème de l'énergie cinétique entre A et M.
1-3) Déduis l'expression de v_B au B.
1-4) Calcule v_B.
2) Etude du mouvement sur BC
L'enfant aborde la partie rectiligne BC avec la vitesse $v_B = 3\ m.s^{-1}$. Sur cette partie, les frottements sont équivalents à une force constante $\vec{f}$ de même direction et de sens opposé au vecteur-vitesse.
Il atteint le point C avec la vitesse $v_B = 1{,}2\ m.s^{-1}$.
2-1) Détermine la valeur algébrique a_x de l'accélération $\vec{a}$ du mouvement de G.
2-2) Fais le bilan des forces exercées sur l'enfant. Représente qualitativement ces forces.
2-3) Détermine la valeur f de la force de frottements $\vec{f}$ en utilisant le théorème du centre d'inertie.

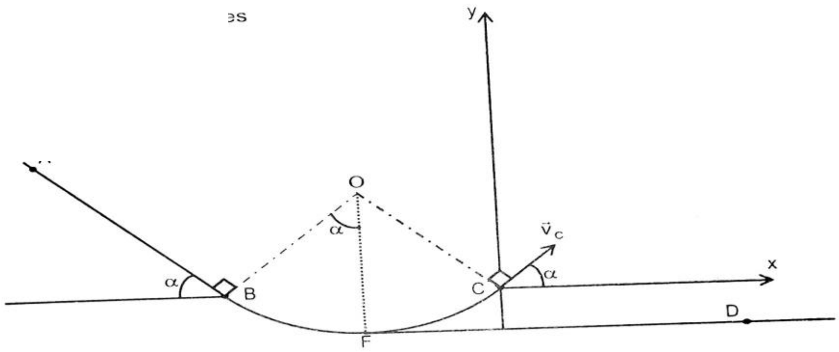
3) Etude du mouvement au-delà de C

L'enfant quitte la piste au point C et atterrit dans le sable au point D sous l'action de son poids.
L'instant de passage en C est pris comme origine des dates.
3-1) Montre que son mouvement est uniformément varié.
3-2) Établis dans le repère (C,$\vec{\imath},\vec{\jmath}$), les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$.
3-3) Détermine l'équation cartésienne de la trajectoire $z = f(x)$ du mouvement de G.
3-4) Détermine au point de chute D :
 3-4-1) les coordonnées x_D et z_D.
 3-4-2) la vitesse de chute v_D.
Données : $m = 10\ kg$; $g = 10\ m.s^{-2}$; $r = 1\ m$; $h = 10\ cm$; $BC = L = 1\ m$; $\alpha_2 = 60°$.

<u>Exercice 14</u>

On étudie le mouvement d'un solide (S) de masse m assimilable à un point matériel qui glisse sur une piste ABC.
La piste est composée de deux parties :
- la partie AB de longueur ℓ est inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontale ;
- la partie BC est un arc de cercle de rayon r et centre O.

Les deux parties sont raccordées tangentiellement au point B. (voir figure). Les frottements sont négligeables.



Donne : $g = 9{,}8\ \mathrm{m.s^{-2}}$; $\alpha = 45°$; $\ell = 2\ \mathrm{m}$; $\mathrm{m} = 250\ \mathrm{g}$; $\mathrm{r} = 1{,}5\ \mathrm{m}$.

1) Etude du mouvement de (S) sur AB

Le solide (S) abandonné sans vitesse initiale en A arrive en B avec un vecteur vitesse $\vec{v}_B$.
1-1) Fais l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide (S).
1-2) Détermine la valeur de l'accélération a du solide (S).
1-3)
 1-3-1) Exprime la vitesse v_B du solide en B en fonction de α, ℓ et g.
 1-3-2) Calcule v_B.

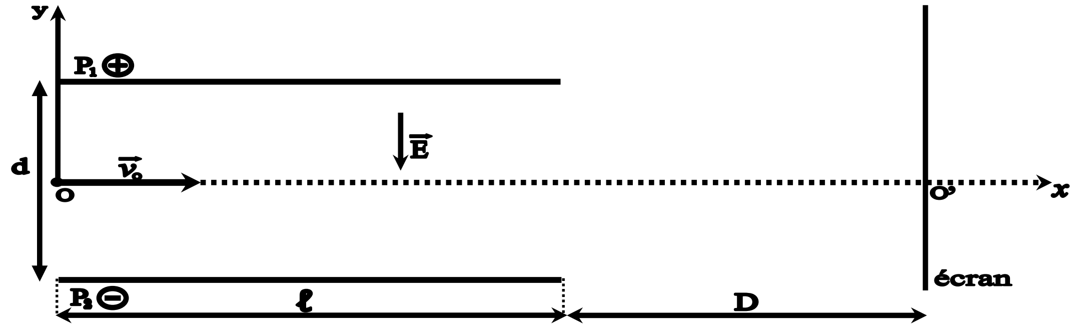
2) Etude du mouvement de (S) sur BC

Dans la suite de l'exercice, on prendra $v_B = 5{,}3\ m.s^{-1}$.
2-1) Détermine la vitesse v_F du solide (S) au point F.
2-2) Montre que la vitesse du solide en C est la même qu'en B.
2-3)
 2-3-1) Exprime l'intensité R de la réaction de la piste sur le solide (S) au point B en fonction de m, g, α, r et v_B.
 2-3-2) Calcule R.

3) Etude du mouvement de (S) sur CD

Le solide (S) quitte la piste et retombe sur le sol en un point D.
3-1) Détermine dans le repère $(\overrightarrow{Cx}, \overrightarrow{Cy})$:
 3-1-1) les coordonnées $x(t)$ et $y(t)$ du centre G du solide (S).
 3-1-2) l'équation de la trajectoire de G en fonction de α, g et v_C. Fais l'application numérique.
3-2) Détermine :
 3-2-1) les coordonnées du point D.
 3-2-2) le temps mis par le solide (S) pour atteindre le point D.

Exercice 1



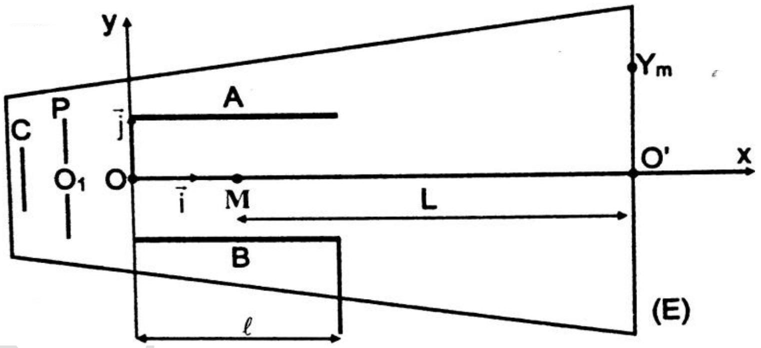
Une tension U est maintenue entre 2 plaques métalliques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur et distantes de d.
Un faisceau d'électrons pénètre en O dans le champ électrique avec un vecteur vitesse horizontal $\vec{v}_o$.
La longueur des plaques est notée ℓ. Un écran vertical permet de repérer le point d'impact des électrons.

1) Calcule l'intensité du champ électrique $\vec{E}$, supposé uniforme.
2) a) Etablis dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ les équations horaires du mouvement.
   b) En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire.
3) a) Détermine la position des électrons au point de sortie S (abscisse + ordonnée).
   b) Détermine le temps mis par les électrons pour sortir du condensateur.
   c) Détermine la vitesse des électrons au point de sortie S.
4) Calcule la valeur de l'angle de déviation α du faisceau.
5) Montre qu'entre le condensateur et l'écran, le mouvement des électrons est uniforme.
6) Détermine la position du point d'impact P du faisceau sur l'écran.

   Données : d = 1,5 cm ; D = 50 cm ; U = 100 V ; $v_o = 8 \cdot 10^6$ m.s^{-1} ; $\ell = 2{,}5$ cm
   q = -*e* = -1,6.10^{-19} C ; $m_{électron}$ = 9,1.10^{-31} kg

Exercice 2

1) La cathode C d'un oscilloscope électronique émet des électrons avec une vitesse négligeable.
   Les électrons sont accélérés entre la cathode C et l'anode P. Ils la traversent par l'ouverture O_1.
   On établit une différence de potentiel $U_o = V_P - V_C = 2000$ V
   1-1) Détermine la vitesse v_o des électrons à leur passage en O_1. Calcule sa valeur
   1-2) Indique, en justifiant votre réponse, la nature de leur mouvement au-delà de P, entre O_1 et O.
   (On admettra que le poids d'un électron est négligeable par rapport aux autres forces appliquées).
2) Les électrons pénètrent en O entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur.
   Les armatures, de longueur ℓ, sont distantes de AB = d. On établit entre les armatures une tension positive U = $V_A - V_B$.



Données :
$U_o = 2000$ V
q = -*e* = -1,6.10^{-19} C
(masse de l'électron)
M = 9,1.10^{-31} kg
ℓ = 4 cm
d = 2 cm
MO' = L

   2-1) Représente sur un schéma le champ électrique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{F}_e$ qui agissent sur les électrons entre les deux armatures.
   2-2) Détermine l'accélération des électrons entre les 2 plaques dans le système d'axes (O_x, O_y).
   Etablis l'équation de leur trajectoire sous la forme $y = Kx^2$ où K est une constante fonction de U, U_o et d.
   2-3) Exprime en fonction de ℓ, d et U_o la condition sur U pour que les électrons puissent sortir du condensateur AB sans heurter une des armatures. Calcule cette valeur limite de la tension U.
3) Le faisceau d'électrons arrive ensuite sur un écran fluorescent (E) situé à la distance L du centre de symétrie M des plaques.

3-1) Exprime le déplacement Y_m du spot sur l'écran en fonction de U, ℓ , L, d et U_o

3-2) On peut obtenir une déviation maximale Y_m = 4 cm. Sachant que la valeur de L est 40 cm, calcule la valeur de U qu'il faut alors appliquer entre les plaques.

<u>Exercice 3</u>

Dans tout l'exercice, on suppose que le mouvement des protons a lieu dans le vide et on néglige leur poids par rapport aux autres forces. On considère le dispositif de la figure 1. Des protons sont émis en C aves une vitesse quasiment nulle, puis accélérés entre les points C et D des plaques P_1 et P_2.

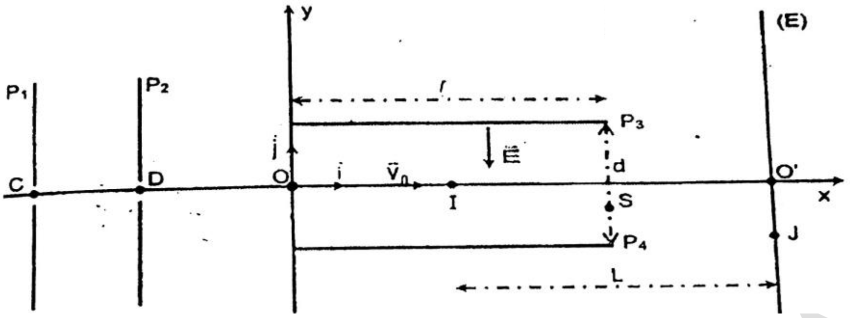


Figure 1

1) Précise le signe de la tension U_{CD} pour que les protons soient accélérés. Justifie la réponse.

2) On posera pour la suite $|U_{CD}| = U$.

Exprime la vitesse v_D d'un proton en D en fonction de U, e et m_P. Calcule v_D.

3) Après la traversée de la plaque P_1 en D, les protons pénètre en O entre deux plaques parallèles P_3 et P_4 de longueurs ℓ et de distances d. La tension U' appliquée à ces plaques crée un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$.

Données : $\ell = 20$ cm et $d = 7$cm.

a) Montre que l'énergie cinétique d'un proton se conserve entre D et O.

b) Etablis dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ les équations horaires du mouvement d'un proton dans la région limitée par les plaques P_3 et P_4.

c) Vérifie que l'équation de la trajectoire peut s'écrire : $y = -\frac{U'}{4dU}x^2$.

d) Détermine la condition à laquelle doit satisfaire la tension U' pour que les protons sortent du champ électrostatique $\vec{E}$ sans heurter la plaque P_4.

e) Détermine U' pour que les protons sortent du champ en passant par le point S de coordonnées $\left(\ell\,; -\frac{d}{5}\right)$.

