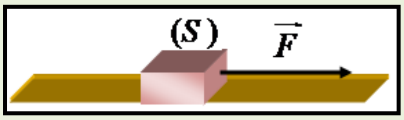
I-حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي وعلى مستوى مائل

1-حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي:

نشاط:

نعتبر جسم صلب (S) كتلته m في حركة إزاحة مستقيمية فوق مستوى أفقي تحت تأثير قوة $\vec{F}$ ثابتة وخط تأثيرها موازي للمستوى الأفقي (أنظر الشكل).



1-أجرد القوى المطبقة على الجسم (S) أثناء حركته على المستوى الأفقي.

2-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد تعبير تسارع مركز قصور الجسم (S) في الحالتين:

أ - إذا كان التماس بين الجسم (S) والمستوى الأفقي يتم بدون احتكاك.

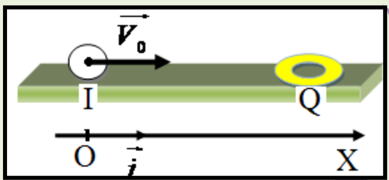
ب -إذا كان التماس بين الجسم (S) والمستوى الأفقي يتم باحتكاك.

3-استنتج طبيعة حركة مركز قصور الجسم (S) في الحالتين.

تطبيق 1:

أرسل لاعب الغولف كرة الغولف، كتلتها $m = 45g$، من نقطة I بسرعة بدئية $\vec{V_0}$ بهدف إيصالها إلى الحفرة Q دون أن تفقد تماسها مع المستوى الأفقي. ندرس حركة G مركز قصور الكرة في المعلم $(O,\vec{i})$، ونختار لحظة إرسال الكرة أصلا للتواريخ. نعتبر أن الكرة تخضع أثناء حركتها لاحتكاكات مكافئة لقوة وحيدة متجهتها $\vec{f}$ ثابتة ومعاكسة لمنحى الحركة وشدتها $f = 2,25.10^{-2}N$.

نعطي: $g = 10m.s^{-2}$.



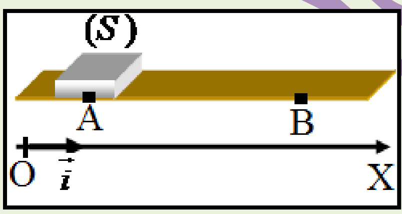
1-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الكرة.

2-استنتج طبيعة حركة G.

3-حدد قيمة V_0 علما أن الكرة وصلت إلى الحفرة بسرعة منعدمة، وأن الحركة استغرقت مدة $\Delta t = 4s$.

تطبيق 2:

ينطلق جسم صلب (S) كتلته $m = 300g$ وفق مسار مستقيمي من موضع A بسرعة $V_A = 72Km.h^{-1}$ ليصل إلى موضع B بسرعة منعدمة.



1-حدد طبيعة الحركة.

2-أوجد المعادلات الزمنية للحركة.

3-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

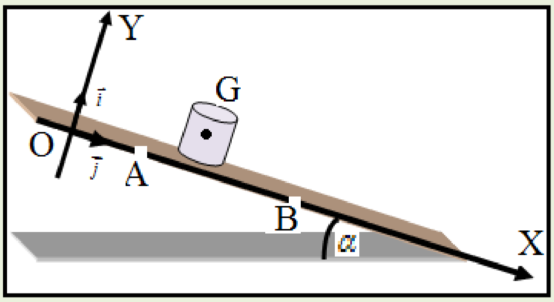
أ - أوجد تعبير إحداثيات القوة المقرونة بتأثير المستوى الأفقي.

ب -استنتج شدتها.

4-بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أوجد زاوية الاحتكاك الساكن.

نعطي: $g = 10m.s^{-2}$ و $AB = 100m$.

2-حركة جسم صلب فوق مستوى مائل:



نشاط:

ينطلق حامل ذاتي، كتلته $m = 500g$، من نقطة A بدون سرعة بدئية عند لحظة $t = 0$ نختارها أصلا للتواريخ، فوق منضدة مائلة بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي، فينزلق حسب الخط الأكبر ميلا.

