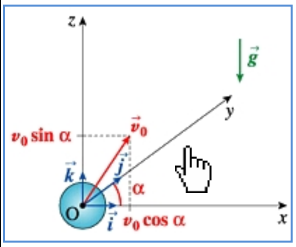
بعض تطبيقات قوانين نيوتن
(الحركات المستوية)
Quelques applications des lois de Newton



* نسمي قذيفة كل جسم يُرسل على مقربة من الأرض بسرعة بدئية $\vec{v}_0$.

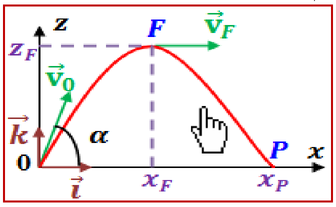
حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم : هو سقوط حر بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ غير رأسية .

نهمل تأثير الهواء . الشروط البدئية $\overrightarrow{OG}_0 = \vec{0}$ و $\vec{v}_{G_0} = v_0 \cos\alpha\, \vec{i} + v_0 \sin\alpha\, \vec{k}$

لدينا
$$\vec{a}_G(t)\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{v}_G(t)\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos\alpha \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = -gt + v_0 \sin\alpha \end{cases} \quad \text{و}$$

$$\overrightarrow{OG}(t)\begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha\, t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin\alpha\, t \end{cases}$$

على المحور $x(t)$ الحركة مستقيمية منتظمة .
بما أن $y(t) = 0$ فإن الحركة مستوية .
على المحور $z(t)$ الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام .

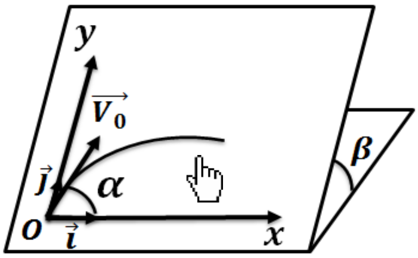


معادلة المسار $z(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x$ الحركة شلجمية

قمة المسار F هي أعلى نقطة يصل إليها مركز قصور القذيفة : $x_F = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$ و $z_F = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

المدى هو المسافة بين الموضع G_0 لمركز قصور القذيفة لحظة انطلاقها والموضع P للنقطة G أثناء سقوط القذيفة بحيث تنتمي P إلى المحور الأفقي الذي يشمل G_0 حيث $z_P = 0$ أو $x_P = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ (مع $x_P = 2x_F$)

* حركة جسم صلب على مستوى مائل بدون احتكاك :



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$

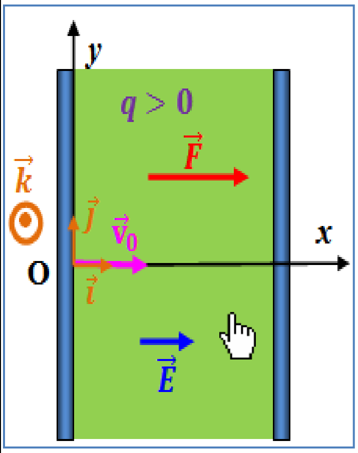
الشروط البدئية $\overrightarrow{OG}_0 = x_0\, \vec{i} + y_0\, \vec{j}$ و $\vec{v}_{G_0} = v_0 \cos\alpha\, \vec{i} + v_0 \sin\alpha\, \vec{k}$

$$\vec{a}_G(t)\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = -g\sin\alpha \\ a_z(t) = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{v}_G(t)\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos\alpha \\ v_y(t) = -(g\sin\beta)t + v_0 \sin\alpha \\ v_z(t) = 0 \end{cases}$$

و
$$\overrightarrow{OG}(t)\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos\alpha)t + x_0 \\ y(t) = -\frac{1}{2}(g\sin\beta)t^2 + (v_0 \sin\alpha)t + y_0 \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

بما أن $z(t) = 0$ فإن الحركة مستوية
$x(t)$ دالة خطية إذن الحركة مستقيمية منتظمة
$y(t)$ من الدرجة 2 إذن الحركة م متغيرة بانتظام

* حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم :



تحدث شحنة كهربائية نقطية Q مجالا كهرساكنا $\vec{E}$ حيث تخضع كل شحنة كهربائية q داخله لقوة كهرساكنة $\vec{F}$: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = k.\frac{Q}{d^2}\vec{u}$.

