LE LANCER DU POIDS AUX CHAMPIONNATS DU MONDE 2003 (Nouvelle Calédonie 11/2004 5,5 points)

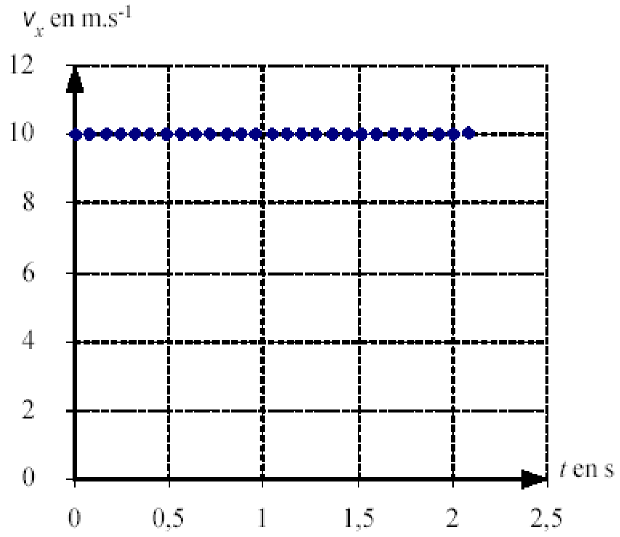


Figure 1

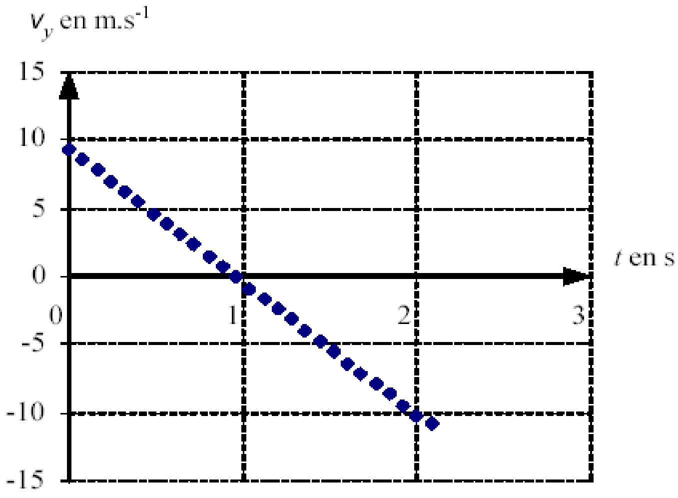


Figure 2

1.1.1. D'après la figure ci dessus , la composante v_{0x} du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet à l'instant de date *t* = 0 s est :

V_{0x} = 10 m.s^{-1}

1.1.2. La vitesse sur l'axe Ox est constante, la trajectoire est une droite : **le mouvement sur l'axe des x est rectiligne uniforme.**

1.1.3. Au sommet de la trajectoire le solide ne « monte plus ». Sa vitesse sur l'axe des y est nulle Vsy = 0 et sa vitesse sur l'axe des x est toujours : **Vs_x = 10 m.s^{-1}**.

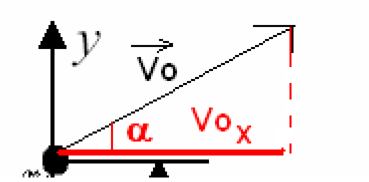
1.2.1. D'après la figure 2, à **t = 0 s , v_{0y} = 9 m.s^{-1}** (environ parce que vraiment ils abusent sur la précision du tracé !)

1.2.2. Vidéo

v_0 = 13,7 m.s^{-1} et α = 43° .

La norme de la vitesse est donnée par la relation :

v_0 = $v_o = \sqrt{{v_{ox}}^2 + {v_{oy}}^2} = \sqrt{10^2 + 9^2} = 13,5\ \mathrm{m.s^{-1}}$



D'après la figure ci dessus :

$$v_{Ox} = v_O.\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{v_{ox}}{v_O}$$

$$\alpha = \arccos(\frac{v_{ox}}{v_O}) = ar\cos(\frac{10}{13,5}) = 43^\circ$$

Les valeurs calculées et celle de l'énoncé sont peu différentes : la différence provient de l'incertitude sur v_{Oy}.

1.3.1. vidéo

Au sommet de la trajectoire :

Vs_y = 0 (le solide ne monte plus)

$$v_S = \sqrt{{v_{Sx}}^2 + {v_{Sy}}^2} = \sqrt{10^2 + 0^2} = 10\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