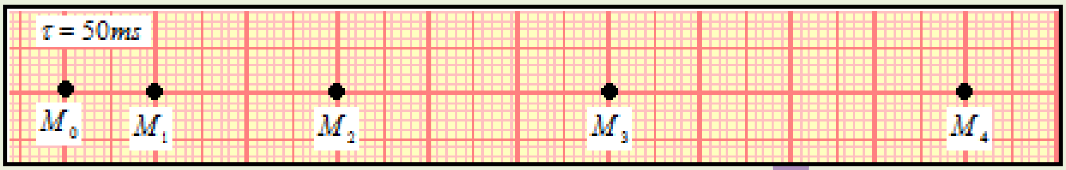
1-نعتبر جميع الاحتكاكات مهملة. ونأخذ $g = 10 m.s^{-2}$.

1-1-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد تعبير التسارع a وأحسب قيمته ثم حدد طبيعة الحركة.نعطي $OA = 10cm$.

1-2-استنتج المعادلة الزمنية للحركة في المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$.

1-3-أحسب V_B سرعة الحامل الذاتي لحظة مروره من الموضع B.نعطي $OB = 50cm$.

2-أعطت الدراسة التجريبية لحركة الحامل الذاتي التسجيل التالي:



2-1-ما طبيعة الحركة؟ علل الجواب

2-2-أحسب 'a قيمة التسارع المحصل تجريبيا وقارنه مع a.هل فعلا الاحتكاكات مهملة؟ علل الجواب

2-3-نمثل الاحتكاكات بقوة ثابتة و مماسة للمسار شدتها f.

أ - أحسب الشدة f.

ب -باعتمادك على التسجيل، أحسب السرعة V_1 عند الموضع M_1 وأكتب المعادلة الزمنية للحركة باعتبار M_0 أصلا للأفاصيل ولحظة تسجيل الموضع M_1 أصلا للتواريخ.

II-حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم

1-تعريف:

نسمي قذيفة كل جسم صلب يرسل على مقربة من سطح الأرض بسرعة بدئية $\vec{V_0}$.

2-الدراسة النظرية لحركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم:

أ - نشاط:

نرسل من نقطة O، عند اللحظة $t = 0$، قذيفة (كرية) ذات كتلة m بسرعة بدئية $\vec{V_0}$ غير رأسية، تكون زاوية α مع المستوى الأفقي تسمى زاوية القذف، في مجال الثقالة الذي معتبره منتظما.

نمعلم مواضع G مركز قصور الكرية في كل لحظة بالإحداثيات الديكارتية في معلم متعامد ممنظم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بسطح الأرض.نهمل جميع الاحتكاكات.

1-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرية خلال حركتها في مجال الثقالة المنتظم، أوجد إحداثيات $\vec{a_G}$ متجهة تسارع مركز قصور الكرية في المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$.

2-أوجد تعبير الإحداثيتين V_{0X} و V_{0y} لمتجهة السرعة البدئية $\vec{V_0}$ بدلالة V_0 و α.

3-حدد تعبير الإحداثيتين $V_X(t)$ و $V_y(t)$ لمتجهة السرعة خلال حركة الكرية.

4-أوجد تعبير المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة الكرية.

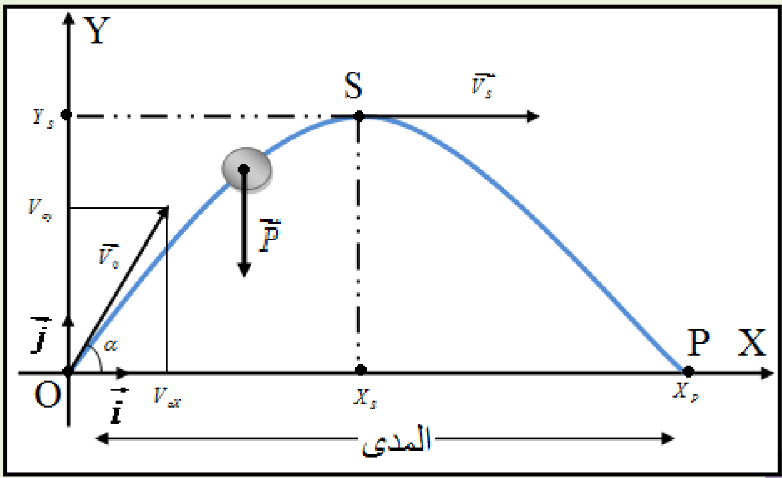
5-أوجد معادلة المسار المتبع من طرف G مركز قصور الكرية خلال حركتها في مجال الثقالة.وحدد طبيعة المسار.

