Lycée Joliot Curie à 7	***PHYSIQUE- Chapitre 5***	Classe de Ter Spé φχ
CORRECTION QCM COURS n°5 « Deuxième loi de Newton - Mouvement dans un champ »		

Qu'est qui dérivé par rapport au temps t donne 10 (primitive)? Plusieurs réponses possibles

10 t + 5 10 t - 5

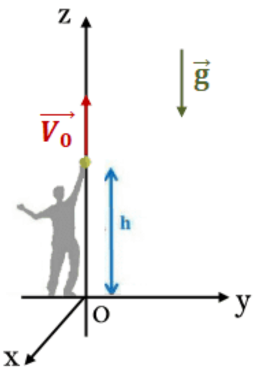
Qu'est qui dérivé par rapport au temps t donne 7 t (primitive)? Plusieurs réponses possibles

7/2 t² 7/2 t² + 5 7/2 t² - 5

Considérons un mouvement rectiligne ayant comme équation horaire sur x: x(t) = 5/2 t²+ 3t+7. Quelle sera l'expression de la coordonnée sur x de la vitesse Vx(t) en fonction du temps ?

Vx(t) = 5 t+ 3

Etude d'une balle de tennis dans un champ de pesanteur



Un joueur de tennis s'entraîne pour améliorer son service.

Pour cela, il envoie une balle de tennis verticalement vers le haut sans la frapper afin de travailler son lancer.

La balle sort de sa main a une hauteur h = 2,00 m et animée d'une vitesse V_0= 5,0 m/s

On étudie le mouvement dès que la balle est lâchée.

Le mouvement de la balle est une chute libre

Donnée : On prendra pour l'intensité du champ de pesanteur g = 10 m/s²

Comment décrire le mouvement de la balle ? Plusieurs réponses possibles

La trajectoire de la balle est une droite

La balle monte verticalement puis redescend pour arriver au point O.

Dans l'étude du mouvement de la balle, quelle est la coordonnée toujours nulle ? ou quelles sont les coordonnées qui sont toujours nulles ?

coordonnée sur l'axe (Ox)

coordonnée sur l'axe (Oy)

Le mouvement de la balle est une chute libre. Quelles sont les forces s'exerçant sur la balle ? *Son poids*

Après avoir trouvé les coordonnées du vecteur de pesanteur g et après avoir appliqué la seconde loi de Newton, quelles sont les coordonnées du vecteur accélération ?

Système {balle}
Référentiel terrestre supposé Galiléen
Bilan des forces : chute libre donc que le poids

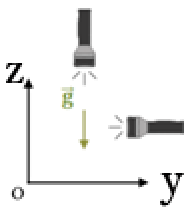
Seconde loi de Newton :

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

donc $\vec{P} = m \times \vec{g} = m \times \vec{a}$ Conclusion $\vec{a} = \vec{g}$

Les vecteurs sont égaux, ils ont donc les mêmes coordonnées

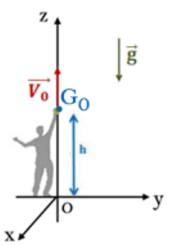
$\vec{a} \begin{pmatrix} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = 0 \\ a_z = g_z = -g \end{pmatrix}$



g et z sont dans des sens contraires

$\vec{g} \begin{pmatrix} g_x = 0 \\ g_y = 0 \\ g_z = -g \end{pmatrix}$

Conditions initiales :



Coordonnées de $\vec{V}_0$

$$\vec{V}_0 \begin{pmatrix} V_{0x} = 0 \\ V_{0y} = 0 \\ V_{0z} = V_0 \end{pmatrix}$$

Coordonnées de $\overrightarrow{OG_0}$

$$\overrightarrow{OG_0} \begin{pmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \\ z_0 = h \end{pmatrix}$$

Par intégration des coordonnées du vecteur accélération, on détermine les coordonnées du vecteur vitesse au cours du temps. Quelles sont ses coordonnées ?

On a $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

$$\vec{v}_{(t)} \begin{pmatrix} v_x(t) = V_{0x} \\ v_y(t) = V_{0y} \\ v_z(t) = -g \times t + V_{0z} \end{pmatrix} \qquad \text{donc } \vec{v}_{(t)} \begin{pmatrix} v_x(t) = 0 \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = -g \times t + V_0 \end{pmatrix}$$

Par une nouvelle intégration des coordonnées du vecteur vitesse, on détermine les coordonnées du vecteur position au cours du temps. Quelle est la coordonnée z(t) du vecteur position sur l'axe (Oz) ?

