

الحركات المستوية

Mouvements plans

الدرس الثاني عشر

I. حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم.

1. تعريف:

.....
.....
.....

2. دراسة حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم:

نرسل من نقطة O قذيفة (كرية) كتلتها m بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ ،
وندرس حركتها في مجال الثقالة الذي نعتبره منتظما $g = cte$.

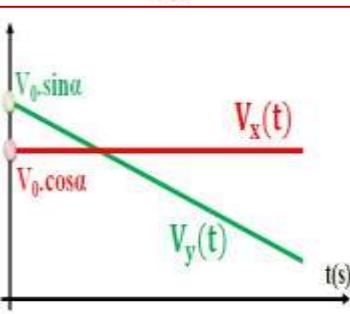
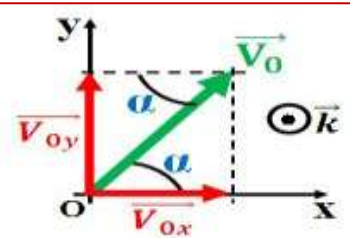
تتم هذه الدراسة في مرجع أرضي نعتبره غاليليا حيث نمعلم
مواضع G في كل لحظة بإحداثياتها في معلم متعامد ممنظم
 $R(O; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k})$ مرتبط بالمرجع الأرضي.

تكون متجهة السرعة البدئية $\vec{V}_0$ زاوية α مع الخط الأفقي
تسمى كما نختار لحظة إطلاق القذيفة أصلا للتواريخ.

أ. متجهة التسارع (المعادلات التفاضلية):

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ب. متجهة السرعة:



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ج. متجهة الموضع:

[illegible]

● ملاحظات:

- بما أن $z(t) = 0$ فإن الحركة تتم في المستوى (xOy) أي في المستوى الرأسي الذي يشمل متجهة السرعة الابتدائية وبالتالي فإن حركة القذيفة **حركة مستوية**.
- على المحور الأفقي (Ox) حركة G **حركة مستقيمة منتظمة**، حيث $x(t)$ خطية والسرعة $V_x(t)$ ثابتة.
- على المحور الرأسي (Oy) حركة G **حركة مستقيمة متغيرة بانتظام**، حيث $y(t)$ دالة من الدرجة الثانية والتسارع a_y ثابت.

3. مميزات المسار:

أ. معادلة المسار:

معادلة المسار هي العلاقة التي تجمع بين إحداثيتي النقطة G للمتحرك، و بما أن الحركة تتم في المستوى (xOy) إذن يفترض إيجاد تعبير $y(t)$ بدلالة $x(t)$ للحصول على معادلة المسار، و ذلك بإقصاء الزمن بين المعادلتين الزمئيتين $x(t)$ و $y(t)$ ، بحيث :

[illegible]

ب. المدى الرأسى (قمة المسار F):

نسمى **قمة المسار** الارتفاع القصوى الذي تصل إليه القذيفة بالنسبة لارتفاعها البدئي و الذي يطابق F في المسار.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. A single vertical red margin line runs down the center of the page, creating two equal-width columns. The lines are evenly spaced and extend across the entire width and height of the page.

ملاحظة:

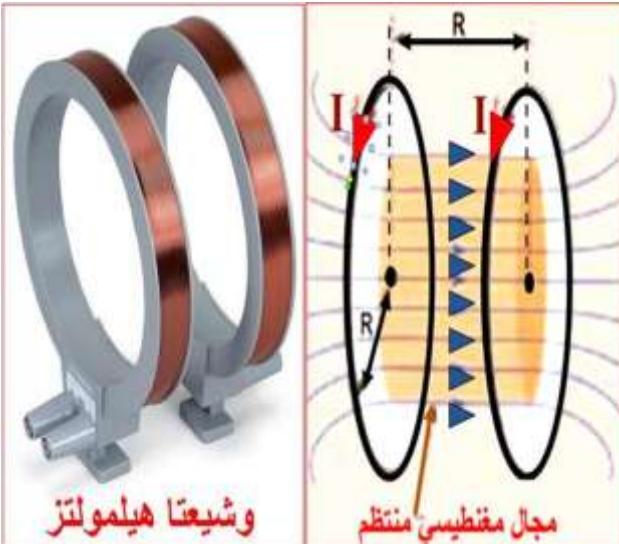
ج. المدى الأفقي (المدى OP):

نسمي **المدى** المسافة بين الموضع البدئي للقذيفة لحظة انطلاقها (غالبا النقطة O) و الموضع P أثناء سقوط القذيفة بحيث تنتمي P إلى المحور الأفقي الذي يشمل الموضع البدئي.

