Nom : 10 Janvier 2014 T^{ale} S

BAC BLANC DE PHYSIQUE-CHIMIE

Exercice I : Le rugby, sport de contact et d'évitement (8 points)

Partie A : Le rugby, sport de contact

A1- Les vitesses sont définies dans le référentiel terrestre lié au sol. /0,25

A2- Le système S = { joueur A + joueur B } étant supposé isolé, la quantité de mouvement du système S est conservée avant et après l'impact : /0,25

$$\overrightarrow{p_{S,avant}}=\overrightarrow{p_{S,après}}$$

Schématiquement, on a :

<u>avant</u> : $\vec{p}_{Savant}=\vec{p}_A+\vec{p}_B = m_A\vec{v}_A+m_B\vec{v}_B = m_A\vec{v}_A$

car $\vec{v}_B$ est négligeable devant $\vec{v}_A$ donc on considère que $\vec{v}_B=0$

<u>après</u> : $\overrightarrow{p_{S,après}}=(m_A+m_B)\times\vec{v}$

d'où /0,5

/0,5

=> $m_A\times v_A=(m_A+m_B)\times v$ => $v=\dfrac{m_A}{m_A+m_B}\times v_A$ => $v=\dfrac{115}{115+110}\times 5$ **v = 2,6 m.s^{-1}**

Partie B : Le rugby, sport d'évitement

Etude du mouvement du ballon

B2- On étudie le <u>système</u> { ballon }, de masse m constante, dans le <u>référentiel</u> terrestre supposé galiléen. Les actions dues à l'air étant négligées, le ballon n'est soumis qu'à son <u>poids</u> : $\vec{P}=m\vec{g}$

<u>Repère</u> et <u>conditions initiales</u> 0,5

à t=0 : M(t=0) $\begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}$ et $\vec{v}_0$ $\begin{pmatrix}v_0\cos\alpha\\v_0\sin\alpha\end{pmatrix}$

La deuxième loi de Newton appliquée au ballon donne :

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces appliquées au système est égale au produit de sa masse par son vecteur accélération.

0,5

$\sum(\vec{F}_{ext})=m\vec{a}$ donc $\vec{P}=m\vec{a}$ => $m\vec{g}=m\vec{a}$ => $\vec{a}=\vec{g}$

dans le repère $\frac{9,0}{1,8}$: $\vec{a}$ $\begin{pmatrix}a_x=0\\a_y=-g\end{pmatrix}$

B2 équations horaires

1- calcul de $\vec{v}$

$\vec{a} = \frac{d(\vec{v})}{dt}$ soit $\vec{a}$ $\begin{matrix} a_x = \frac{d(v_x)}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{d(v_y)}{dt} = -g \end{matrix}$ => $\begin{matrix} v_x = A \\ v_y = -gt + B \end{matrix}$

2- calcul de A et B, à t=0 , $\vec{v}_0$ $\begin{pmatrix} v_{x(t=0)} = v_0 \cos\alpha \\ v_{y(t=0)} = v_0 \sin\alpha \end{pmatrix}$ => $\begin{Bmatrix} A = v_0 \cos\alpha \\ B = v_0 \sin\alpha \end{Bmatrix}$

d'où $\vec{v}$ $\begin{Bmatrix} v_0 \cos\alpha \\ -gt + v_0 \sin\alpha \end{Bmatrix}$ 1

3- calcul de x(t) et y(t)

on sait que $\vec{v} = \frac{d(\overrightarrow{OM})}{dt}$ soit $\vec{v}$ $\begin{Bmatrix} v_x = \frac{d(x)}{dt} = v_0 \cos\alpha \\ v_y = \frac{d(y)}{dt} = -gt + v_0 \sin\alpha \end{Bmatrix}$ => $\overrightarrow{OM}$

$\begin{Bmatrix} x(t) = v_0 \cos(\alpha) t + A' \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin(\alpha) t + B' \end{Bmatrix}$

4- calcul des constantes A' et B' à t=0 $\begin{Bmatrix} x(t=0) = 0 \\ y(t=0) = 0 \end{Bmatrix}$ donc $\begin{Bmatrix} A' = 0 \\ B' = 0 \end{Bmatrix}$