On a $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ donc par intégration on obtient

$$\overrightarrow{OG}_{(t)} \begin{pmatrix} x(t) = x_0 \\ y(t) = y_0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g\, t^2 + V_0 t + z_0 \end{pmatrix} \qquad \text{donc } \overrightarrow{OG}_{(t)} \begin{pmatrix} x(t) = 0 \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g\, t^2 + V_0 t + h \end{pmatrix}$$

Dans son mouvement, la balle atteint une altitude maximale. Nous noterons par le point B le centre d'inertie de la balle à cette altitude maximale. Comment peut-on caractériser ce point B ?

La balle monte, s'arrête (vitesse nulle) puis redescend !

donc

$$V(t_B) = V_z(t_B) = 0$$

En déduire l'instant t_B pour lequel la balle atteint son altitude maximale. N'écrire que la valeur sans l'unité ...

donc $v_z(t_B) = -g \times t_B + V_0 = 0 \Leftrightarrow t_B = \frac{V_0}{g} = \frac{5{,}0}{10} = 0{,}50\ s$

En déduire l'altitude maximale atteinte par la balle. N'écrire que la valeur sans l'unité ...

L'altitude correspond à $z(t_B)$

donc $z(t_B) = -\frac{1}{2} g\, {t_B}^2 + V_0 t_B + h = -\frac{1}{2} \times 10 \times (0{,}50)^2 + 5{,}0 \times 0{,}50 + 2{,}00 = 3{,}3\ \text{m}$

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur de la vitesse de la balle que l'on notera Vf juste avant de toucher le sol. N'écrire que la valeur sans l'unité ...

Théorème de l'énergie cinétique

l'état initial : La balle est au point G_0

L'état final : La balle est au point O

Il n'y a que le poids

$\Delta E_c = E_c(finale) - E_c(initale) = \sum W_{G_0O}\ (\vec{P})$

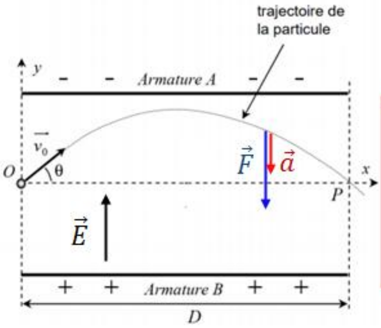
donc $E_c(O) - E_c(G_O) = \sum W_{G_0O}\ (\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{G_0O} = mg \times G_0O$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2} mV_f^2 - \frac{1}{2} mV_0^2 = mgh$

$\Leftrightarrow V_f^2 = V_0^2 + 2gh$

$\Leftrightarrow V_f = \sqrt{V_0^2 + 2gh} = \sqrt{(5{,}0)^2 + 2 \times 10 \times 2{,}00} = 8{,}1\ m/s$

Etude d'une particule dans un champ électrique
Une particule rentre dans un champ électrique dont la trajectoire est donnée ci-dessous. Cochez la ou les affirmation(s) exacte(s)



La particule est animée d'une vitesse $V_0 = 2{,}0.10^3$ m/s
L'angle α=30°
La masse de la particule est
- Si c'est un proton $m_p = 1{,}67.10^{-27}$ kg
- Si c'est un électron $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg
Valeur du champ électrique E = 15.10^3 V/m
La charge élémentaire est e = $1{,}60.10^{-19}$ C

- D'après le cours, le champ $\vec{E}$ est toujours perpendiculaire aux armatures et dirigée de l'armature positive vers l'armature négative.
donc les coordonnées de $\vec{E}$

$$\vec{\mathbf{E}} \begin{pmatrix} E_x = \mathbf{0} \\ E_y = \boldsymbol{E} \\ E_z = \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

- La particule est repoussée par l'armature négative ; c'est donc un électron
donc $\vec{F} = q_e \times \vec{E} \Leftrightarrow \vec{F} = -e \times \vec{E}$
$\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont colinéaires et de sens contraire.

$$\vec{\mathbf{F}} \begin{pmatrix} F_x = -eE_x = \mathbf{0} \\ F_y = -eE_y = \boldsymbol{-eE} \\ F_z = -eE_z = \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Les réponses sont donc
- Le champ électrostatique uniforme E est dirigé de la borne + vers la borne -
- La particule est un électron
- le vecteur champs électrique E et le vecteur force F sont colinéaires et de même contraire
- Les coordonnées du vecteur E sont E_x=0 et E_y= E
- Les coordonnées du vecteur F sont F_x=0 et F_y= - eE

En appliquant, la seconde loi de newton a la particule, les coordonnées de l'accélération sont:

Système {électron}
Référentiel terrestre supposé Galiléen
Bilan des forces : seulement la force électrique