<u>المجال الكهرساكن منتظما</u> إذا بقيت متجهته $\vec{E}$ ثابتة في كل نقطة منه حيث $E = \frac{|U|}{d}$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F} = q\vec{E} = m.\vec{a}_G$ (نهمل الوزن).

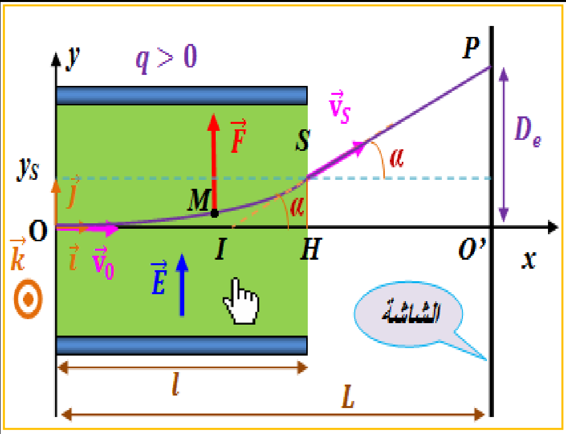
❖ إذا كانت $\vec{E}//\vec{v}_0$: الشروط البدئية $\overrightarrow{OG}_0 = \vec{0}$ و $\vec{v}_{G_0} = v_0\vec{i}$

$$\vec{a}_G(t)\begin{cases} a_x(t) = \frac{q}{m}E \\ a_y(t) = 0 \\ a_z(t) = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{v}_G(t)\begin{cases} v_x(t) = \frac{q}{m}Et + v_0 \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = 0 \end{cases} \quad \text{و}$$

$$\overrightarrow{OG}(t)\begin{cases} x(t) = \frac{q}{2m}Et^2 + v_0 t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

بما أن $y(t) = 0$ و $z(t) = 0$ فالحركة تتم الحركة على المحور $(O, \vec{i})$ بتسارع ثابت
$x(t)$ من الدرجة 2 أي حركة الدقيقة على المحور $(O, \vec{i})$ مستقيمية متغيرة بانتظام

الجزء الرابع : الميكانيك الوحدة 2 ذ . هشام محجر	**بعض تطبيقات قوانين نيوتن** **(الحركات المستوية)** *Quelques applications des lois de Newton*	بسم الله الرحمن الرحيم الثانية باكالوريا الفيزياء – ع ف/ ع ر الصفحة : $\frac{2}{4}$



❖ إذا كانت : $\vec{E} \perp \vec{v}_0$

$$\vec{a}_G(t)\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = \frac{q}{m}E \\ a_z(t) = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{v}_G(t)\begin{cases} v_x(t) = v_0 \\ v_y(t) = \frac{q}{m}Et \\ v_z(t) = 0 \end{cases} \quad \text{و}$$

$$\overrightarrow{OG}(t)\begin{cases} x(t) = v_0 t \\ y(t) = \frac{q}{2m}Et^2 \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

$x(t)$ دالة خطية أي الحركة مستقيمية منتظمة

$y(t)$ من الدرجة 2 أي الحركة م متغيرة بانتظام

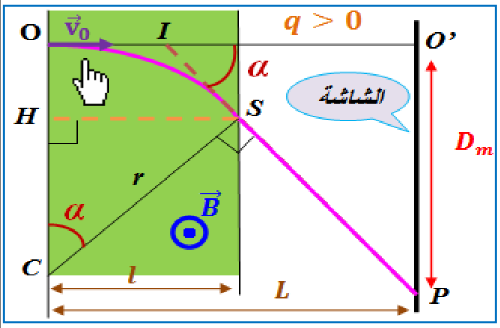
$z(t) = 0$ فالحركة تتم على المستوى بتساوع ثابت