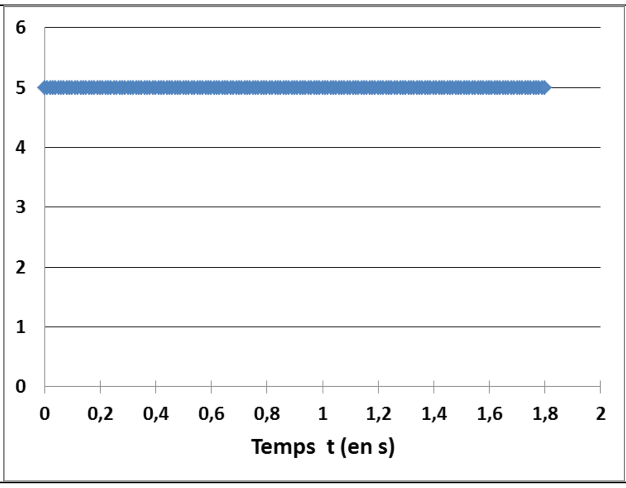
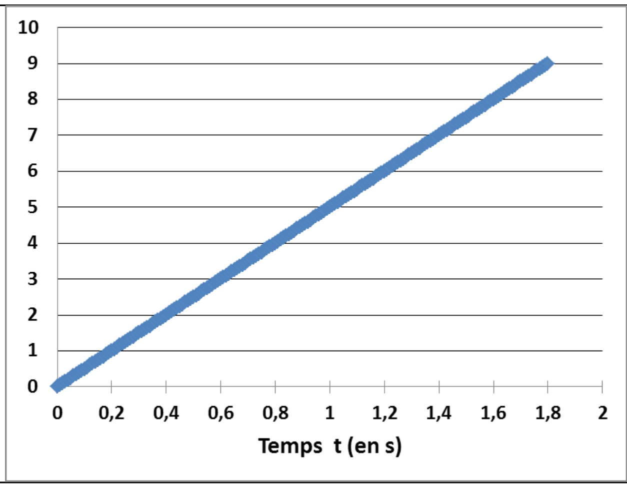
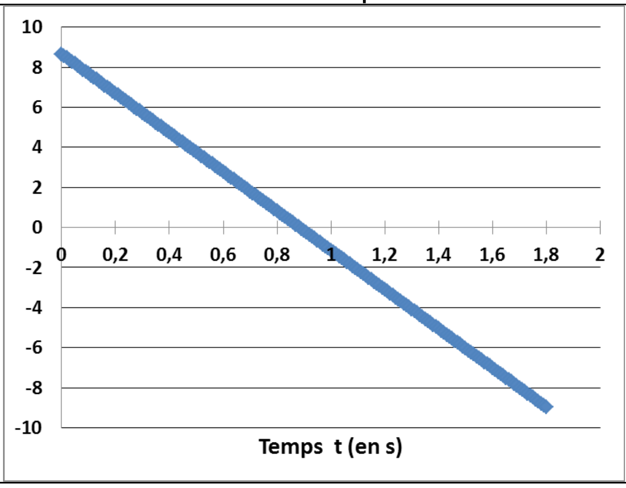
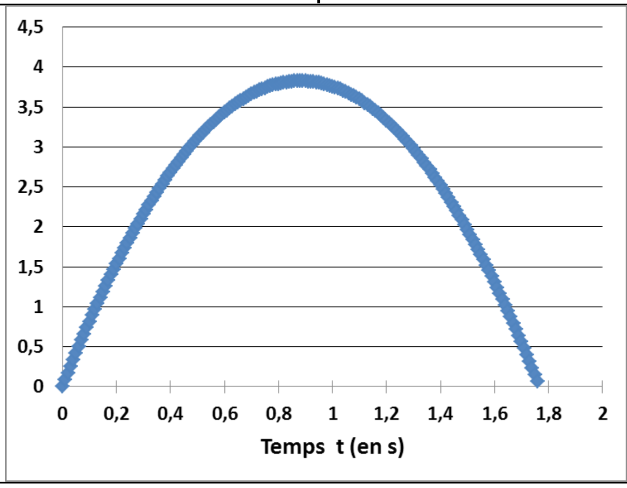
d'où $x(t) = (v_0 \cos(\alpha)) t$ et $y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin\alpha) t$

B3- on isole la variable t dans x(t) et la reporte dans y(t)

$x(t) = (v_0 \cos\alpha) t$ => $t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$ 0,25

d'où $y = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + (v_0 \sin\alpha)\left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)$ => $\boldsymbol{y = -\frac{g}{2(v_0 \cos\alpha)^2} x^2 + (\tan\alpha) x}$

