

الحركات المستوية Mouvements plans

1- حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم :

1- متجهة التسارع :

تعريف:

نسمي قذيفة كل جسم يسيل على مقربة من سطح الأرض بسرعة \vec{V}_0 .
نرسل قذيفة بسرعة \vec{V}_0 تنتمي لمستوى رأسي ومكونة زاوية α مع المستوى الأفقي ، نهمل تأثير الهواء على القذيفة ، فتكون خاضعة لوزنها فقط .
لدراسة حركة القذيفة نختار معلما $R(O, \vec{i}, \vec{j}; \vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا .

تطبيق القانون الثاني لنيوتن :

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

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

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

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

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

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

2- متجهة السرعة :

لدينا :

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

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 :

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

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

3-المعادلات الزمنية للحركة :

لدينا :

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

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 :

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

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

4-معادلة المسار :

للحصول على معادلة المسار نقصي المتغير t بين الإحداثيتين $x(t)$ و $z(t)$.
حسب المعادلة (1) نحصل على $t = \frac{x}{V_0 \cdot \cos \alpha}$ نعوض في المعادلة (2) نحصل على :

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

نستنتج :

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

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

5-مميزات المسار :

5.1-قمة المسار : le sommet

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

$$t = \frac{V_0 \cdot \sin \alpha}{g} \Leftrightarrow -g \cdot t + V_0 \sin \alpha = 0 \quad \text{أي :}$$

$$x_S = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g} \Leftrightarrow x_S = \frac{V_0 \cdot \cos \alpha \cdot V_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad \text{نعوض } t \text{ في المعادلة (1) نحصل على :}$$

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

5.2-المدى : la portée

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

$$z = -\frac{g}{2(V_0 \cdot \cos \alpha)^2} \cdot x^2 + x \cdot \tan \alpha = 0 \quad \text{لدينا :}$$

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

$$\begin{cases} x = 0 \\ x = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0 \\ -\frac{g}{2(V_0 \cdot \cos \alpha)^2} \cdot x + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = 0 \end{cases} \quad \text{أو}$$

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

$$x_P = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

نلاحظ أن : $x_P = 2x_F$
ملحوظة :

يكون المدى قصويا عندما يكون $\sin 2\alpha = 1$ أي : $2\alpha = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$

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

1-الدراسة التجريبية :

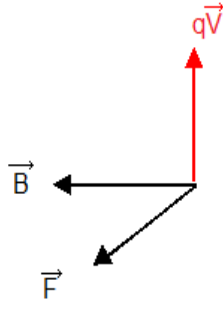
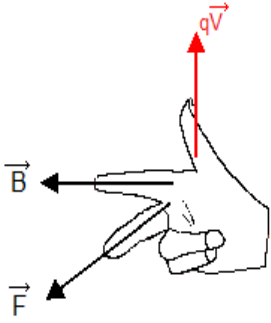
نلاحظ في الحالة التي تكون فيها متجهة السرعة البدئية \vec{V}_0 موازية لمتجهة المجال المغناطيسي \vec{B} لا ينحرف مسار الإلكترونات .
وفي الحالة التي تكون فيها متجهة السرعة البدئية \vec{V}_0 متعامدة مع متجهة المجال المغناطيسي \vec{B} يكون مسار الإلكترونات دائري ويوجد في المستوى المتعامد مع المتجهة \vec{B}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

2-القوة المغناطيسية:

تخضع دقيقة ذات شحنة q وسرعة \vec{V} تخضع داخل مجال مغناطيسي منتظم لقوة مغناطيسية تسمى قوة لورنتز تحدد العلاقة التالية :

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

مميزات قوة لورنتز \vec{F} :



- الاتجاه : 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 : $F = |q \cdot V \cdot B \cdot \sin \alpha|$
- q : شحنة دقيقة ب (C)
- V : سرعة الدقيقة ب ($m \cdot s^{-1}$)
- B : شدة المجال المغناطيسي 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 المغناطيسية القانون الثاني لنيوتن يكتب :

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

$$\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{V} \wedge \vec{B} \Leftrightarrow m \cdot \vec{a} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$$

$$\begin{cases} \vec{a} \perp \vec{V} & (1) \\ \vec{a} \perp \vec{B} & (2) \end{cases}$$

العلاقة (1) تعني أن الحركة مستوية توجد في المستوى المتعامد مع \vec{B} والذي يضم \vec{V} .
العلاقة (2) تعني أن التسارع منظم أي :

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

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

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

خلاصة :

في مجال مغناطيسي منتظم حركة دقيقة مشحونة في مجال مغناطيسي 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 : : $R = \frac{m \cdot V_0}{|q| \cdot B}$

الدراسة الطاقية :

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

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

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

الطاقة الحركية للدقيقة تبقى ثابتة $E_c = cte$

خلاصة :

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

4- الانحراف المغناطيسي :

-تدخل حزمة من الإلكترونات الى حيز من الفضاء عرضه ℓ من مجال مغناطيسي متجهته \vec{B} بسرعة \vec{V}_0 عمودية على \vec{B} .

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

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

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

-نسمي الانحراف المغناطيسي المقدار $D_m = O'N$.

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 : $\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ ولدينا أيضا $\ell \ll L$ فإن :

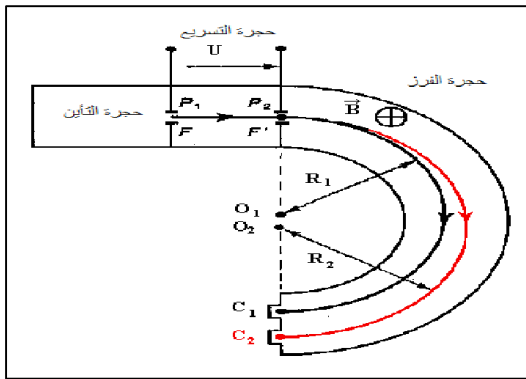
$$R = \frac{m \cdot V_0}{|q| \cdot B} \quad \text{مع} \quad \frac{\ell}{R} = \frac{D_m}{L}$$

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

الانحراف المغناطيسي يتناسب اطرادا مع شدة المجال المغناطيسي .

5- تطبيقات :

5.1- راسم الطيف :



يستعمل راسم الطيف للمكتلة لفرز العناصر الكيميائية باستعمال مجال

كهرساكن ومجال مغناطيسي .

يتكون راسم الطيف للمكتلة من :

- حجرة التأين : تنطلق منها الأيونات بسرعة منعدمة .
- حجرة التسريع : يتم فيها تسريع الأيونات بواسطة مجال كهرساكن منتظم وتغادرها الأيونات بسرعة \vec{V} .
- حجرة الفرز : تخضع فيها الأيونات الى مجال مغناطيسي متجهته $\vec{V} \perp \vec{B}$ ويكون مسارها نصف دائرة .
- تدخل الدقائق الى حجرة الفرز بسرعة وكثافة 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 علبتين يوجد مجال كهرساكن منتظم ومتناوب .
يتم تسريع الدقيقة كلما دخلت المجال الكهرساكن .وفي النهاية تغادر الدقيقة السيكلوترون بسرعة كبيرة .