معادلة المسار : $y = \frac{qE}{2mv_0^2}x^2$: **إحداثيات** $\vec{v}_S$:

$$\vec{v}_S\begin{cases} v_{S_x}(t) = v_0 \\ v_{S_y}(t) = \frac{qE}{m}.\frac{l}{v_0} \\ v_{S_z}(t) = 0 \end{cases}$$

الانحراف الزاوي α : $\tan\alpha = \frac{v_{S_y}}{v_{S_x}} = \frac{qEl}{mv_0^2}$ مع $t_S = \frac{l}{v_0}$

إحداثيات S **نقطة الخروج :** $x_S = l$ و $y_S = \frac{qE}{2mv_0^2}l^2$ **الانحراف الكهرساكن** D_e : $D_e = \frac{ql}{mdv_0^2}\left(L - \frac{l}{2}\right)|U|$



* حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم :

تخضع دقيقة مشحونة ، ذات شحنة q تتحرك بسرعة متجهتها $\vec{v}$ داخل مجال مغنطيسي متجهته $\vec{B}$ ، إلى قوة مغنطيسية $\vec{F}$ تسمى قوة لورنتز

تحددها العلاقة : $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ مع $F = |q.v.B.\sin\theta|$

نطبق ق 2 لنيوتن $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m.\vec{a}_G$ (نهمل الوزن)

الشروط البدئية $\overrightarrow{OG}_0 = \vec{0}$ و $\vec{v}_{G_0} = v_0\vec{j}$

لقوة لورنتز قدرة منعدمة $P = \vec{F}.\vec{v} = 0$ إذن $v(t) = v_0 = cte$

لدينا $\vec{a}_G = \frac{dv}{dt}\vec{u} + \frac{v^2}{\rho}\vec{n} = \frac{v_0^2}{\rho}\vec{n} = \frac{|q|v_0B\sin\theta}{m}\vec{n}$ وبما أن $\vec{v} \perp \vec{B}$ فإن $\rho = \frac{mv_0}{|q|B} = cte$ إذن المسار دائري

وبالتالي الحركة دائرية منتظمة مسارها يوجد في المستوى العمودي على $\vec{B}$ و شعاعها : $r = \frac{mv_0}{|q|B}$ ودور الحركة

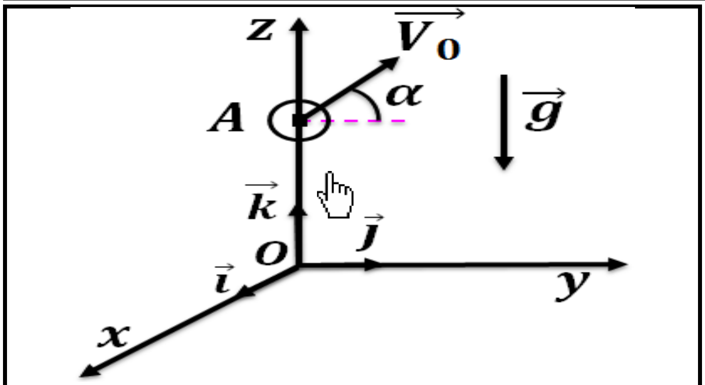
$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi.r}{v_0} = \frac{2\pi.m}{|q|B}$. **الانحراف المغنطيسي** $D_m = O'P = \frac{L.l.|q|}{mv_0}B$ **الانحراف الزاوي** $\alpha = (\overrightarrow{CO}, \overrightarrow{CS})$

تمرين 1 :

يرسل لاعب الكرة الحديدية $(joueur\ de\ pétanque)$ كرة ، كتلتها m ، من نقطة A توجد على ارتفاع $OA = h = 1,5\ m$ من سطح الأرض بسرعة بدئية متجهتها $\vec{v}_0$ تكوّن زاوية $\alpha = 60°$ مع المستوى الأفقي المار من A . نأخذ : $g = 9,8\ m.s^{-2}$

تسقط الكرة على سطح الأرض على مسافة $d = 7,2\ m$ من الخط الرأسي المار من A .