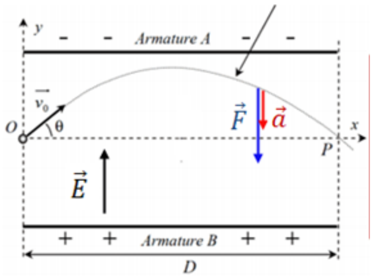
Seconde loi de Newton :

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

donc $\vec{F} = -e \times \vec{E} = m \times \vec{a}$ Conclusion $\vec{a} = -\frac{e}{m} \times \vec{E}$
Les vecteurs sont égaux, ils ont donc les mêmes coordonnées

$$\vec{\mathbf{a}} \begin{pmatrix} a_x = -\frac{e}{m} \times E_x = 0 \\ a_y = -\frac{e}{m} \times E_y = -\frac{e}{m} \times E \\ a_z = -\frac{e}{m} \times E_z = 0 \end{pmatrix}$$

Conditions initiales :



Coordonnées de $\vec{\mathbf{V}}_0$

$$\vec{\mathbf{V}}_0 \begin{pmatrix} V_{0x} = V_0 \boldsymbol{cos(\alpha)} \\ V_{0y} = V_0 \boldsymbol{sin(\alpha)} \\ V_{0z} = \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Coordonnées de $\overrightarrow{\mathbf{OG_0}}$

$$\overrightarrow{\mathbf{OG_0}} \begin{pmatrix} x_0 = \mathbf{0} \\ y_0 = \mathbf{0} \\ z_0 = \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

Par intégration des coordonnées du vecteur accélération, on détermine les coordonnées du vecteur vitesse au cours du temps. Quelles sont ses coordonnées ?

On a $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

$$\vec{V}_{(t)} \begin{cases} v_x(t) = V_{0x} \\ v_y(t) = -\frac{e}{m} \times E \times t + V_{0y} \\ v_z(t) = V_{0z} \end{cases} \quad \text{donc } \vec{V}_{(t)} \begin{cases} v_x(t) = V_0 cos(\alpha) \\ v_y(t) = -\frac{e}{m} \times E \times t + V_0 sin(\alpha) \\ v_z(t) = 0 \end{cases}$$

Par une nouvelle intégration des coordonnées du vecteur vitesse, on détermine les coordonnées du vecteur position au cours du temps.

On a $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ donc par intégration on obtient

$$\overrightarrow{OG}_{(t)} \begin{cases} x(t) = V_0 cos(\alpha) \times t + x_0 \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{e}{m} \times E\, t^2 + V_0 sin(\alpha) \times t + y_0 \\ z(t) = z_0 \end{cases} \quad \text{donc } \overrightarrow{OG}_{(t)} \begin{cases} x(t) = V_0 cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{e}{m} \times E\, t^2 + V_0 sin(\alpha) \times t \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

La particule passe au point P à l'instant t_P. En ce point P, $\boldsymbol{x(t_P) = D}$ **et** $\boldsymbol{y(t_P) = 0}$
donc

$y(t_P) = -\frac{1}{2} \times \frac{e}{m} \times E \times t_P^2 + V_0 sin(\alpha) \times t_P = 0$

En mettant t_P en facteur :$(-\frac{1}{2} \times \frac{e}{m} \times E \times t_P + V_0 sin(\alpha)) \times t_P = 0$

Les solutions sont $t_P = 0$ et :$-\frac{1}{2} \times \frac{e}{m} \times E \times t_P + V_0 sin(\alpha) = 0$

donc $t_P = \frac{2mV_0 sin(\alpha)}{eE} = \frac{2 \times 9{,}1.10^{-31} \times 2{,}0.10^3 \sin(30°)}{1{,}60.10^{-19} \times 15.10^3} = 7{,}6.10^{-13}$ s

et donc on sait que $\boldsymbol{x(t_P) = D}$

$$V_0 cos(\alpha) \times t_P = D$$

Conclusion : $D = V_0 cos(\alpha) \times t_P = 2{,}0.10^3 \sin(30°) \times 7{,}6.10^{-13} = 1{,}3.10^{-9}$m

Autre méthode plus élégante sans calculer t_P

On a $t_P = \frac{2mV_0 sin(\alpha)}{eE}$ donc on peut remplacer t_P dans l'expression de $x(t_P)$

Il vient

$$x(t_P) = D = V_0 cos(\alpha) \times t_P = V_0 cos(\alpha) \times \frac{2mV_0 sin(\alpha)}{eE} = \frac{2mV_0^2 sin(\alpha) \times cos(\alpha)}{eE} = \frac{2 \times 9{,}1.10^{-31} \times (2{,}0.10^3)^2 \sin(30°)\cos(30°)}{1{,}60.10^{-19} \times 15.10^3}$$

$$D = 1{,}3.10^{-9} m$$