4) A la sortie du champ électrostatique par le point S, les protons sont reçus en un point J, sur un écran plat et placé perpendiculairement à l'axe Ox.

a) Représente qualitativement la trajectoire d'un proton entre les points O et J.

b) Etablis l'expression littérale de la déviation O'J du spot sur l'écran (E).

c) Calcule la distance O'J.

On donne : $L = 20$ cm ; $U = 10^3$ V ; $m_P = 1{,}67.10^{-27}$ kg ; $e = 1{,}6.10^{-19}$ C.:

<u>Exercice 4</u>

Dans un canon à électrons d'un oscilloscope où règne le vide, les électrons de masse m et de charge q sont émis sans vitesse initiale au point K, par un filament chauffé. Ces électrons sont ensuite accélérés par la tension U_{AB} entre les plaques verticales A et B. A la sortie de ces plaques, ils pénètrent en O entre deux autres plaques horizontales C et D où ils sont déviés par le champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ qui y règne. Ces électrons sont reçus sur l'écran P de l'oscilloscope, situé à une distance L du milieu I des plaques C et D (voir schéma ci-dessous).

Données : $L = 25$ cm ; $U_{CD} = 100$ V ; $|U_{AB}| = 300$ V ; $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ;
$q = -e = -1{,}6.10^{-19}$ C ; $d = 1$ cm ; $\ell = 2$ cm.

1) <u>Etude de l'accélération des électrons</u>

1-1) Enonce le théorème de l'énergie cinétique.

1-2) Détermine le signe de la tension U_{AB}.

1-3) Etablis en fonction de e, m et U_{AB}, l'expression de la vitesse v_B des électrons à la sortie des plaques A et B.

1-4) Calcule la vitesse v_B.

2) <u>Etude du mouvement des électrons au-delà des plaques A et B</u>

On admet que $v_B = v_0$ (v_0 est la vitesse de l'électron en O).

2-1) Enonce le théorème du centre d'inertie.

2-2) Détermine les sens de déviation du spot par rapport à l'horizontale sur l'écran de l'oscilloscope.

2-3) Représente qualitativement la force électrostatique F s'exerçant sur un électron.

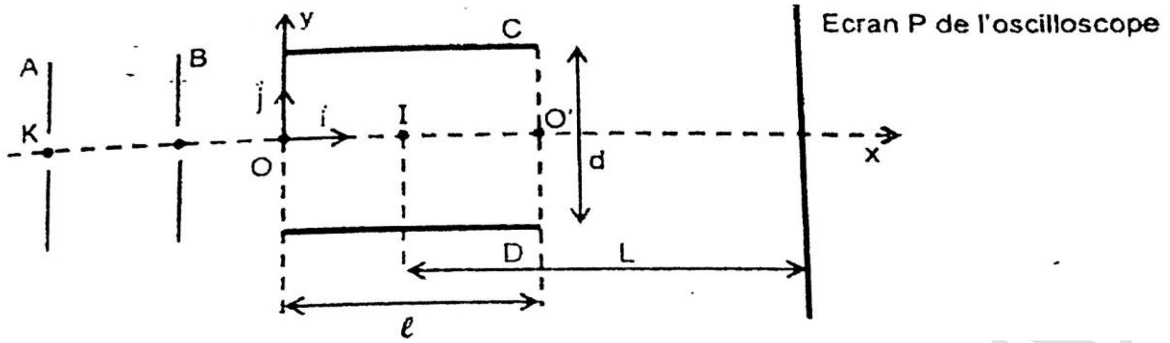
2-4) Détermine :

2-4-1) Les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement d'un électron dans le champ électrostatique $\vec{E}$.

2-4-2) L'équation cartésienne $y(x)$ de la trajectoire.

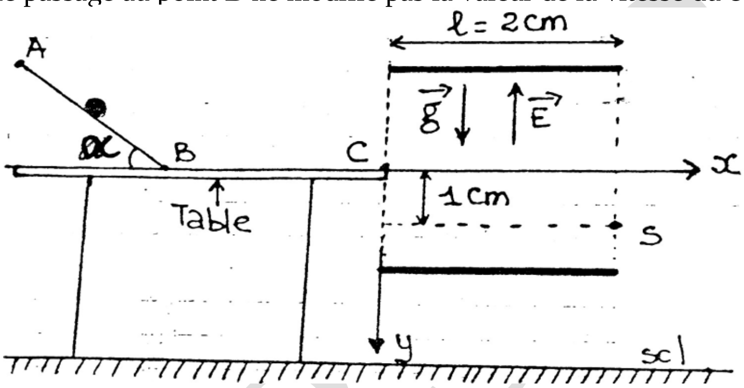
2-4-3) Les coordonnées du point S à la sortie des plaques C et D.

2-4-4) La déviation linéaire Y d'un faisceau d'électrons sur l'écran P de l'oscilloscope



Exercice 5

On constitue à l'aide d'éléments de glissière un tremplin ABC coudé en B. Les deux portions AB et BC sont rectilignes, l'ensemble est posé sur une table horizontale. AB forme un angle α avec le plan de la table, BC est parallèle à ce plan.
Un corpuscule de masse m et de charge q considéré ponctuel est lâché en A sans vitesse initiale. Il glisse le long de ce tremplin. Les frottements sont assimilables à une force unique $\vec{f}$ constamment parallèle au déplacement et de valeur constante sur tout le trajet AC.
On admettra le passage au point B ne modifie pas la valeur de la vitesse du corpuscule. (Voir schéma)



1) Détermine :

a) L'accélération a_1 du corpuscule entre A et B.

b) L'accélération a_2 du corpuscule entre B et C.

c) La valeur v_B de la vitesse du corpuscule en B.

d) La valeur v_C de la vitesse du corpuscule en C.

e) La durée du parcours ABC.

2) Au-delà du point C, le corpuscule quitte la table avec la vitesse $v_C = 1{,}7$ m/s et évolue dans un espace où règnent deux champs uniformes : le champ de pesanteur $\vec{g}$ et le champ électrique $\vec{E}$.
On étudie le mouvement du corpuscule dans le repère (Cx, Cy).

a) Etablis les équations horaires du mouvement du corpuscule.

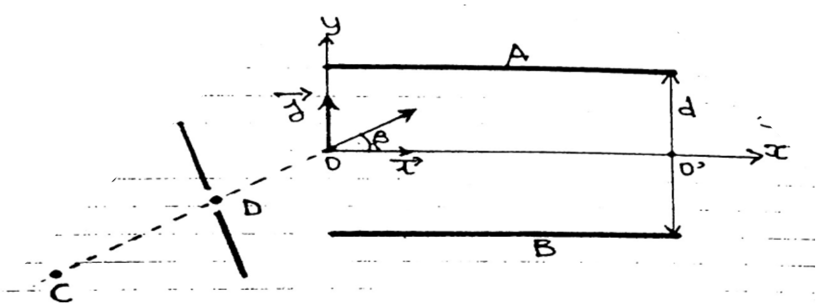
b) Montre que l'équation cartésienne de la trajectoire du corpuscule s'écrit : $y = \frac{1}{2v_C^2}\left(g - \frac{qE}{m}\right)x^2$.

c) Détermine la valeur de E pour que le corpuscule sorte l'espace champ $\vec{E}$ au point S.

Données : $m = 0{,}01$ kg ; $f = 10^{-2}$ N ; $\alpha = 30^\circ$; $AB = BC = L = 0{,}5$ m ; $q = -10^{-3}$ C ; $g = 10$ m/s^2.

Exercice 6

Un condensateur plan est constitué de deux plaques métalliques parallèles, horizontales rectangulaires A et B de longueur L et séparées par une distance d; on raisonnera dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Le point O étant équidistant des plaques. Un faisceau homocinétique de protons, émis en C sans vitesse initiale, est accéléré entre les points C et D situé dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$.
Il pénètre en O en formant un angle β avec $(O\vec{i})$ dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ du condensateur. (voir figure).



1) a) Indique en justifiant le signe de $V_D - V_C$.

b) Calcule en fonction de $U = V_C - V_D$, e et m_P, la vitesse v_0 de pénétration du faisceau dans le champ $\vec{E}$.

On donne : $U = 10^3\ V$; $m = 1{,}67.10^{-27}$ kg ; $q = e = 1{,}6.10^{-19}\ C$.

2) a) Indique en le justifiant le sens du champ électrique $\vec{E}$ et le signe de la tension $U' = V_A - V_B$ pour que le faisceau de protons puisse passer le point O' de coordonnées (L ; 0).

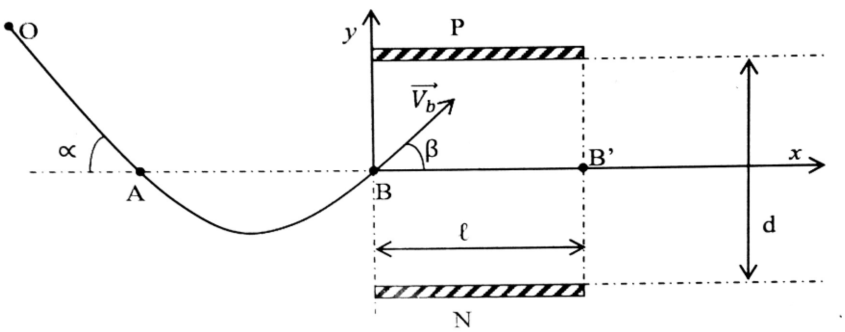
b) Démontre que l'équation de la trajectoire est : $y = -\frac{U'}{4Ud\cos^2\beta}x^2 + x\tan\beta$.

3) a) Détermine l'expression de U' qui permet de réaliser la sortie des protons en O', en fonction de d, U, β et L.

b) Calcule sa valeur pour $L = 20$ cm, $\beta = 30^\circ$, $d = 7$ cm.

4) Détermine à quelle distance minimale de la plaque A passe le faisceau de protons en considérant $U' = 606{,}2$ V.

Exercice 7



Dans tout l'exercice les frottements sont négligés.

Une bille en verre de masse m, a été électrisée par frottement et déposée sur un plan incliné d'un angle α = 20° par rapport à l'horizontale. Elle est lâchée en un point O, sans vitesse initiale. Le solide glisse tout le long de la ligne de plus grande pente du plan.

1) a) Etablis l'équation horaire du mouvement entre O et A.

b) Calcule la vitesse de la bille au point A.

2) Le plan incliné se raccorde en A à une piste circulaire de rayon R disposée dans le plan vertical contenant la droite (OA). La piste s'arrête au point B situé à la même côte que A. Détermine la vitesse du solide en B.

3) La bille en verre chargée positivement pénètre en B avec la vitesse $\vec{v}_B$ faisant le même angle β = 20°, à l'intérieur d'un condensateur plan constitué de deux plaques métalliques parallèles horizontales rectangulaires P et N de longueur ℓ et séparées par une distance d. La bille ressort en B' selon le schéma précédent.

A l'intérieur des plaques, il existe un champ électrique uniforme $\vec{E}$.

a) Justifie par un calcul que le poids du solide est négligeable devant la force électrique.

b) Détermine le signe de la tension $U = V_P - V_N$.

c) Etablis l'équation de la trajectoire de la bille.

d) Etablis l'expression littérale de la condition que doit vérifier la tension U pour que la bille sorte du condensateur par le point B' situé sur l'axe (B,X).

Calcule la valeur de U.

4) La tension U ayant la valeur précédente, déterminer la hauteur maximale atteinte par la bille au-dessus de l'axe (B,X) (à l'intérieur de l'espace compris entre les plaques).

Données : ℓ = 20 cm ; d = 10 cm ; $m = 7{,}5.10^{-3}$ g ; E = 2.107 V/m ; L = OA = 1,5 m ; $g = 10\ m/s^2$; $Q = 2.10^{-5}$ C.

