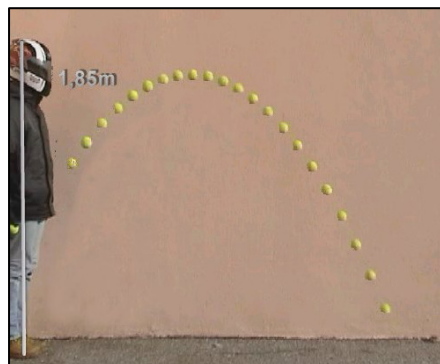


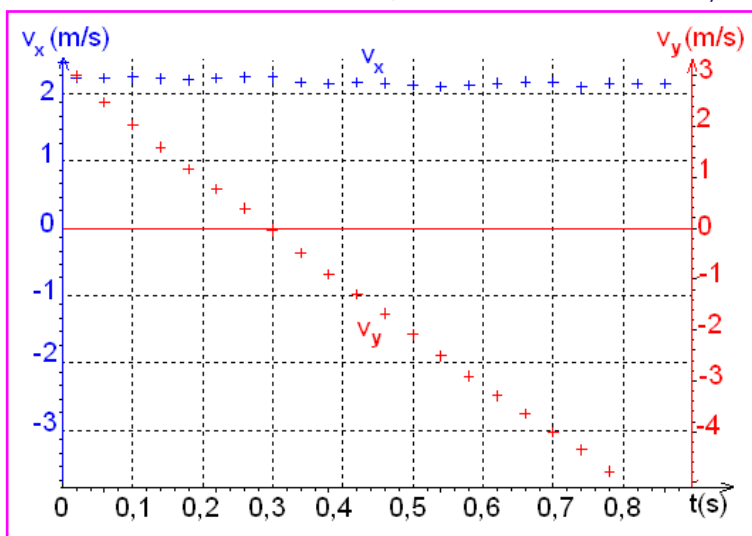
الحركات المستوية

I. حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم

• دراسة تجرسة



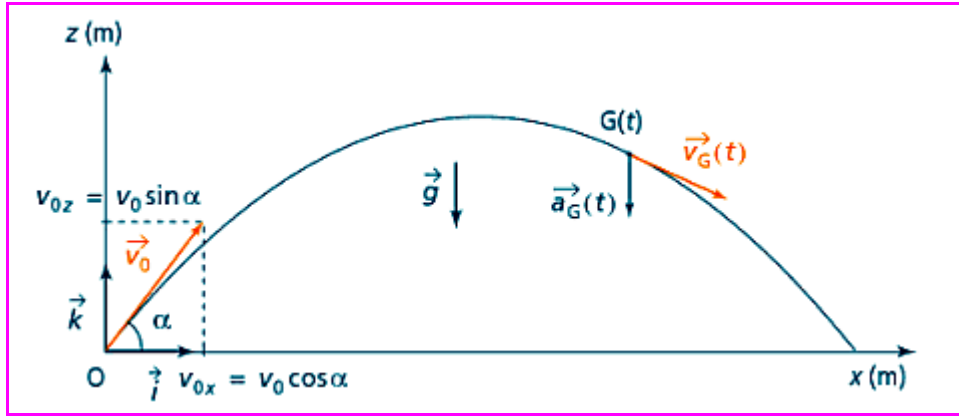
تقذف كرة مضرب بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ اتجاهها مائل، و يتم تصوير حركتها بواسطة كاميرا رقمية. تمكن معالجة الشريط بواسطة حاسوب من تخطيط المبيان التالي الذي يمثل تغيرات الإحداثيتين الأفقية v_x و الرأسية v_y لمتجهة سرعة مركز قصورها G بدلالة الزمن.



