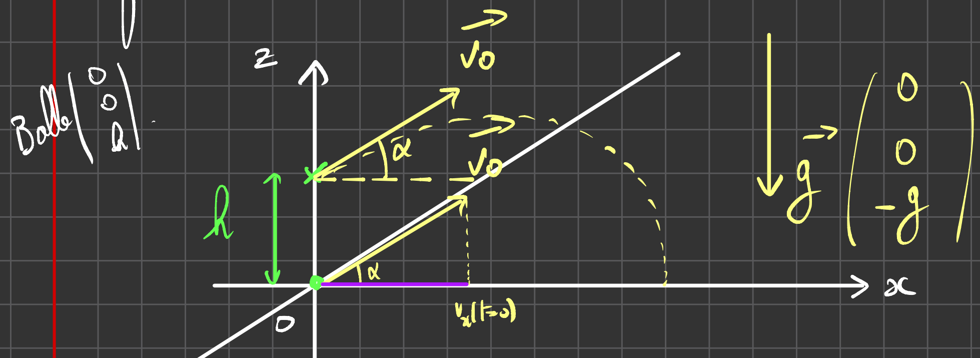
$$\cos(\alpha) = \frac{v_x(t=0)}{V_0}$$

$$v_x(t=0) = v_0 \cos(\alpha)$$

Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme.



Système : {balle de masse m}

Réf : terrestre supposé galiléen.

Chute libre.

Bdf : $\vec{P} = m\vec{g}$

2ème Loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$$

$$\vec{P} = m \times \vec{a}$$

$$\cancel{m}\vec{g} = \cancel{m}\vec{a}$$

$\vec{a} = \vec{g}$. d'où $\vec{a} \begin{pmatrix} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{pmatrix}$

Or $\dfrac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}$

$$\vec{v} \begin{pmatrix} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = C_2 \\ v_z(t) = -gt + C_3 \end{pmatrix} \quad \vec{v} \begin{pmatrix} v_x(t) = V_0\cos(\alpha) \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = -gt + V_0 \sin(\alpha) \end{pmatrix}$$

Aux cond° initiales :

$$v_x(t=0) = C_1 = V_0 \cos(\alpha).$$

$$v_y(t=0) = C_2 = 0$$

$$v_z(t=0) = C_3 = V_0 \sin(\alpha)$$

Or $\dfrac{d\vec{OM}}{dt} = \vec{v}$.

$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = V_0\cos(\alpha) \times t + C_4 \\ y(t) = C_5 \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin(\alpha)\, t + C_6 \end{cases}$$

$x(t=0) = C_4 = 0$.

$y(t=0) = C_5 = 0$

$z(t=0) = C_6 = h$.

$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = V_0 \cos(\alpha) t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin(\alpha) t + h \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cos(\alpha) t \\ t = \dfrac{x}{V_0 \cos(\alpha)} \\ z = -\dfrac{1}{2} g \times \left(\dfrac{x}{V_0 \cos(\alpha)}\right)^2 + \cancel{V_0} \sin(\alpha) \dfrac{x}{\cancel{V_0} \cos(\alpha)} + h \end{cases}$$

$$\boxed{z = \frac{-g}{2V_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha) x + h}$$

Exercice 1 :

1.1.1 Système : {ballon de masse m}.

Réf : terrestre supposé galiléen.

BdF : $\vec{P} = m\vec{g}$ le poids.

2ème loi de Newton : $\sum \vec{F_{ext}} = m \times \vec{a}$.

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

$$\cancel{m}\vec{a} = \cancel{m}\vec{g}$$

$$\vec{a} = \vec{g}$$

Or $\vec{g} \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$. D'où $\vec{a} \begin{pmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{pmatrix}$.

1.1.2 On sait que $\dfrac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}$.

Par intégration :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -gt + C_2 \end{cases}$$

Détermination des constantes C_1 et C_2. À $t=0s$, on a :

$$v_x(t=0) = C_1 = V_0 \times \cos(\alpha)$$

$$v_y(t=0) = -g \times 0 + C_2 = C_2 = V_0 \sin(\alpha)$$

D'où :

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_x(t) = v_0 \cos(\alpha) \\ v_y(t) = -gt + v_0 \sin(\alpha) \end{array} \right.$$

Or $\dfrac{d\vec{OM}}{dt} = \vec{v}$, par intégration :

$$\vec{OM} \left| \begin{array}{l} x(t) = v_0 \cos(\alpha) t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin(\alpha) t + C_4 \end{array} \right.$$

Or à $t=0s$, on a :

$$x(t=0s) = C_3 = 0$$

$$y(t=0) = C_4 = 0$$

$$\vec{OM} \left| \begin{array}{l} x(t) = V_0 \cos(\alpha) t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin(\alpha) t \end{array} \right.$$

$$\tan(\alpha) = \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

$$\vec{OM} \left| \begin{array}{l} x(t) = V_0 \cos(\alpha) t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin(\alpha) t \end{array} \right.$$

1.1.3 $x(t) = V_0 \cos(\alpha) t \Leftrightarrow t = \dfrac{x}{V_0 \cos(\alpha)}$.

D'où $y = -\dfrac{1}{2} g \left(\dfrac{x}{V_0 \cos(\alpha)} \right)^2 + \cancel{V_0} \sin(\alpha) \times \dfrac{x}{\cancel{V_0} \cos(\alpha)}$

$$\boxed{y = \frac{-g}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha)\, x}$$

1.1.4.

Mouvement dans un champ uniforme – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Le rugby, sport d'évitement.