1- أوجد معادلة مسار مركز القصور للكرة الحديدية في المعلم $\mathcal{R}(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.



2- احسب قيمة السرعة البدئية V_0 .

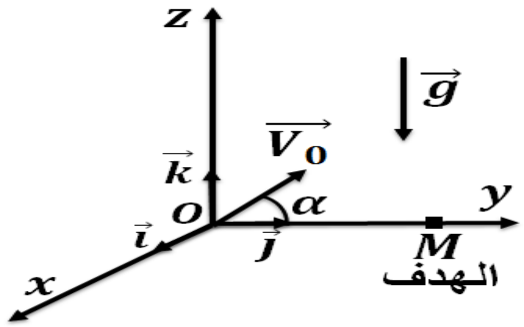
3- أوجد ، بدلالة d و h و α ، تعبير D المسافة الفاصلة بين قمة المسار F وسطح الأرض . ثم احسبها .

بعض تطبيقات قوانين نيوتن
(الحركات المستوية)
Quelques applications des lois de Newton

ذ . هشام محجر

تمرين 2 :

يطلق مدفع قذيفة من نقطة O بسرعة بدئية $V_0 = 300\,m.s^{-1}$ لإصابة هدف يوجد في نقطة توجد على مسافة $L = OM = 6\,km$.

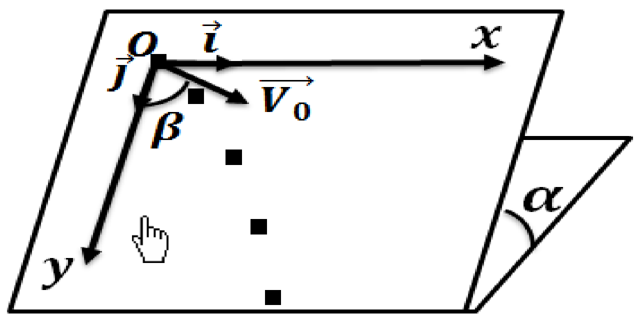


حدد زاويتي القذف α_1 و α_2 الممكنتين لإصابة الهدف .

تمرين 3 :

نرسل حاملا ذاتيا في لحظة تاريخها $t = 0$ بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ على منضدة مائلة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي .

ندرس حركة المفجر المركزي للحامل الذاتي في معلم متعامد ممنظم $\mathcal{R}(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ مرتبط بالمنضدة حيث المحور $(O,\vec{\imath})$ متواز مع الخط الأكبر ميلا للمستوى المائل للمنضدة .



مكنت الدراسة التجريبية للحركة من الحصول على المعادلتين الزمنيتين:

$$\begin{cases} x = 0,2\,t & (1) \\ y = 0,4\,t^2 + 0,1\,t & (2) \end{cases}$$

1- ما طبيعة حركة مركز القصور G للحامل الذاتي على المحور $(O,\vec{\imath})$ وعلى المحور $(O,\vec{\jmath})$ ؟ علل جوابك .

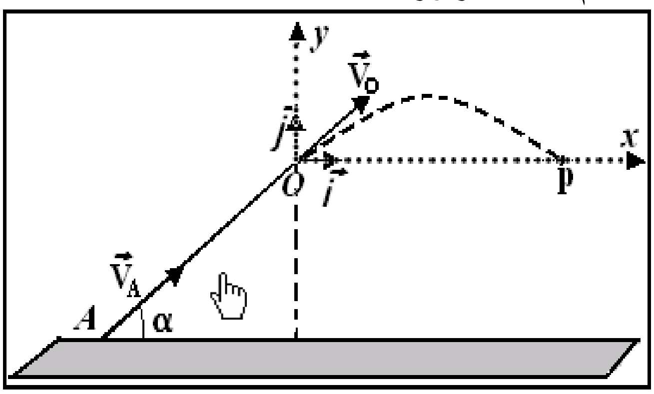
2- أوجد معادلة المسار وحدد طبيعته .

