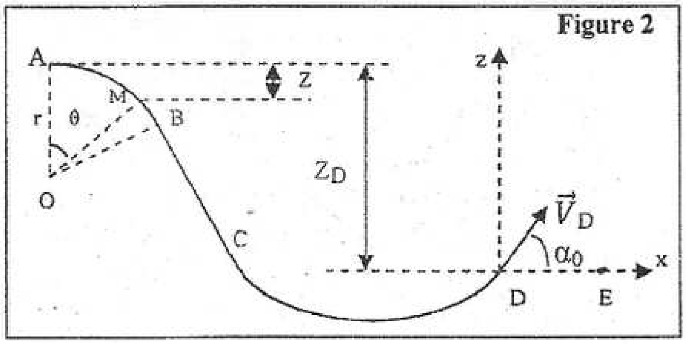
SERIE 3 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS UN CHAMP UNIFORME

EXERCICE 1

Un mobile ponctuel de masse m, se déplace sans frottement sur une piste comportant, des parties circulaires ou rectilignes et dont l'axe est situé dans un plan vertical (Figure 1). Le mobile est lâché en A sans vitesse initiale.

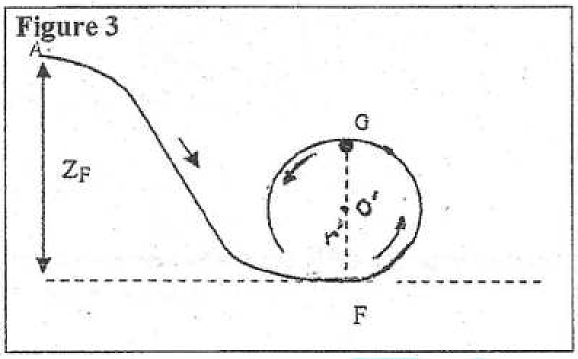


1- Déterminer la vitesse V du mobile en un point M situé entre A et B à une altitude Z du plan horizontal passant par A.

2- Montrer que l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la piste en M a pour expression $R = mg(1-\frac{3Z}{r})$; r étant le rayon de courbure de la trajectoire.

3- Si la trajectoire ABC était entièrement circulaire de rayon $r = 30\ cm$, à quelle distance verticale de A le mobile quitterait-il la piste ?

4- La piste est interrompue entre deux points D et E situés dans un même plan horizontal.



a) Etablir l'équation de la trajectoire du mobile après le point D.

b) Exprimer la vitesse V_D en fonction de g et Z_D.

c) Déterminer la flèche (h) en fonction de V_D, g et α_0.

d) Déterminer la distance DE en fonction de V_D, g et α_0

e) En déduire alors une relation entre DE, Z_D et α_0.

f) DE étant fixé, pour quelle valeur de α_0, Z_D est minimale ?

5- Le mobile partant de A descend jusqu'en F où, il rencontre une nouvelle piste circulaire de centre O' et de rayon r', située dans un plan vertical (Figure 2). Au point G, la réaction de la piste sur le mobile est égale au quart de son poids. En déduire :

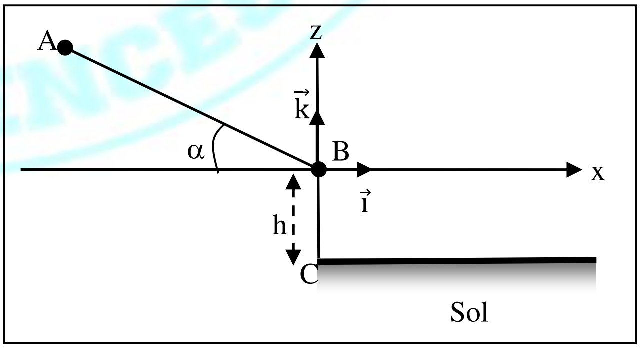
a) La vitesse V_G et V_F aux points G et F.

b) La distance Z_F de F au plan horizontal passant par A.

On donne : $r' = 5\ cm$; $g = 10\ m.s^{-2}$.

EXERCICE 2

On prendra $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$ et la résistance de l'air sera supposée négligeable.



1- Un solide S, assimilable à un point matériel de masse $m = 200\ g$, est abandonné, sans vitesse initiale, en un point A d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport au plan horizontal.

Dans un premier temps, les frottements étant supposés négligeables, montrer que le solide S est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré. Calculer son accélération et sa vitesse au point B.

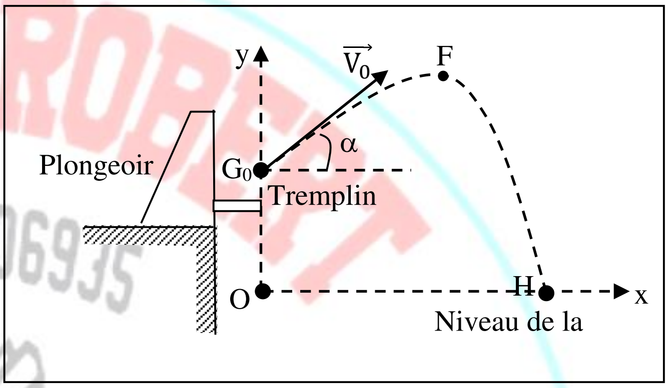
$(AB = 1{,}0\ m)$.

2- En réalité, à cause des frottements, le solide S, toujours abandonné au point A sans vitesse initiale, passe en B avec une vitesse $v_B = 2{,}0\, m.s^{-1}$.
En déduire la valeur, supposée constante, des forces de frottements sur le trajet AB.
3- L'extrémité B du plan incliné se trouve à une hauteur $h = BC = 1{,}0\, m$ au-dessus du sol horizontal. Le solide S passe au point B à l'instant $t = 0$.

a) Etablir, dans le repère $(B, \vec{\imath}, \vec{k})$, l'équation de la trajectoire de S pour $t \geq 0$, en fonction de v_B, g et α.
b) Déterminer numériquement la position du point d'impact P du solide S sur le sol avec $v_B = 2{,}0\, m.s^{-1}$.

EXERCICE 3

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur. On néglige les frottements avec l'air. Le repère d'étude xOy est défini à partir du schéma ci-dessous.



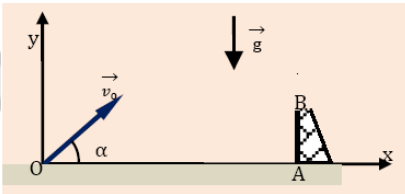
Après s'être lancé, le plongeur quitte le tremplin à la date $t = 0$ avec un vecteur-vitesse $\vec{V_0}$ incliné de $\alpha = 40°$ par rapport à l'horizontale. Son centre d'inertie est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ et $y_0 = 6{,}0\, m$.

1- Etablir l'équation littérale de la trajectoire du plongeur en fonction des données.
2- Le sommet de la trajectoire étant atteint au point F d'abscisse $x_F = 1{,}0\, m$, en déduire la valeur de la vitesse initiale v_0.
3- Le plongeur pénètre dans l'eau en H. Quelle est la valeur de sa vitesse en H ?

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

EXERCICE 4

On se propose d'étudier un « coup franc » direct en football.
Le ballon et posé en O sur le sol horizontal, face au but AB de hauteur $h = 2{,}44\, m$ à une distance $d = OA = 25\, m$ de celui-ci. Le joueur, tirant le coup franc communique au ballon une vitesse initiale $\vec{v_0}$ dans le plan $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, incliné par rapport à l'horizontale d'un angle $\alpha = 30°$.

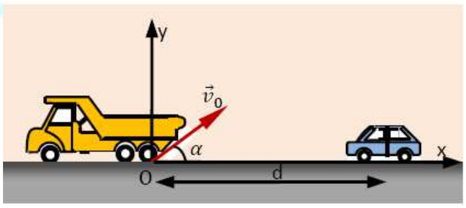


1- Montrer que la trajectoire du ballon est dans le plan $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
2- Déterminer l'équation de cette trajectoire dans le repère orthonormé $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ en fonction de g, α et v_0.
3- Quelle doit être la vitesse initiale du ballon pour qu'il pénètre dans le but au ras de la barre transversale ?

Prendre $g = 10\, m.s^{-2}$.

EXERCICE 5

Un gravier assimilé à un point G est projeté par le pneu d'un camion, vers l'arrière dans le plan vertical repéré par $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$. Le gravier, en O à l'instant $t = 0$, a un vecteur vitesse $\vec{v_0}$ de valeur $1\, m.s^{-1}$ qui fait un angle $\alpha = 37°$ par rapport à l'axe horizontal Ox. Les frottements sont négligés.