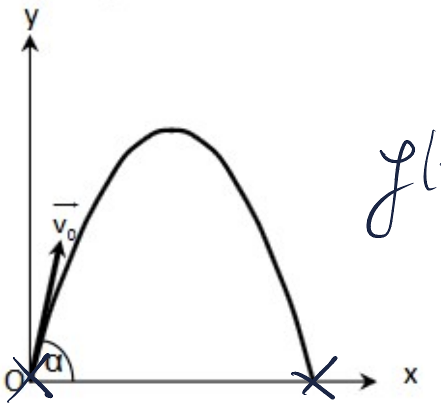
Document : La chandelle Au rugby, une « chandelle » désigne un coup de pied permettant d'envoyer le ballon en hauteur par-dessus la ligne de défense adverse. L'objectif pour l'auteur de cette action est d'être au point de chute pour récupérer le ballon derrière le rideau défensif.

On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le champ de pesanteur terrestre est considéré uniforme, de valeur g = 9,81 N.kg^{-1}. On négligera toutes les actions dues à l'air. Le joueur A est animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vecteur vitesse $\vec{v}_1$. Afin d'éviter un plaquage, il réalise une chandelle au-dessus de son adversaire.

On définit un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$:

- origine : position initiale du ballon ;
- vecteur unitaire $\vec{i}$ de même direction et de même sens que $\vec{v}_1$
- vecteur unitaire $\vec{j}$ vertical et vers le haut.

À l'instant t = 0 s, le vecteur vitesse du ballon fait un angle α égal à 60° avec l'axe Ox et sa valeur est v_0 = 10,0 m.s^{-1}. Le graphique ci-dessous représente la trajectoire du ballon dans le repère choisi.



$y(t) = 0.$

1.1. Étude du mouvement du ballon.

1.1.1. Établir les coordonnées a_x et a_y du vecteur accélération du point M représentant le ballon.

1.1.2. Montrer que les équations horaires du mouvement du point M sont :

$$x(t) = (v_0 \cos\alpha)t \quad \text{et} \quad y(t) = -\frac{g t^2}{2} + (v_0 \sin\alpha)t$$

1.1.3. En déduire l'équation de la trajectoire du point M :

$$y(x) = -\frac{g}{2(v_0 \cos\alpha)^2} x^2 + \tan\alpha \, x$$

1.1.4. Le tableau de l'ANNEXE rassemble les représentations graphiques de l'évolution dans le temps des grandeurs x, y, v_x et v_y, coordonnées des vecteurs position et vitesse du point M.

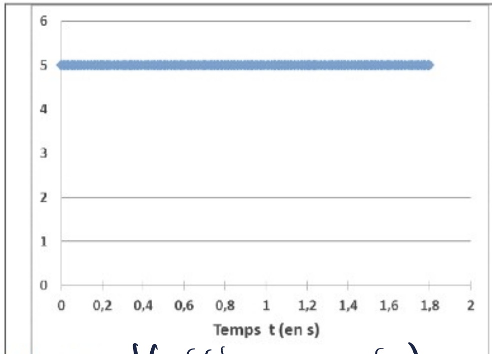
Dans le tableau de l'ANNEXE , écrire sous chaque courbe l'expression de la grandeur qui lui correspond et justifier.

1.2. Une « chandelle » réussie

1.2.1. Déterminer par le calcul le temps dont dispose le joueur pour récupérer le ballon avant que celui-ci ne touche le sol. Vérifier la valeur obtenue en faisant clairement apparaître la réponse sur l'un des graphes du tableau de l'ANNEXE .

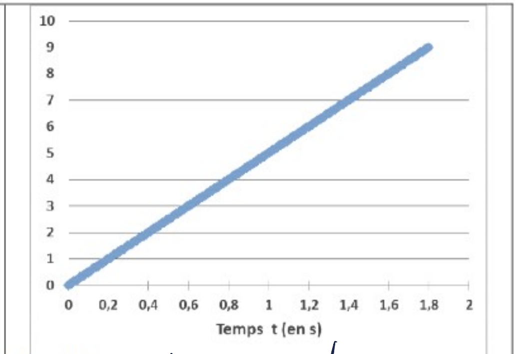
1.2.2. Déterminer de deux manières différentes la valeur de la vitesse v_1 du joueur pour que la chandelle soit réussie.

ANNEXE - LE RUGBY, SPORT DE CONTACT ET D'ÉVITEMENT



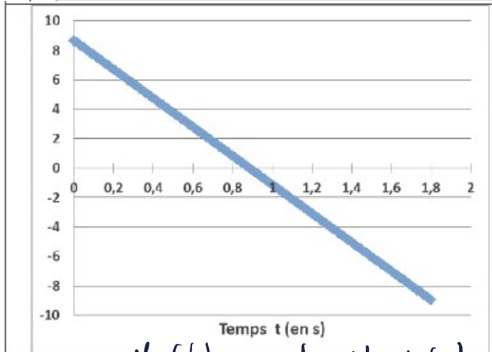
Équation : $V_x(t) = V_0 \cos(\alpha)$.

Justification : seule expression constante.



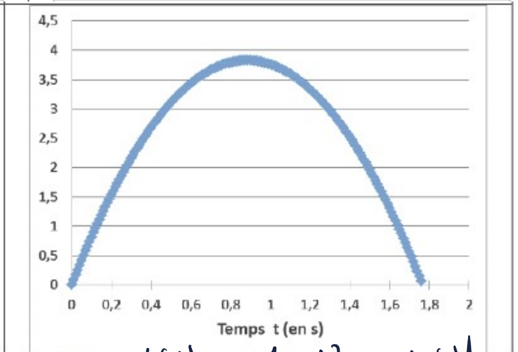
Équation : $x(t) = V_0 \cos(\alpha)\, t$.