ملاحظة:

II. حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم.

1. المجال المغنطيسي المنتظم:



يكون **المجال المغنطيسي منتظما** إذا كان لمتجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ نفس المميزات في نقط مختلفة من الفضاء.

للحصول على مجال مغنطيسي منتظم نستعمل وشيعةتين يمر فيهما تيارا كهربائيا، حيث تتغير شدة المجال المغنطيسي بتغير شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعةتين. تسمى هاتين الوشيعةتين بـ "**وشيعةتا هيلمولتز**".

بالنسبة لمستوى الورقة نرمز لمتجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ في كل حالة من الحالات التالية كما يلي:

- ♦ إذا كانت $\vec{B}$ داخلة إلى الورقة نكتب $(\vec{B} \otimes)$.
- ♦ إذا كانت $\vec{B}$ خارجة من الورقة نكتب $(\vec{B} \odot)$.

2. القوة المغناطيسية (قوة لورنتز):

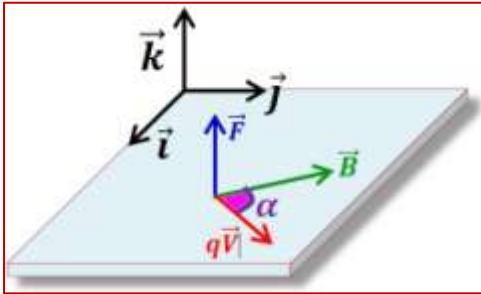
أ. تعريف:

تخضع دقيقة مشحونة شحنتها q ، و تتحرك بسرعة متجهتها $\vec{v}$ داخل مجال مغناطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ ، إلى قوة مغناطيسية $\vec{F}$ تسمى، تحددها العلاقة المتجهية جانبه.

حيث يمثل $q\vec{v} \wedge \vec{B}$ الجداء المتجهي للمتجهتين $q\vec{v}$ و $\vec{B}$. كما أن معرفة مميزات المتجهتين $q\vec{v}$ و $\vec{B}$ يمكننا من استنتاج مميزات القوة $\vec{F}$.

ب. مميزات قوة لورنتز:

- ◆ **نقطة التأثير:** هي الدقيقة المشحونة نفسها باعتبارها نقطية.
- ◆ **خط التأثير:** المستقيم العمودي على المستوى $(\vec{v}; \vec{B})$ ، حيث تكون $\vec{F}$ عمودية على $\vec{v}$ و $\vec{B}$.
- ◆ **المنحى:** هو المنحى بحيث يكون ثلاثي الأوجه $(q\vec{v}; \vec{B}; \vec{F})$ ، مباشرا، و يحدد كذلك بطريقة اليد اليمنى.
- ◆ **الشدة:** تعرف بالعلاقة التالية:



حيث:

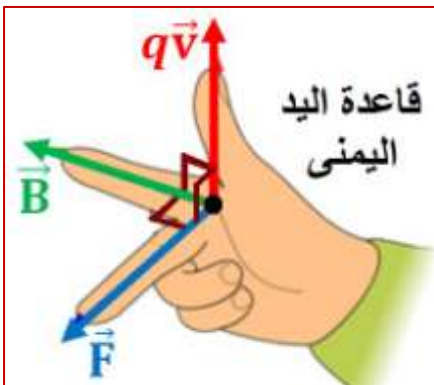
q : شحنة الدقيقة بالكولوم (C) - v : سرعتها بـ (m/s) - B : شدة المجال المغناطيسي بالتسلا (T) - F : شدة قوة لورنتز بالنيوتن (N) - α : الزاوية التي تكونها $\vec{v}$ و $\vec{B}$.

ملاحظات:

- إذا كانت v منعدمة ($v=0$) فإن F تكون منعدمة رغم وجود المجال المغناطيسي. ومنه نستنتج أن المجال المغناطيسي لا يؤثر على دقيقة مشحونة توجد في حالة سكون.

ج. تحديد منحى قوة لورنتز:

يمكن تحديد منحى قوة لورنتز باستعمال قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى بحيث يمثل: الإبهام (منحى $q\vec{v}$) - السبابة (منحى $\vec{B}$) - الوسطى (منحى $\vec{F}$).



مثال:

باستعمال قاعدة اليد اليمنى حدد منحى قوة لورنتز في كل حالة من الحالات التالية:			
توجيه: إذا كانت $q > 0$ فإن $q\vec{v}$ نفس منحى $\vec{v}$ ، وإذا كانت $q < 0$ فإن $q\vec{v}$ منحى معاكس لمنحى $\vec{v}$.			
$q > 0$	$q > 0$	$q < 0$	$q < 0$

3. الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم:

.....