On donne : accélération de la pesanteur $g = 9{,}8\, m.s^{-2}$.

1- Etablir les équations horaires $x_G(t)$ et $y_G(t)$ du mouvement du gravier et l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$.
2- Donner l'allure de la trajectoire du gravier. (Echelle : $1\, cm$ pour $1\, m$).
3- Le gravier vient frapper une voiture en un point M de son pare-brise.

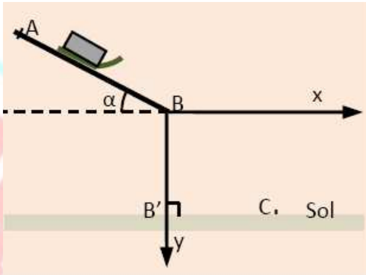
A l'instant initial ou le gravier est projeté, le point M est à la distance $d = 44\ m$ de l'axe $(\overrightarrow{Oy})$. La voiture suit le camion selon la direction $\overrightarrow{Ox}$, avec la vitesse $v = 90\ km.h^{-1}$.

Etablir les équations horaires du mouvement du point M dans $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$.

4- Déterminer la date t, à laquelle se produit l'impact du gravier sur le pare-brise. En déduire la hauteur h au-dessus du sol du point d'impact M.

EXERCICE 6

Un mobile de masse $m = 2\ kg$, part sans vitesse initiale d'un point A et glisse sans frottement le long d'un conduit rectiligne AB, de longueur ℓ, faisant un angle $\alpha = 30°$ avec le plan horizontal.



1- Représenter les forces appliquées au mobile lors de son mouvement. Quelle est la nature de dernier ? Exprimer son accélération.

2- Préciser la direction et le sens du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_B}$ du mobile au point B.
Exprimer v_B en fonction de g, α et ℓ.

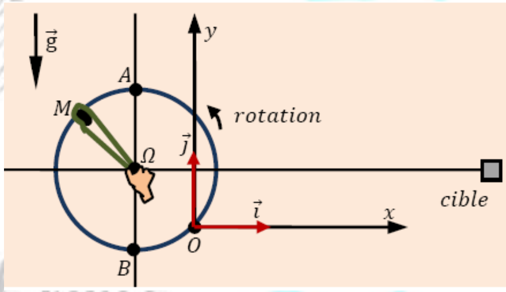
3- Le mobile quitte le conduit en B avec la vitesse $\overrightarrow{v_B}$ et tombe en chute libre sur le sol.

a) Etablir l'équation de la trajectoire du mobile dans le repère indiqué sur le schéma.

b) On donne $BB' = 1{,}2\ m$ et $g = 10\ m.s^{-2}$. Calculer la longueur ℓ que le mobile a parcourue, sachant qu'il touche le sol en un point C tel que $B'C = d = 1{,}0\ m$.

EXERCICE 7

Une fronde est constituée de deux cordelettes inextensibles retenant un projectile de masse $M = 100\ g$, supposé ponctuel. Elle est maniée par le lanceur de façon à lui faire décrire un cercle vertical de centre Ω et de rayon R, à la vitesse angulaire constante.



1- Sachant que la fronde tourne à une vitesse constante $N = 100$ tours par minute, calculer la valeur de la tension exercée par l'ensemble des deux cordelettes au point A et B précisés sur le schéma.

2- Le lanceur lâche brusquement le projectile en libérant une cordelette au moment ou celui-ci passe par le point O. Les cordelettes font alors un angle de 45° par rapport à la verticale.

a) Etablir l'équation de la trajectoire du projectile dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.

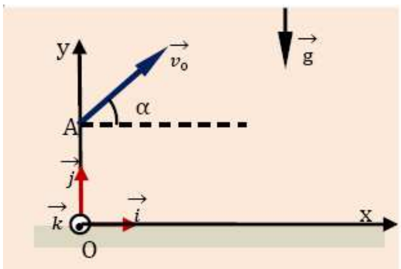
b) En déduire la distance à laquelle doit se trouver une cible ponctuelle, située dans le même plan horizontal que le point Ω pour être atteinte.

Plusieurs solutions sont-elles possibles ? Justifier.

Données : $\boldsymbol{g = 10\ m.s^{-2}\ ;\ R = 0,80\ m.}$

EXERCICE 8

Une bille M, considérée comme ponctuelle est lancée dans le champ de pesanteur d'un point A avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle α avec l'horizontale.



1- Exprimer les vecteurs vitesse $\vec{v}$ et position $\overrightarrow{OM}$ en fonction du temps t, des vecteurs $\overrightarrow{OA}$, $\overrightarrow{v_0}$ et g. Montrer que la trajectoire est située dans le plan vertical contenant $\overrightarrow{v_0}$.

2- Exprimer les vecteurs $\vec{v}$ et $\overrightarrow{OM}$ dans la base $(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
En déduire les équations horaires du mouvement $x(t)$ et $y(t)$.

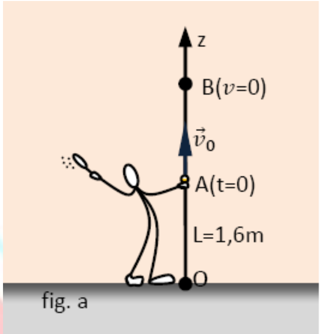
3- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire $y(x)$.

En quel point et à quelle date la bille coupe t'elle le plan horizontal $(A, \vec{\imath}, \vec{k})$.

AN : $\boldsymbol{g = 10\,m.s^{-2}}$; $\boldsymbol{v_0 = 5\,m.s^{-1}}$; $\boldsymbol{\alpha = 60°}$; $\boldsymbol{h = 20\,cm}$; $\boldsymbol{\overrightarrow{OA} = h\vec{\jmath}}$.

EXERCICE 9

Dans ce problème, on un service au tennis ; on considère la balle comme un objet ponctuel et on néglige la résistance de l'air.



A/ Pour effectuer un service, le joueur commence par lancer la balle verticalement vers le haut à partir d'un point A situé à $1{,}60\,m$ au-dessus du sol. La balle s'élève et atteint son altitude maximale B à $0{,}40\,m$ au-dessus du point de lancement $(figure\ a)$.

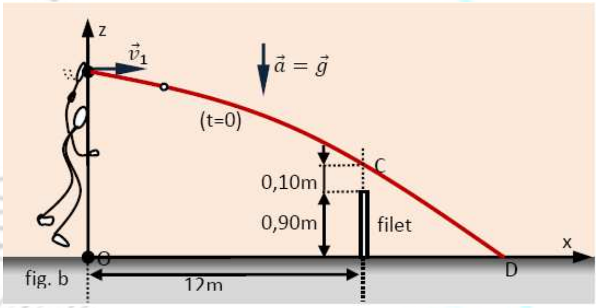
1- Etudier le mouvement vertical de la balle sur un axe dirigé vers le haut et dont l'origine O est au niveau du sol.

2- Avec quelle vitesse v_0 le joueur a-t-il lancé la balle ?

On pourra proposer deux modes de calcul.

3- Quel temps la balle met-elle pour aller du point de lancement à l'altitude maximale ?

B/ Le joueur frappe la balle avec sa raquette quand elle atteint son altitude maximale ; celle-ci part avec un vecteur vitesse v 1 horizontale $(figure\ b)$.



Le joueur souhaite que la balle passe $10\,cm$ au dessus du filet situé à $12\,m$ du point de service et dont la hauteur est de $0{,}90\,m$.

1- Etudier le mouvement de la balle dans le repère $(O, \overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oz})$ dessiné sur la figure l'instant ou la balle quitte le point B est choisit comme origine des temps $(t = 0)$. Quelle est la nature de la trajectoire ?

2- Quelle doit être la valeur v_1 de la vitesse initial pour que le service soit réussi comme le souhaite le joueur ? Donner la valeur en $m.s^{-1}$ et en $km.h^{-1}$.

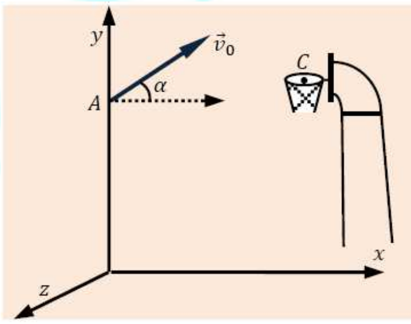
3- Quelle est la valeur v_2 de la vitesse de la balle à son passage au dessus du filet ?

4- A quelle distance de O la balle frappe-t-elle le sol ? Avec quelle valeur v_3 de la vitesse ?

