

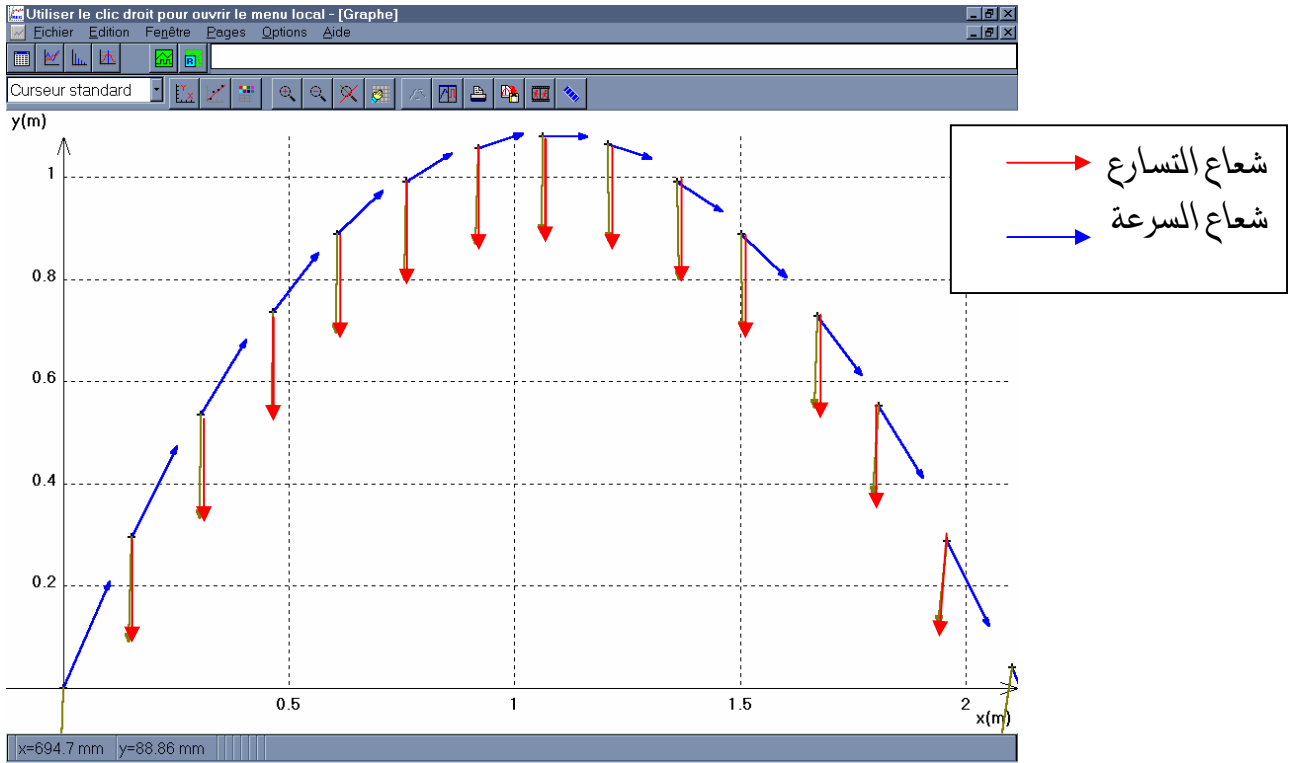


حركة قذيفة في حقل الجاذبية

I. الدراسة التجريبية

يقذف جسم بسرعة ابتدائية \vec{V}_0 غير شاقولية تميل عن الأفق بزاوية α في مكان فيه حقل الجاذبية \vec{g} منتظم في اللحظة $t=0s$.

نقوم بتصوير حركة الجسم الصلب بواسطة آلة تصوير فيديو في مكان مناسب، ثم نعالج شريط الفيديو ببرنامج إعلام ألي مناسب، وتم الحصول على إحدى المنحنى التالي :



- 1- كيف يتغير كل من شعاع السرعة والتسارع خلال الحركة ؟
- 2- قارن شعاع التسارع بشعاع الجاذبية الأرضية \vec{g} .