B4 /2

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>Équation : $\mathbf{v_x(t) = v_0.cos\alpha}$
Justification : le graphe est une droite horizontale. Seule la composante v_x est constante au cours du temps.</td>
<td>Équation : $\mathbf{x(t) = v_0.cos\alpha.t}$
Justification : le graphe est une droite passant par l'origine. Seule la composante x(t) est une fonction linéaire du temps.</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>Équation : $\mathbf{v_y(t) = -\,g.t + v_0.sin\alpha}$
Justification : le graphe est une droite décroissante, donc son coefficient directeur est négatif. Seule la composante v_y est une fonction affine avec un coefficient directeur négatif (– g).</td>
<td>Équation : $\mathbf{y(t) = -\,\frac{1}{2}.g.t^2 + v_0.sin\alpha.t}$
Justification : le graphe est une parabole de concavité tournée vers le bas. Seule la composante y(t) est une fonction parabolique du temps.</td>
</tr>
</table>

Une chandelle réussie

B5- Lorsque le ballon touche le sol, y(t) = 0

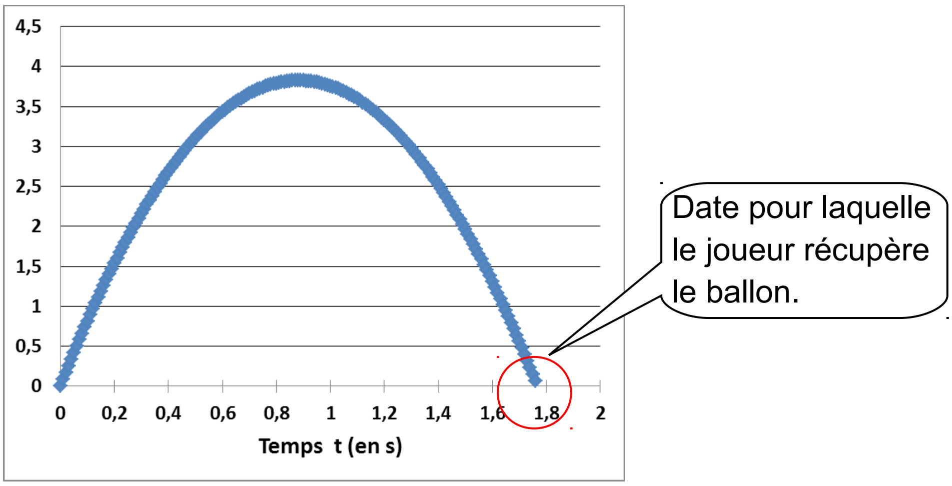
soit $-\frac{1}{2}g\times t^2 + v_0.\sin\alpha.t = 0$ donc $\left(-\frac{1}{2}g\times t + v_0.\sin\alpha\right).t = 0$ 0,5

La solution t = 0 correspond au moment où le ballon est frappé par le rugbyman à l'origine du repère. La solution $-\frac{1}{2}g\times t + v_0.\sin\alpha = 0$ correspond à la date pour laquelle le joueur récupère le ballon :

$-\frac{1}{2}g\times t + v_0.\sin\alpha = 0$ soit $\frac{1}{2}g\times t = v_0.\sin\alpha$ d'où : $\boxed{t = \frac{2.v_0.\sin\alpha}{g}}$

$t = \frac{2\times 10\times \sin(60)}{9,81}$ = **1,8 s.** 0,25

On vérifie bien sur le graphe y(t) la valeur obtenue par calcul : 0,5



B6-

Méthode 1 : pour que la chandelle soit réussie, la vitesse v_1 du joueur doit être égale à la composante horizontale v_x de la vitesse du ballon soit :

$$v_1 = v_0.\cos\alpha$$ 0,5

$$v_1 = 10,0\times\cos(60) = \mathbf{5,0\ m.s^{-1}}$$

Méthode 2 : pendant la durée t = 1,8 s du vol du ballon, le joueur parcourt la distance d = x(t= 1,8 s) :

$$x(t) = v_0.\cos\alpha.t$$

$$d = 10,0\times\cos(60)\times 1,8 = 9,0\ m$$

La vitesse v_1 du joueur est alors : $v_1 = \frac{d}{t}$ soit : $v_1 = \frac{9,0}{1,8}$ = **5,0 m.s^{-1}.**

0,5