.....

.....

.....

.....

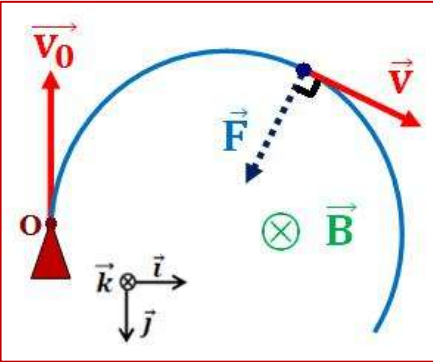
.....

.....

4. دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم:

نعتبر دقيقة ذات شحنة $q < 0$ في حركة داخل مجال مغنطيسي منتظم ثابت حيث متجهة سرعتها $\vec{v}$ عمودية على $\vec{B}$ متجهة المجال المغنطيسي.

أ. تعبير التسارع:



.....

.....

.....

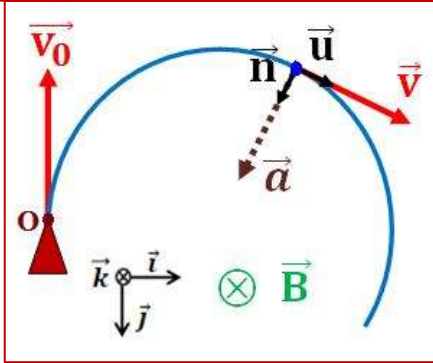
.....

.....

.....

.....

ب. تعبير التسارع في أساس فريني:



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ج. دور الحركة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

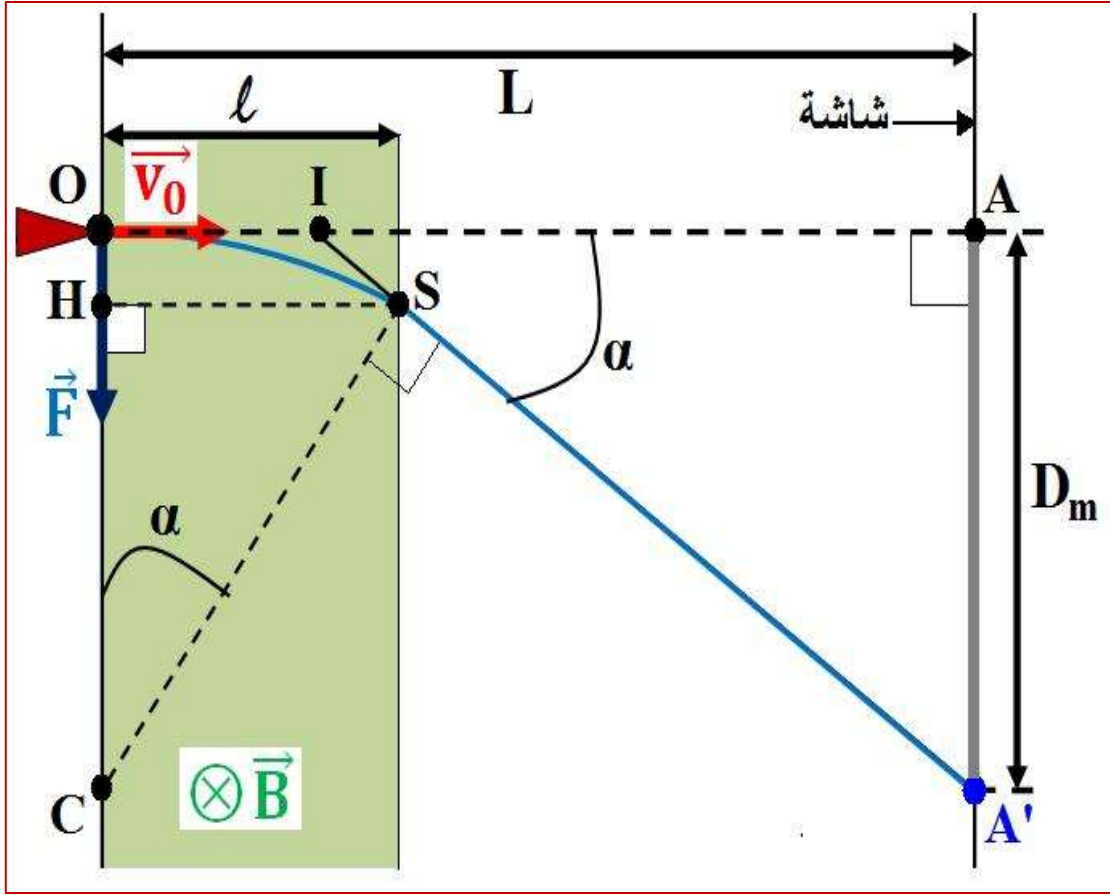
5. الانحراف المغنطيسي:

تدخل حزمة تتكون من نفس الدقائق، كتلة الدقيقة الواحدة هي m وشحنتها q ، من O في حيز من الفضاء عرضه l يسود فيه مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$. سرعة كل دقيقة عند O هي v_0 متجهتها $\vec{v}_0$ عمودية على $\vec{B}$.