5- Evaluer le temps approximatif dont l'adversaire dispose pour se préparer à renvoyer la balle de service. Conclure.

EXERCICE 10

Lors d'un match de basket, pour marquer un panier il faut que le ballon passe dans un cercle métallique situé dans un plan horizontal, à $3{,}0\,m$ du sol horizontal. Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel passant exactement au centre C du cercle métallique. xOy est un plan vertical contenant le point C, xOz est le plan du sol posé horizontalement.



1- D'un point A de (Oz) situé à $2{,}0\,m$ du sol, un basketteur sans adversaire, lance le ballon, avec une vitesse v_0 contenu dans le plan xOz. Sa direction fait un angle $\alpha = 47°$ avec un plan horizontal.

a) Montrer que la trajectoire du ballon est plane.

b) Etablir l'équation de cette trajectoire dans le système d'axe indiqué, en fonction de v_0

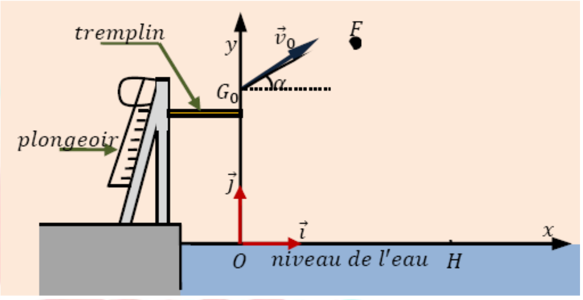
c) Quelle doit être la valeur de v_0 pour que le panier soit réussi, sachant que les verticales de A et de C sont distantes de $7{,}1\,m$?

d) Quelle est la durée du trajet effectué par le ballon du point A au point C ?

2- Voulant arrêter le ballon, un adversaire situé à $0{,}90\ m$ du tireur, saut verticalement en levant le bras. La hauteur atteint alors par ses mains est de $2{,}7\ m$ au dessus du sol. α et v_0 ayant les mêmes valeurs que précédemment, le panier sera-t-il marqué ?

EXERCICE 11

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur au cours d'un saut modélisé type « saut de l'ange ».



On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie ainsi que les frottements avec l'air. Le repère d'étude xOy est définit à partir du schéma ci-contre.

Après s'être lancé, le plongeur quitte le tremplin à la date $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ incliné de $\alpha = 40°$ par rapport à l'horizontale. Son centre d'inertie G est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ et $y_0 = 6{,}0\ m$.

1- Etablir l'équation littérale de la trajectoire du plongeur en fonction des données.

2- Le sommet de la trajectoire étant atteint au point F d'abscisse $x_F = 1{,}0\ m$, en déduire la valeur de la vitesse initiale v_0.

3- Le plongeur pénètre dans l'eau en H.

a) Montrer que la valeur de sa vitesse en H est $v_H = 12\ m.s^{-1}$.

b) Calculer la distance OH.

c) Calculer l'angle β que fait $\overrightarrow{v_H}$ fait avec l'axe (Ox).

4- Sous l'eau, le plongeur est soumis à la poussée d'Archimède verticale dirigée vers le haut et de norme $\rho V g$.

a) Déterminer l'accélération du plongeur sous l'eau en fonction de m, ρ, V et g puis en fonction de g et d. d étant la densité du plongeur.

b) Etablir les lois horaires, puis l'équation de la trajectoire sous l'eau.

c) Déterminer l'expression de la profondeur maximale h_0 atteinte par le plongeur en fonction de g, d, v_H et β.

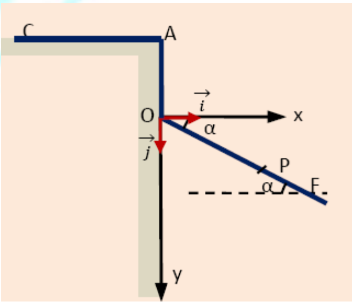
d) Au bout de quelle durée t après s'être lancé le plongeur remonte-t-il à la surface de l'eau ?

e) Le plongeur émerge en H'. Calculer la distance OH'.

Données : $\boldsymbol{g = 9{,}8\ m.s^{-2}}$ ***; densité de plongeur :*** $\boldsymbol{d = 1{,}5}$.

EXERCICE 12

Un skieur de masse $m = 80\ kg$ est en mouvement rectiligne uniforme sur un plan horizontal CA avec une vitesse $v_0 = 15\ m.s^{-1}$. Il arrive en A sur une brusque rupture de pente. Il décolle avec la vitesse horizontale $v\ 0$ et tombe sur une piste OF située en contrebas.



Données ; $\boldsymbol{OA = h = 2\ m}$ ***;*** $\boldsymbol{\tan\alpha = 0{,}8}$ ***;*** $\boldsymbol{g = 10\ m.s^{-2}}$.

1- Déterminer les coordonnées du point P ou le skieur entre en contact avec la piste de réception. En déduire la longueur OP du saut.

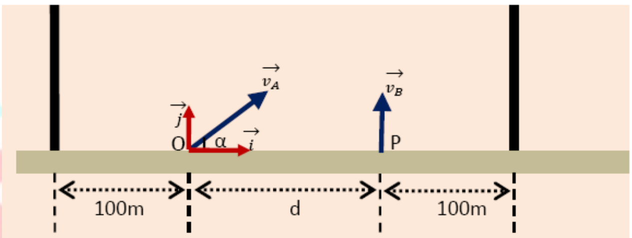
2- Déterminer la vitesse v_P du skieur lorsqu'il touche le sol puis sa mesure $\overrightarrow{v_P}$ et l'angle qu'elle forme avec le sol OF.

EXERCICE 13

Deux fusées A et B doivent être tirées simultanément à partir de deux points O et P situés au sol et distants de $d = 30\ m$. Les fusées vont exploser à a date $\theta = 4\ s$ après leurs lancement. L'une B, est tirée de P avec une vitesse $\overrightarrow{v_B}$ verticale, l'autre, A est tirée de O avec une vitesse $\overrightarrow{v_A}$ inclinée de α par rapport à l'horizontale et située dans un plan vertical passant par P.

AN : $\boldsymbol{v_A = 51,4\ m.s^{-1}}$ ***;*** $\boldsymbol{v_B = 50\ m.s^{-1}}$**.**

1- Dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$, établir, sous forme littérale uniquement, les équations horaires des mouvements de chaque fusée après leur lancement, instant qui sera choisi comme instant initial.



Préciser la nature de leurs trajectoires et en donner l'allure.

2- Déterminer l'inclinaison α de la vitesse initiale $\overrightarrow{v_A}$ de A pour que l'explosion ait lieu à la verticale de P.

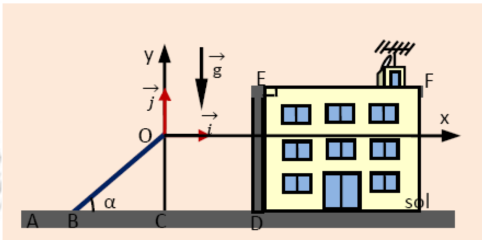
3- Quelle est la distance qui sépare les deux fusées au moment de l'explosion.

4- Les barrières de sécurité pour les spectateurs sont installées de façon à respecter la de $100\ m$ des points de lancement O et P. Ces spectateurs sont-ils en sécurité lors de la retombée des fusées en cas de son explosion en altitude ?

On négligera les frottements de l'air. ($g = 10\ m.s^{-2}$).

EXERCICE 14

Un cascadeur veut sauter avec sa vitesse sur la terrasse horizontale EF d'un immeuble. Il utilise un tremplin BOC formant un angle α avec le sol horizontal $ABCD$ et placé à distance CD de la maison. (OC et DE sont des parois verticales). La masse de l'automobile et du pilote est égale à $1\ tonne = 10^3\ kg$.



On étudiera le mouvement de l'ensemble assimilable à son centre d'inertie G.

Pour simplifier le problème, on considérera les frottements comme inexistants dans la phase aérienne et on admettra qu'à la date initiale, le centre d'inertie G quitte le point. O avec la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ et qu'il est confondu avec le point E à l'arrivée.

Donnée **:** $\boldsymbol{g = 10\ m.s^{-2}}$**.**

1- Etablir dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G entre O et E.

2-a) Calculer la vitesse initial v_0 en $m.s^{-1}$ et en $km.h^{-1}$, ainsi que l'angle α pour que le système arrive en E avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_E}$ horizontal.