Justification : fonct° linéaire, droite qui passe par l'origine.



Équation : $V_y(t) = -gt + V_0 \sin(\alpha)$

Justification : 1) Par élimination. 2) seule f° aff décroissante.

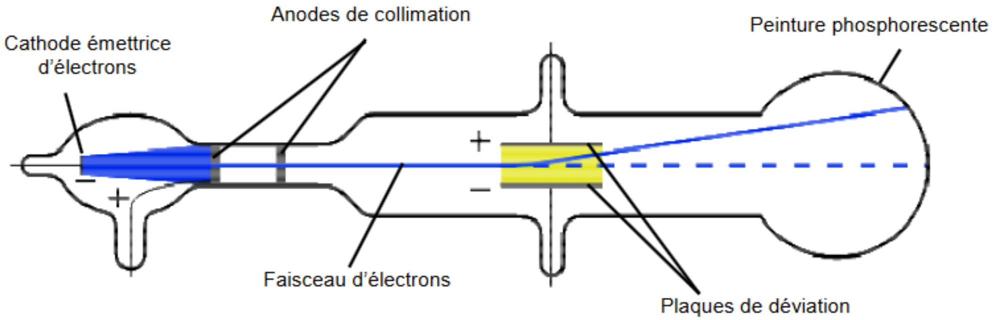


Équation : $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin(\alpha)\, t$.

Justification : car la courbe est une parabole.

Exercice 2 corrigé disponible

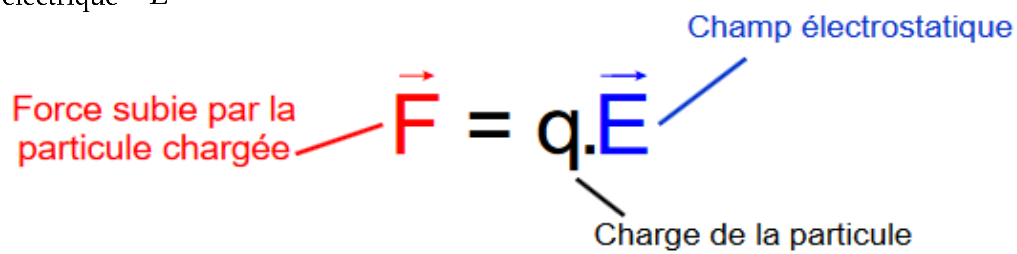
Document 1 : La deuxième expérience de Thomson Le physicien anglais Joseph John Thomson utilisa un tube à vide, dans lequel une cathode émet des électrons. Ceux-ci sont accélérés dans un champ électrostatique créé par des anodes de collimation. À la sortie de ces anodes, les électrons forment un faisceau très étroit. Ce faisceau passe ensuite entre deux plaques métalliques de charges opposées. Les électrons, soumis à un nouveau champ électrostatique, sont alors déviés de leur trajectoire et viennent frapper un écran constitué d'une couche de peinture phosphorescente. Tube utilisé par Thomson pour montrer la déviation de particules chargées par un champ électrostatique :



Document 2 : Création d'un champ électrostatique Deux plaques métalliques horizontales portant des charges opposées possèdent entre elles un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ caractérisé par :

- sa direction : perpendiculaire aux plaques
- son sens : de la plaque chargée positivement vers la plaque chargée négativement.

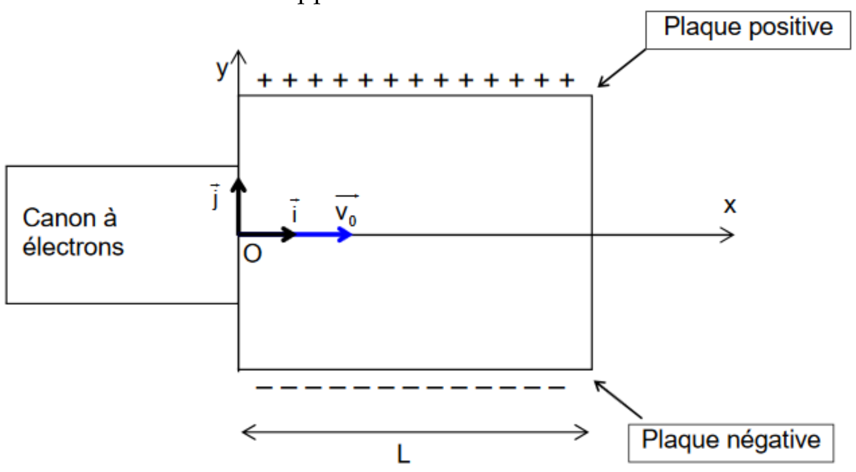
Document 3 : Force électrostatique subie par une particule chargée dans champ électrique $\vec{E}$



Pour un électron : q = - e ; e étant la charge élémentaire.

Document 4 : Interactions entre particules chargées Deux particules de charges de même signe se repoussent ; deux particules de charges opposées s'attirent.

Document 5 : Expérience de laboratoire ; détermination du rapport e/m pour l'électron Le montage ci-dessous reprend le principe de la deuxième expérience de Thomson. Il comporte un tube à vide dans lequel un faisceau d'électrons est dévié entre deux plaques de charges opposées. On mesure la déviation verticale du faisceau d'électrons lors de la traversée des plaques sur une longueur L, afin de déterminer la valeur du rapport e/m.