3- اكتب تعبير متجهة السرعة $\vec{V}_G$ لمركز القصور G بدلالة الزمن ، ثم احسب قيمة السرعة V_0 ، استنتج قيمة الزاوية β التي تكونها المتجهة $\vec{V}_0$ مع المحور $(O,\vec{\imath})$.

4- أوجد مميزات متجهة التسارع $\vec{a}_G$ لمركز قصور الحامل الذاتي .

تمرين 4 :

تنطلق نحو الأعلى بدون احتكاك ، من موضع A على سكة OA مائلة بزاوية $\alpha = 60°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، كرية (S) كتلتها m نعتبرها نقطية ، بسرعة بدئية $v_A = 6\,m.s^{-1}$. تغادر الكرية السكة عند وصولها إلى النقطة O بسرعة $\vec{v}_0$ ، لتواصل حركتها في مجال الثقالة المنتظم تحت تأثير وزنها $\vec{P}$.



1- اعط نص مبرهنة الطاقة الحركية .

2- اكتب تعبير الطاقة الحركية E_C للكرية بدلالة كتلة الكرية m وسرعتها v .

3- احسب شغل الوزن $\vec{P}$ للكرية بين النقطتين A و O .
هل هذا الشغل محرك أم مقاوم ؟

4- بين أن سرعة الكرية عند O هي $v_0 = 4\,m.s^{-1}$.

5- تكتب معادلة المسار لحركة الكرية في المستوى $(\vec{ox},\vec{oy})$ كما يلي : $y = \dfrac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha$

1-5- ما طبيعة حركة الكرية في مجال الثقالة ؟ علل جوابك .

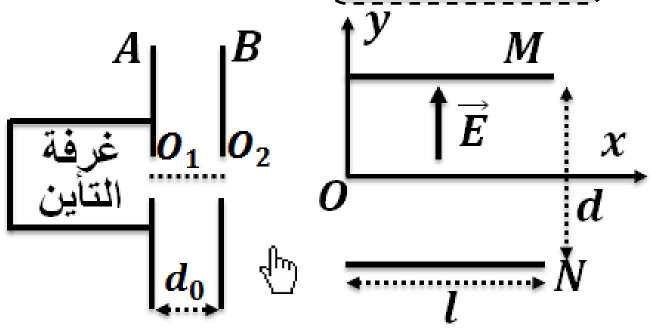
2-5- أوجد تعبير أفصول المدى x_P بدلالة g و v_0 و α ثم احسب قيمته (P توجد على استقامة واحدة مع O).

نعطي : $g = 10\,m.s^{-2}$ و $m = 0,3\,kg$ و $OA = 1,16\,m$.

بعض تطبيقات قوانين نيوتن
(الحركات المستوية)
Quelques applications des lois de Newton

ذ . هشام محجر

تمرين 5 :



1- تغادر أيونات Ag^+ غرفة التأين عند O_1 بدون سرعة بدئية لتسرع بعد ذلك بواسطة مجال كهرساكن أفقي و منتظم $\vec{E}_0$ محدث بين الصفيحتين الرأسيتين A و B حيث $U_0 = U_{AB} = V_A - V_B = 400V$ و $d_0 = 4cm$.

1-1- حدد منحى $\vec{E}_0$ و احسب منظمه .

1-2- احسب F_0 شدة القوة الكهرساكنة المطبقة على الأيون Ag^+ بين الصفيحتين الرأسيتين A و B .

نعطي : الشحنة الابتدائية $e = 1,6.10^{-19}\ C$

1-3- احسب كتلة الأيون Ag^+ ، و استنتج وزنه ثم قارنه مع F_0 . ماذا تستنتج ؟

نعطي : $\mathcal{M}(Ag) \approx \mathcal{M}(Ag^+) = 108\ g.mol^{-1}$ و $\mathcal{N}_A = 6.10^{23}\ mol^{-1}$ و $g = 10\ N.kg^{-1}$

1-4- بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الأيون ، أوجد قيمة سرعة الأيونات عند وصولها إلى النقطة O_2 .

