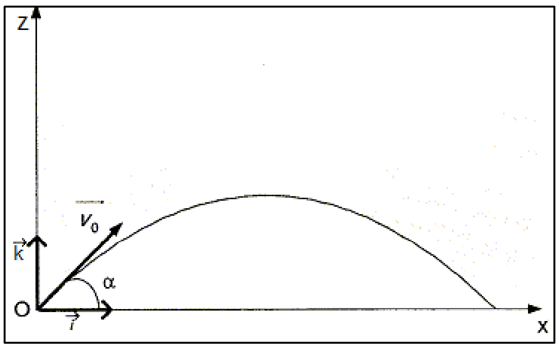
الحركات المستوية
Mouvements plans

I-حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم :

1-متجهة التسارع :

تعريف:



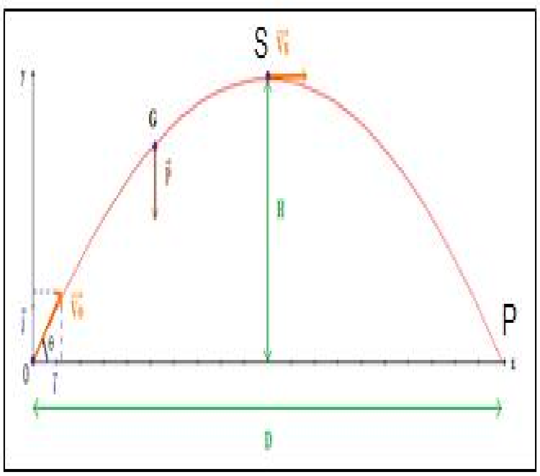
نسمي قذيفة كل جسم يسل على مقربة من سطح الأرض بسرعة $\vec{V}_0$.

نرسل قذيفة بسرعة $\vec{V}_0$ تنمي لمستوى رأسي ومكونة زاوية α مع المستوى الأفقي ، نهمل تأثير الهواء على القذيفة ، فتكون خاضعة لوزنها فقط .

لدراسة حركة القذيفة نختار معلما $R(O,\vec{\imath},\vec{\jmath};\vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا .

تطبيق القانون الثاني لنيوتن :

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



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

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

نسقط العلاقة على محاور المعلم $R(O,\vec{\imath},\vec{\jmath};\vec{k})$:

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$$

نستنتج أن متجهة التسارع $\vec{a}_G$ رأسية منحاها من الأعلى نحو الأسفل ومنظمها يساوي منظم متجهة الثقالة $\vec{g}$.

2-متجهة السرعة :

لدينا :

$$\vec{V}_G \begin{cases} V_x = C_1 \\ V_y = C_2 \\ V_z = -g.t + C_3 \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} a_x = \dfrac{dV_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dV_y}{dt} = 0 \\ a_z = \dfrac{dV_z}{dt} = -g \end{cases}$$

نحدد الثوابت الثلاث باستعمال الشروط البدئية بحيث توجد المتجهة $\vec{V}_0$ في المستوى (xOz) بحيث :

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = C_1 = V_0 cos\alpha \\ V_{0y} = C_2 = 0 \\ V_{0z} = C_3 = V_0 sin\alpha \end{cases}$$

نستنتج :

$$\vec{V}_G = \begin{cases} V_x = V_0 cos\alpha \\ V_y = 0 \\ V_z = -g.t + V_0.sin\alpha \end{cases}$$

- حركة القذيفة على المحور (Ox) مستقيمية منتظمة .
- حركتة القذيفة على المحور (Oz) مستقيمية متغيرة بانتظام .

3-المعادلات الزمنية للحركة :

لدينا :

$$\vec{V}_G \begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = V_0 cos\alpha \\ V_y = \frac{dy}{dt} \\ V_z = \frac{dz}{dt} = -g.t + V_0.sin\alpha \end{cases} \Leftarrow \overrightarrow{OG} \begin{cases} x = V_0 cos\alpha.t + C'_1 \\ y = C'_2 \\ z = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0.sin\alpha.t + C'_3 \end{cases}$$

لتحديد الثوابت الثلاث C'_1 و C'_2 و C'_3 نستعمل الشروط البدئية عند اللحظة $t = 0$ لدينا :

$$\overrightarrow{OG_0} \begin{cases} x_0 = C'_1 = 0 \\ y_0 = C'_2 = 0 \\ z_0 = C'_3 = 0 \end{cases}$$

نستنتج :

$$\overrightarrow{OG} \begin{cases} x(t) = V_0.cos\alpha.t & (1) \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0.sin\alpha.t & (2) \end{cases}$$

نلاحظ أن $y = 0$ وبالتالي الحركة مستوية وتتم في المستوى $(x0z)$.