6-المدى La portée: هو المسافة الفاصلة بين موضع إنطلاق القذيفة وموضع سقوطها.

لتكن X_P و Y_P إحداثيات P موضع سقوط الكرية في المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$.أوجد تعبير X_P بدلالة V_0، g و α.

7-قمة المسار S : هي أعلى نقطة تصل إليها القذيفة.

لتكن X_S و Y_S إحداثيات S قمة مسار الكرية في المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$.أوجد تعبير Y_S بدلالة V_0، g و α.



ب- تحليل النشاط:

1-نعتبر المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$ المرتبط بسطح الأرض معلما غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرية أثناء سقوطها الحر في مجال الثقالة المنتظم نكتب: $\sum \vec{F_{ext}} = \vec{P} = m.\vec{a_G}$ وبما أن $\vec{P} = m.\vec{g}$ فإن $\vec{a_G} = \vec{g}\,(*)$ نسقط هذه العلاقة في المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$ فنجد أن $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$.

ملحوظة:

- بما أن $a_x = 0$ فإن الحركة المسقطة على المحور (OX) حركة مستقيمية منتظمة.
- بما أن $a_y = -g$ فإن الحركة المسقطة على المحور (OY) حركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

2-من خلال الشكل نستنتج أن: $\begin{cases} V_{0x} = V_0.\cos\alpha \\ V_{0y} = V_0.\sin\alpha \end{cases}$

3- تعبير الإحداثيتين $V_x(t)$ و $V_y(t)$ لمتجهة السرعة خلال حركة الكرية:

$$\begin{cases} a_x = \dfrac{dV_x}{dt} \\ a_y = \dfrac{dV_y}{dt} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x(t) = \int a_x.dt = V_{0x} = V_0.\cos\alpha \\ V_y(t) = \int a_y.dt = -g.t + V_{0y} = -g.t + V_0.\sin\alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x(t) = V_0.\cos\alpha \\ V_y(t) = -g.t + V_0.\sin\alpha \end{cases}$$

4- تعبير المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة الكرية:

$$\begin{cases} V_x = \dfrac{dx}{dt} \\ V_y = \dfrac{dy}{dt} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = \int V_x.dt = \int (V_0.\cos\alpha)dt \\ y(t) = \int V_y.dt = \int (-g.t + V_0.\sin\alpha)dt = \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = (V_0.\cos\alpha).t + X_0 \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + (V_0.\sin\alpha).t + Y_0 \end{cases}$$

وحسب الشروط البدئية لدينا $(X_0 = 0; Y_0 = 0)$ إذن $\begin{cases} x(t) = (V_0.\cos\alpha).t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + (V_0.\sin\alpha).t \end{cases}$

5-معادلة المسار:

$$\begin{cases} x(t) = (V_0.\cos\alpha).t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + (V_0.\sin\alpha).t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \dfrac{x}{V_0.\cos\alpha} \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + (V_0.\sin\alpha).t \end{cases} \Rightarrow y(x) = -\frac{1}{2}g.\left(\frac{x}{V_0.\cos\alpha}\right)^2 + (V_0.\sin\alpha).\left(\frac{x}{V_0.\cos\alpha}\right)$$

وبالتالي : $y(x) = -\dfrac{g}{2(V_0.\cos\alpha)^2}.x^2 + (tg\,\alpha).x$.

بما أن معادلة المسار تكتب على شكل $y(x)=A.x^2+B.x+C$ فإن مسار حركة الكرية في مجال الثقالة المنتظم مسار شلجمي.

6-المدى:

لدينا معادلة المسار هي $y(x)=-\dfrac{g}{2(V_0.\cos\alpha)^2}.x^2+(tg\alpha).x$ وبما أن $Y_P=0$ فإن $0=-\dfrac{g}{2(V_0.\cos\alpha)^2}.x_P^2+(tg\alpha).x_P$

أي أن: $x_P.\left(tg\alpha-\dfrac{g}{2(V_0.\cos\alpha)^2}.x_P\right)=0$

إذن $x_P=0$ (حالة سقوط رأسي=حركة مستقيمية) أو $x_P=\dfrac{V_0^2.\sin 2\alpha}{g}$ (حالة حركة مستوية).