➤ ملاحظات :

- تتغير قيمة واتجاه شعاع السرعة لمركز عطالة الجسم الصلب خلال الحركة .
- شعاع التسارع ثابت ، شاقولي نحو الأسفل .
- شعاع التسارع له نفس حامل واتجاه شعاع حقل الجاذبية \vec{g} .

➤ التفسير :

الجملة المدروسة : الجسم الصلب

مرجع الدراسة : المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا .

نهمل كل من دافعة أرخميدس و قوى الاحتكاك بحيث يخضع الجسم إلى ثقله \vec{P} فقط .
نطبق القانون الثاني لنيوتن :

الأستاذ : بطاهر
محمّد *مغنية*

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

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P}$$

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

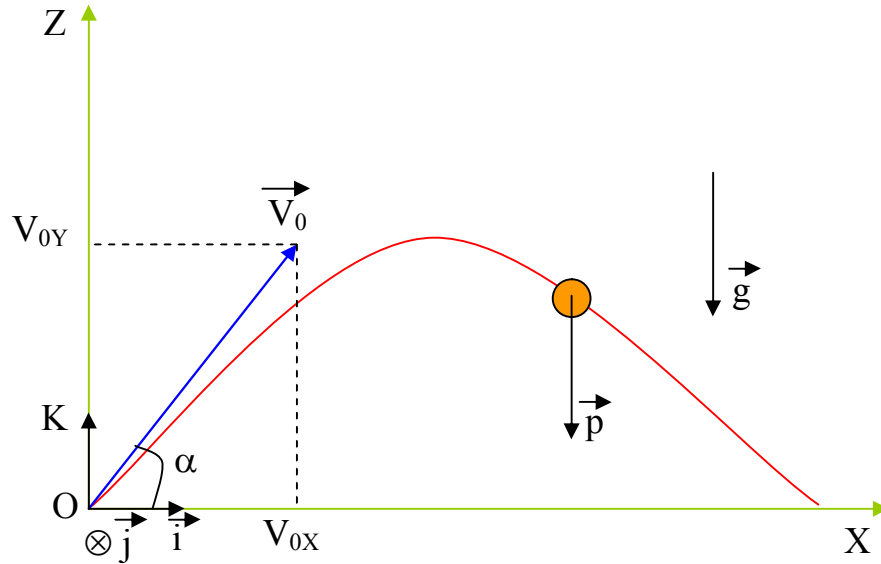
$$\vec{a}_G = \vec{g}$$

أثناء السقوط الحر لقذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية، شعاع التسارع \vec{a}_G لمركز عطالتها يساوي شعاع حقل الجاذبية \vec{g} .

II. المعادلات الزمنية :

نختار معلم سطحي أرضي $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

- شعاع السرعة \vec{V}_0 يتواجد في المستوي (\vec{i}, \vec{k}) يصنع زاوية α مع الأفق .
- ينطبق المبدأ O مع الوضعية الابتدائية لمركز عطالة الجسم الصلب .



✓ الشروط الابتدائية عند $t=0$:

- احداثيات شعاع الموضع :

$$\vec{OG}_0 \left| \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \\ z_0 = 0 \end{array} \right.$$

- احداثيات شعاع السرعة الابتدائية :

$$\vec{V}_0 \left| \begin{array}{l} v_{0y} = 0 \\ v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \sin \alpha \end{array} \right.$$

✓ احداثيات شعاع السرعة عند اللحظة t :

$$\vec{V}(t) \left| \begin{array}{l} v_y = v_{0y} = 0 \\ v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_z = -gt + v_{0z} = -gt + v_0 \sin \alpha \end{array} \right. \xrightarrow{\text{بالتكامل}} \vec{a}(t) \left| \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{array} \right.$$

الأستاذ: بطاهر
محمّد *مغنية*

استنتاج:

- بما أن $Y=0$: الحركة تتم في المستوى الشاقولي (\vec{i}, \vec{k}) .
- $V_X = V_0 \cos \alpha = \text{constante}$ و $a_x = 0$: الحركة على المحور (OX) مستقيمة منتظمة
- $V_Z = -gt + V_0 \sin \alpha$ و $a_z = -g$: الحركة على المحور الشاقولي (OZ) مستقيمة متغيرة بانتظام.