4-معادلة المسار :

للحصول على معادلة المسار نقصي المتغير t بين الإحداثيتين $x(t)$ و $z(t)$.

حسب المعادلة (1) نحصل على $t = \frac{x}{V_0.cos\alpha}$ نعوض في المعادلة (2) نحصل على :

$$z = -\frac{g}{2}\left(\frac{x}{V_0.cos\alpha}\right)^2 + \frac{V_0.sin\alpha}{V_0.cos\alpha}.x$$

نستنتج :

$$z = -\frac{g}{2(V_0.cos\alpha)^2}.x^2 + x.tan\alpha$$

مسار مركز قصور قذيفة في سقوط حر بسرعة بدئية غير رأسية جزء من شلجم .

5-مميزات المسار :

5.1-قمة المسار : le sommet

قمةالمسار هي أعلى نقطة تصل إليها مركز قصور القذيفة .
لتكن S قمة المسار حيث متجهة السرعة أفقية نكتب : $V_Z = 0$

أي : $-g.t + V_0 sin\alpha = 0 \Leftarrow t = \frac{V_0.sin\alpha}{g}$

نعوض t في المعادلة (1) نحصل على : $x_S = \frac{V_0.cos\alpha.V_0.sin\alpha}{g} \Leftarrow x_S = \frac{V_0^2.sin2\alpha}{2g}$

نعوض t في المعادلة (2) نحصل على : $\frac{V_0.cos\alpha.V_0.sin\alpha}{g} + z_S = -\frac{1}{2}.g.\left(\frac{V_0.sin\alpha}{g}\right)^2 \Leftarrow z_S = \frac{(V_0.sin\alpha)^2}{2g}$

5.2-المدى : la portée

المدى هو المسافة التي تفصل بين موضع انطلاق القذيفة O و موضع سقوطها P .

لدينا:

$$z = -\frac{g}{2(V_0.cos\alpha)^2}.x^2 + x.tan\alpha = 0$$

$$x\left(-\frac{g}{2(V_0.cos\alpha)^2}.x + tan\alpha\right) = 0$$

أو

$$\begin{cases} x = 0 \\ -\frac{g}{2(V_0.cos\alpha)^2}.x + \frac{sin\alpha}{cos\alpha} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ x = \frac{V_0^2.sin2\alpha}{g} \end{cases}$$

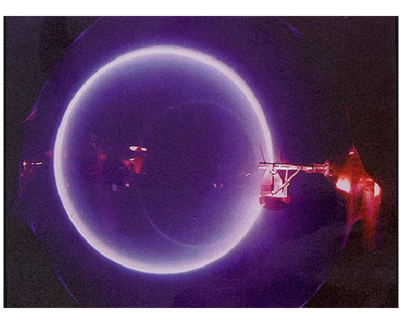
$x = 0$ يمثل نقطة انطلاق القذيفة
وبالتالي المدى هو :

$$x_P = \frac{V_0^2.sin2\alpha}{g}$$

نلاحظ أن : $x_P = 2x_F$
ملحوظة :
يكون المدى قصويا عندما يكون $sin2\alpha = 1$ أي : $2\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} = 45°$

II-حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم (خاص بالعلوم الفيزيائية والرياضية)

1-الدراسة التجريبية :



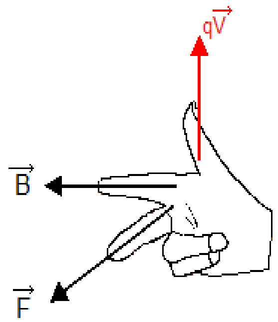
نلاحظ في الحالة التي تكون فيها متجهة السرعة البدئية $\vec{V}_0$ موازية لمتجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ لا ينحرف مسار الإلكترونات .
وفي الحالة التي تكون فيها متجهة السرعة البدئية $\vec{V}_0$ متعامدة مع متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ يكون مسار الإلكترونات دائري ويوجد في المستوى المتعامد مع المتجهة $\vec{B}$.
يرتفع شعاع المسار عند ارتفاع سرعة الالكترونات وينخفظ عند زيادة B شدة المجال المغنطيسي .