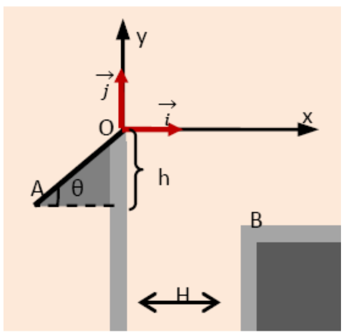
Données : $\boldsymbol{CD = 15\ m\ ;\ DE = 10\ m\ ;\ OC = 8\ m.}$

b) Calculer la vitesse v_E à l'arrivée de l'automobile en E.

3- En considérant qu'une fois sur la terrasse, les frottements sur l'automobile sont équivalentes à une force constante $\vec{f}$ parallèle au déplacement et d'intensité $500\ N$ calculer l'intensité de la force $\overrightarrow{f'}$ qui permettra au véhicule de s'arrêter après un trajet $EF = L = 100\ m$.

EXERCICE 15

Un cascadeur peut passer au dessus d'un pont en ruine, la route d'accès fait un angle θ avec l'horizontale et arrive au point O avec la vitesse v_0. Dans cet exercice, le système (moto + cascadeur) est assimilé à un solide indéformable en translation. On néglige les forces de frottement de l'air.



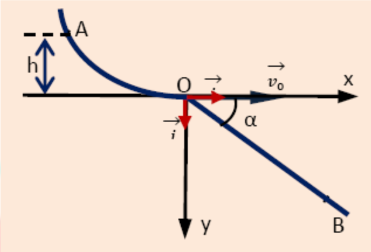
1- Dans le repère (Ox,Oy) , écrire les équations horaire du mouvement du centre d'inertie du cascadeur et de sa moto audelà du point O.

2- Le cascadeur veut arriver en B. Exprimer la dénivellation h entre O et B en fonction de la largeur H de faille et de la vitesse v_0 en O.

$AN:\quad v_0 = 35\,m.s^{-1};\quad H = 50\,m;\quad \theta = 10°;\quad g = 10\,m.s^{-2};\quad masse\,(moto + cascadeur) = 400\,kg.$

EXERCICE 16

On imagine un tremplin-école d'initiation au saut à skis comportant une piste d'élan de profil curviligne prolongé par une piste de réception plane et incliné sur l'horizontale d'un angle α que l'on prendra égal à 30°. Les performances étant modérées, on négligera les frottements. On cherchera le mouvement du centre d'inertie G du skieur. Il part sans vitesse initiale au point A. Il quitte la sa trajectoire curviligne au point O avec la vitesse horizontale $\overrightarrow{v_0}$ de valeur $v_0 = 12{,}5\,m.s^{-1}$. La trajectoire est contenue dans le plan vertical.



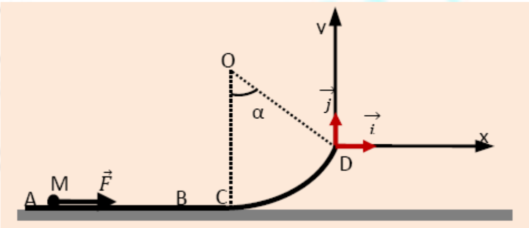
1- Calculer l'altitude h de A par rapport à, après avoir énoncé correctement le théorème utilisé.

2- Dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$, établir l'équation littérale de la trajectoire de G.

3- En fonction de v_0, α et g, établir les expressions littérales des coordonnées x_B et y_B du point où le skieur reprend contact avec la piste de réception. Calculer numériquement ses coordonnées et en déduire la longueur $l = OB$ du saut ainsi que la durée t.

EXERCICE 17

La piste de lancement d'un projectile M comprend une partie rectiligne horizontale ABC et une portion circulaire CD centrée en O, de rayon $r = 1\,m$, l'angle au centre $\alpha = 60°$ et telle que OC soit perpendiculaire à AC. Le projectile M, assimilable à un point matériel de masse $m = 0{,}5\,kg$ est lancé suivant AB de longueur $l = 1\,m$ avec une force $\vec{F}$ constante horizontale et ne s'exerçant qu'entre A et B.



1-a) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique pour un solide assimilable à un point matériel.

b) En appliquant ce théorème, déterminer l'intensité minimale à donner à $\vec{F}$ pour que le projectile quitte la piste en D.

c) L'intensitéde la force est égale à $15{,}0\,N$. Donner la valeur numérique de la vitesse v_D avec laquelle le projectile quitte la piste en D.

2-a) Donner l'équation de la trajectoire du solide au-delà de D dans un repère orthonormé d'origine D.

b) Quelle est la hauteur maximale atteinte au dessus de l'horizontal ABC ?

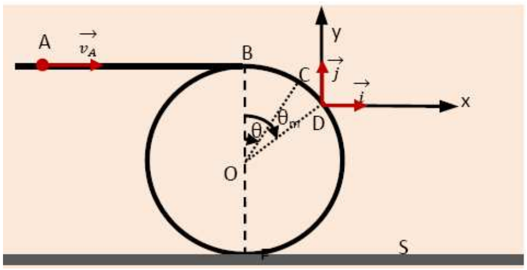
3- Quelle est l'intensité de la force exercée par le projectile sur la piste au moment de la quitter en D avec la vitesse précédente ? On négligera les frottements.$(g = 10\,m.s^{-2})$.

EXERCICE 18

Les frottements sont négligeables dans tout l'exercice.

Une sphère de centre O et de rayon r, repose en E sur un sol horizontal. Un rail horizontal AB repose en B sur le sommet de la sphère.

Un point matériel de masse m lancé en A à la vitesse $\overrightarrow{v_A}$ se déplace sur le rail avant de décrire sur la sphère la trajectoire BCD. On pose $\theta = (\overrightarrow{OB},\overrightarrow{OC})$ et $\theta_m = (\overrightarrow{OB},\overrightarrow{OD})$.



1-a) Calculer la norme de la vitesse v_C du point matériel à son passage en C en fonction de r, g, θ et v_A.

b) Représenter les forces exercées sur le point matériel ainsi que son vecteur accélération au point C.

c) En projetant la relation fondamentale de la dynamique dans un repère que vous préciserez, déterminer en fonction de r, m, v_A, g et θ, l'intensité de la réaction $\vec{R}$ exercée par la sphère sur le point matériel en C.

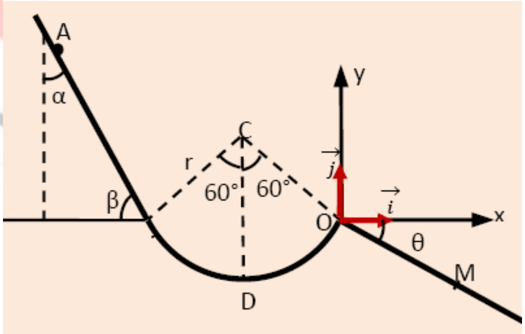
2- Le point matériel quitte la sphère lorsqu'il atteint le point D, sa vitesse est alors $\overrightarrow{v_D}$.
Exprimer v_D en fonction de r, g et θ_m.

3-a) Etablir dans le repère $(D, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ l'équation cartésienne de la trajectoire du point matériel (en fonction de v_D, θ_m et g) lorsqu'il n'est plus en contact avec la sphère.

b) Le point matériel touche le sol en S. Calculer la longueur ES pour $r = 0{,}5\, m$, $g = 10\, m.s^{-2}$, $\theta_m = 30°$.

EXERCICE 19

Un palet de petites dimensions de masse $m = 2\, kg$ est abandonné sans vitesse initiale en A sur une piste dont le profil dans le plan vertical est représenté. AB est un plan incliné d'un angle α par rapport à la verticale. Sa longueur est $l = 2\, m$; BDO est un arc de cercle de centre C et de rayon $r = 1\, m$, d'angle au centre 120° ; B et Osont symétriques par rapport au rayon CD vertical .



OE est un plan incliné d'un angle $\theta = 30°$ par rapport à l'horizontal.

1- Le palet quitte la piste en O avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle α avec l'horizontal.
Etablir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère $\mathcal{R}(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
Quelle est la nature de sa trajectoire dans $\mathcal{R}(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$..

2- Le sommet S de cette trajectoire a pour ordonnée $Y_S = 0{,}8\, m$.
Calcule l'angle α. $g = 10\, m.s^{-2}$.