Exercice 8

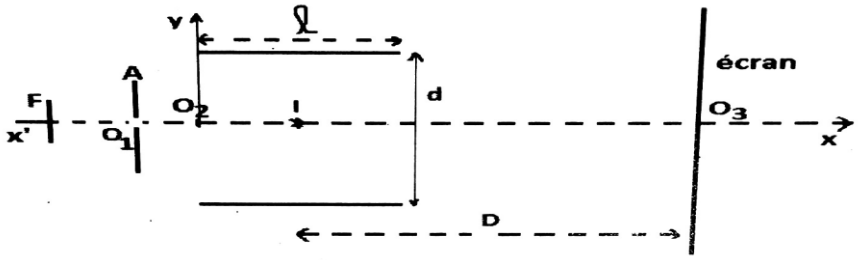
Dans un tube électronique, un filament incandescent F émet des électrons avec une vitesse initiale négligeable. Les électrons sont accélérés par une anode A plane, présentant par rapport au filament une différence de potentiel constante, positive $U_0 = 1125$ V. Cette tension communique aux électrons une vitesse de direction horizontale x'x.

$\vec{E}_0$ est le champ électrique entre F et A.

1) Quelle est la nature du mouvement d'un électron entre F et A ? Ecris l'équation horaire de ce mouvement.

2) Détermine la vitesse d'un électron à son arrivée sur l'anode. On donne : $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; $e = 1{,}6.10^{-19}$ C.

3) Un trou ponctuel, percé dans l'anode en O_1 laisse passer un pinceau d'électrons homocinétiques qui pénètre par la suite au point O_2 dans un champ électrique uniforme crée par un condensateur dans C_1 dont les plaques sont horizontale disposées symétriquement par rapport à l'axe x'x. (Voir figure). On applique à l'armature supérieure une tension $U_1 = 45$ V par rapport à l'armature inferieure.



a) Etudie le mouvement d'un électron pendant la traversée du condensateur.
   Ecris l'équation de la trajectoire en fonction de U_0, U_1 et d.

b) Quelle condition doit remplir U_1 pour que l'électron puisse sortir du condensateur sans rencontrer les armatures.

4) Le pinceau est ensuite reçu sur un écran fluorescent perpendiculaire à l'axe x'x, distant du centre I du condensateur de $D = 30$ cm. La distance entre les armatures est $d = 2$ cm et la longueur $\ell = 5$ cm.

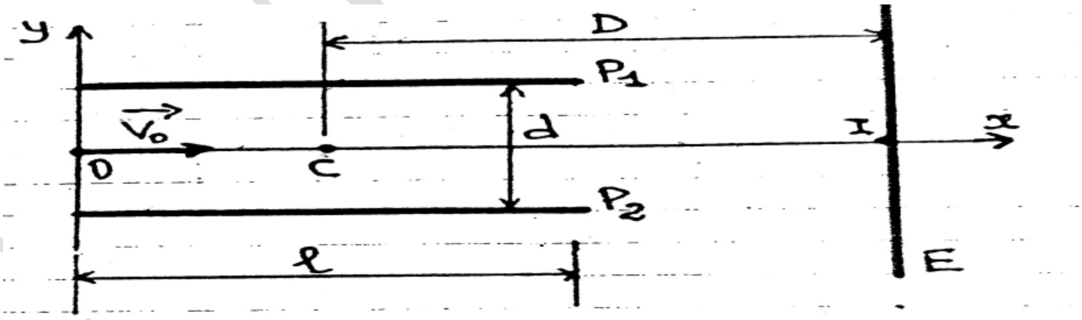
a) Détermine la déviation Y sur l'écran comptée de O_3, point d'intersection de l'axe x'x et l'écran.

b) On appelle sensibilité le facteur $K_1 = \frac{U_1}{Y}$. Exprime K_1 en fonction de D, d, U_0 et ℓ.

Exercice 9

Des électrons pénètrent avec une vitesse $\vec{V}_0$ horizontale à l'intérieur d'un condensateur plan.

Entre les deux plaques horizontales P_1 et P_2 de ce condensateur séparées par une distance d est appliquée à une tension constante $U = V_{P_1} - V_{P_2} = 141$ V. On admet que le champ électrostatique uniforme qui en résulte agit sur les électrons sur une distance horizontale ℓ. (voir figure).



1) Compare les valeurs du poids d'un électron et de la force électrostatique. Que peut-on conclut ?

2) a) Etablis dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ les équations horaires du mouvement.

b) Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire.

c) En déduis de quelle distance verticale les électrons sont déviés à la sortie du condensateur.

3) Ces électrons forment un spot sur écran fluorescent E placé perpendiculaire à Ox; à la distance D du centre C du condensateur.

a) Quelle est la distance de ce spot au centre I de l'écran ?

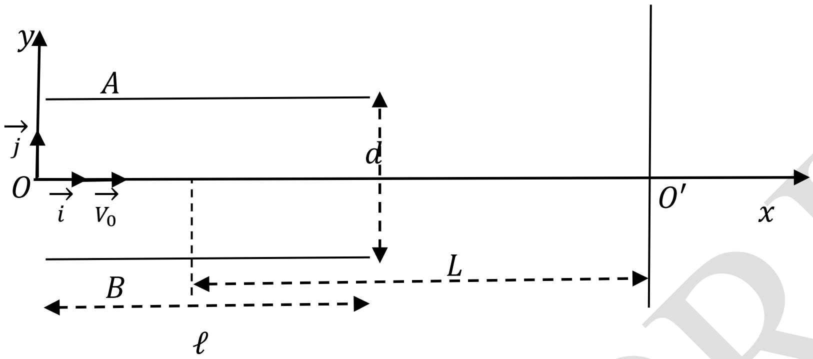
b) Quelle est la vitesse des électrons à leur impact sur l'écran ?

On donne : $\ell = 10$ cm ; $d = 3$ cm ; $D = 15$ cm ; $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ;
$g = 9{,}8\ m/s^2$; $q = -e = -1{,}6.10^{-19}$ C ; $V_o = 2.10^4\ km/s$.

Exercice 10

Deux plaques métalliques carrés A et B, de côté l sont placées horizontalement et parallèlement l'une de l'autre. Un faisceau homocinétique de protons pénètre entre les plaques A et B où règne un champ électrique en un point O avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ horizontal. Soit e la charge et m la masse d'un proton.

1) Donne la direction et le sens du champ électrique $\vec{E}$ créé entre A et B pour que le faisceau homocinétique de protons soit dévié vers le haut.
2) Quel est alors le signe de la tension U_{AB} établie entre les plaques A et B ?
3) Etablis l'équation de la trajectoire du faisceau de protons entre les plaques. En déduis la nature du mouvement entre ?
4) Les protons sortent du champ en un point S et sont reçus en un point I sur un écran perpendiculaire à l'axe (o, x). Quelle est la nature de leur mouvement entre S et I ?
5) Montre que l'expression littérale donnant la déflexion électrique $Y = O'I$ s'écrit $Y = eE\ell.\frac{L-\frac{\ell}{2}}{mV_0^2}$.
   Calculer sa valeur de Y.

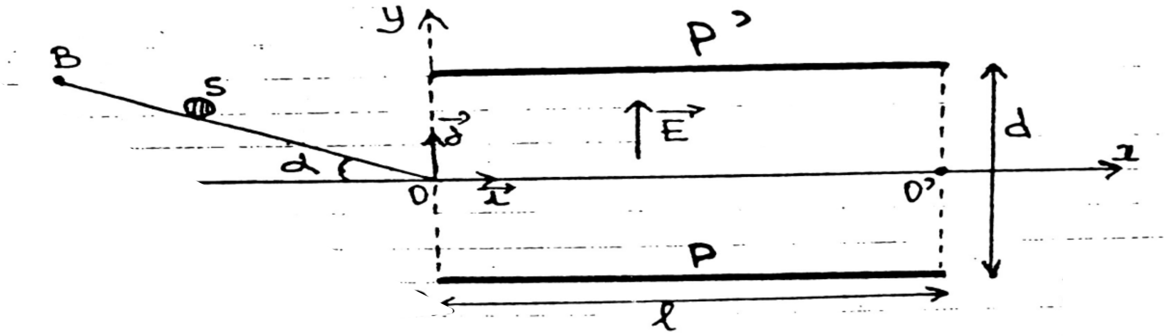


Données : U = 4kV ; $\ell = d = 6\ cm$; $L = 50\ cm$; $m = 1{,}67.10^{-27} kg$; $V_0 = 1500\ km/s$

Exercice 11

Une petite sphère de masse $m = 10^{-2}\ kg$ et de charge q positive quitte le point B d'un plan BO incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale avec une vitesse V_B. On donne : $g = 10\ m/s^2$.

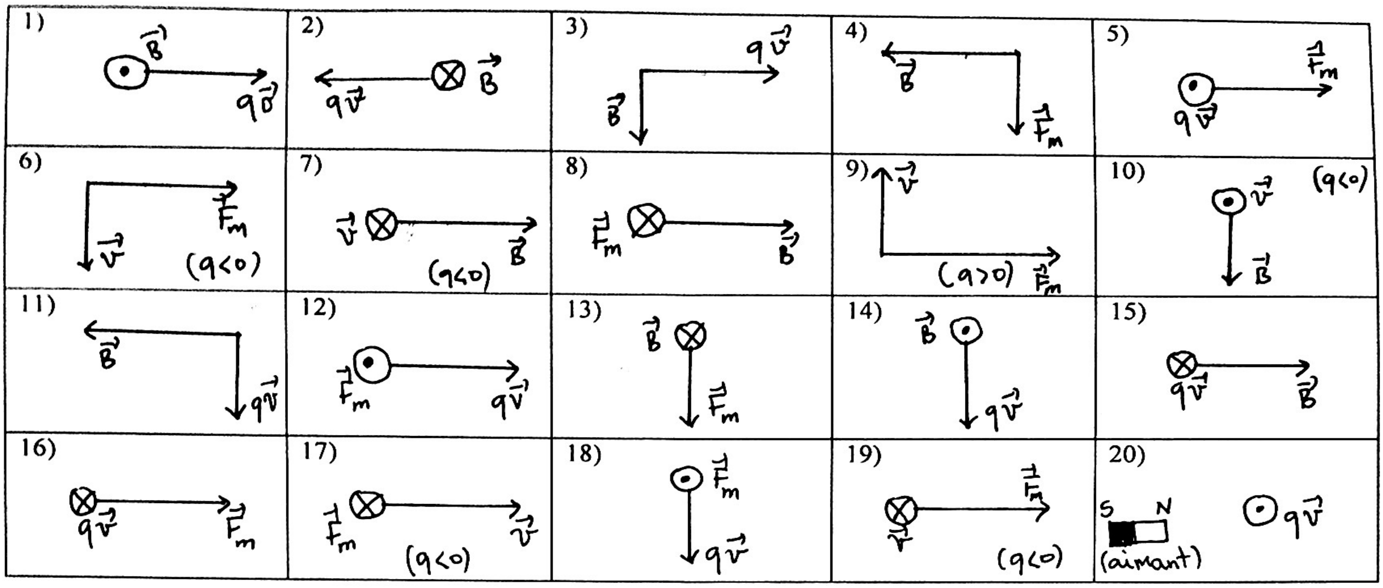
1) Détermine l'expression de l'accélération a de la sphère sur le parcours BO.
2) En déduis la vitesse de passage V_0 en O, sachant que la durée de ce mouvement est $t = 1{,}5$ s et $V_B = 3\ m/s$.
3) En réalité, la sphère quitte la piste en O avec la vitesse $V_0 = 10$ m/s et pénètre en ce point au milieu d'un champ électrique $\vec{E}$ crée par deux plaques P et P' parallèles, distantes de $d = 4$ cm, de longueur $\ell = 5$ cm.
   a) Etablis les équations horaires du mouvement de la sphère entre les plaques P et P'. En déduis l'équation de la trajectoire.
   b) Détermine l'expression de la charge q pour que la sphère sorte du champ $\vec{E}$ au point O'. Calcule sa valeur.



LE CHAMP MAGNETIQUE

Exercice 1

Représente pour chaque cas, le vecteur qui manque.



Exercice 2

Un solénoïde comporte 400 spires et a une longueur $\ell = 40$ cm.

1) Calcule le nombre n de spires par mètre.

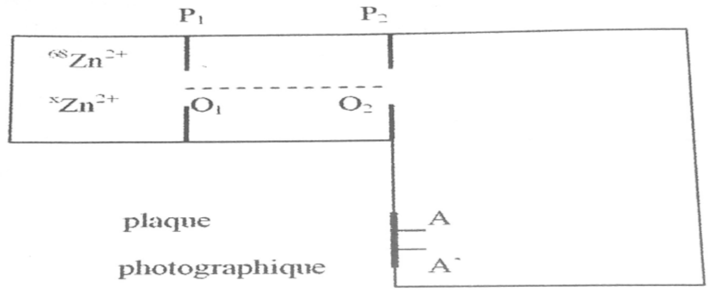
2) Calcule le diamètre d du fil d'enroulement.