Données de l'expérience : Les électrons sortent du canon à électrons avec une vitesse $v_0 = 2{,}27 \times 10^7$ m.s^{-1}. Le faisceau d'électrons passe entre les deux plaques chargées et est dévié d'une hauteur h quand il sort des plaques. L'intensité du champ électrostatique entre les deux plaques est : E = 15,0 kV.m^{-1}. La longueur des plaques est : L = 8,50 cm. On fait l'hypothèse que le poids des électrons est négligeable par rapport à la force électrostatique $\vec{F}$.

1. Détermination du caractère négatif de la charge de l'électron par J.J. Thomson.

1.1. À l'aide du document 2, représenter sur L'ANNEXE le vecteur correspondant au champ électrostatique $\vec{E}$. On prendra l'échelle suivante : 1,0 cm pour 5,0 kV.m^{-1}.

1.2. J.J. Thomson a observé une déviation du faisceau d'électrons vers la plaque métallique chargée positivement (voir document 1). Expliquer comment J.J. Thomson en a déduit que les électrons sont chargés négativement.

1.3. À l'aide du document 3, donner la relation entre la force électrostatique $\vec{F}$ subie par un électron, la charge élémentaire e et le champ électrostatique $\vec{E}$. Montrer que le sens de déviation du faisceau d'électrons est cohérent avec le sens de $\vec{F}$.

2. Détermination du rapport $\frac{e}{m}$ pour l'électron.

2.1. En appliquant la deuxième loi de Newton à l'électron, montrer que les relations donnant les coordonnées de son vecteur accélération sont : $a_x = 0$ et

$$a_y = \frac{eE}{m}$$

2.2.1. Démontrer que la courbe décrite par les électrons entre les plaques admet pour équation : $y = \frac{eE}{2mv_0^2}x^2$

À la sortie des plaques, en x = L, la déviation verticale du faisceau d'électrons par rapport à l'axe (Ox) a une valeur h = 1,85 cm.

2.2.2. En déduire l'expression du rapport $\frac{e}{m}$ en fonction de E, L, h et v_0.

2.2.3. Donner la valeur du rapport $\frac{e}{m}$.

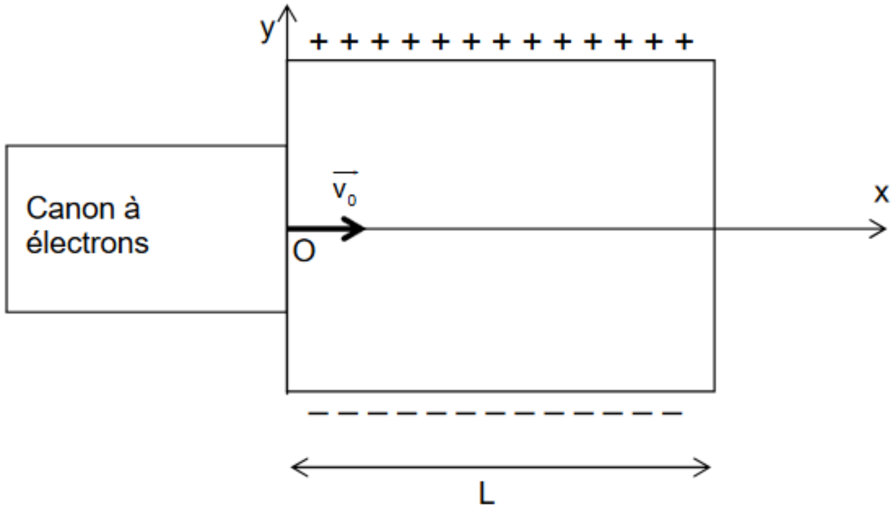
2.2.4. On donne ci-dessous les valeurs des grandeurs utilisées, avec les incertitudes associées :

$v_0 = (2{,}27 \pm 0{,}02) \times 10^7$ m.s^{-1}
E = (15,0 ± 0,1) kV.m^{-1}
L = (8,50 ± 0,05) cm
h = (1,85 ± 0,05) cm

L'incertitude du rapport $\frac{e}{m}$, notée $\Delta(\frac{e}{m})$ s'exprime par la formule suivante :

$$\Delta(\frac{e}{m}) = \frac{e}{m}\sqrt{(\frac{U(h)}{h})^2 + (\frac{U(E)}{E})^2 + 4(\frac{U(v_0)}{v_0})^2 + 4(\frac{U(L)}{L})^2}$$

Calculer l'incertitude $\Delta(\frac{e}{m})$ puis exprimer le résultat de $\frac{e}{m}$ avec cette incertitude.



Exercice 3 corrigé disponible

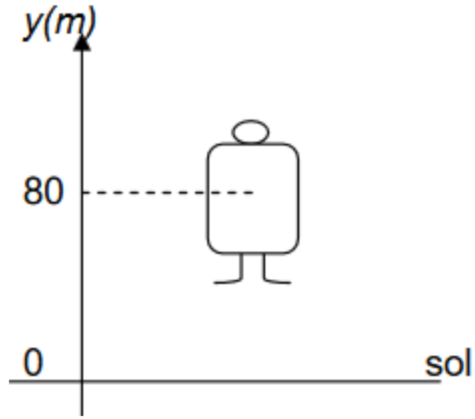
Démunis des superpouvoirs des supers héros traditionnels, le héros de bande dessinée Rocketeer utilise un réacteur placé dans son dos pour voler. En réalité, ce type de propulsion individuelle, appelé Jet-Pack, existe depuis plus de cinquante ans mais la puissance nécessaire interdisait une autonomie supérieure à la minute. Aujourd'hui, de nouveaux dispositifs permettent de voler durant plus d'une demi-heure.