2- علما انه لا يوجد أي مجال كهرساكن بين O_2 و O . ماهي طبيعة حركة هذه الأيونات بين هاتين النقطتين ، علل جوابك ؟ اعط مميزات متجهة السرعة $\vec{v}_0$ عند النقطة O .

3- عند النقطة O يدخل الأيون Ag^+ مجالا كهرساكنا $\vec{E}$ راسيا و منتظما ، محدثا بين الصفيحتين M و N. نعتبر اللحظة التي وصل فيها الايون الى النقطة O أصلا للتواريخ. **نعطي :** $U_{MN} = 100\ V$ و $d = 10\ cm$ و $l = 20\ cm$.

3-1- أوجد في المعلم (O,x,y) المعادلة الديكارتية لمسار الأيون بين الصفيحتين M و N . ما هي طبيعته ؟

3-2- حدد إحداثيتي نقطة الخروج S من المجال $\vec{E}$.

3-3- عين المدة الزمنية اللازمة لوصول الأيونات إلى S .

3-4- أوجد إحداثيتي متجهة السرعة $\vec{v}_S$ عند S . و استنتج قيمة الزاوية β التي تكونها المتجهة $\vec{v}_S$ مع المحور الأفقي.

تمرين 6 :

تدخل حزمة إلكترونات متساوية السرعة بسرعة $\vec{v}_0$ داخل مجال مغنطيسي $\vec{B}$ بحيث $\vec{B} \perp \vec{v}_0$.

1- مثل على تبيانة المتجهة $\vec{v}_0$ و $\vec{B}$ وقوة لورنتز $\vec{F}$.

2- احسب شدة هذه القوة $\vec{F}$.

نعطي : الشحنة الابتدائية $e = 1,6.10^{-19}\ C$

وكتلة الإلكترون $m_e = 9,1.10^{-31}\ kg$

و $v_0 = 2.10^5\ m.s^{-1}$ و $B = 0,2\ T$

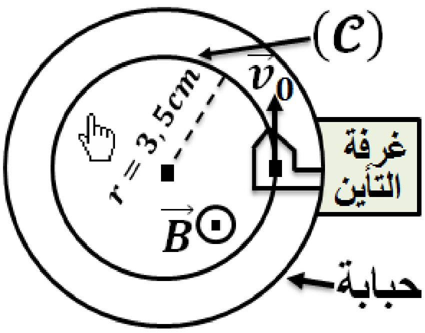
3- قارن F شدة قوة لورنتز ووزن الإلكترون P . استنتج.

4- أجب عن نفس الأسئلة بالنسبة للدقيقة α .

نعطي : الدقيقة α هي نواة الهيليوم He^{2+} ذات الكتلة $m_\alpha = 6,7.10^{-27}\ kg$ و $g = 9,8\ N.kg^{-1}$

تمرين 7 :

نضع داخل مجال مغنطيسي منتظم ، متجهته $\vec{B}$ أفقيا وشدته $B = 10^{-3}\ T$ ، حبابة مفرغة بها مدفع الإلكترونات يبعث إلكترونات بسرعة متجهتها $\vec{v}_0$ رأسية وعمودية على $\vec{B}$. يمثل $(\mathcal{C})$ مسار الإلكترونات داخل المجال $\vec{B}$.



1- بين أن حركة كل إلكترون داخل المجال $\vec{B}$ حركة دائرية منتظمة .

2- استنتج تعبير السرعة v_0 بدلالة B و e و m_e و r شعاع المسار . ثم احسب قيمة v_0 .

3- أوجد ، بدلالة B و e و m_e ، تعبير المدة الزمنية T التي تستغرقها حركة إلكترون لإنجاز دورة كاملة . احسب قيمة T .

نعطي : الشحنة الابتدائية $e = 1,6.10^{-19}\ C$

وكتلة الإلكترون $m_e = 9,1.10^{-31}\ kg$

نهمل وزن الإلكترونات أمام القوى الأخرى المطبقة عليه.