3) Sachant que le rayon d'une spire vaut $\mathrm{R} = 3.5$ cm, calcule la longueur L du fil d'enroulement.

4) Peut-on considérer ce solénoïde comme infiniment long ?

5) L'intensité du courant qui parcourt ce solénoïde est $\mathrm{I} = 2$ A. Détermine les caractéristiques du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur du solénoïde.

Exercice 3



On envisage la séparation d'isotopes du zinc à l'aide d'un spectrographe de masse. On négligera le poids des ions devant les autres forces. ($e = 1{,}66.10^{-19}$C)

1) Une chambre d'ionisation produit des ions $^{68}Zn^{2+}$ et $^{x}Zn^{2+}$ de masses respectives $68u$ et xu (u représente la masse d'un atome : $u = 1{,}67.\ 10^{-27}$ kg). Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P_1 et P_2. La tension accélératrice a pour valeur $U = 10^3$ V. On négligera la vitesse des ions lorsqu'ils traversent la plaque P_1 en O_1.

   a) Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ?

   b) Calcule la vitesse v_o des ions $^{68}Zn^{2+}$ lorsqu'ils sont en O_2.

   c) Exprime en fonction de x et v_o la vitesse v_o' des ions $^{68}Zn^{2+}$ en O_2.

2) Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure, d'intensité $B = 0{,}1$T.

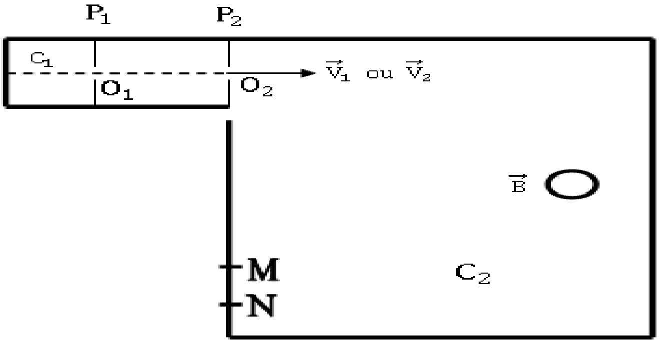
   a) Indique sur un schéma le vecteur $\vec{B}$ pour que les ions $^{68}Zn^{2+}$ parviennent en A et les ions $^{x}Zn^{2+}$ parviennent en A'. Justifie la construction.

   b) Montre que les trajectoires des ions sont planes ; établir la nature du mouvement et la forme de ces trajectoires.

c) Calcule le rayon de courbure pour les ions $^{68}Zn^{2+}$

d) On donne AA'= 8 mm. Calcule x.

Exercice 4



Un spectrographe permet de séparer les isotopes ^{132}Xe et ^{129}Xe du xénon. Les atomes de xénon sont ionisés dans une chambre d'ionisation C_1 et perdent alors un électron, ce qui donne des ions $^{129}Xe^+$ et $^{132}Xe^+$ portant la même charge $q = +e$. Ces vitesses négligeables et sont accélérés dans le vide par une tension U appliquée entre deux plaques P_1 et P_2 (voir figure).

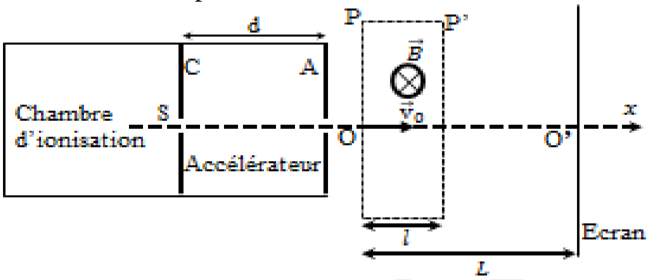
1) Calcule les vitesses respectives v_1 et v_2 des ions $^{129}Xe^+$ et $^{132}Xe^+$ quand ils arrivent en O_2.

2) Ils pénètrent en suite dans la chambre C_2 où existe un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure. Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que les ions parviennent en M et N ?

3) Calcule la distance MN des points d'impacts des isotopes en précisant les ions qui arrivent en M et ceux qui parviennent en N. Données : B = 0,2T ; tension accélératrice $U = 4.103\ V$; masse du nucléon : $1u = 1{,}66.10^{-27}$ kg

Exercice 5

Des protons H^+ de masse m = 1,67. 10^{-27} kg sont produits par une chambre d'ionisation. On néglige les forces de pesanteur. Ces protons pénètrent en S sans vitesse initiale dans un accélérateur linéaire où ils sont soumis à un champ électrique uniforme E créé par une tension $U = V_C - V_A$.



1) a) Exprime l'accélération d'un proton en fonction de U, d, m et la charge élémentaire e.

b) Ecris l'équation horaire du mouvement d'un proton dans l'accélérateur.

2) Les protons pénètrent ensuite en O avec une vitesse $v0$dans un domaine limité par deux plans P et P' où règne un champ magnétique uniforme B orthogonal à la vitesse v.

a) Donne les caractéristiques de la force magnétique subie par un proton en O. Représente graphiquement cette force.

b) Montre que le mouvement des protons est uniforme et circulaire entre P et P'.
Exprime le rayon de leur trajectoire en fonction de m, B, e et U.

3) On admet que la distance l entre les plans P et P' est négligeable devant L (distance entre O et l'écran et que les protons sortent par P' et viennent heurter l'écran en M.

a) Quelle est la nature du mouvement des protons après leur sortie du champ magnétique ?

b) Exprime la déflexion magnétique O'M en fonction de L, B, e, U, d et m.

c) Pour empêcher les protons d'atterrir sur l'écran, on augmente la largeur du champ magnétique.
Quelle valeur minimale L_1 faudrait-il donner à pour que les protons ressortent par le plan P ?

Données : U = 10 kV ; B = 0,5 T.

Exercice 6

Juste avant de s'échapper d'un cyclotron, des protons décrivent un cercle de 0,42m de rayon. La fréquence de la tension alternative appliquée entre les D est de 107 Hz.

1) Calcule la valeur du champ magnétique, la vitesse des protons et leur énergie cinétique (en Mev).

On donne : $m_p = 1{,}66.10^{-27}$ kg.
2) Quel est le nombre minimal de tours complets effectués par les protons si la tension maximale entre les D est de 20 kV.
3) Dans ce même cyclotron, on envoie un deuton de masse $3{,}34.10^{-27}$ kg et de charge +e.
Calcule la fréquence de la tension alternative à appliquer.
Quelle sera la vitesse d'éjection de ces particules ? Donne leur énergie cinétique.

Exercice 7

A l'aide d'un teslamètre, on mesure le champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur d'un solénoïde en fonction de l'intensité du courant qui le parcourt. On obtient les résultats suivants :

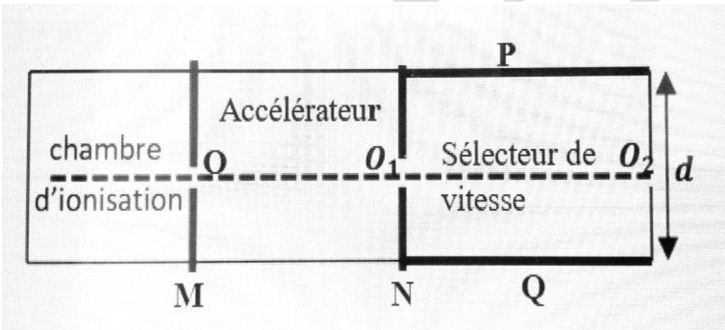
I(A)	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
B(mT)	0	0,63	0,94	1,25	1,55	1,89	2,15	2,48	2,80

1) a) Trace la courbe $B = f(I)$. Echelle 1 cm pour 0,5 A et 1 cm pour 0,5 mT.
b) Déduis de la courbe que le champ magnétique $\vec{B}$ est proportionnel à l'intensité I.
c) Détermine le coefficient de proportionnalité k (en unité SI).
2) a) Donne l'expression de l'intensité du champ magnétique à l'intensité de la bobine.
b) Détermine le nombre N de spires. Donnée : $u_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI ; $\ell = 40$ cm.

Exercice 8

Un faisceau homocinétique d'électrons pénètre en O à la vitesse $\vec{v}_0$ dans un domaine de largeur ℓ où règne un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$ orthogonal à $\vec{v}_0$.
1) a) On désire obtenir une déviation des particules vers le haut par le champ magnétique $\vec{B}$. Précise sur une figure les sens du vecteur $\vec{B}$.
b) Montre que dans le champ magnétique le mouvement des particules est circulaire et uniforme dans un plan que l'on précisera.
2) A la sortie du champ, le faisceau d'électrons semble provenir du point I proche du centre de l'espace du champ magnétique. Un écran est placé à la distance $D = 10$ cm du point I perpendiculairement à $\vec{v}_0$.
a) Exprime la déviation angulaire (ou angle de déflexion) du faisceau électronique en fonction de q, m, ℓ, B et v_0.
b) Détermine la déviation linéaire Y du faisceau d'électrons sur l'écran.
c) Que valent le champ magnétique et le rayon R de la trajectoire si on observe sur l'écran une distance de déflexion $Y = 4$ cm.
On donne : $v_0 = 100$ km/s ; $\ell = 2$ cm ; $q = -e = -1{,}6.10^{-19}$ C ; $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg.

Exercice 9



Une chambre d'ionisation produit des ions $^{20}Ne^+$ et $^{22}Ne^+$ de masses respectives m_1 et m_2.
Leur poids est négligeable devant les forces électromagnétiques qu'ils subissent et leur mouvement a lieu dans le vide.
Les ions produits pénètrent, avec une vitesse initiale négligeable, dans un accélérateur où ils sont soumis à un champ électrique uniforme $\vec{E}_0$ créé par une tension $U = V_M - V_N$ établie entre deux plaques conductrices M et N selon le schéma ci-après.
On désigne par v_1 et v_2 les vitesses respectifs, en O_1, des ions $^{20}Ne^+$ et $^{22}Ne^+$.
1) a) Représente sur un schéma le vecteur champ électrique $\vec{E}_0$ et détermine le signe de U_0.
b) Exprime v_1, la- vitesse de l'isotope $^{20}Ne^+$ en O_1, sortie de l'accélérateur, en fonction de U_0, e, et m_1.
Calcule sa valeur pour $U_0 = 2{,}104\ V$.
c) Montre que qu'en O_1 : $m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$. En déduis la valeur de v_2.
2) Arrivée en O_1, les ions entrent dans un sélecteur de vitesse limitée par les plaques P et Q. Dans cette région, ils sont soumis

à l'action simultanée de deux champs : champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par une tension positive $U = V_Q - V_P$ et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire aux vecteurs $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ et au vecteur champ électrique $\vec{E}$.

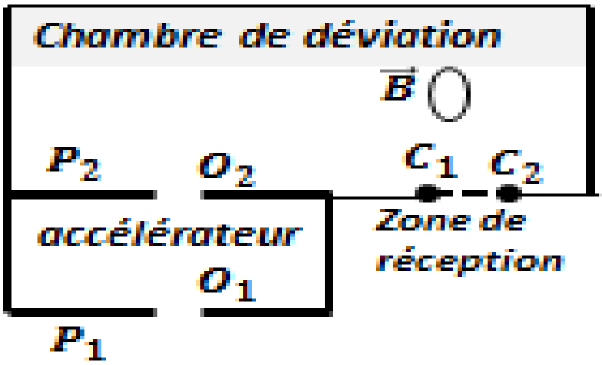
a) Représenter $\vec{E}$ et $\vec{B}$, sur un schéma, pour que la force électrique $\vec{F}_e$ et la force magnétique $\vec{F}_m$ soient opposées. On règle U de façon que le mouvement des ions $^{20}Ne^+$ soit rectiligne uniforme de la trajectoire O_1O_2.

b) Représente sur un autre schéma les forces agissant sur un ion $^{20}Ne^+$ ainsi que le vecteur $\vec{v}_1$.

c) Exprimer U, en fonction de v_1, d (distance entre les plaques P et Q) et de B. Calculer U pour $B = 0{,}1\ T$ et $d = 5cm$.

d) Dans quelle direction seront déviés les ions $^{22}Ne^+$?