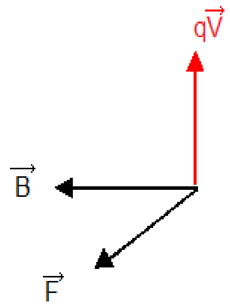
2-القوة المغنطيسية:

تخضع دقيقة ذات شحنة q وسرعة $\vec{V}$ تخضع داخل مجال مغنطيسي منتظم لقوة مغنطيسية تسمى قوة لورنتز تحددها العلاقة التالية :

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

مميزات قوة لورنتز $\vec{F}$:





- الإتجاه : متعامد مع المستوى المحدد بالمتجهتين $\vec{V}$ و $\vec{B}$.
- المنحى : هو المنحى بحيث يكون ثلاثي الوجه $(q\vec{V},\vec{B},\vec{F}\,)$ مباشرا .
- الشدة : $F=|q.V.B.sin\alpha|$

q : شحنة ادقيقة ب (C)

V : سرعة الدقيقة ب $(m.s^{-1})$

B : شدة المجال المغنطيسي ب (T) .

α : الزاوية التي تكونها $q\vec{V}$ و $\vec{B}$.

F : شدة قوة لورنتز ب (N) .

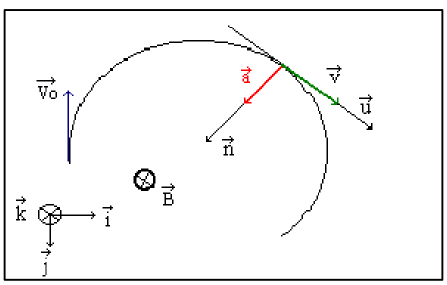
ملحوظة :

منحى $\vec{B}$ تعطيه قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى : الإبهام : $q\vec{V}$ و السبابة : $\vec{B}$ و الوسطى : $\vec{F}$.

3-الدراسة النظرية :

طبيعة الحركة :

بإهمال وزن الدقيقة أمام القوة المغنطيسية القانون الثاني لنيوتن يكتب :



$$\vec{F}=m.\vec{a}$$

$$\vec{a}=\frac{q}{m}\vec{V}\wedge\vec{B}\Leftarrow m.\vec{a}=q\vec{V}\wedge\vec{B}$$

في كل لحظة لدينا : $\begin{cases}\vec{a}\perp\vec{V} & (1)\\ \vec{a}\perp\vec{B} & (2)\end{cases}$

العلاقة (1) تعني أن الحكة مستوية توجد في المستوى المتعامد مع $\vec{B}$ والذي يضم $\vec{V}$.

اللاقة (2) تعني أن التسارع منظمي أي :

$$\begin{cases}a_T=0\\ a_N=a\end{cases}\Leftarrow\begin{cases}\frac{dV}{dt}=0 & (3)\\ \frac{V^2}{\rho}=\frac{|q|.V.B}{m} & (4)\end{cases}$$

العلاقة (3) تعني أن الحركة منتظمة : $V=V_0=cte$

العلاقة (4) تعني أن شعاع مسار الدقيقة ثابت اي ان مسارها دائري شعاعه: $R=\frac{m.V_0}{|q|.B}$

خلاصة :

في مجال مغنطيسي منتظم حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ متعامدة مع $\vec{B}$ ،:

- ❖ حركة دائرية منتظمة .
- ❖ مسارها ينتمي الى المستوى العمودي على متجهة المجال $\vec{B}$.
- ❖ شعاعها يساوي : $R=\frac{m.V_0}{|q|.B}$

الدراسة الطاقية :

-قدرة القوة المغنطيسية : $P = \vec{F}.\vec{V}$ بما أن القوة $\vec{F}$ عمودية على $\vec{V}$ فإن الجداء السلمي : $\vec{F}.\vec{V} = 0$ وبالتالي قدرة القوة المغنطيسية منعدمة : $P = \vec{F}.\vec{V} = 0$