مسار الدقائق داخل المجال المغنطيسي مسار دائري شعاعه $r = \frac{m.v}{|q|.B}$.

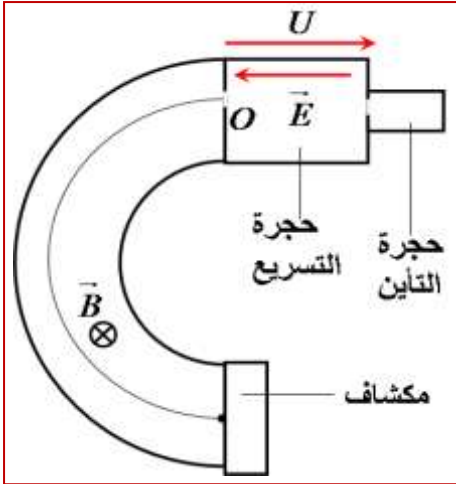
تغادر هذه الدقائق المجال المغنطيسي في النقطة S . فتأخذ حركة مستقيمة منتظمة (نهمل وزن الدقيقة)، مسارها يجسده المماس للمسار الدائري في S لتتصادم بشاشة تبعد عن النقطة O بالمسافة L عند النقطة A' .

في غياب المجال المغنطيسي تصطدم الدقائق بالشاشة في النقطة A ، حيث يمثل المقدار $D_m = AA'$ ، و يشكل المقدار α (أنظر الشكل)



III. تطبيقات.

1. راسم الطيف للكتلة: (spectromètre)



راسم الطيف للكتلة جهاز يمكن من فرز أيونات ذات كتل أو شحن مختلفة و ذلك باستعمال مجال كهرساكن ومجال مغنطيسي يتكون راسم الطيف للكتلة من نوع دمبستير من:

- ♦ حجرة التآين حيث تنتج الأيونات.
- ♦ حجرة التسريع حيث تدخل الأيونات بسرعة تكاد تكون منعدمة لتسرع بواسطة مجال كهرساكن $\vec{E}$ محدث بواسطة توتر U ، تخرج الأيونات من حجرة التسريع عند النقطة O بالسرعة $\vec{v}_0$ حيث تخضع لتأثير مجال مغنطيسي منتظم $\vec{B}$ فتحدث وفق مسار يشكّل قوسا من دائرة شعاعها: $r = \frac{m \cdot v_0}{|q| \cdot B}$.

- ♦ مكشاف حيث يُجمَع الدقائق و قد تكون صفيحة فوتوغرافية أو عداد (كعداد جيجر ميلر) بالنسبة لقيمتي B و U ثابتتين تتميز الأيونات بنفس خارج القسمة $\frac{|q|}{m}$ فيكون لها نفس المسار الدائري ذي الشعاع r وبمعرفة قيمة r يتم تعيين المقدار $\frac{|q|}{m}$ وبالمقابل فإن الأيونات التي لها نفس الشحنة و ليس لها نفس الكتلة ، تكون مساراتها مختلفة بحيث يتناسب شعاع كل مسار مع $\sqrt{m}$ و بذلك يصير من الممكن فرزها.

2. السيكلوترون:

السيكلوترون جهاز مُسرّع للدقائق يتكون من علبتين نصف أسطوانيتين مفرغتين و موضوعتين أفقيا في مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$.

يطبق بين هاتين العلبتين توتر متناوب U يساوي دوره T مدة دوران الدقيقة طول مساره الدائري، في اللحظة التي يكون فيها المجال الكهربائي أقصى، يبعث المنبع أيونات فتسرع نحو العلبة (D_1) حيث تنجز نصف دورة حسب مسارها الدائري خلال مدة زمنية تساوي $T/2$ ولحظة خروجها من العلبة (D_1) يصير المجال الكهرساكن أقصى، فيتم تسريعها من جديد نحو العلبة (D) لتنجز داخلها حركة وفق مسار نصف دائري ذي شعاع أكبر وهكذا و بعد كل عبور من علبة إلى أخرى يتزايد شعاع مسار الدقائق الدائري و سرعتها فتتزايد طاقتها الحركية.