معادلة السرعة على المحور الأفقي (O x) هي: $v_x(t) = 2,2 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ معادلة السرعة على المحور الرأسية (O y) هي: $v_y(t) = -10t + 3 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ حركة G منتظمة على المحور الأفقي (O x) و متغيرة بانتظام على المحور الرأسية (O y).	السرعة
نستنتج متجهة التسارع: $\vec{a}_G = -10.\vec{j}$ نلاحظ أن: $\vec{a}_G \approx \vec{g}$ ما يعني أن السقوط حر.	التسارع
من $v_x = \frac{dx}{dt}$ نستنتج بالتكامل: $x = 2,2t$ (1) (باعتبار $x_0 = 0$) من $v_y = \frac{dy}{dt}$ نستنتج بالتكامل: $y = -5t^2 + 3t$ (2) (باعتبار $y_0 = 0$)	المعادلات الزمنية للحركة
نقصي t بين المعادلتين (1) و (2): ← $y = -x^2 + 1,4x$ مسار G قوس شلجمي.	معادلة المسار

• دراسة نظرية

▪ اختيار معلمي الفضاء و الزمن



معلم الفضاء معلم ديكارتي $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ أصله يطابق موضع إطلاق القذيفة و محوره (Ox) و (Oz) يحددان المستوى الرأسي الذي يضم متجهة السرعة البدئية $\vec{v}_0$.

نختار لحظة إطلاق القذيفة أصلا للتواريخ.

▪ القوة و التسارع

باعتبار القذيفة في سقوط حر فإنها تخضع لوزنها فقط: $\vec{P} = m \vec{g}$ و بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نستنتج تسارع

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

مركز قصور القذيفة:

▪ المعادلات الزمنية

بإسقاط $\vec{a}_G$ على محاور المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ نستنتج المعادلات التفاضلية للحركة، ثم بالتكامل و اعتبار الشروط البدئية نستنتج معادلات الحركة:

التسارع (المعادلات التفاضلية)	السرعة البدئية	السرعة اللحظية	المعادلات الزمنية
$a_x = \ddot{x} = 0$	$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$	$v_x = v_0 \cos \alpha$	$x = (v_0 \cos \alpha)t$
$a_y = \ddot{y} = 0$	$v_{0y} = 0$	$v_y = 0$	$y = 0$
$a_z = \ddot{z} = -g$	$v_{0z} = v_0 \sin \alpha$	$v_z = -gt + v_0 \sin \alpha$	$z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t$

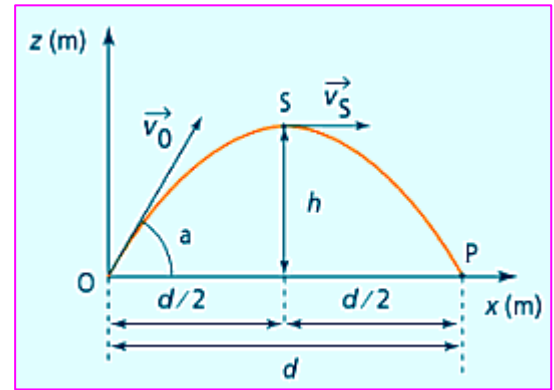
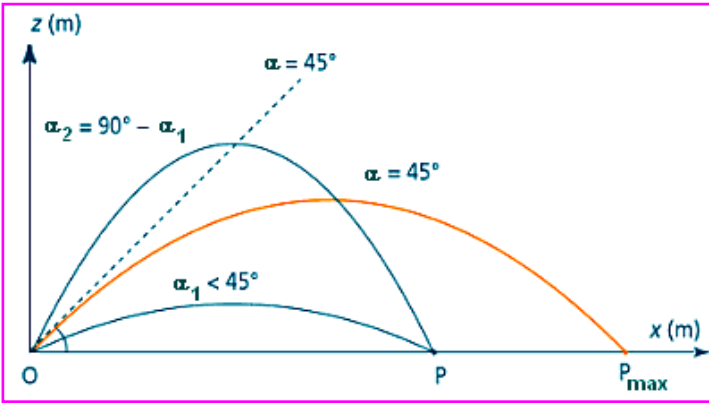
حركة القذيفة مستوية تقع في المستوى الرأسي المحدد بالمتجهتين $\vec{v}_0$ و $\vec{g}$ و هي:

- ✓ منتظمة على المحور الأفقي و سرعتها $v_0 \cos \alpha$ ،
- ✓ متغيرة بانتظام على المحور الرأسي و تسارعها $-g$.