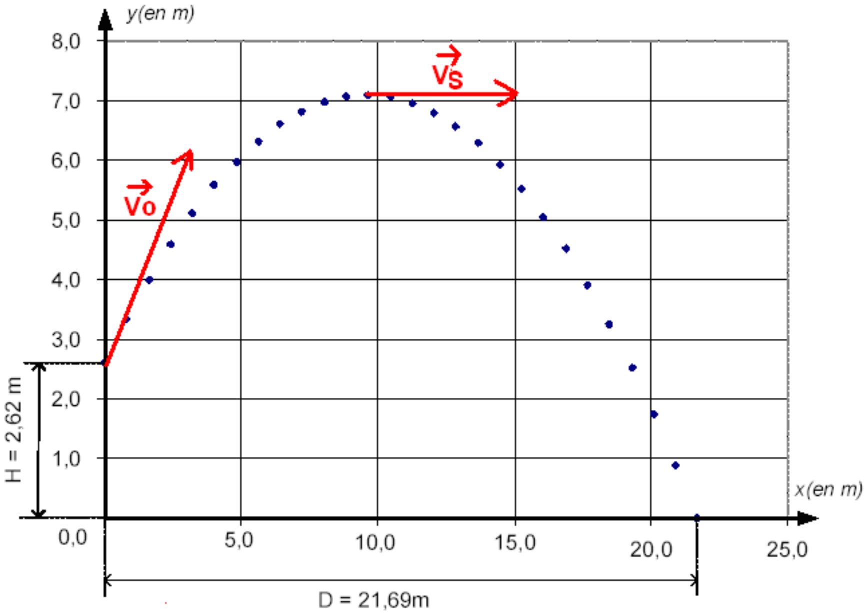
Vs_x = V_{Ox} = 10 m.s^{-1}

Caractéristiques du vecteur vitesse :

Direction : tangente à la trajectoire au point S

Sens : celui du mouvement

Norme : v_S = 10 m.s^{-1}
Point d'application : S



1.3.2. Les vecteur vitesses sont tangents à la trajectoire. La valeur de Vo est supérieure à celle de V_S donc sa longueur est supérieure égalemement.

2.1. Vidéo
La valeur P_A de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur ce boulet est égale au poids du volume d'air déplacé. Le volume d'air déplacé est égal au volume du boulet car celui ci est évidemment complètement immergé dans l'air:
P_A = m(air déplacé).g = μ'.V.g

Le poids du boulet est :
P = m.g = μ.V.g

Le rapport de ces 2 forces est :

$$\frac{P}{P_A} = \frac{\mu}{\mu'} = \frac{7{,}10x10^3}{1{,}29} = 5{,}50x10^3$$

P = 5,50×10^3×P_A donc **la poussée d'Archimède P_A est négligeable face au poids.**

2.2.Vidéo(la démonstration par du principe que la masse reste constante!)

Dans un référentiel galiléen, **la** somme vectorielle **des** forces extérieures **appliquée à un système matériel est** égale **à la** dérivée par rapport au temps **de sa** quantité de mouvement: $\Sigma\vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m.\vec{v})}{dt}$

Dans le cas particulier ou le système conserve une masse constante, la seconde loi devient:

$$\Sigma\vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m.\vec{v})}{dt} = m.\frac{d(.\vec{v})}{dt} = m.\vec{a}$$

$$\Sigma\ \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m.\vec{g} = m.\vec{a} \Rightarrow$$

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

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m.\vec{g} = m.\vec{a}$$

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

2.3. Vidéo

Dans le repère cartésien $R(O,\vec{i},\vec{j})$

$$\vec{a} = a_X.\vec{i} + a_Y.\vec{j} = \vec{g} = -g.\vec{j}$$

$$ax = 0; \quad ay = -g$$

La condition initiale sur la vitesse est :

$$\vec{v}_o = v_{Ox}.\vec{i} + v_{Oy}.\vec{j}$$

Par intégration on obtient :

$$\mathbf{v_x = v_{0x} = v_0.\cos\alpha}$$

$$\mathbf{v_y = -g.t + v_{0y} = -g.t + v_0.\sin\alpha}$$

La condition initiale sur la position est :

$G(x_0 = 0; y_0 = h)$

Par intégration on obtient :

$$\mathbf{x = v_0.(\cos\alpha).t + x_0 = v_0.(\cos\alpha).t}$$

$$\mathbf{y = -0{,}5.g.t^2 + v_0.(\sin\alpha).t + h}$$

2.4. Vidéo

$x = v_0.\cos\alpha.t \Rightarrow t = \dfrac{x}{v_0.\cos\alpha}$ **on reporte ensuite cette valeur dans l'équation horaire y = f(t) :**

$$y = -\frac{1}{2}.g.\left(\frac{x}{v_0.\cos\alpha}\right)^2 + v_0.(\sin\alpha).\left(\frac{x}{v_0.\cos\alpha}\right) + h$$

$$y = -\frac{1}{2}.g.\left(\frac{x}{v_0.\cos\alpha}\right)^2 + \tan\alpha.x + h$$

Pour trouver l'équation de la trajectoire on élimine le temps t dans les équations horaires :

3.1.

angle α fixé (figure 3)		vitesse initiale v_0 fixée (figure 4)
Quand v_0 augmente, la distance horizontale *D* du jet: - augmente - ~~diminue~~ - ~~est la même~~ - ~~augmente, passe par un maximum puis diminue~~ - ~~diminue, passe par un minimum puis~~		Quand α augmente la distance horizontale *D* du jet: ~~- augmente~~ ~~- diminue~~ ~~- est la même~~ - augmente, passe par un maximum puis diminue ~~- diminue, passe par un minimum puis~~

~~augmente~~		~~augmente~~

3.2. Le record du monde est D = 21,69 m

La figure 3 montre qu'avec v_0 = 14,0 m.s^{-1} et α = 41°, le record du monde peut être battu.

Figure 3 (α = 41°)