Données :

- intensité de la pesanteur sur Terre : $g = 10\ m.s^{-2}$
- les forces de frottements de l'air sont supposées négligeables.

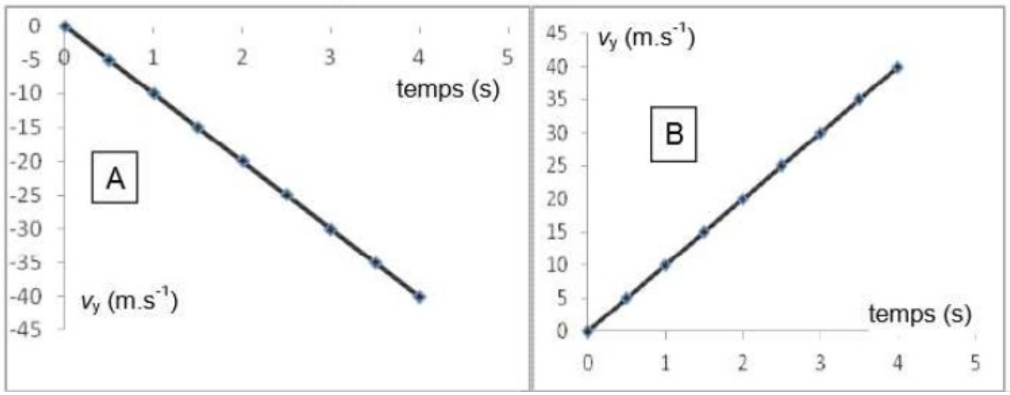
1. Problème technique

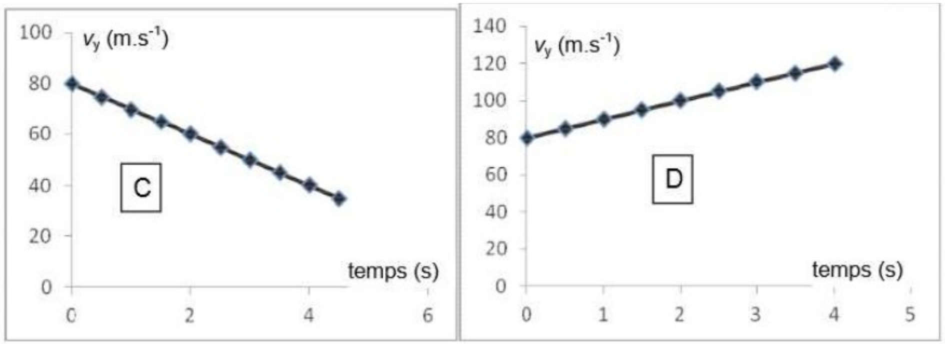
Après à peine quelques dizaines de mètres, le jet-pack ne répond plus et tombe en panne : au bout de 80 m d'ascension verticale, la vitesse de Rocketeer est nulle. Le « Super héros » amorce alors un mouvement de chute verticale. La position de Rocketeer et de son équipement est repérée selon l'axe Oy vertical dirigé vers le haut et la date t = 0 s correspond au début de la chute, soit à l'altitude y_0= 80 m. Le schéma ci-contre est tracé sans souci d'échelle.



1.1. Les représentations graphiques données à la page suivante proposent quatre évolutions au cours du temps de V_y, vitesse de Rocketeer suivant l'axe O_y. Quelle est la représentation cohérente avec la situation donnée ? Une justification qualitative est attendue.

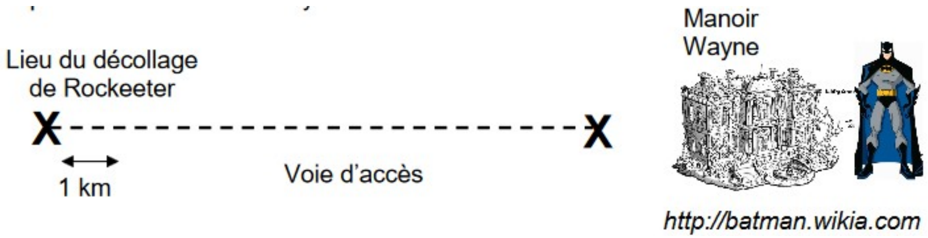
Représentation graphique de V_y en fonction du temps t





1.2. Montrer que lors de cette chute, la position de Rocketeer est donnée par l'équation horaire : $y(t) = -5t^2 + 80$ avec t en seconde et y en mètre.
1.3. À quelques kilomètres du lieu de décollage de Rocketeer se trouve le Manoir Wayne, demeure d'un autre super héros, Batman. Alerté par ses superpouvoirs dès le début de la chute de Rocketeer, ce dernier saute dans sa Batmobile, véhicule se déplaçant au sol.

Emplacement du Manoir Wayne :

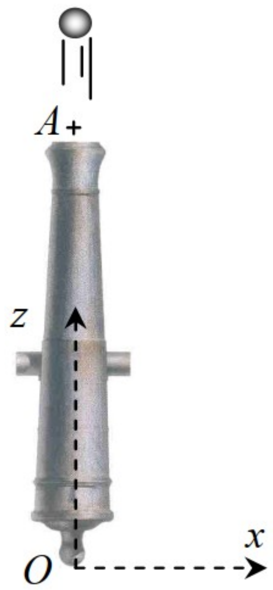


Quelle doit-être la valeur minimale de la vitesse moyenne à laquelle devra se déplacer Batman au volant de sa Batmobile pour sauver à temps son ami Rocketeer ? Commenter. 1 km