ملحوظة: يكون المدى قصويا في حالة $\alpha=\dfrac{\pi}{4}$.

7-قمة المسار:

☒ طريقة 1:

عند النقطة S لدينا $\left(\dfrac{dy}{dx}\right)_{x=x_S}=0$ إذن $-\dfrac{g}{V_0^2.\cos^2\alpha}.X_S+tg\alpha=0 \Leftarrow X_S=\dfrac{V_0^2.\sin 2\alpha}{2g}$

نعوض في معادلة المسار فنجد $Y_S=\dfrac{V_0^2.\sin^2\alpha}{2g}$.

☒ طريقة 2:

عند النقطة S تكون متجهة السرعة أفقية (موازية للمحور (OY)) أي أن $V_{yS}=0$ وبما أن $V_y(t)=-g\,t+V_0.\sin\alpha$

فإن $t_S=\dfrac{V_0.\sin\alpha}{g}$ حيث t_S هي المدة الزمنية التي تستغرقها الكرية للوصول إلى قمة المسار(زمن الصعود).

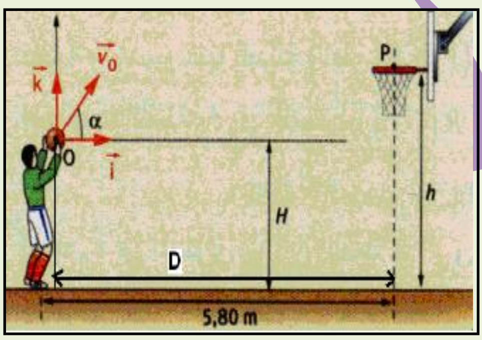
ولدينا $y(t)=-\dfrac{1}{2}g\,t^2+(V_0.\sin\alpha)t$ إذن $Y_S=\dfrac{V_0^2.\sin^2\alpha}{2g}$.

☒ طريقة 3:

بما أن الحركة المسقطة على المحور (OY) حركة مستقيمية متغيرة بانتظام فإنه بتطبيق العلاقة المستقلة عن الزمن بين الموضعين O و P نكتب: $V_{Sy}^2-V_{0y}^2=2a_y.(Y_s-Y_0)$

وبما أن $V_{Sy}=0$، $a_y=-g$. و $V_{0y}=V_0.\sin\alpha$ و $Y_0=0$ فإن $Y_S=\dfrac{V_0^2.\sin^2\alpha}{2g}$.

تطبيق:



خلال مباراة لكرة السلة يجازى كل خطأ ارتكب ضد اللاعب الخصم بإعطاء فريق هذا الأخير رميتين حرتين واللاعب الذي يكلف بتسديد الرميتين يقف وراء خط يبعد بمسافة $d=5,8m$ عن السلة التي توجد على ارتفاع $h=3,05m$ من سطح الأرض.

عند مغادرة الكرة ليد اللاعب، يوجد مركز قصورها في الموضع O على ارتفاع $H=2,34m$، وعلى المسافة $D=5,30m$ من مركز السلة.تكون متجهة السرعة البدئية $\vec{v}_0$ زاوية $\alpha=52,5°$ مع المستوى الأفقي (أنظر الشكل).

نعتبر حركة السقوط الحر للكرة في المعلم $\Re(O;\vec{i};\vec{k})$ المرتبط بمرجع أرضي.

1-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد التعبير الحرفي ل $z=f(x)$: معادلة مسار حركة مركز قصور الكرة في المعلم $\Re(O;\vec{i};\vec{k})$.

2-حدد قيمة السرعة البدئية v_0 لكي يصيب اللاعب الهدف.

III-حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

1-تعريف:

نسمي دقيقة كل جسم ذي أبعاد جد صغيرة، وتشكل الإلكترونات، البروتونات والأيونات دقائق مشحونة.