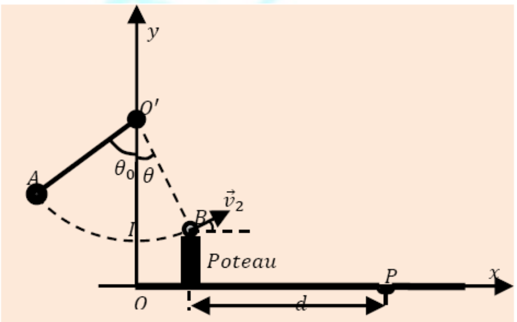
3- La piste est rugueuse. Le palet est soumis à une force de frottement $\vec{F}$ dont le module est supposé constant et dont le sens est opposé à celui du mouvement. Calcule F ; dans ce cas le sommet de la trajectoire à pour ordonnée $Y'_S = 0{,}5\, m$.

4- Calcule la distance $d = OM$ qui sépare le point O où le palet quitte la piste et le point M où il reprend contact.

EXERCICE 20

Un pendule simple est constitué par une bille (A_1), assimilable à un point matériel, de masse m_1 suspendue au bout d'un fil de masse négligeable et de longueur $l = O'A = 2\, m$. (Voir figure)

1- On écarte le pendule d'un angle $\theta_0 = 60°$ par rapport à sa position d'équilibre verticale $O'I$ et on le communique une vitesse initial v_0. Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ de la bille lorsqu'elle passe au point B défini par l'angle $\theta = 30°$.



2- Lors de son passage au point B la bille A_1 heurte au cours d'un choc parfaitement élastique et sans frottement une autre bille (A_2) de masse $m_2 = \frac{1}{2} m_1$ posée en équilibre au sommet d'un poteau de hauteur $h = 50\, cm$.

a) Quelles sont les expressions des vitesses v_1 de la bille (A_1) et v_2 de la bille (A_2) après le choc en fonction de v_B ?

b) Montrer que l'équation de la trajectoire de la bille (A_2), dans sa chute avec la vitesse initiale v_2 acquise par le choc, est sous laforme : $y = -\lambda(x-1)^2 + \frac{\sqrt{3}}{3}(x-1) + \frac{1}{2}$ où λ est une constante réelle dont on donnera l'expression en fonction de v_2, θ et g.

Le plan dans lequel s'effectue le mouvement est muni d'un repère orthonormé $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.

c) Exprimer alors la vitesse v_0 en fonction de g, θ, θ_0, l et λ.

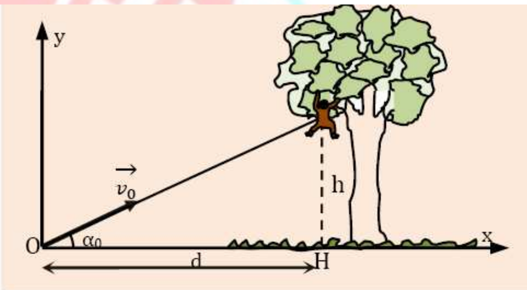
3- On désire que la bille (A_2) tombe dans un petit trou, creusé dans le sol au point P, situé à une distance $d = 5\ m$ du poteau.

a) Exprimer alors λ en fonction de d puis calculer sa valeur.

b) Calculer la vitesse v_0 qu'il faut communiquer à la bille (A_1) pour que la bille (A_2) tombe dans le trou.

EXERCICE 21

Un chasseur muni d'un arc vise un singe S de masse M perché sur un arbre. La flèche de masse m quitte l'arc, en o, avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ oblique, dirigée exactement vers le haut vers le singe. Voir figure.



Le singe se laisse tomber à l'instant exact où il voit la flèche quitter l'arc.

On appelle h l'altitude du singe et $d = OH$ la distance de sa projection H au point O de lancement de la flèche et $\alpha_0 = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OS})$.

1- Si Le singe restait en place, serait-il touché ? Justifier votre réponse par rapport à la pesanteur.

2- En notant v_0 la valeur de la vitesse et g celle de l'accélération de la pesanteur

a) Donner les équations paramétriques des coordonnées $x_1(t)$ et $z_1(t)$ pour le singe S et $x_2(t)$ et $z_2(t)$ pour la flèche F (tous les deux sont supposés ponctuels confondus avec leur centre d'inertie, pour cet exercice)

b) En déduire les équations des trajectoires du singe et de la flèche.

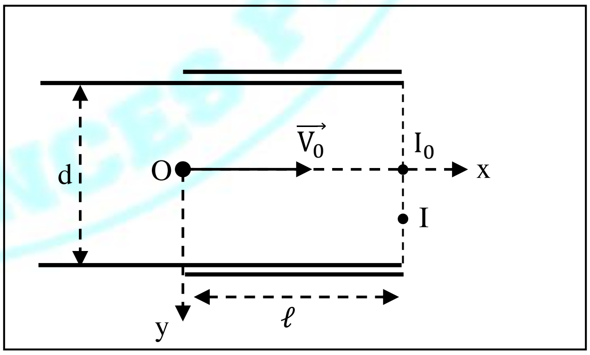
Quelles sont leur formes.

c) Le singe est-il touché ? Justifier votre réponse.

d) Dans le cas où le singe est touché, à quelle hauteur du sol se trouve-t-il alors ?

EXERCICE 22

Les armatures d'un condensateur sont horizontales, distantes de d et d'une longueur λ. En O, à l'entrée du condensateur, à égale distance des plaques, on injecte un faisceau d'électrons homocinétique, de vitesse V_0.



A la sortie des plaques, on place un écran fluorescent sur lequel le choc des électrons forme une tache claire. Quand le condensateur n'est pas chargé, l'impact des électrons se fait en I_0; quand on établit une tension U entre les armatures du condensateur, l'impact se fait en I

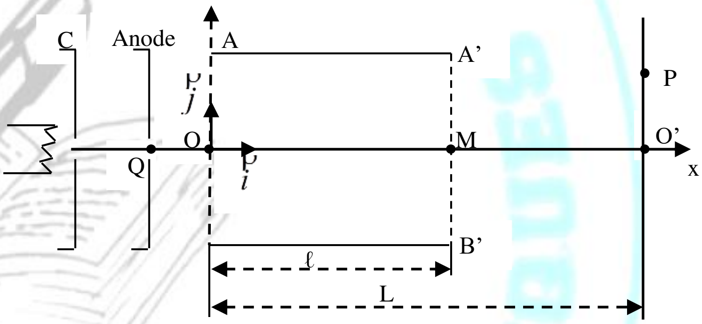
On donne : $\boldsymbol{\lambda = 10\ cm\ ;\ d = 8\ cm\ ;\ I_0I = 3\ cm\ ;\ V_0 = 7.10^6\ m.s^{-1}}$.

1- Représenter sur le schéma la direction et le sens du vecteur force électrique qui dévie le faisceau d'électrons.

En déduire la direction et le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ entre les plaques du condensateur et leur polarité.
2- Donner les caractéristiques du vecteur- accélération $\vec{a}$ du mouvement de l'électron dans le champ électrique $\vec{E}$.
3- Etablir dans le repère (Ox, Oy), les équations horaires $x = f(t)$ et $y = h(t)$ du mouvement de l'électron dans le champ électrique $\vec{E}$.
En déduire l'équation de la trajectoire.
4- Calculer la valeur de la tension U entre les armatures du condensateur lorsque la déviation à la sortie I_0I vaut 3 cm.

EXERCICE 23

Des électrons sont émis par une cathode C avec une vitesse initiale négligeable. Ils sont alors accélérés par une différence de potentiel U_0et arrivent en Q avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ parallèle à (Ox). Le poids des électrons a un effet négligeable. Données: $e = 1{,}6.10^{-19}\ C$; $m = 9{,}1.10^{-31}\ kg$.
1- Déterminer l'expression de la valeur de la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ des électrons en Q, en fonction de U_0, m et e.
2- Les électrons venant de Q pénètrent en O, avec la vitesse $\overrightarrow{v_0}$, à l'intérieur d'un condensateur plan. Ce dernier est constitué par deux armatures planes AA' et BB', parallèles à (Ox) et perpendiculaire à (Oy), de longueur ℓ et séparées par une distance d. On applique, entre les plaques AA' et BB', une tension U positive et l'on suppose que les effets de bord sont négligeables.