Exercice 10



A l'aide du spectrographe de masse, on se propose de séparer les ions $^{107}Ag^+$ et $^{109}Ag^+$ de même charge q et de masses respectives m_1 et m_2. En O_1, la vitesse des ions est pratiquement nulle ; ils sont accélérés par la tension $U = V_{P_1} - V_{P_2} = 6.10^4$ V appliquée entre les plaques P_1 et P_2, distantes de 10 cm. Ils pénètrent ensuite en O_2, dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure.

1) a) Précise le sens de $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{F}_e$.

b) Exprime les vitesses v_1 et v_2 des deux ions en O_2 en fonction de U, q et de leurs masses m_1 et m_2.

c) En déduis que $\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$.

2) a) Précise la direction et le sens de champ magnétique $\vec{B}$ pour que les ions arrivent en C_1.

b) Démontre que les ions sont animés d'un mouvement circulaire uniforme des rayons respectifs R_1 et R_2.

c) Montre que : $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$. En déduire la valeur numérique de $\frac{R_1}{R_2}$.

d) Exprime les rayons R_1 et R_2 de leurs trajectoires en fonction de U, q, B et de leurs masses m_1 et m_2. Calcule numériquement les distances O_2C_1 et O_2C_2. En déduis la distance C_1C_2.

3) a) Calcule le temps de parcours de chaque types de particules entre l'entrée en O_2 et le point d'impact sur l'écran.

b) A leur sortie d'un champ magnétique, les ions sont captés par un fil métallique F relié à la terre par l'intermédiaire d'un galvanomètre G. le fil F reçoit successivement les ions $^{107}Ag^+$ et $^{109}Ag^+$ en C_1 et C_2.
Le galvanomètre indique $I_1 = 61{,}62.10^{-6}$ A et $I_2 = 58{,}38.10^{-6}$ A. Quelle est la composition isotopique d'argent.
En déduis la masse molaire atomique d'argent naturel.
Données : $M_1 = 107g/mol$; $M_1 = 109g/mol$; $N = 6.10^{26}\ mol^{-1}$; $B = 1\ T$.

Exercice 11

Un cyclotron est un dispositif constitué de deux demi-cylindre D_1 et D_2, appelés Dees, séparés par une distance très faible d devant leur diamètre. Le tout est placé dans le vide. Un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure est créé dans D_1 et D_2. Entre les Dees et sur la distance d agit un champ électrique uniforme $\vec{E}$. Ce champ $\vec{E}$ est constamment nul à l'intérieur de deux dees. On suppose que la d.d.p U entre D_1 et D_2 est constante.
Données : masse de proton $m = 1{,}67.\ 10^{-27}\ kg$; $d = 1cm$

1) Au voisinage immédiat de D_2 une source S émet des protons avec une vitesse initiale négligeable.

a) Précise la nature du mouvement du proton entre D_2 et D_1.

b) Etablis l'expression de la vitesse v_1 du proton au moment où il pénètre dans entre D_1 en fonction e, m et U. Calculer v_1.

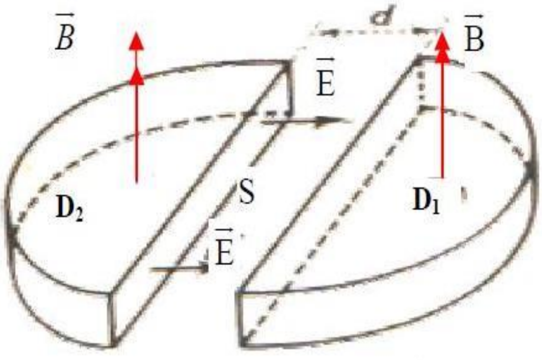
2) Le proton pénètre dans D_1, sa vitesse v_1 est perpendiculaire à $\vec{B}$.

a) Montre que le mouvement du proton dans D_1 est circulaire uniforme. Donne l'expression du rayon R_1 du demi-cercle décrit par le proton en fonction de e, m, B et U.

b) Exprime littéralement le temps de transit τ mis par le proton pour décrire ce demi-cercle ; montrer qu'il est indépendant de la vitesse donc non modifiée par la présence du champ électrique accélérateur. A.N : B = 1T.

3) Au moment de précis où le proton quitte D_1, on inverse le sens de $\vec{E}$, le proton pénètre ainsi dans D_2 avec une vitesse v_2.
   a) Etablis l'expression de la vitesse v_2 du proton et donne l'expression du rayon R_2 de la trajectoire décrite dans D_2.
   b) Exprime le temps de transit dans D_2. Le comparer à τ.

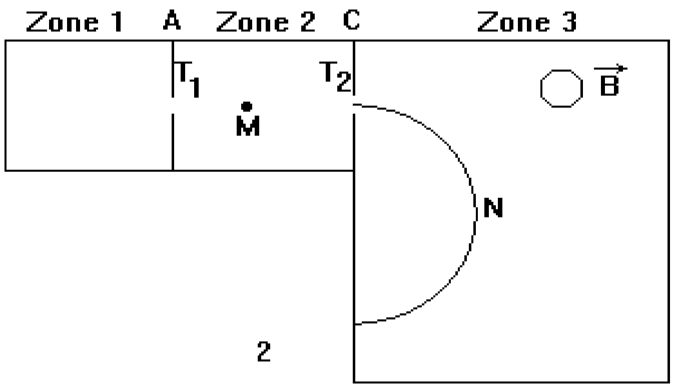
4) Quand le proton quitte D_2, on inverse à nouveau le sens de $\vec{E}$. La particule, accélérée par la même tension U, pénètre dans D_1 avec une vitesse v_3, y décrit un demi-cercle de rayon R_3, ainsi de suite…
   a) Exprime le rayon R_n de la nième trajectoire en fonction de R_1 de la première trajectoire.
   b) Donne la valeur de n pour R_n = 0,14m. Calcule la vitesse correspondante v_n du proton.
   c) Quelle serait la d.d.p constante qui aurait donné cette vitesse au proton initialement émis sans vitesse initiale ?



Exercice 12

On se propose de déterminer le nombre de masse de l'un des isotopes du potassium, élément chimique, mélange de deux types d'isotopes : ^{39}K *et* ^{x}K. L'isotope ^{39}K est plus abondant. On utilise alors un spectrographe de masse constitué essentiellement de trois compartiments. Dans le premier compartiment, les atomes de potassium sont ionisés en cations dans le deuxième compartiment, les ions sont accélérés, leurs vitesses initiales étant négligeables et dans le troisième compartiment, les ions sont soumis à l'action d'un champ magnétique ; en fin de course, ils atteignent un écran luminescent.

Données : le mouvement des particules a lieu dans le vide ; le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique. la tension U établie entre les plaques A et C a pour valeur $U = V_A - V_C = 1{,}0\ kV$; champ magnétique régnant dans la zone 3 est B = 100 mT ; la masse d'un nucléon est m_0 =1,6710^{-27} kg; la masse de l'ion $^{39}K^+$ est $m_1 = 39m_0$ et la masse de l'ion $^{x}K^+$ est $m_2 = xm_0$.



1) Entre les plaques A et C, les ions sont accélérés par un champ électrique uniforme. Leur vitesse au point T_1 de la plaque A est supposée nulle.
   a) Reproduis la figure et représenter la force électrique s'exerçant sur un ion potassium se trouvant en M.
   b) Montre que, arrivés au niveau de la plaque C, en T_2, tous les ions potassium ont la même énergie cinétique.
   c) Montre alors qu'en T_2, la vitesse de chaque ion $^{39}K^+$ a pour expression : $v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{39m_0}}$.
   En déduis, sans démonstration, l'expression de la vitesse v_2 des isotopes $^{x}K^+$ en T_2.

2) A partir de T_2, les ions pénètrent dans la zone 3 avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C.
   Chaque type d'isotope effectue, dans le plan de la figure, un mouvement circulaire uniforme.
   a) En un point N de l'une des trajectoires, représenter sur la figure déjà reproduite, la vitesse d'un ion potassium et la force magnétique qui s'exerce sur cet ion.
   b) Complète la figure en représentant le sens du champ magnétique régnant dans la zone 3.
   c) Montre que le rayon de la trajectoire des ions $^{39}K^+$ a pour expression $R_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{78m_0U}{e}}$. En déduis l'expression du rayon R_2.

d) Détermine, par calcul, la valeur du rayon R_1.

3) Les deux types d'isotopes rencontrent l'écran luminescent en deux points d'impact I_1 et I_2 ; le point d'impact I_1 étant plus lumineux.

a) Précise, en justifiant, le point d'impact de chaque type d'isotopes.

b) Montre que le rapport des rayons des trajectoires des isotopes du potassium dans la zone 3 est : $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$.

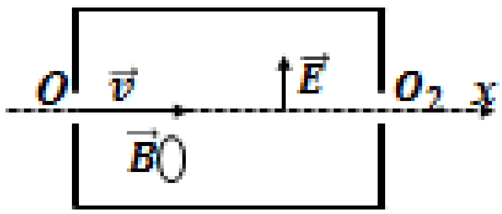
c) La distance entre les points d'impact est d = 1,5 cm. Détermine la valeur du nombre de masse x de l'isotope $^{39}K^+$.

Exercice 13

Dans l'exercice on néglige l'action de la pesanteur. On utilise un spectrographe de masse formé de deux parties : un filtre de vitesse et une chambre de déviation.

Une source d'ions émet les deux isotopes $^6Li^+$ et $^7Li^+$. Les ions pénètrent en O_1 dans une zone où règnent simultanément un champ électrique uniforme vertical $\vec{E}$ et un champ magnétique uniforme horizontal $\vec{B}$. Les vitesses d'entrées des ions en O_1 ont des valeurs différentes mais les vecteurs vitesses ont tous la même direction O_1x (figure1).

Figure1



1) a) Donne les caractéristiques de la force électrostatique $\vec{F_e}$ s'exerçant sur un ion de charge q.

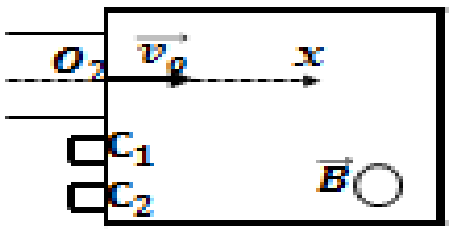
b) Donne les caractéristiques de la force magnétique $\vec{F_m}$ s'exerçant en O_1 sur un ion possédant un vecteur vitesse $\vec{v}$. En déduis le sens du vecteur champ $\vec{B}$.

c) Montre que seuls les ions pénétrant en O_1 avec la vitesse v_o sortiront en O_2 en n'ayant subi aucune déviation. Calcule v_0.

d) Que deviennent les ions ayant une vitesse $v_1 > v_o$ et ceux ayant une vitesse $v_2 < v_o$?

2) Les ions $^6Li^+$ et $^7Li^+$ sortant en O_2 parallèle à O_2x, pénètrent dans une chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$. (figure2).

Figure2



a) Montre que le mouvement des ions est circulaire uniforme.

b) On place deux collecteurs C_1 et C_2 chargés de récupérer respectivement les ions $^6Li^+$ et $^7Li^+$. Calcule les distances O_2C_1 et O_2C_2.

c) En une minute, la quantité d'électricité reçue par C_1 est $q_1 = 6{,}60.10^{-8}$ C et celle reçue par C_2 est $q_2 = 8{,}14.10^{-7}$ C. Détermine le pourcentage du lithium $^6Li^+$ et celui du lithium $^7Li^+$ dans le lithium naturel. En déduis la molaire moyenne de lithium naturel.

Données : B=0,2T et E=1,2.104 V/m ; m($^6Li^+$)=10^{-26} kg ; m($^7Li^+$)=1,17.10^{-26} kg ; e = 1. ,6.10^{-19} C.

LES SATELLITES

Exercice 1

On suppose que la terre possède une répartition sphérique de masse.

On donne : M_T = masse de la terre ; R_T = rayon de la terre.

1) Donne l'expression de l'intensité du champ de gravitation g de la terre à l'altitude z en fonction de M_T, R_T, z et de la constante de gravitation *G*.