خاصية

مميزات المسار

بإقصاء الزمن بين المعادلتين الزميتين $x(t)$ و $z(t)$ نستنتج معادلة المسار: $z = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + (\tan \alpha) \cdot x$	معادلة المسار
هو الارتفاع الأقصى h الذي تصله القذيفة بالنسبة لموضع إطلاقها. في S متجهة السرعة أفقية أي $v_z = 0$ نستنتج من هذه المعادلة مدة الصعود: $t_S = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ ثم بالتعويض في المعادلة $z(t)$ نستنتج: $h = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2 \alpha$	المدى الرأسى
هو المسافة الأفقية التي تفصل بين موضع إطلاق القذيفة O و موضع سقوطها P. باعتبار أن المحور الرأسى المار من S هو محور تماثل للمسار الشلجمي فإن: $d = 2x_S$ ثم باعتبار $x_S = (v_0 \cos \alpha) t_S$ نستنتج: $d = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha$	المدى الأفقى



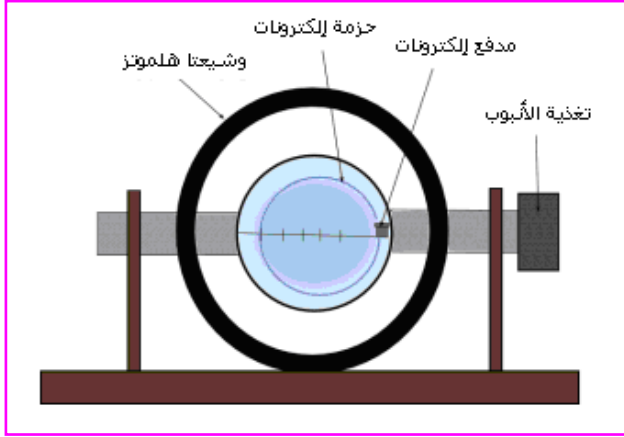
خاصية

- يأخذ المدى الأفقى قيمته القصوى $d_{max} = \frac{v_0^2}{g}$ بالنسبة لزاوية القذف: $\alpha = 45^\circ$.
- بنفس السرعة البدئية، لكي تصل القذيفة مدى d بحيث $d < d_{max}$ ، هناك قيمتان ممكنتان لزاوية القذف α_1 و α_2 بحيث: $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$ (زاويتان متكاملتان).

II. حركة دقيقة مشحونة في مجال مغناطيسي منتظم

نقتصر على الحالة التي تكون فيها متجهة السرعة البدئية $\vec{v}_0$ متعامدة مع متجهة المجال المغناطيسي $\vec{B}$.

• دراسة تحرسة



- يلاحظ أن مسار الإلكترونات دائري و يقع في المستوى المتعامد مع $\vec{B}$ (أي الموازي لمستوى الشيعتين) و المار من نقطة دخول حزمة الإلكترونات.
- يرتفع شعاع المسار بالزيادة في قيمة السرعة البدئية v_0 (و ذلك بالزيادة في قيمة التوتر الذي يسرع الإلكترونات).
- يتقلص شعاع المسار بالزيادة في شدة المجال المغناطيسي B (و ذلك بالزيادة في شدة التيار المار في و شيعتي هلموتز).