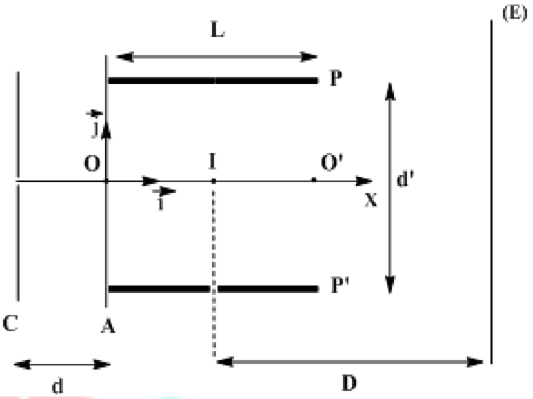


a) Soit $\vec{F}$ la force électrique qui s'exerce sur un électron à l'intérieur du condensateur. Dans la base orthonormée$(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$, exprimer ce vecteur $\vec{F}$ en fonction de U, d et e.
Etablir les équations horaires du mouvement d'un électron dans le repère$(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ et en déduire l'expression de y en fonction de U, e, d, x, m et V_0 pour $0 < x < \ell$.
b) Etablir l'expression de y en fonction de U, U_0, d et x.
Etablir la relation d'inégalité entre U, U_0, d et ℓ pour que le faisceau d'électrons sorte du système déviateur sans toucher la plaque AA'.
Calculer la déviation angulaire des électrons à la sortie du champ. On donne: $U_0 = 500\ V$, $U = 100\ V$, $\ell = 15\ cm$ et $d = 10\ cm$.
3- Le faisceau d'électrons donne un spot P sur un écran fluorescent E placé perpendiculairement à (Ox), à la distance L de O.
a) Déterminer la déviation $Y = O'P$ du faisceau en fonction de U, U_0, d, ℓ et L.
b) Calculer Y avec $L = 40\ cm$.
4- La source émet maintenant des ions ${}^{35}Cl^-$ et ${}^{37}Cl^-$.
a) Quel qualificatif donne-t-on à ces ions ?
b) Déterminer les expressions des coordonnées des points d'impact Y_1 et Y_2 de ces ions sur l'écran E. Ce dispositif permet-il de séparer les deux ions ?

EXERCICE 24

Un électron quitte la cathode d'un canon avec une vitesse négligeable. La tension entre l'anode A et la cathode C est
$U_{AC} = 2400\ V$. La distance entre l'anode et la cathode est

$d = 3\ cm$.



1-a) Faire un schéma clair et représente le vecteur champ électrique $\vec{E}$ et le vecteur $\vec{F}$ agissant sur l'électron.

b) Calculer la valeur du champ $\vec{E}$ et l'intensité F de la force.

c) Donner les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$.

2-a) Etablir l'équation horaire du mouvement d'un électron.

b) Quelle est la durée de passage Δt d'un électron de la cathode à l'anode ?

c) Calculer la valeur de la vitesse d'un électron à son arrivée sur l'anode.

3- Un dispositif est constitué par deux plaques P et P' parallèles et horizontales entre lesquelles est appliquées une tension $U'_{PP} = -U$ (avec $U > 0$).Les électrons lancés avec une vitesse V_0 acquise à la sortie du canon arrivent suivant l'axe du dispositif. Les plaques ont une largeur L et sont distantes de d'.

a) Représenter le champ électrostatique $\overrightarrow{E_1}$ entre les plaques P et P'. Exprimer la valeur E_1 de ce champ.

b) Déterminer l'équation de la trajectoire dans un repère cartésien $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k})$ de la région située entre les plaques P et P'.

4- Les électrons sortent en un point S.

a) Déterminer les coordonnées de ce point S.

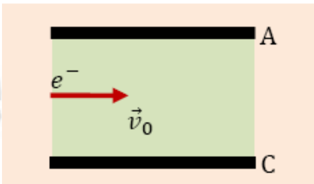
b) Vérifier que la déviation Y_S est proportionnelle à U. L'écran étant situé à la distance D du point I.

c) Déterminer les expressions des coordonnées du vecteur vitesse en S et l'angle α que fait ce vecteur avec l'axe Ox parallèle aux plaques et passant par le milieu I.

On donne : $U = 400\ V$; $d' = L = 4\ cm$; $D = 50\ cm$; $m = 9,1.10^{-31}\ kg$; $e = 1,6.10^{-19}\ C$.

EXERCICE 25 : QCM

Un électron pénètre entre les armatures d'un condensateur plan comme l'indique le schéma. La tension U_{AC} est positive.



Voici sept propositions :

(1) Le champ électrique est dirigé de A vers C.

(2) Le champ électrique est dirigé de C vers A.

(3) La force électrique est dirigé de A vers C.

(4) La force électrique est dirigé de C vers A.

(5) Le vecteur accélération de la particule est dirigé de C vers A.

(6) La trajectoire est circulaire.

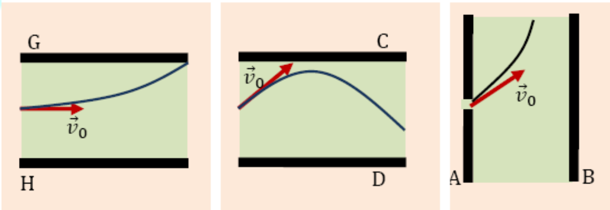
(7) La trajectoire est parabolique.

Choisir la ou les affirmations vraies.

EXERCICE 26 : ACCELERATION DE PARTICULES CHARGEES

Entre deux plaques d'un condensateur plan, on établit une différence de potentiel constante.

Une particule de charge q positive pénètre dans le champ électrique avec une vitesse initiale $\vec{v_0}$. On a représenté dans trois cas la trajectoire de la particule.



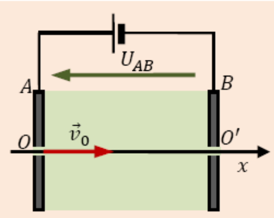
1- Représenter dans chaque cas, en un point de la trajectoire, les vecteurs force, champ électrique et accélération de la particule.

2- Donner les signes des tensions U_{GH}, U_{CD} et U_{AB} entre les plaques.

3- Répondre aux mêmes questions lorsque la particule porte une charge négative.

EXERCICE 27 : ETUDE DU MOUVEMENT D'UN PROTON DANS UN CHAMP ELECTRIQUE

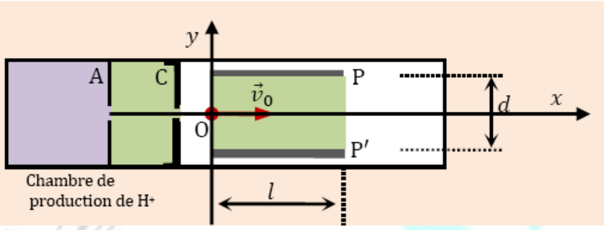
Un proton H^+ de masse $m_p = 1{,}67.10^{-27}\ kg$, animé d'une vitesse $\overrightarrow{v_0}(v_0 = 1500\ km.s^{-1})$, pénètre entre deux plaques parallèles A et B, distantes de $10{,}0\ cm$, entre lesquelles est appliquée la tension
$U_{AB} = +10{,}0\ kV$.
Le vecteur vitesse initiale v 0 est orthogonal au plan des plaques (schéma ci-contre).



1- Représenter le vecteur champ électrique $\vec{E}$ entre les plaques.
2- Calculer la valeur E de ce champ.
3- Ecrire la relation entre le vecteur accélération $\vec{a}$ du proton et le vecteur champ électrique $\vec{E}$.
4-a) Déterminer les équations horaires du mouvement du proton entre O et O'.
b) En déduire la nature du mouvement.
5- Calculer la valeur v_0' de la vitesse au passage par l'orifice O' et la durée τ du trajet OO'

EXERCICE 28 : ACCELERATEURS DE PROTONS

Dans le dispositif ci-dessous, règne un vide poussé. Un faisceau homocinétique de protons est d'abord accéléré par une tension appliquée entre deux plaques A et C. Les protons pénètrent en O avec une vitesse $v_0 = 800\ km.s^{-1}$ entre deux plaques parallèles P et P', distantes de $d = 2{,}5\ cm$ et de longueur $l = 10\ cm$, comme l'indique le schéma ci-dessous.

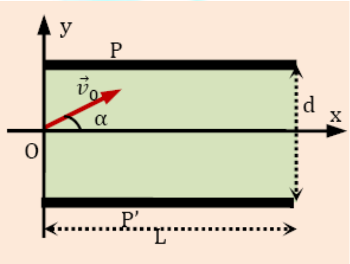


1- Calculer la valeur de U_{AC} sachant que les protons sont issus de A sans vitesse initiale ; En déduire le sens du champ appliqué entre A et C.
2- On applique entre les plaques P et P' la tension $U = U'_{PP}$ créant un champ uniforme de valeur E.
a) Quel doit être le signe de U pour que la déviation soit dirigée vers le haut ?
b) Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire entre les plaques est donnée par : $y = \frac{qE}{2mv_0^2}x^2$

Données : La force de pesanteur est négligeable ; $\boldsymbol{m_p = 1{,}67.10^{-27}\ kg}$; $\boldsymbol{e = 1{,}6.10^{-19}\ C}$.