2) Montre qu'à l'altitude z l'intensité du champ de gravitation g est donnée par la relation : $g = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + Z)^2}$ avec g_0 intensité du champ de gravitation au sol.

3) On place à l'aide d'une fusée, un satellite assimilable à un point matériel de masse m, sur une orbite circulaire à l'altitude z.
   a) Montre que le mouvement du satellite est uniforme.
   b) Établis l'expression de l'intensité de la vitesse V du satellite en fonction de g_0, R_T et z.
   c) Calcule la valeur de la vitesse V du satellite pour $z = 103$ km.
   d) Donne l'expression de la période T de révolution du satellite en fonction de R_T, z et V. Calcule sa valeur.
   e) Exprime la période du satellite en fonction de R_T, z, G et M_T. En déduis la masse de la terre.

4) Un satellite géostationnaire reste constamment à la verticale d'un même point de la surface terrestre.
   a) Exprime l'altitude de ce satellite en fonction de la période T, de l'intensité du champ g_0 et du rayon R_T de la terre.
   b) Calcule la valeur de l'altitude du satellite.

On donne : R_T = 6 400 km ; G = $6{,}67.10^{-11}$ SI ; 1 jour sidéral = 23 heures 56 minutes ; g_0 = 9,8 N/kg.

Exercice 2

On considère un référentiel géocentrique ; un satellite *S* de masse *m* gravite autour de la Terre d'un mouvement uniforme sur une orbite circulaire à une altitude *h* et situé dans un plan sensiblement équatorial.

1) La Terre est supposée sphérique, de rayon *R* et de masse *M*.
   a) Fais un schéma décrivant le mouvement du satellite en indiquant les forces auxquelles il est soumis.
   b) En utilisant la loi de gravitation universelle, exprime en précisant les unités des différentes variables, la vitesse angulaire ω_S de S en fonction de *h*, g_0 et *R*.

2) Calcule ω_S, ainsi que la période T_s avec les valeurs approchées suivantes :
   R = 6400km, g_0 = 9,81 N.kg^{-1}, *h*= $3{,}85\times10^5$ km

4) Calcule la vitesse angulaire ω_T de rotation de la Terre sur elle-même.

5) Calcule l'accélération « a » subie par le satellite dans son mouvement orbital.
   En déduis la masse du satellite si la force attractive terrestre vaut environ 2×10^{20} N.

Exercice 3

Météosat est un satellite artificiel, de masse m, qui tourne autour de la terre, sur une orbite circulaire, à l'altitude$h = 35{,}8.10^3 km$.

1) Quelles les caractéristiques de la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la terre sur ce satellite ?
   Donne son expressions en fonction de h (altitude), m (masse du satellite), M_T (masse de la terre), R (rayon de la terre), et G (constante de gravitation).

2) En déduis que le mouvement du satellite est uniforme.
   Exprime la vitesse V du satellite sur son orbite en fonction de G, M_T et r (rayon de l'orbite du satellite).

3) Donne l'expression de la période T de révolution du satellite en fonction de G, M_T et r (rayon de l'orbite du satellite).
   Montre que $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante pour tous les satellites de la terre : c'est la troisième loi de Kepler

4) La lune, tourne autour de la terre, sur une orbite circulaire de rayon $r = 385280 km$.
   Sa période de révolution est 27 jours $\frac{1}{3}$. Utilise la troisième loi de Kepler pour calculer la masse de la terre.
   Données : R=6380km ; G $= 6{,}67 \times 10^{-11}$SI.

Exercice 4

Un satellite artificiel assimilé à un point S, décrit une trajectoire circulaire concentrique au centre O de la Terre. Son altitude est h. Seule l'interaction gravitationnelle entre la Terre et le Satellite est prise en compte.

1) a) Montre que dans un repère géocentrique galiléen, le mouvement du satellite S est uniforme.
   b) Exprime sa vitesse v et sa période de révolution T, en fonction du rayon terrestre R_T, de son altitude h et de l'intensité

du champ de gravitation à la surface de la Terre.

c) Calcule les valeurs de v et T si $g_0 = 10$ m.s^{-2}, $R_T = 6400$ km et $h = 1000$ km.

2) Montre que le quotient $\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = cste$, ce qui constitue un cas particulier de la 3è loi de Kepler.

3) Le centre d'inertie de la Lune décrit autour de la Terre une orbite assimilée à un cercle de rayon r_L, avec une période $T_L = 27$jours43min. En utilisant le résultat précédent, en déduis la valeur de r_L.

Exercice 5

La Terre est supposée sphérique, de rayon $R = 6370$ km. La répartition des masses est à symétrie sphérique, on considère un satellite artificiel de la Terre, décrivant une trajectoire circulaire de centre O, de rayon $r = 7000$ km.

1) Définis le référentiel d'étude du mouvement du satellite.

2) Exprime le champ gravitationnel à la distance r du centre de la Terre. On prendra $g_0 = 9{,}8$ m.s^{-2}

3) Détermine l'accélération du satellite, montre que le mouvement est uniforme et calcule la vitesse du satellite ;

4) Calcule la période du satellite.

Exercice 6

A la base française de Kourou en Guyane, la fusée européenne Ariane décolle avec un satellite de télécommunication de masse 3 tonnes pour la mise en orbite à une altitude de 1600 km autour de la terre avec une vitesse suffisante.

1) Sachant que le rayon de la terre vaut $R_T = 6400$ km.

a) Etablis l'expression littérale de l'accélération g en fonction de g_0, R_T et l'altitude h.
En déduis l'expression de la vitesse V.

b) Calcule la masse M_T de la terre ($g_0 = 9{,}8$N.kg^{-1}).

2) Evalue la vitesse qui doit avoir le satellite sur sa trajectoire autour de la terre.

3) Calcule la durée d'une révolution autour de la terre.

4) Calcule l'énergie cinétique du satellite et son énergie potentielle par rapport à la surface de la terre.

5) La période de révolution de la terre autour du soleil vaut 4444,2 fois celle du satellite autour de la terre.
Calcule la distance séparant les centres de la terre et du soleil sachant que rayon du soleil R_S vaut 109 fois celui de la terre.
Prendre $\pi^2 = 10$, la masse du soleil $M_S = 1{,}98.10^{30}$ Kg et la constante de gravitation universelle $K = 6{,}61.10^{-11}$SI.

Exercice 7

On s'intéresse au mouvement d'un satellite artificiel S, de masse m_S en orbite circulaire (rayon r) autour de la Terre de masse M_T, de rayon R_T et de centre O.
On suppose que la Terre est une sphère et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique et que le satellite peut être assimilé à un point.

1) Précise les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$ d'un point animé d'un mouvement circulaire uniforme de rayon r et de vitesse v.

2) Énonce la loi de gravitation universelle pour deux corps A et B de masses m_A et m_B respectivement et situés à une distance r l'un de l'autre. On appelle G la constante de gravitation universelle.
Fais un schéma sur lequel les vecteurs forces sont représentés.

3) Le satellite S est à l'altitude $r = R_T + h$. On note g(h) l'intensité de la pesanteur $\vec{g}(h)$ à l'endroit où se trouve le satellite.

a) Exprime g(h) en fonction de M_T, R_T, h et G puis g(h) en fonction de R_T, h et $g_0 = g(0)$.

b) Applique la deuxième loi de Newton au satellite en orbite circulaire et trouve une relation liant $\vec{g}(h)$; v_s; R_T et h.

c) En déduis l'expression de la vitesse v_S du satellite en fonction de g_0, R_T, et h puis celle de sa période de révolution T_S.

d) Calcule v_s, et T_S sachant que $g_0 = 9{,}8$ m.s^{-2} ; h = 200 km et $R_T = 6400$ km.

Exercice 8

Dans un repère géocentrique supposé galiléen, on considère un satellite géostationnaire, de centre d'inertie S, dont la trajectoire est une orbite circulaire située à la distance h autour de la terre. Il est animé d'une vitesse de module constante V. On suppose que la terre est sphérique et homogène, de masse M, de centre d'inertie O et rayon R. Seule l'interaction gravitationnelle entre le satellite et la terre est à considérer.

1) Fais un schéma sur le quel apparaîtra la force exercée par la terre sur le satellite, le vecteur champ de gravitation crée en S et vecteur unitaire $\vec{u}_{OS}$ (dirigé de O vers S).

2) a) Définis un satellite géostationnaire.

b) Définis la période T du mouvement du satellite et établis son expression en fonction de R, h et V.

c) Exprime V en fonction de R, h et g_0 (accélération de la pesanteur à la surface de la terre).

3) a) Calcule la valeur de l'altitude h à laquelle évolue le satellite.
b) Calcule la valeur du module de sa vitesse.

On donne M = 6.10^{24} kg ; R = 6380 km ; g_0 = 9,8m.s^{-2} ; accélération de la pesanteur à l'altitude h : $g = g_0\left(\frac{R}{R+h}\right)^2$

Exercice 9

Dans cet exercice, le mouvement est rapporté à un référentiel géocentrique. La terre est assimilée à une sphère de rayon R, de masse M, possédant une répartition sphérique de masse. On rappelle que deux corps sphériques de masse m_1 ; m_2 dont les centres sont distants de r exercent l'un sur l'autre des forces d'attraction ayant pour intensité : $F = \frac{G\times m_1\times m_2}{r^2}$.

G : constante de la gravitation universelle.

1) Montre que l'intensité du champ de gravitation terrestre à l'altitude h peut se mettre sous la forme $g = \frac{g_0\times R^2}{(R+h)^2}$ où g_0 est l'intensité du champ de gravitation terrestre au niveau du sol.
2) Un satellite a une orbite circulaire, dont le centre est confondu avec le centre de la terre. L'altitude de ce satellite est h.
 a) Montre que le mouvement de ce satellite est uniforme.
 b) Etablis l'expression de la vitesse V du satellite et de sa période T en fonction de g_0, R et h.
 c) Application numérique : Calcule V et T pour : h= 300km ; g_0 = 9,80m.s^{-2} ; R = 6,37.10^3km.
3) L'énergie potentielle d'un corps de masse m, situé à l'altitude h étant donnée par la relation : $E_p = -\frac{G\times M\times m}{R+h}$.
 a) Etablis l'expression de l'énergie mécanique du satellite, de masse m, à l'altitude h, en fonction de m, g_0 et h ; montre qu'elle est égale à $-\frac{1}{2}mV^2$.
 Le satellite se trouvant dans les hautes couches de l'atmosphère est soumis à des forces de frottement.
 Comment va évoluer son énergie mécanique ? En déduis qualitativement l'évolution de la vitesse et de l'altitude du satellite.

Exercice 10

On donne la constante gravitation G = 6,67.10^{-11}SI. On étudie le mouvement du satellite, assimilé à un point matériel de masse m, est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère ayant son origine au centre O de la planète et ses trois axes dirigés vers les étoiles fixes. On admet que Saturne a une distribution de masse à symétrie sphérique et que l'orbite du satellite est un cercle de centre O et de rayon r.

1) Indique les caractéristiques de la force gravitationnelle exercée par Saturne sur le satellite.
2) En déduis que le mouvement du satellite est uniforme.
3) Exprime la vitesse V et la période T du satellite en fonction de G, r et M. Montre que le rapport $\frac{r^3}{T^2}$ est constant.
4) Sachant que la période de révolution du satellite Mimas est T = 22,6h et que le rayon de son orbite est r = 185500km, calcule la masse M de Saturne.
5) Un autre satellite de Saturne, Rhéa, a une période T' = 108,4h. En déduis le rayon de l'orbite de Rhéa.

Exercice 11

La terre est assimilée à une sphère de centre O, de rayon R = 6400km et de masse M = 6.10^{24}kg. Un satellite supposé ponctuel, de masse m = 10^3kg, décrit une orbite circulaire d'altitude h autour de la terre. L'orbite est dans le plan de l'équateur.

On supposera que le repère géocentrique, dont l'origine coïncide avec le centre de la terre et dont les axes ont une direction fixe par rapport aux étoiles, est galiléen.