Exercice 4 corrigé disponible

Mouvement vertical dans un champ de pesanteur

Un boulet de canon de masse $m = 10\ kg$ est lancé verticalement en l'air, entraîné par une force $F = 1{,}0 \cdot 10^3\ N$ constante jusqu'à sa sortie du canon. On étudiera le mouvement de ce projectile dans le référentiel terrestre supposé galiléen. On négligera toutes les forces de frottement et celles dues à l'air dans tout l'exercice. On prendra $g = 10$ m.s^{-2}



Première étape : le tir

1.1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le boulet lorsqu'il circule dans le fût du canon.
1.2. Rappeler la définition d'un référentiel galiléen.
1.3. Déterminer l'expression de l'accélération en fonction de F, m et g.
1.4. Calculer la valeur de cette accélération.
1.5. Déterminer la durée pendant laquelle le boulet s'est déplacé dans le fût si sa vitesse à la sortie du canon est de 20 m/s.

Deuxième étape : la chute libre

Le boulet sort du fût au point A à l'origine du temps. L'équation horaire de son mouvement est alors :

$$z(t) = -10t^2 + 20t + 0{,}2$$

2.1. Qu'est ce qu'une chute libre ?

2.2. A partir de cette équation horaire, déterminer :

2.2.1. la hauteur du fût.

2.2.2. la vitesse initiale du boulet

2.2.3. l'accélération du boulet lors de son ascension.

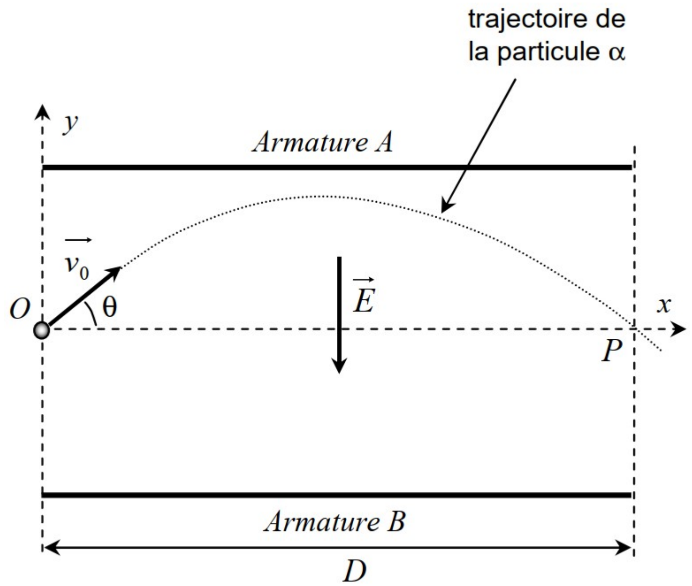
2.3. Déterminer la date à laquelle le boulet arrive au sommet de sa trajectoire.

2.4. En déduire la hauteur maximale qu'atteint le boulet.

Exercice 5 **corrigé disponible**

Mouvement dans un champ électrique

Une particule α (noyau d'hélium) est émise avec une vitesse v_0 à l'intérieur d'un condensateur à armatures planes telles que $Q_B = -Q_A$ et dans lequel règne un champ électrique $\vec{E}$ uniforme.



1. De quoi est précisément constituée une particule α ?
2. Déterminer les composantes du vecteur vitesse initial de la particule dans le repère du schéma ci-contre.
3. Déterminer l'expression du vecteur de la force électrique $\vec{F}_{élec}$ que subit la particule sachant que sa charge est $+2e$.
4. Montrer que le vecteur accélération que subit cette particule peut s'écrire :

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\dfrac{2eE}{m} \end{cases}$$

5. En déduire les équations horaires de la position de la particule.
6. L'équation de la trajectoire est alors :

$$y(x) = \frac{-e \cdot E}{m \cdot v_o^2 \cdot \cos^2\theta} \cdot x^2 + \tan\theta \cdot x$$

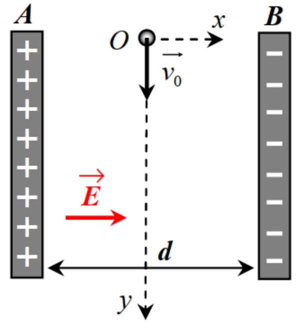
Déterminer l'expression littérale de la vitesse initiale v_0 que doit posséder la particule pour ressortir du condensateur plan en passant précisément par le point P.

7. Quel est le signe de la charge portée par l'armature A ?

Exercice 6 **corrigé disponible**

Champ électrique

Un électron pénètre à $t = 0$ en O, milieu de AB, dans un condensateur formé de deux
armatures planes séparées de $d = 20{,}0$ cm avec une vitesse initiale verticale $v_0 =$ 50 km/s. Le référentiel du condensateur est galiléen. On négligera le poids des particules dans tout l'exercice.