EXERCICE 29 : DEVIATION DE PARTICULES α

Un faisceau de particule α (noyaux d'hélium ${}_2^4He^{2+}$), de charge $2e$ et de masse m pénètre en O entre les plaques P et P' d'un condensateur plan ($l = 20{,}0\ cm$; $d = 10{,}0\ cm$).
Le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ fait un angle $\alpha = 25°$ avec l'axe (Ox) ; sa valeur v_0 est égale $2{,}0.10^5 m.s^{-1}$.
La tension U'_{PP} appliquée entre les plaques est égale à $+400\ V$. Le champ électrique $\vec{E}$ est uniforme entre les plaques. L'origine du temps $t = 0$ sera prise lorsque la particule pénètre en O.



Données : $\boldsymbol{m = 6{,}68.10^{-27}\ kg}$; $\boldsymbol{e = 1{,}6.10^{-19}\ C}$

1- Compléter le tableau en donnant l'expression littérale des différentes grandeurs en fonction de U, d, e, m, α et v_0.

	$axe\ (ox)$	$axe(oy)$
Champ électrique	$E_x = \cdots$	$E_y = \cdots$
Force électrique	$F_x = \cdots$	$F_y = \cdots$
Accélération	$a_x = \cdots$	$a_y = \cdots$
Vitesse initiale	$v_x = \cdots$	$v_y = \cdots$

2- Calculer les valeurs numériques des grandeurs du tableau précédent en précisant les unités.

3- Les équations horaires de la trajectoire s'écrivent : $x = v_0 t \cos\alpha$; $y = -\frac{eU}{md}t^2 + v_0 t \sin\alpha$.

a) Vérifier que cette solution correspond aux conditions initiales.

b) Retrouver l'équation de la trajectoire.

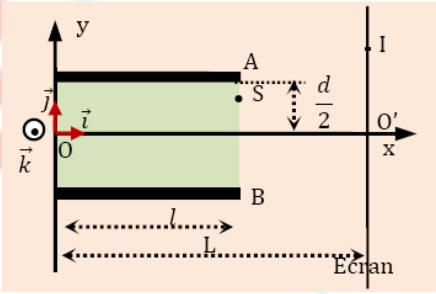
c) On pose : $y = Ax^2 + Bx$ avec x et y en m. Déterminer les valeurs numériques de A et B.

d) Calculer la valeur maximale de y. La particule α frappe-t-elle l'armature P ?

e) Calculer la valeur de l'ordonné y_S du point S de sortie du champ électrique.

EXERCICE 30 : ETUDIER LA DEFLEXION ELECTRIQUE DE PROTONS

Deux plaques métalliques carrées (notées A et B), de côté l, sont placées horizontalement et parallèlement l'une à l'autre dans une enceinte ou règne un vide poussé. La distance entre les deux plaques est notée d.



Un faisceau homocinétique de protons pénètre, entre les plaques A et B, au point O avec une vitesse v_0 horizontale. Soit e la charge et m la masse d'un proton.

1- Donner la direction et le sens du vecteur champ $\vec{E}$ crée entre les deux plaques pour que le faisceau homocinétique de protons soit dévié vers le haut (point S du schéma).

2- Quel est alors le signe de la tension U_{AB} établie entre les plaques A et B ?

3- La trajectoire d'un proton entre O et S se trouve dans le plan contenant le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$. Etablir, dans ce repère, l'équation de cette trajectoire. Quelle est sa nature ?

4- Les protons sortent du champ au point S et sont reçus en I sur un écran placé perpendiculairement à l'axe (Ox).

Quelle est la nature de leur mouvement entre S et I.

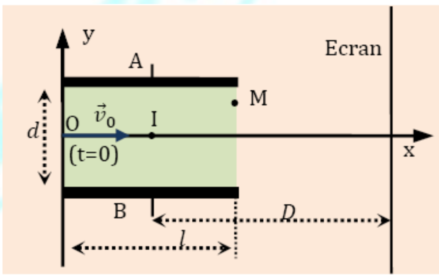
5- Exprimer la distance $D = O'I$ en fonction des données, puis la calculer.

Données : U = 4,00kV ; l = d = 6,00cm ; L = 0,50m ; m = 1,67.10−27kg ; e = 1,6.10−19C ; v0 = 1500km. s−1

<u>Données</u> : $\boldsymbol{U = 4,00\ kV}$ **;** $\boldsymbol{l = d = 6,00\ cm}$ **;** $\boldsymbol{L = 0,50\ m}$ **;** $\boldsymbol{m = 1,67.10^{-27} kg}$ **;** $\boldsymbol{e = 1,6.10^{-19}\ C}$ **;** $\boldsymbol{v_0 = 1500\ km.s^{-1}}$**.**

EXERCICE 31

Les deux armatures A et B d'un condensateur plan sont disposées dans le vide parallèlement à l'axe $\overrightarrow{Ox}$; leur distance est $d = 4\ cm$ et leur longueur $l = 10\ cm$.



Un faisceau d'électrons homocinétiques (dont la masse $m = 9,1.10^{-31}\ kg$; $e = 1,6.10^{-19} C$) pénètre en O entre ces armatures avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ parallèle à $\overrightarrow{Ox}$ et de valeur $v_0 = 2500\ km.s^{-1}$.

1- Quel doit être le signe de la tension U_{AB} (ou de la d.d.p. $V_A - V_B$) pour que les électrons soient déviés vers l'armature A ?

2- On établit, entre les armatures, la tension $(d.d.p)\ U_{AB} = 400\ V$.

Déterminer la trajectoire d'un électron dans le champ électrique crée par le condensateur. On utilisera le repère $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$ de la figure ; l'instant initial est celui où l'électron arrive à l'origine O.

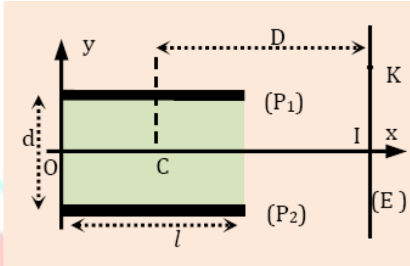
3- Déterminer l'ordonnée du point M où les électrons sortent du champ. Calculer également la vitesse des électrons en M et la déviation électrique α.

4- Déterminer l'équation littérale de la tangente en M à la trajectoire et en déduire l'abscisse de son intersection I avec l'axe $\overrightarrow{Ox}$.

5- Un écran fluorescent est placé à la distance $D = 25\ cm$ du point I, perpendiculairement à $\overrightarrow{Ox}$. Déterminer l'ordonnée du point d'impact des électrons sur cet écran.

EXERCICE 32

Le dispositif étudié dans cet exercice se trouve dans une enceinte où règne un vide très poussée. Des électrons pénètrent avec une vitesse v_0 horizontale à l'intérieur d'un condensateur plan.



Entre les deux plaques horizontales P_1 et P_2 de ce condensateur, séparés par la distance d, est appliquée une tension constante $U = V_{P_1} - V_{P_2} = 140\ V$.

On admettra que le champ électrostatique uniforme qui en résulte agit sur les électrons sur une distance horizontale mesurée à partir du point O.

1° Comparer les valeurs du poids d'un électron et de la force électrostatique qu'il subit à l'intérieur du condensateur. Que peut-on en conclure ?

2° Montrer que la trajectoire d'un de ces électrons à l'intérieur du condensateur est plane et contenu dans le plan (xOy) représenté sur la figure. Etablir l'équation de cette trajectoire dans le système d'axe (Ox, Oy) et en déduire de quelle distance les électrons sont déviés à la sortie du condensateur.

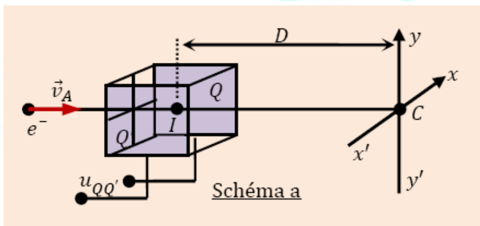
3° Ces électrons forment un spot sur un écran fluorescent (E) placé perpendiculairement à Ox à la distance D du centre C du condensateur. Quelle est la distance de ce spot au centre I de l'écran.

4° On applique maintenant entre P_1 et P_2 une tension alternative sinusoïdale de tension maximale $U_m = 140\ V$. Quelle est la longueur du segment de droite observé sur l'écran ?