2-القوة المغنطيسية: قوة لورنتز

أ - علاقة لورنتز:

عندما تتحرك دقيقة مشحونة،شحنتها q، في مجال مغنطيسي منتظم، متجهته $\vec{B}$، بسرعة $\vec{V}$، فإنها تخضع لقوة مغنطيسية $\vec{F}$ تدعى قوة لورنتز حيث: $\vec{F}=q\vec{V}\wedge\vec{B}$

ب -مميزات قوة لورنتز:

- ❖ نقطة التأثير: هي الدقيقة ذاتها باعتبارها نقطية.
- ❖ الإتجاه: العمودي على المستوى الذي يضم $\vec{B}$ و $q\vec{V}$.
- ❖ الشدة: $F=|qV.B.\sin\alpha|$ حيث $\alpha=\left(q\vec{V},\vec{B}\right)$.
- ❖ المنحى: يحدد المنحى بحيث يكون ثلاثي الأوجه $\left(q\vec{V},\vec{B},\vec{F}\right)$ مباشرا.ويمكن تحديده بواسطة:
  - ✓ قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى حيث تشير السبابة إلى منحى $q\vec{V}$، الوسطى إلى منحى $\vec{B}$ ويشير الإبهام إلى منحى $\vec{F}$.
  - ✓ قاعدة اليد اليمنى حيث تتجه اليد اليمنى وفق المتجهة $q\vec{V}$(منحى السهم نحو رؤوس الأصابع)، تتجه راحة اليد نحو $\vec{B}$ ويشير الإبهام إلى منحى $\vec{F}$.

ملحوظة:

- ❖ تنعدم قوة لورنتز في الحالات التالية:
  - ✓ دقيقة محايدة $(q=0)$.
  - ✓ دقيقة متوقفة$(\vec{V}=\vec{0})$:لا يؤثر المجال المغنطيسي على الدقائق المشحونة المتوقفة.
  - ✓ غياب المجال المغنطيسي $(\vec{B}=\vec{0})$.
  - ✓ $\vec{B}$ و $\vec{V}$ على استقامة واحدة.
- ❖ تكون شدة قوة لورنتز قصوية في حالة $\vec{V}\perp\vec{B}$ حيث يكون لدينا $F=|q|V.B$.

3-الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم:

تخضع الدقيقة خلال حركتها في المجال المغنطيسي المنتظم لتأثير:

- ✓ قوة لورنتز: $\vec{F}=q\vec{V}\wedge\vec{B}$.
- ✓ وزنها $\vec{P}=m.\vec{g}$ الذي نعتبر مهملا أمام قوة لورنتز.

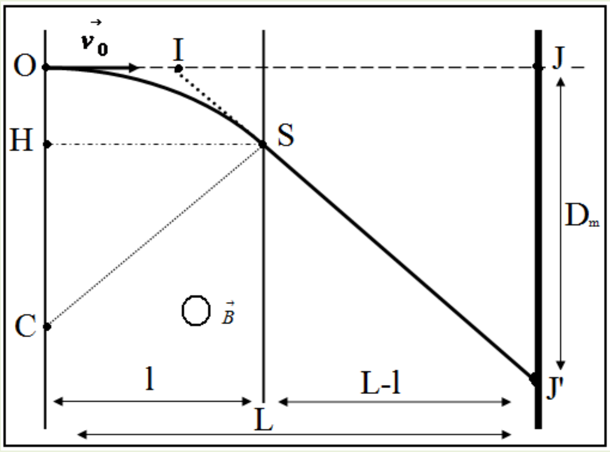
إذن قدرة الدقيقة هي $P=\vec{F}.\vec{V}$ وبما أن $\vec{F}\perp\vec{V}$ فإن $P=0$. وبما أن $P=\dfrac{dE_C}{dt}$ فإن $E_C=Cte$.

استنتاج:

المجال المغنطيسي المنتظم لا يغير الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة وحرة هذه الأخيرة تكون منتظمة.

4-دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم:

أ - نشاط



تلج دقيقة مشحونة (إلكترون)، ذات كتلة m وشحنة q، عند النقطة O حيزا من الفضاء طوله l يوجد به مجال مغنطيسي منتظم شدته B، بسرعة $\vec{v}_0$ أفقية حيث ($\vec{v}_0 \perp \vec{B}$).نحصل بواسطة جهاز خاص على جزء من مسار الدقيقة داخل المجال كما يبين الشكل أسفله.