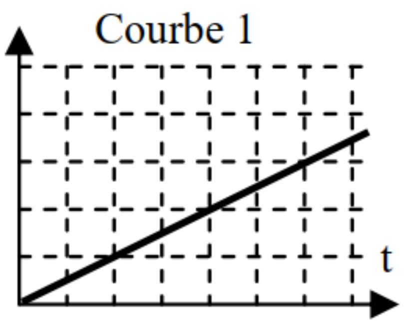
1.1. Déterminer la différence de potentiels (ou tension) entre les armatures A et B.
1.2. Exprimer le vecteur force électrique s'exerçant sur l'électron en fonction du vecteur champ électrique et de la charge élémentaire.
2. Définir le mouvement qu'aurait eu un neutron lancé en O à la même vitesse dans ce condensateur. Justifier rigoureusement.
3. Déterminer les coordonnées du vecteur accélération de l'électron dans le condensateur.
4. Montrer que les équations horaires du mouvement de l'électron dans le condensateur sont :

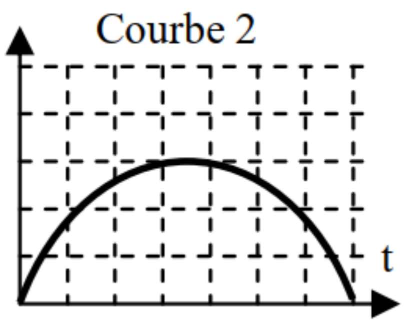
$$x(t)=\frac{-eE}{2m}\cdot t^2 \quad \text{et} \quad y(t)=v_0\cdot t$$

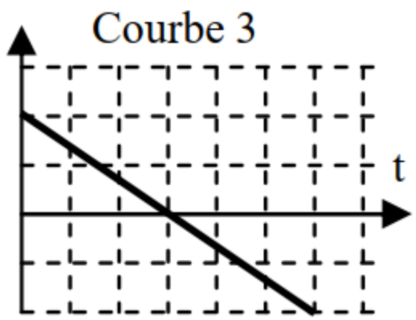
5.1. Sachant que les 2 plaques mesurent D = 5,0 cm de long, montrer que l'électron arrive à sortir du condensateur.
On effectue 9 tirs en chronométrant à chaque fois la durée mise par l'électron pour traverser le condensateur. On obtient les valeurs suivantes :

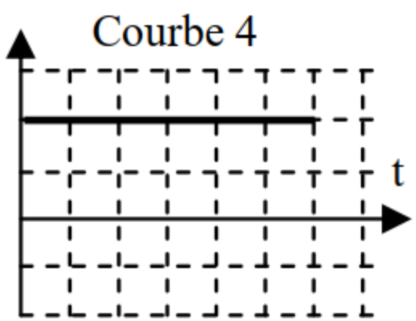
n° du tir	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Durée (µs)	0,985	1,018	1,005	0,997	0,991	0,999	0,989	1,008	1,015

5.2. Calculer le temps moyen mis par l'électron pour traverser le condensateur.
5.3. Déterminer la valeur de sa vitesse à la sortie du condensateur.
6.1. Sans aucune justification, indiquer parmi les courbes ci-dessous celle qui représente au mieux l'allure de la vitesse de l'électron sur l'axe verticale.
6.2. Même question pour la valeur de l'accélération totale à laquelle est soumis l'électron.









7. Déterminer l'incertitude de répétabilité de la durée de l'électron à traverser le condensateur (tableau question 5,2), avec un niveau de confiance de 95% et indiquer le résultat de l'expérience avec cette incertitude.

Données :	• masse électron : • charge élémentaire :	m = 9,1·10^{-31} kg e = 1,6·10^{-19} C

• champ électrique : E = 0,1 V/m

• relation entre tension et champ électrique : $E=\frac{U}{d}$

L'incertitude de répétabilité d'une mesure est donnée par la relation :

$$U_{répétabilité}=\frac{k\cdot\sigma}{\sqrt{n}}$$

Extrait du tableau de la loi statistique de Student :

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	∞
k95%	12.7	4.30	3.18	2.78	2.57	2.45	2.37	2.31	2.26	2.23	2.20	2.18	2.16	2.14	2.13	1.96
k99%	63.7	9.93	5.84	4.60	4.03	3.71	3.50	3.36	3.25	3.17	3.11	3.06	3.01	2.98	2.95	2.58

Exercice 7

Un ion Ca^{2+} de masse $m=6{,}64.10^{-26}\,kg$ pénètre dans une zone de champ uniforme électrique $\vec{E}$ entre 2 plaques A et B sans vitesse initiale. La tension $U_{AB}=1{,}00.10^{3}\,V$. La particule arrive en A et ressort en B

1.1. Réaliser un schéma en représentant le champ électrique et la force électrique.

1.2. Exprimer littéralement le travail de la force électrique entre A et B

1.3. La force électrique est-elle conservative? En déduire l'expression de la variation d'énergie mécanique de la particule entre A et B.

1.4. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer l'expression de la vitesse de la particule en B puis calculer v_B .

Exercice 8

L'objectif de cet exercice est de modéliser la trajectoire d'une balle de tennis lors d'un service et de confronter ce modèle à la réalité d'un service analysé par pointage vidéo de la balle.

Les règles du jeu standard indiquent que le serveur doit se tenir alternativement derrière la moitié droite et la moitié gauche du court. La balle doit passer en diagonale au-dessus du filet et toucher le sol dans le carré de service opposé avant que le relanceur ne la renvoie.