✓ - احداثيات شعاع الموضع عند اللحظة t :

نحصل على احداثيات شعاع الموضع بتكامل احداثيات شعاع السرعة:

$$\begin{array}{c|c} \vec{v}_G & \begin{array}{l} V_y = 0 \\ v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_z = -gt + v_0 \sin \alpha \end{array} \end{array} \xrightarrow{\text{تكامل}} \vec{OG} \begin{array}{l} y = y_0 \\ x = v_0 \cos \alpha t + x_0 \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + z_0 \end{array}$$

نحدد الثوابت بالشروط الابتدائية:

عند $t=0$: $x_0 = 0, y_0 = 0, z_0 = 0$

$$\vec{OG} \begin{array}{l} y = 0 \\ x = v_0 \cos \alpha t \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t \end{array}$$

✓ - معادلة المسار:

معادلة المسار في المستوي (XOZ) تمثل العلاقة بين Z بدلالة x : $Z=f(x)$

يجب حذف المتغير t من المعادلة $x(t)$: $t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$

و نعوض t في معادلة $z(t)$:

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

$$z = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + (\tan \alpha)x$$

وهذه المعادلة من الشكل $Z=ax^2+bx$ مع a سالب فهي معادلة قطع مكافئ و بالتالي المسار هو قطع مكافئ.

III. بعض مميزات المسار

1- **الذروة**: هي أعلى ارتفاع يبلغه الجسم الصلب.

إحدى الطرق هي أن نعتبر النقطة S هي نهاية عظمى للدالة $Z=f(x)$ وبالتالي نضع $\frac{dz}{dx}=0$:

و هكذا نجد : $x_s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$ و $z_s = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

ملاحظة : نحصل على أقصى ارتفاع إذا كان $\alpha = \pi/2$.

2- المدى : هو المسافة بين الموضع G_0 لمركز عتالة القذيفة لحظة انطلاقها و نقطة

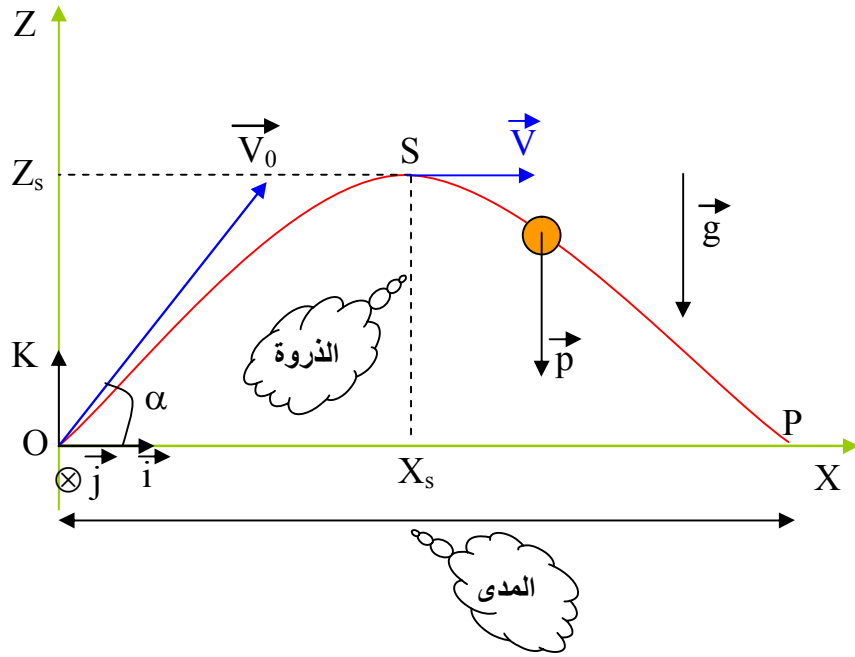
التصادم P للنقطة G على المستوى الأفقي الذي يشمل G_0 .

احداثيات النقطة P : x_p, y_p ولدينا عند النقطة P : $z_p = 0$.

نجد : $x_s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

ملاحظة :

يكون المدى أعظميا من أجل $\alpha = 45^\circ$.



الأستاذ : بطاهر
محمّد *مغنية*