1) Rappel les caractéristiques de la force gravitationnelle F exercée par la terre sur le satellite de masse m.
2) a) Montre que le mouvement du satellite est uniforme.
 b) Détermine l'expression de la vitesse V du satellite, celle de sa période et celle de son énergie cinétique en fonction de M, R, h et K la constante de gravitation.
3) L'expression de l'énergie potentielle d'un satellite dans le champ de pesanteur est $E_p = -\frac{K\times m\times M}{r}$ en convenant que $E_p = 0$ pour r infini.
 a) que penser de l'affirmation suivante : « plus le satellite s'éloigne de la terre, plus l'énergie potentielle du système Satellite-Terre croît ». Compare E_0 et E_P.
 b) Exprime l'énergie mécanique totale du satellite en fonction de K, M, m, R et h.

LA CALORIMÉTRIE (TSE)

Exercice 1

Un glaçon de masse 10 g est à la température de 0°C. On le chauffe en lui apportant la quantité de chaleur Q = 670J.

1) Toute la glace fond-elle ?
2) Si non, quelle est la température finale et la masse restante de glace.
3) On mélange ensuite 1kg de glace à 0°C et 1kg d'eau liquide à 100°C. Quelle est la température finale.

On donne chaleur massique de l'eau c = 4,18Kj.kg^{-1}°K^{-1}

Chaleur latente de fusion de la glace L_f = 334KJ.kg^{-1}

Exercice 2

Un calorimètre contient 350g d'eau à 16°C. La capacité calorifique du vase et des accessoires est 80J.°K^{-1}.

1) On plonge dans l'eau de ce calorimètre un morceau de glace de masse m_1 = 50g prélevé à la température de -18°C. Quelle est la température finale d'équilibre sachant que toute la glace a fondu ?
2) On ajoute dans le calorimètre un morceau de glace de masse m_2 = 50g, toujours prélevé à la température de –18°C. On constate que ce nouveau morceau de glace ne fond pas entièrement.
   a) Quelle est la masse de glace restante ?
   b) Quelles sont les masses de glace et d'eau en présence à l'équilibre ?

Chaleur massique de l'eau : 4180 J.Kg^{-1}.°K^{-1}

Chaleur massique de la glace : 2100 J.Kg^{-1}.°K^{-1}

Chaleur latente de fusion de la glace : 334000J.Kg^{-1}.

Exercice 3

1) Un calorimètre contient une masse m_1 = 200 g d'eau froide à la température de 12°C. On ajoute une masse m_2 = 200 g d'eau tiède à la température 27,9°C. La température finale du mélange est 19,5°C. Détermine la capacité calorifique du vase calorimétrique et de ses accessoires.
2) On introduit ensuite un morceau de glace de masse 50 g à la température de – 30°C. Sachant que la température finale est 7,4°C. Calcule la chaleur latente de la glace.

On donne les chaleurs massiques respectives de l'eau et de la glace 4180 et 2700 Jkg^{-1}.K^{-1}.

Exercice 4

Dans un calorimètre de capacité calorifique 270 J.kg^{-1}, à la température de 20°C, on introduit 120mL d'eau à 70°C.

1) Quelle est la température d'équilibre du système ?
2) On introduit ensuite un morceau de glace de masse 50g à –10°C. La température d'équilibre est alors de 24,2°C. Calcule la chaleur latente de fusion de la glace.

On donne les chaleurs massiques respectives de l'eau et de la glace : 4180 et 2100 Jkg^{-1} °K^{-1}.

Exercice 5

Un calorimètre contient une masse m_1 = 100g d'eau à la température θ_1= 20°C.

On verse dans ce calorimètre une masse m_2 = 80g d'eau à la température θ_2= 50°C.

La température finale du mélange est θ_f= 32°C.

1) Calcule la capacité calorifique du vase calorimétrique et des accessoires.
2) On plonge ensuite dans le calorimètre un objet en aluminium de masse m = 51g porté à la température θ_3= 90°C. La température de l'ensemble se stabilise à 35°C. Calcule la chaleur massique de l'aluminium.

On donne : C_{eau} = 4185J.Kg^{-1}.°K^{-1}

Exercice 6

Dans un calorimètre parfaitement adiabatique, à la température ambiante de 35°C, on verse 115mL d'eau tiède à 47°C. La température d'équilibre est de 45°C.

1) Calcule la capacité calorifique du calorimètre.
2) Immédiatement après on plonge dans le calorimètre 69g de zinc sortant d'un four à 120°C. La nouvelle température d'équilibre est de 50°C. Calcule la chaleur massique du zinc.
3) On ajoute ensuit 28 cm d'eau pure prise à 20°C. Quelle est la nouvelle température d'équilibre ?

On donne : C_{eau} = 4,18.10^3 kJ.kg^{-1}.°C^{-1}.

Exercice 7
Dans un calorimètre parfaitement adiabatique, à la température ambiante de 21°C, on verse $90cm^3$ d'eau tiède à 30,5°C.
La température d'équilibre est 25°C.
1) Calcule la capacité calorifique du calorimètre.
2) Immédiatement après, on plonge dans le calorimètre 57,1g de zinc sortant d'une étuve à 90,2°C.
   La nouvelle température d'équilibre est de 33,2°C. Calcule la chaleur massique du zinc.
3) On ajoute ensuite $23cm^3$ d'eau prise à la température ambiante. Quelle est la nouvelle température d'équilibre ?
   On donne : $C_{eau} = 4,18KJ.Kg^{-1}.°C^{-1}$

Exercice 8
Deux élèves désirent déterminer expérimentalement la chaleur de fusion de la glace.
Le premier prend un calorimètre de valeur en eau 30 g ; il y met 250 g d'eau à 20°C et un bloc de glace de masse 60 g à 0°C.
Le second prend un calorimètre de valeur en eau 20 g ; il y met 300 g d'eau à 15°C et un bloc de glace de masse 80 g à 0°C.
Sachant que la chaleur massique de l'eau est 4180 $J.kg^{-1}.K^{-1}$ et la chaleur latente de fusion de la glace vaut 330 $kJ.kg^{-1}$:
1) Les deux élèves pourront-ils mener à bien leurs expériences ?
2) Quelle sera la température finale de chacun des calorimètres ?
3) Calcule la masse de glace restant dans l'eau des calorimètres lorsque l'équilibre thermique est atteint.

Exercice 9
1) Lors d'une expérience visant à déterminer la chaleur latente de la glace un groupe d'élèves disposant d'un calorimètre réalisent la manipulation suivante :
   Dans le calorimètre contenant une masse d'eau m_1 = 200 g d'eau froide à 12°C, ils y ajoutent une masse m_2 = 200 g d'eau tiède à la température 27,9°C. La température finale du mélange est 19,5°C.
   Détermine la capacité calorifique du vase calorimétrique et de ses accessoires.
2) Ils y introduisent ensuite un morceau de glace de 50 g à la température -30°C.
   Sachant que la température finale est 7,4°C.
   Calcule la chaleur latente de la glace.
   On donne: les chaleurs massiques respectives de l'eau et de la glace: 4 180 et $2700Jkg^{-1}.°C^{-1}$

Exercice 10:
1) Dans un calorimètre on place 100g d'eau à 100°C ; on y introduit ensuite un morceau de glace de masse 100g à la température de – 10°C.
   a) Lorsque l'équilibre thermique est atteint, reste-t-il de la glace ?
   b) Quelle est la température d'équilibre ?
      - chaleur massique de l'eau : $4,18J.g^{-1}.°C^{-1}$
      - chaleur massique de la glace : $2,09J.g^{-1}.°C^{-1}$
      - chaleur latente de fusion de la glace à 0°C : $334J.g^{-1}$.
      La capacité calorifique du calorimètre est supposée négligeable.
2) L'équilibre précédent étant atteint, on introduit dans le calorimètre un morceau de glace identique au précédent (100g à -10°C).
   a) Quelle est la température du nouvel équilibre ?
   b) Quelles sont les masses de glace et d'eau en présence à l'équilibre ?

Exercice 11
Dans un calorimètre parfaitement adiabatique. On mélange 1Kg d'eau chaude à 100°C et 1Kg de glace à -10°C.
1) a) Toute la glace sera-t-elle fondue ?
   b) Si oui quelle est la température finale à l'équilibre.
2) A l'issue de l'équilibre précédente, on ajoute à l'eau du calorimètre, un bloc de glace de masse 200g à -20°C.
   a) Toute la glace sera-t-elle fondue ?
   b) Si non calcule la masse de glace fondue et les quantités de glace et d'eau en présence à l'équilibre.
3) Quelle masse de cuivre sortie d'un four à 120°C doit-on introduit dans ce calorimètre pour que la température finale de l'ensemble soit 25°C.
   On donne : $C_e = 4200\ J.Kg^{-1}.°C^{-1}$; $C_g = 2100\ J.Kg^{-1}.°C^{-1}$; $C_{Cu} = 400\ J.Kg^{-1}.°C^{-1}$ et $L_f = 334.10^3\ J.Kg^{-1}$.

INDUCTION MAGNÉTIQUE
AUTO-INDUCTION

Exercice 1

Soit un solénoïde de longueur l = 40 cm, de rayon R = 2 cm comportant 1250 spires par mètre, et parcouru par un courant constant I = 5 A.

1) Calcule la valeur de l'induction magnétique créée au centre de la bobine.
2) Calcule le flux créé à l'intérieur de la bobine ainsi que son inductance.
   On donne la permittivité du vide (ou de l'air) $\mu = 4\pi 10^{-7}$ u.SI.

Exercice 2

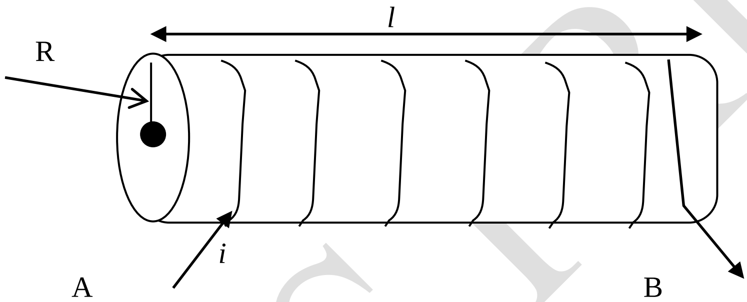
Dans un d'induction magnétique B uniforme d'intensité 50 mT, on introduit une bobine plate constituée de N = 100 spires enroulées sur un cadre carrée de coté a = 5 cm.

1) Calcule le flux de B quand le plan du cadre fait un angle de θ avec $\vec{B}$.
2) Ce cadre tourne autour d'un axe médian avec une vitesse angulaire constante ω= 100π rad/s.
   Calcule la force électromotrice induite e(t) et la tension produite aux bornes de la bobine sachant qu'à l'instant t = 0, le flux du champ $\vec{B}$ est maximal.

Exercice 3

On donne $\mu_0 = 4\times\pi 10^{-7}$ SI

Dans un laboratoire de recherche, une bobine servant à créer des champs magnétiques très intenses, est assimilée à un solénoïde de longueur l = 1m comportant N = 16000 spires, de rayon R = 20cm qui est schématisé par la figure suivante :



1) Donne les caractéristiques (direction, sens, valeur) du champ magnétique supposé uniforme dans tout le volume du solénoïde créé par le passage d'un courant de I = 1000A.
2) a) Donne l'expression littérale de l'inductance du solénoïde en fonction de *N*, *l*, *R* et la calcule numériquement ($\pi^2 = 10$) .
   b) Quelle est l'énergie magnétique emmagasinée par le solénoïde lorsque *I* = 1000A.

Exercice 4

Un solénoïde de longueur 40 cm comportant 500 spires de diamètre 40 mm est parcouru par un courant I = 2 mA.

1) Etablis l'expression de l' auto-inductance en fonction des données et calcule sa valeur.
2) Une bobine d'auto-inductance L = 0,20 H est parcourue par un courant électrique d'intensité : $i = \mathrm{I_m} \cos \omega t$
   avec $\mathrm{I_m} = 2\,A$ et $\omega = 200\, rad/s$.
   a) Donne l'expression du flux propre traversant la bobine.
   b) Calcule le flux propre à la date t_1= 1 s.
3) La résistance de la bobine est r =10Ω.
   a) Donne l'expression de la tension u existant aux bornes de la bobine.
   b) Calcule la tension u à la date t_1 =1 s.
4) a) Donne l'expression de l'énergie magnétique stockée dans la bobine.
   b) Calcule l'énergie magnétique stockée à la date t_1=1 s.

Exercice 5

Un solénoïde possède deux enroulements entrelacés de rayon r = 2,5 cm et de longueur l = 41,2 cm.