Dimensions d'un terrain de tennis

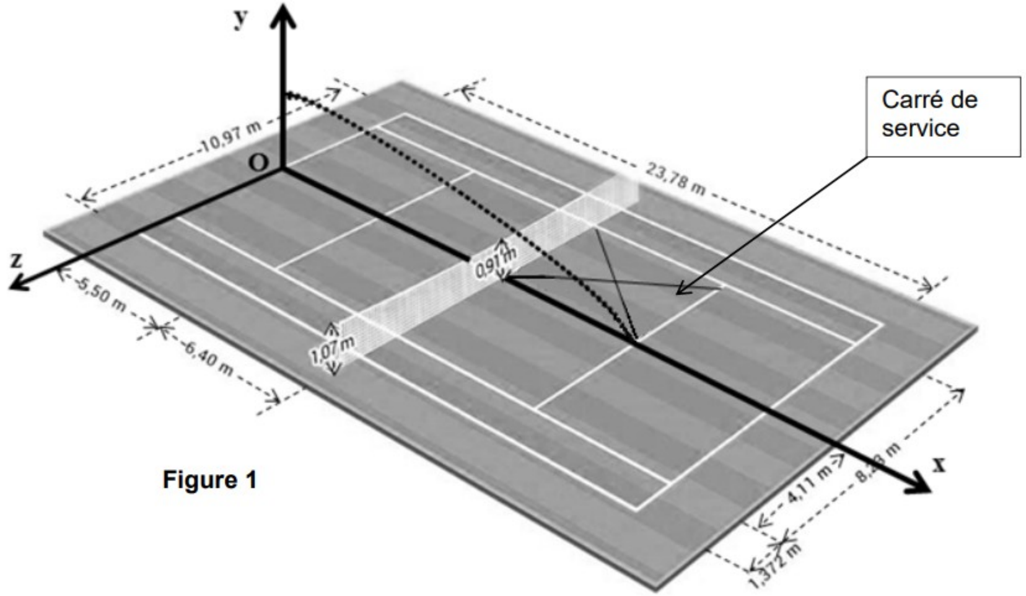
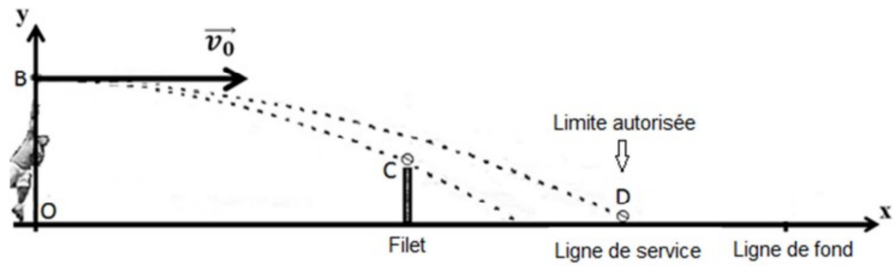


Figure 1

Schéma sans échelle des trajectoires de deux services « à plat »



Les bases du modèle choisi

La masse de la balle dont le mouvement est modélisé est $m = 58\,\mathrm{g}$. Le service est effectué à plat. La balle sera modélisée par un point correspondant à son centre de masse G. L'étude est réalisée dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Plusieurs hypothèses seront faites dans le cadre de cette modélisation :

① les effets de rotation de la balle sur le mouvement sont négligés (service « à plat ») ;

② la trajectoire de la balle se trouve dans le plan vertical (O,x,y) ;

③ le vecteur vitesse initiale de la balle est horizontal ;

④ l'action de l'air est négligeable.

Donnée : Intensité du champ de pesanteur g = 9,81 m.s^{-2}.

Partie A : Établissement de l'équation de la trajectoire dans le cadre du modèle choisi

L'objectif de cette partie est de retrouver l'équation de la trajectoire de la balle de tennis obtenue en admettant que les quatre hypothèses précédentes sont valables.

A.1. On donne les coordonnées des conditions initiales :

- position de la balle frappée au service B $\begin{pmatrix} 0 \\ H \end{pmatrix}$;
- vecteur vitesse initiale de la balle lors de la frappe $\vec{v_0}\begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \end{pmatrix}$.

A.1.1. Par application d'une des lois de Newton, à énoncer, déterminer les composantes du vecteur accélération $\vec{a}\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$ du centre de masse G de la balle, au cours de son mouvement.

A.1.2. Déterminer les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$ de G.

A.1.3. Déterminer les composantes du vecteur position $\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ de G.

A.2. En déduire que l'équation de la trajectoire du centre de masse G de la balle établie dans le cadre du modèle choisi s'écrit :

$$y(x) = -\frac{g}{2v_0^2}\,x^2 + H$$

<u>Partie B :</u> Influence de la vitesse initiale dans le cadre du modèle choisi

Selon les bases du modèle choisi, la vitesse initiale v_0 doit être comprise entre deux valeurs limites : elle doit être supérieure à une valeur minimum $v_{0\min}$ afin qu'elle franchisse juste le filet au point C et inférieure à une valeur maximum $v_{0\max}$ afin qu'elle retombe dans les limites autorisées au point D.

B.1. À partir de l'équation de la trajectoire du centre d'inertie de la balle, donner l'expression de la vitesse initiale v_0 en fonction de $y(x)$, x, *g* et *H*.

B.2. Déterminer, à partir des documents fournis, les coordonnées $\begin{pmatrix} x_C \\ y_C \end{pmatrix}$ et $\begin{pmatrix} x_D \\ y_D \end{pmatrix}$ des points C et D.

B.3. Si la hauteur à laquelle la balle est frappée au service est *H* = 2,6 m, en déduire les valeurs $v_{0\max}$ et $v_{0\min}$ extrémales de la vitesse initiale de la balle pour que le service soit validé.

B.4. En réalité, la vitesse initiale mesurée lors du service est nettement supérieure aux vitesses calculées précédemment. Commenter.

<u>Partie C :</u> Étude énergétique

La quatrième et dernière hypothèse du modèle suppose que l'action de l'air est négligeable. À partir d'une étude énergétique du mouvement réel, dont les données figurent ci-dessous, montrer que cette hypothèse n'est pas vérifiée.

t (s)	0,00	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27
y (m)	2,58	2,43	2,29	2,11	1,97	1,81	1,63	1,48	1,28	1,10
v (m·s^{-1})	47,8	44,7	43,6	42,8	41,7	40,3	39,4	37,5	36,4	35,3

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.