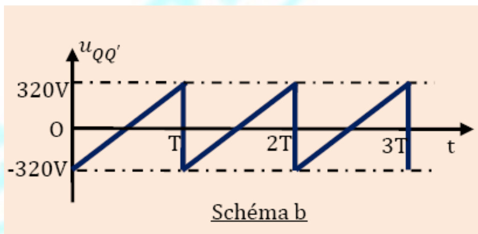
$\boldsymbol{e = 1,6.10^{-19}\ C\ ;\ m_e = 9,1.10^{-31}\ kg\ ;\ g = 9,81\ m.s^{-2}\ ;\ v_0 = 30\ 000\ km.s^{-1}\ ;\ l = 15\ cm\ ;}$
$\boldsymbol{d = 3\ cm\ ;\ D = 20\ cm.}$

EXERCICE 33 : BALAYAGE D'UN OSCILLOSCOPE ELECTRONIQUE

A la sortie d'un canon, les électrons ont la même vitesse $\overrightarrow{v_A}$($v_A = 2{,}25.10^7\ m.s^{-1}$) de direction horizontale. Ils pénètrent sur l'axe d'un dispositif constitué par deux plaques Q et $'$ carrées (côté $l = 6\ cm$), verticales et distantes de $d = 4\ cm$ (schéma a).



Entre les plaques est appliquée la tension $u_{QQ'} = u$, évoluant au cours du temps suivant le graphique du schéma b. L'écran est situé à la distance $D = IC$ du centre I de la région de déflexion, C étant le centre de l'écran.



1- Suivant laquelle des deux direction $(x'x)$ ou $(y'y)$ de l'écran le spot est-il dévié pour la tension u ?

2- Etablir l'expression de l'angle de déflexion α à la sortie de plaques en fonction de e, m, v_A, d, l et u.

3- Déterminer les coordonnées du point d'arrivée de l'électron sur l'écran en fonction de e, m, v_A, d, l , u et D.

4-a) Trouver l'expression de la longueur du segment $H'H$ parcourue par le spot au cours d'une période du balayage.

b) Déterminer la distance D sachant que $H'H = 10\ cm$.

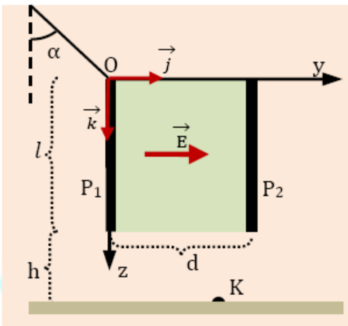
c) Montrer que le mouvement du spot produit par l'impact des électrons sur l'écran est rectiligne et uniforme pendant des intervalles de temps successifs de durée T.

d) Calculer la vitesse en $cm.s^{-1}$, du déplacement du spot si l'on fixe la valeur de T à 10 ms.

e) Indiquer la base de temps en $s.cm^{-1}$ pour cette même valeur de T.

EXERCICE 34

On considère un condensateur plan, formé par deux plaques verticales P_1 et P_2 de longueur commune $l = 20\ cm$ placées à une distance $d = 20\ cm$ l'une de l'autre. On applique une différence de potentiel entre P_1 et P_2 créant ainsi un champ électrique $\vec{E}$ uniforme, horizontal, dirigé de P_1 vers P_2 et de valeur $E = 2.10^4\ V.m^{-1}$. On apporte ensuite à l'aide d'un isolant non chargé une boule métallisée de masse $m = 8\ g$ possédant une charge $q = 3.10^{-6}\ C$ près du bord supérieur de la plaque positive P_1 en O sans toutefois la toucher.



1- Déterminer l'angle α que fait le fil avec la verticale dans cette position d'équilibre.

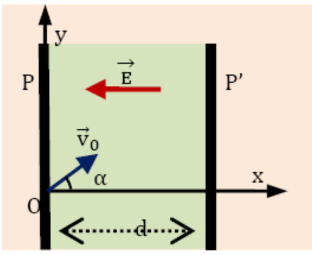
2- On coupe ensuite le fil, libérant ainsi la boule chargée sans vitesse initiale.
Indiquer en le justifiant la nature du mouvement de la boule à l'intérieur du condensateur.
Etablir les expressions, en fonction du temps $y = f(t)$ et $z = g(t)$, de la trajectoire de la boule dans l'espace plan $(O, \vec{j}, \vec{k})$ limité par les deux plateaux P_1 et P_2.
Déduire ensuite l'équation $z(y)$ de la trajectoire.

3- La boule chargée sort par le point S de l'espace où agit le champ électrostatique.
Calculer la durée t de ce mouvement.
Par application du théorème de l'énergie cinétique, déterminer la valeur du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_S}$ de la boule à cet endroit.

4- Sachant que la partie inférieure de ce condensateur se trouve à une hauteur $h = 25\ cm$ du sol, déterminer les coordonnés du point d'impact K de la boule avec le sol et la valeur de son vecteur vitesse $\overrightarrow{v_K}$ en ce point.

EXERCICE 35

Dans la région d'espace $(\mathcal{R})$ comprise entre deux plans parallèles P et P' distant de d, il existe un champ électrique $\vec{E}$ crée par des électrodes constituées de fins grillages métalliques disposés suivant P et P'. $\vec{E}$ sera considéré comme nul à l'extérieure de $(\mathcal{R})$.



Une particule ponctuelle de masse m et de charge électrique positive, arrive en O à $t = 0$ et pénètre dans la région $(\mathcal{R})$. La vitesse à $t = 0$ se trouve dans le plan $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$; elle a pour valeur v_0 et fait un angle α avec l'horizontal.

1- Représenter la force électrique s'exerçant sur la particule en O.

2- On néglige le poids de la particule devant la force électrique. Etablir l'équation de la trajectoire de la particule. Quelle est sa nature ?

3- Déterminer la composante v_x de la vitesse en fonction de y.

4- Calculer la composante v_y de la vitesse de la particule et l'angle β qu'elle fait avec l'horizontale au moment où elle arrive dans le plan P'.

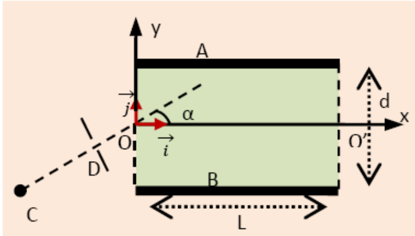
On donne : $\boldsymbol{v_0 = 2.10^7\ m.s^{-1}\ ;\ m = 9,1.10^{-31}\ kg\ ;\ q = 1,6.10^{-19}\ C\ ;\ E = 5.10^4\ V.m^{-1}\ ;}$
$\boldsymbol{d = 10^{-2}\ m\ ;\ \alpha = 10°}$.

5- Quelle sera la trajectoire de la particule après la traversée du plan P' ? Montrer que le rapport $\sin\alpha / \sin\beta$ est une constante k qui sera exprimé en fonction de E, d, q, m et v_0.

EXERCICE 36

Un condensateur plan est constitué de eux plaques parallèles métalliques rectangulaires horizontales A et B de longueur L et séparées par une distance d. On raisonnera dans le repère orthonormal $\mathcal{R}(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
Le point O est équidistant des deux plaques. Un faisceau homocinétique de proton, émis en C à la

vitesse nulle, est accéléré entre les points C et D, situés dans le plan $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$. Il pénètre en O, en formant l'angle α avec $\vec{\imath}$ dans le champ électrique supposé uniforme $\vec{E}$ du condensateur.



1- Après avoir indiqué en le justifiant le signe de $V_D - V_C$, calculer en fonction de $U = |V_D - V_C|$, la vitesse v_0 de pénétration dans le champ électrique uniforme.

<u>AN</u> : $U = 1000\,V$, masse du proton $1,6.10^{-27}$ kg, charge électrique élémentaire $e = 1,6.10^{-19}$ C.

2- Indiquer en le justifiant le signe de $V_A - V_B$ tel que le faisceau de proton puisse passer par le point $O'(L,0,0)$. Donner l'équation de la trajectoire des protons dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ en fonction de U, $U' = |V_A - V_B|$, α et d.

Calculer la valeur numérique de U' qui permet de réaliser la sortie en O' pour $\alpha = 30°$, $L = 20\ cm$ et $d = 7\ cm$.

3- Dans le cas où la tension U' a la valeur précédemment calculée, déterminer à quelle distance minimale du plateau supérieur passe le faisceau d'électron.

<u>NB</u> : Toute l'expérience a lieu dans le vide et on négligera les forces de pesanteur.