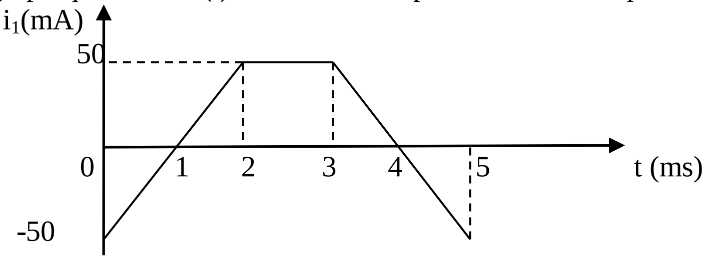
On utilise respectivement N_1 = 200 spires pour l'enroulement (1) et N_2 = 100 spires pour l'enroulement (2).

On donne : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$S.I.

L'enroulement (1) est parcouru par un courant d'intensité i_1 variable (voir figure ci-contre).

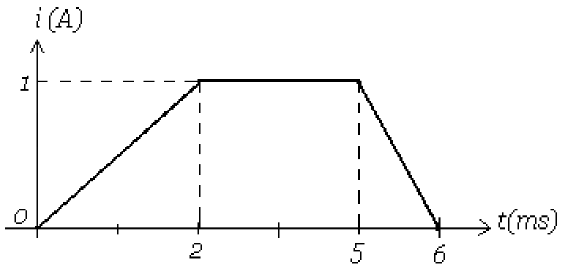
1) Donne l'expression de la valeur de B du champ magnétique créé par l'enroulement (1) en fonction de μ_0, N_1, l, et i_1.
2) Exprime le flux magnétique crée à travers l'enroulement (2) en fonction de μ_0, N_1, N_2, r, l et i_1.
3) Détermine la force électromotrice induite e_2 pour t ∈ [0 ; 5ms].

4) Représente graphiquement e_2 (t). Echelle : 1cm pour 2mV et 1cm pour 1ms.



Exercice 6

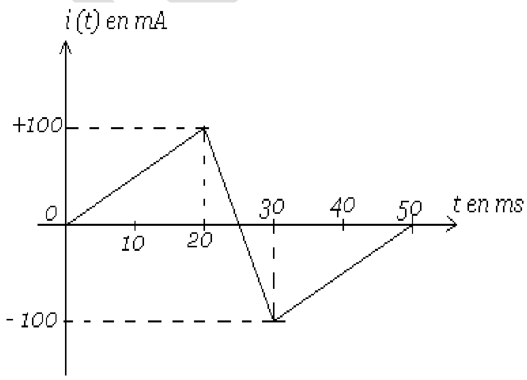
Un solénoïde de longueur l= 40cm, comportant N= 1250 spires, de rayon R= 20mm est parcouru par un courant I = 5A.
On donne la permittivité magnétique du vide : $\mu_0 = 4\pi x 10^{-7} S.I.$
1) calcule le champ magnétique crée au centre O du solénoïde par le passage du courant.
2) a) En supposant le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde, calcule le flux propre de ce solénoïde.
b) Exprime l'induction L de la bobine en fonction des données, puis calcule la.
3) le solénoïde est à présent parcouru par un courant d'intensité variant en fonction du temps comme l'indique la figure :



a) détermine la force électromotrice auto-induire e = f(t) qui apparaît aux bornes de la bobine pour chacune des trois phases.
b) Représente graphiquement : e = f(t) pour t ϵ [0; 6] , en ms.

Exercice 7

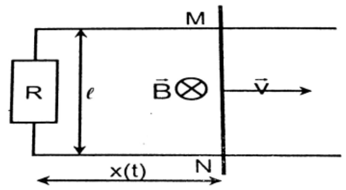
On considère une bobine assimilable à un solénoïde théorique ayant les caractéristiques suivantes :
Rayon moyen des spires : R = 10 cm
Nombre total de spires : N = 500
Longueur de la bobine : l = 1m
1) Calcule l'inductance de la bobine. On prendra $\pi^2 = 10$
2) Le courant qui circule dans la bobine est caractérisé, successivement par les valeurs suivantes exprimées en ampères :
$i_1 = 2$; $i_2 = 5t + 2$; $i_3 = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (t en s)
Calcule la force électromotrice d'auto-induction dans la bobine dans chacun des trois cas.
3) Un courant i(t) traverse la bobine (représentation de la figure).
Trace la représentation graphique de la tension $U = V_M - V_N$
aux bornes de la bobine sachant que le sens positif sur le conducteur va de M vers N et que la résistance de la bobine est négligeable.



Exercice 8

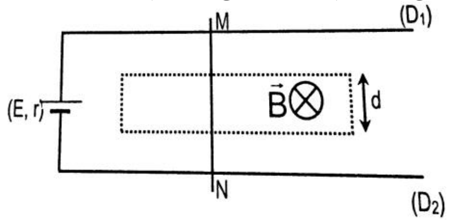
La figure qui suit illustre une tige conductrice se déplaçant à une vitesse $\vec{v}$ constante sur un rail conducteur comportant une résistance R. Ce circuit est situé dans un champ $\vec{B}$ entrant et perpendiculaire au plan de la surface formée par le rail et la tige.

1) Donne l'expression du flux.
2) En déduis l'expression de la f-e-m induite.
3) Détermine le sens du champ magnétique induit $\vec{B}$, ainsi que celui du courant induit.
4) Donne l'expression du courant induit.
5) En déduis la puissance instantanée dissipée dans la résistance.
6) a) Montre qu'une force électromagnétique est créée au cours de ce déplacement.
   b) Donne les caractéristiques.



Exercice 9

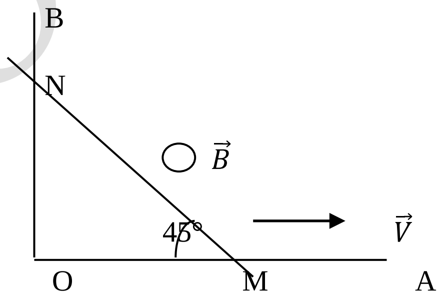
Considérons deux conducteurs parallèles D_1 et D_2 formant des rails de Laplace sur lesquels peut se déplacer une barre mobile conductrice MN selon le schéma ci – dessous. Le générateur à une f.e.m E = 5 V et une résistance interne r = 5 Ω. La barre a une résistance négligeable ; elle referme le circuit entre deux rails. On place la barre MN dans l'entrefer d'un aimant en U (de large d=4cm) ou règne un champ magnétique uniforme de valeur B = 0,1 T.



1) Détermine le sens et l'intensité I_0 du courant dans le circuit.
2) Détermine la direction, le sens et la valeur de la force de Laplace $\vec{F}$ agissant sur la barre MN.
   Faire le schéma représentant les vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{B}$ en précisant le sens du courant.
3) La barre MN est déplacée à la vitesse $\vec{V}$ (Considéré constante) dans le sens de la force de Laplace.
   Ce déplacement est effectué dans la zone ou règne le champ $\vec{B}$.
   a) Le circuit est de M vers N. Détermine la variation ΔΦ du flux magnétique à travers le circuit électrique pour un déplacement de la barre MN de durée Δt.
   b) En déduis la force électromotrice induite e lors de ce déplacement de la barre MN. Calcule e sachant que V = 1m/s.
   c) Compare e à E.
4) Représente cette force électromotrice par une flèche sur le schéma (respecter les conventions d'orientations habituelles).
5) Détermine l'intensité I_1 du courant induit dans le circuit lors du déplacement de la barre. Compare I_1 à I_0. Conclus.

Exercice 10

Deux conducteurs rectilignes OA et OB de même longueur l=1m sont soudés en O, perpendiculairement l'un de l'autre. Un troisième conducteur rectiligne beaucoup plus long que les deux premiers se déplace parallèlement à lui-même. Sa direction fait un angle α = 45° avec la direction OA et OB.
Le point M se déplace de O vers A avec une vitesse constante v = 25 cm/s et on pose OM = x.



1) En supposant qu'à l'instant t = 0 mn, M et N coïncident avec O, établis l'expression de la surface S du circuit OMN en fonction du temps.
2) L'ensemble baigne dans un champ magnétique uniforme B normale au plan du circuit et l'intensité B = 0,1 T.
   Donne l'expression de la f-e-m induite dans le circuit OMN et calcule sa valeur maximale.
   Indique en justifiant le sens du courant induit créé dans ce circuit.

Exercice 11

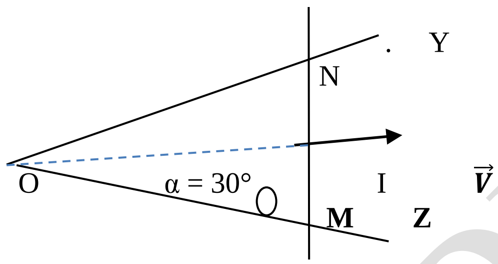
Deux conducteurs longs OZ et OY forment entre eux un angle ZOY = 2α=60° comme l'indique la figure ci-contre. Une tige conductrice MN glisse, sans frottement, sur les rails en restant perpendiculaire à la bissectrice OX, à la vitesse constante

V = 2m/s. A la date $t_0 = 0$, la tige MN se trouve en O. L'ensemble forme un triangle équilatéral

Le plan des rails est perpendiculaire aux lignes de champ d'induction uniforme B = 1T.

1) Montre l'existence d'un courant dans le circuit.
2) En appliquant la loi de Lenz, indique le sens du courant induit dans le circuit.
3) Vérifie que la surface du triangle OMN, à une date t, est $S = \frac{4}{\sqrt{3}}t^2$ (en m^2)
4) Calcule la valeur de la force électromotrice induite qui apparait dans le circuit.
5) En déduis l'intensité du courant induit sachant que la résistance du circuit par unité de longueur est α = 0,5 Ω/m.
6) Détermine les caractéristiques de la force électromagnétique appliquée sur la tige MN.
7) Calcule :
   a) La puissance électrique totale qui apparait dans le circuit,
   b) La puissance mécanique fournie par l'opérateur.
   c) Compare les puissances précédentes et donne une conclusion.

__NB__ : La résistance R = α.l ; avec l le périmètre du triangle ; $\tan 30° = \frac{1}{\sqrt{3}}$; θ= (B ;n)=180



Exercice 12

Un solénoïde de longueur l très grande devant son rayon, comporte N spires enroulées sur un cylindre de section S.

1) Rappelle la définition de l'inductance L propre de ce solénoïde.
2) Calcule sa valeur pour N = 10000 spires, l = 0,5 m, S = 40 cm^2.
3) Ce solénoïde est parcouru par un courant dont l'expression varie linéairement de 0 à 10 A en 5 s.
   a) Trouve en fonction du temps l'expression du champ magnétique crée à l'intérieur du solénoïde.
   b) On place à l'intérieur du solénoïde une bobine de 500 spires ayant le même axe de résistance égale à 20Ω, constituée par un fil conducteur enroulé sur un cylindre de rayon 1 cm.
      Calcule l'intensité du courant induit dans la bobine intérieure.

Exercice 13

Une bobine considérée comme « longue » comporte N = 2 000 spires, le diamètre moyen des spires est d = 30mn et la longueur de cette bobine est l = 38cm.

1) Calcule l'auto-inductance L de la bobine.
2) Pendant une durée t_1 = 2,0 s après la fermeture du circuit, la bobine est parcourue par un courant électrique dont l'expression de l'intensité est donnée par la relation : $i(t) = -2t^2+4t$
   a) quelle est l'expression de la f.é.m. e(t) auto-induite dans la bobine pendant la durée t_1 ?
   b) Trace les représentations graphiques de e(t) et i(t) sur le même système d'axes, et ceci, pendant la durée t_1.
3) Calcule l'énergie magnétique Em emmagasinée dans la bobine à la date t_2 = 1,00s, si l'on prend comme origine temporelle l'instant de la fermeture du circuit

Exercice 14

Un solénoïde de 1m longueur ℓ est formé par une seule couche de spires jointives de 5cm de R. Fait d'un fil conducteur de 1mm de diamètres, et $\rho = 10^{-6}$ Ω m.

1) Calcule la résistance du solénoïde.
2) Quelle est l'inductance L.
3) L'expression de la f.é.m auto-induction dont il est le siège lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité $i = 5t^2$ et la valeur de cette f.é.m 0,10s après l'instant t= 0.