1-بين أن حركة الدقيقة المشحونة داخل المجال المغنطيسي المنتظم حركة دائرية منتظمة وأعط تعبير شعاعها.نهمل وزن الإلكترون أمام قوة لورنتز.

2-علما أن شعاع مسار الدقيقة هو $R = 6cm$. احسب قيمة السرعة v_0

3-مثل شكلا تبين عليه $\vec{F}$ متجهة القوة المغنطيسية عند النقطتين O و S نقطة مغادرة الدقيقة للمجال المغنطيسي وزاوية الانحراف المغنطيسي α ثم احسب α.

4-علما أن تأثير الوزن يبقى مهملا: ما طبيعة حركة الدقيقة بعد خروجها من المجال المغنطيسي.

5-نسمي الانحراف المغنطيسي D_m المسافة الفاصلة بين J نقطة اصطدام الدقيقة المشحونة بالشاشة في غياب المجال المغنطيسي و J' موضع اصطدامها بالشاشة بوجود المجال المغنطيسي.

1-5-إذا علمت أن $l << L$ وأن α صغيرة جدا بين أن $D_m = \frac{|q|.B.l.L}{mV_0}$.

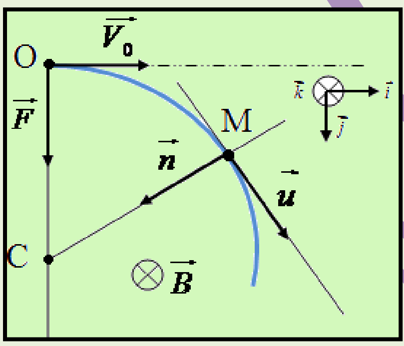
2-5-أحسب D_m.

معطيات: $m = 9{,}1.10^{-31}Kg ; e = 1{,}6.10^{-19}C ; B = 3{,}2.10^{-4}T ; l = 1{,}5cm$

ب- تحليل النشاط:

1-نعتبر المعلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ المرتبط بسطح الأرض معلما غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الدقيقة المشحونة خلال حركتها في المجال المغنطيسي المنتظم نكتب:



$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{F} = m.\vec{g} + q\vec{V} \wedge \vec{B} = m.\vec{a}$ وبما أن تأثير $\vec{P}$ مهمل أمام تأثير $\vec{F}$ فإننا نكتب $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B} = m.\vec{a}$ (*).

بما أن مسار حركة الدقيقة المشحونة في المجال المغنطيسي مسار منحني فإننا يجب أن العلاقة (*) أساس فريني $(M,\vec{u},\vec{n})$ (لأن متجهة التسارع $\vec{a}$ و متجهة قوة لورنتز $\vec{F}$ لا تحافظان على نفس الاتجاه طيلة مدة الحركة).

☒ نسقط العلاقة (*) على المحور $(O,\vec{k})$ فنجد:

$a_z = 0 \Leftarrow V_z = V_{0z} = 0 \Leftarrow z = z_0 = 0$ أي أن حركة الدقيقة حركة مستوية.

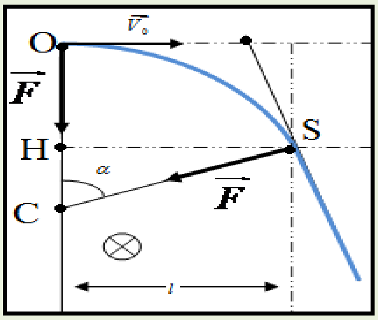
☒ نسقط العلاقة (*) على المحور $(M,\vec{u})$ فنجد:

$a_t = \frac{dV}{dt} = 0 \Leftarrow V = Cte = V_0$ أي أن حركة الدقيقة حركة منتظمة.