-شغل القوة المغنطيسية : $W(\vec{F}) = P\Delta t = 0$

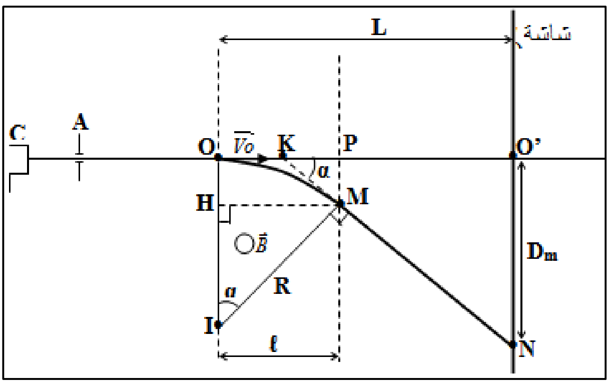
-مبرهنة الطاقة الحركية على الدقيقة : $\Delta E_c = W(\vec{F}) = 0$

الطاقة الحركية للدقيقة تبقى ثابتة $E_c = cte$

خلاصة :

لا يغير المجال المغنطيسي الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة وبالتالي تكون حركتها منتظمة .

4-الانحراف المغنطيسي :



-تدخل حزمة من الالكترونات الى حيز من الفضاء عرضه ℓ من مجال مغنطيسي متجهته $\vec{B}$ بسرعة $\vec{V_0}$ عمودية على $\vec{B}$.

-تخضع الدقيقة لتأثير القوة المغنطيسية وتصبح لها حركة دائرية شعاعها $R = \frac{m.V_0}{|q|.B}$.

-تغادر الدقائق المجال المغنطيسي في نقطة M فتأخذ حركة مستقيمية منتظمة (لأن وزنها مهمل) فتصطدم بالشاشة في النقطة N .

-في غياب المجال المغنطيسي تصطدم الدقيقة بالشاشة في النقطة O' .

-نسمي الانحراف المغنطيسي المقدا ر $D_m = O'N$.

باعتبار المثلث القائم الزاوية $KO'N$ نكتب العلاقة المثلثية : $tan\alpha = \frac{D_m}{L - O'K}$

باعتبار المثلث القائم الزاوية IHM نكتب العلاقة المثلثية : $sin\alpha = \frac{\ell}{R}$

لدينا α صغيرة جدا ومنه : $tan\alpha \approx sin\alpha \approx \alpha$ و لدينا أيضا $\ell \ll L$ فإن :

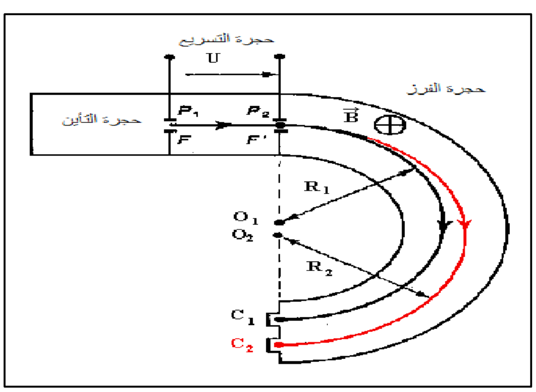
$$\frac{\ell}{R} = \frac{D_m}{L} \Leftarrow \quad \text{مع :} \quad R = \frac{m.V_0}{|q|.B}$$

$$D_m = \frac{|q|.L.\ell}{m.V_0}.B$$

الانحراف المغناطيسي يتناسب اطرادا مع شدة المجال المغنطيسي .

5-تطبيقات :

5.1-راسم الطيف :



يستعمل راسم الطيف للكتلة لفرز العناصر الكيميائية باستعمال مجال كهرساكن وكجال مغنطيسي .

يتكون راسم الطيف للكتلة من :

- **حجرة التأين : تنطلق منها الايونات بسرعة منعدمة .**
- **حجرة التسريع : يتم فيها تسرع الأيونات بواسطة مجال كهرساكن منتظم وتغادرها الأيونات بسرعة $\vec{V}$.**
- **حجرة الفرز : تخضع فيها الأيونات الى مجال مغنطيسي متجهته $\vec{B}$ $\vec{V} \perp \vec{B}$ ويكون مسارها نصف دائرة .**
- **تدخل الدقائق الى حجرة الفرز بسرعة وكتلة مختلفة وبالتالي يكون لها مسارات مختلفة الشيء الذي يمكن من فرزها .**

5.2-السيكلوترون :

السيكلوترون جهاز مسرع للدقائق يتكون من علبتين على شكل نصف اسطوانتين موضوعتين في مجال منتظم وبين عليتين يوجد مجال كهرساكن منتظم ومتناوب .
يتم تسريع الدقيقة كلما دخلت المجال الكهرساكن .وفي النهاية تغادر الدقيقة السيكلوترون بسرعة كبيرة .