• دراسة نظرية

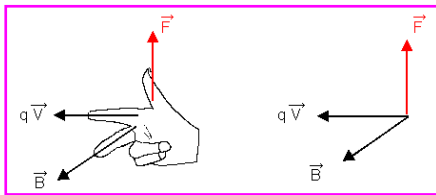
• القوة و التسارع

بإهمال وزن الدقيقة فإنها تخضع فقط للقوة المغناطيسية (تسمى أيضا قوة لورنتز):

$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

- تعبيرها هو:

- ومميزاتها هي:



الاتجاه	متعامد مع المستوى المحدد بالمتجهين $\vec{v}$ و $\vec{B}$
المنحى	منحى $\vec{F}$ هو بحيث $(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F})$ معلم مباشر. يحدد المنحى بتطبيق قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى.
الشدة	$F = vB q\sin\alpha $

$$\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$$

و بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نستنتج تسارع الدقيقة:

$$\begin{aligned} \mathcal{P} &= \vec{F} \cdot \vec{v} \\ \vec{F} &\perp \vec{v} \\ \mathcal{P} &= 0 \end{aligned}$$

في كل لحظة قدرة القوة المغناطيسية هي:
و حيث أن:
فإن:

• الشغل والطاقة الحركة

$$W(\vec{F}) = 0$$

نستنتج أن شغل القوة المغناطيسية منعدم:

$$\Delta E_C = 0$$

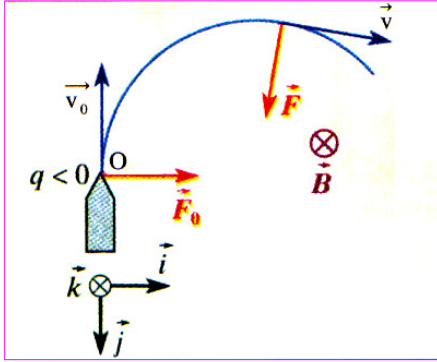
$$\rightarrow E_C = Cte$$

و بتطبيق م.ط.ح على الدقيقة:

خاصية

لا يغير المجال المغنطيسي الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة، يعني حركتها منتظمة.

طبيعة الحركة



حسب تعبير متجهة التسارع الذي هو: $\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$

$$\begin{cases} \vec{a} \perp \vec{B} \\ \vec{a} \perp \vec{v} \end{cases} \quad (1) \quad (2)$$

فإن في كل لحظة:

(1) تعني أن الحركة مستوية تقع في المستوى المتعامد مع $\vec{B}$ و الذي يضم $\vec{v}_0$

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = 0 \\ v^2 = \frac{|q|vB}{m} \end{cases} \quad (3) \quad (4) \quad \leftarrow \begin{cases} a_T = 0 \\ a_N = a \end{cases}$$

(3) تعني أن الحركة منتظمة: $v = Cte = v_0$

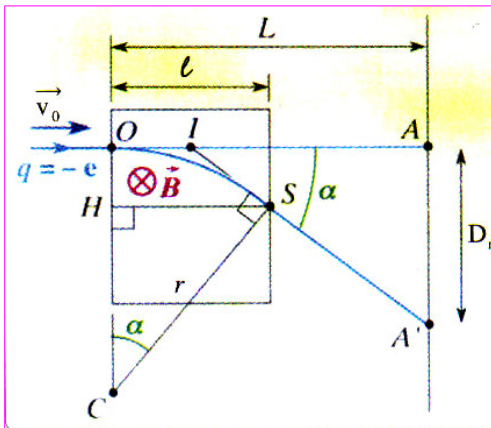
(4) تعني أن شعاع انحناء مسار الدقيقة ثابت يعني مسارها دائري

$$R = \frac{mv_0}{|q|B}$$

شعاعه:

خاصية

في مجال مغنطيسي منتظم حركة دقيقة مشحونة دائرية و منتظمة إذا كانت متجهة سرعتها البدئية متعامدة مع متجهة المجال المغنطيسي.



الانحراف المغنطيسي

في حالة انحراف ضعيف:

$$\alpha \approx \frac{l}{R} = \frac{|q|Bl}{mv_0} \quad (\text{rad})$$

- زاوية الانحراف هي:

$$D_m = \frac{|q|Ll}{mv_0} \cdot B$$

- مسافة الانحراف على الشاشة هي :

الانحراف على الشاشة يتناسب طرديا مع شدة المجال المغنطيسي.

خاصية