☒ نسقط العلاقة (*) على المحور $(M,\vec{n})$ فنجد:

$a_N = \frac{V^2}{\rho} = \frac{F}{m} = \frac{|q|.B.V}{m}$ لأن ($\vec{B} \perp \vec{V}$) وبما أن $V = V_0$ فإن $\rho = \frac{mV_0}{|q|.B} = Cte$

بما أن شعاع انحناء المسار ثابت فإن حركة الدقيقة في المجال المغنطيسي المنتظم حركة دائرية شعاعها $R = \frac{mV_0}{|q|.B}$



استنتاج:

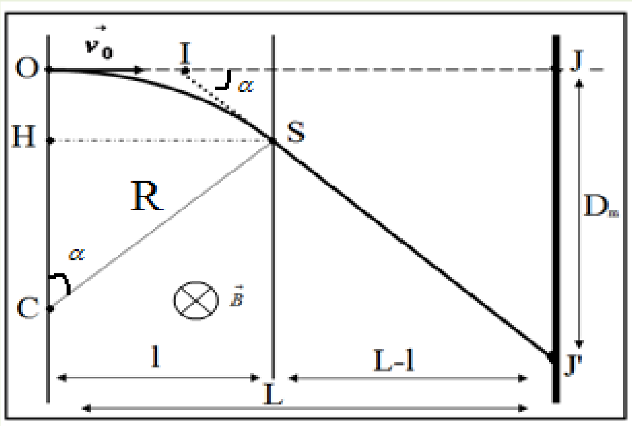
نستنتج أن حركة الدقيقة في المجال المغنطيسي المنتظم حركة دائرية منتظمة شعاعها هو $R=\frac{mV_0}{|q|.B}$.

2- لدينا العلاقة $R=\frac{mV_0}{|q|.B}$ إذن $V_0=\frac{m}{|q|.B.R}$ ولدينا

$R=6.10^{-2}m;q=-e=-1,6.10^{-19}C;m=9,1.10^{-31}Kg;B=2,3.10^{-4}T$

ت.ع. $V_0=3,38.10^6 m.s^{-1}$

3-الشكل:



لدينا في المثلث CHS: $\sin\alpha=\frac{SH}{CS}=\frac{l}{R}$ إذن $\alpha\approx 14,48°$.

4-بعد خروج الدقيقة المشحونة من المجال المغنطيسي تصبح معزولة ميكانيكيا(لا تخضع لأي تأثير) وبالتالي فحركتها خارج المجال حركة مستقيمية منتظمة(حسب مبدأ القصور).

5- لدينا في المثلث 'IJJ: $tg\alpha=\frac{JJ'}{IJ}=\frac{D_m}{L-OI}$ وبما أن $l<<L$

فإن $OI<<L$

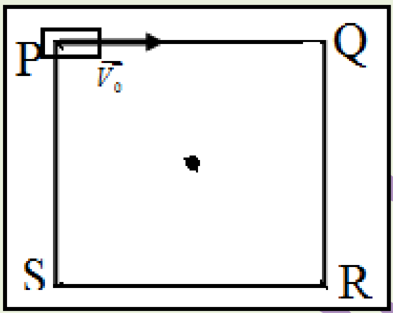
إذن $tg\alpha\approx\frac{D_m}{L}$

ولدينا في المثلث CHS: $\sin\alpha=\frac{l}{R}=\frac{|q|.B.l}{mV_0}$

وبما أن α صغيرة فإننا نكتب بتقريب مقبول $tg\alpha\approx\sin\alpha$

إذن $\boxed{D_m=\frac{|q|.B.l.L}{mV_0}}$

6- ت.ع. $D_m=8,65cm$.



تطبيق:

تلج دقيقة مشحونة (أيونات الدوثريوم $^2_1H^+$)،كتلتها m، من النقطة P حيزا من الفضاء، مربع الشكل PQRS وطول ضلعه هو $a=5cm$، يعم به مجالا مغنطيسيا منتظما متجهته $\vec{B}$، بسرعة بدئية $\vec{v}_0$.(أنظر الشكل).

1-حدد منحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ لكي تصل الدقيقة المشحونة إلى النقطة s.

2-بين أن حركة الدقيقة المشحونة حركة دائرية منتظمة شعاعها $R=\frac{mV_0}{e.B}$.

3-أحسب قيمة السرعة البدئية V_0.

4-حدد مميزات متجهة سرعة الدقيقة عند النقطة s.

نعطي: $m_p=m_n=1,67.10^{-27}Kg;e=1,6.10^{-19}C;B=0,25T$

بكالوريا بامتياز