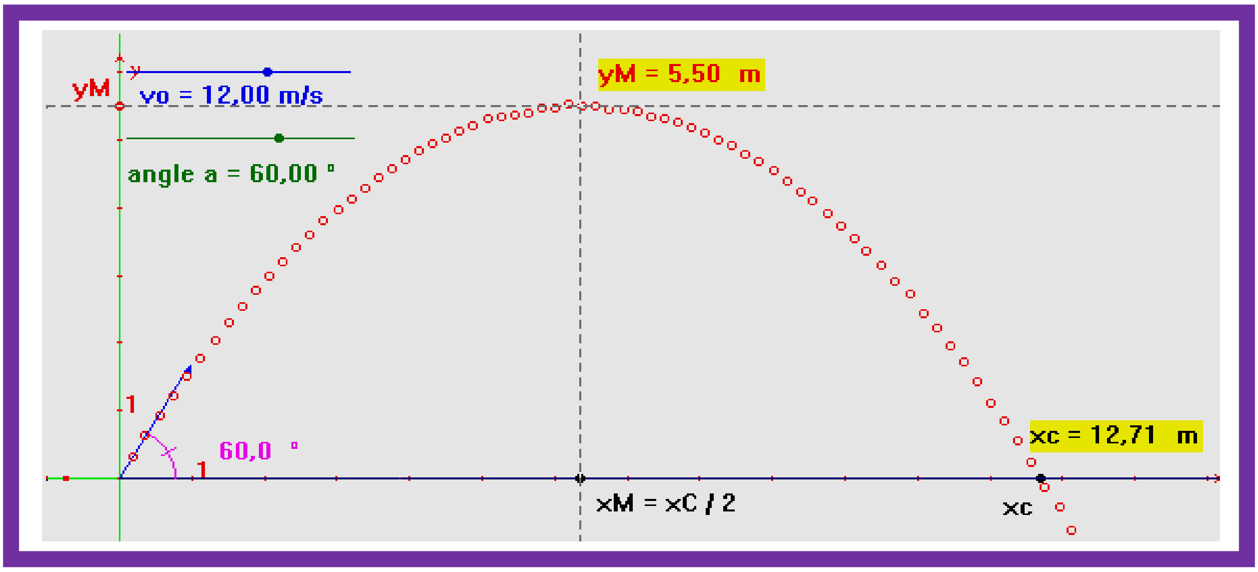
الحركات المستوية

I. حركة قديفة في مجال الثقالة المنتظم

1. نشاط وثائقي

في معلم $R(O;\vec{i};\vec{j})$ مرتبط بالأرض نرسل قديفة من نقطة $M(0;0)$ بسرعة $\vec{V}_0$ تكون زاوية $\alpha = 30^\circ$

مع المتجهة $\vec{j}$ و منظمها $V_0 = 12m/s$



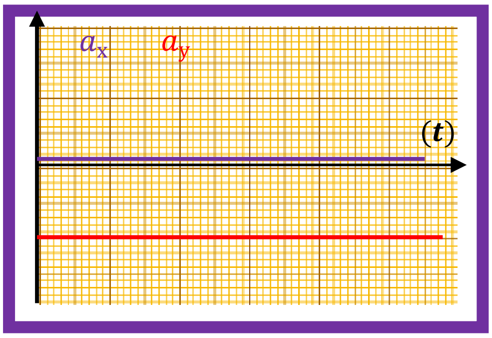
1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن $\vec{a} = \vec{g}$
2. بالإسقاط في المعلم $R(O;\vec{i};\vec{j})$ حدد a_x و a_y ثم مثل تغيرات a_x و a_y بدلالة الزمن
3. حدد إحداثيات متجهة السرعة V_x و V_z مثل تغيرات V_x و V_z بدلالة الزمن
4. استنتج معادلات الزمنية للحركة $V_x(t)$ و $V_y(t)$ و $y(t)$ و $x(t)$
5. مثل تغيرات $V_x(t)$ و $V_y(t)$ و $y(t)$ و $x(t)$ بدلالة الزمن
6. بإقصاء الزمن بين المعادلتين الزمنيتين حدد $y = f(x)$ معادلة المسار ماذا تستنتج
7. مثل تغيرات $y = f(x)$
8. **قمة المسار F هي أعلى نقطة يصل إليها مركز قصور القديفة حدد إحداثيات قمة المسار ثم أستنتج الزاوية التي تمكن من الحصول على أعلى قمة**
9. **المدى هو المسافة بين G_0 موضع مركز القصور القديفة لحظة إرسالها و الموضع P لمركز قصورها لحظة سقوطها . حدد أحاثيات المدى P ثم استنتج الزاوية التي تمكن من الحصول على أكبر مدى**

الجواب

1. بتطبيق القانون 2 لنيوتن نجد: $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

تخضع القديفة في مجال الثقالة إلى وزنها و منه: $\vec{P} = m\vec{a}$

وبالتالي: $m\vec{g} = m\vec{a}$ اذن: $\vec{g} = \vec{a}$



2. **الإسقاط في المعلم $R(O;\vec{k};\vec{i})$**

- الإسقاط على المحور $(O;\vec{i})$ نجد: $a_x = 0$
- الإسقاط على المحور $(O;\vec{j})$ نجد: $a_y = -g$

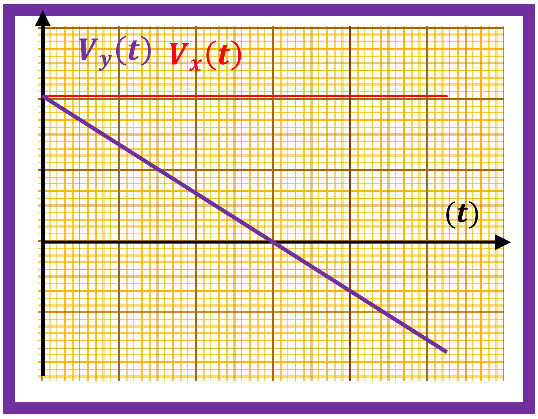
3. **إحداثيات متجهة السرعة V_x و V_z**

نعلم أن: $\vec{V} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j}$ ومن خلال الشكل لدينا من خلال الشكل:

$$\begin{cases} V_{x0} = V_0 \sin\alpha \\ V_{y0} = V_0 \cos\alpha \end{cases}$$

4. معادلات الزمنية للحركة

المعادلات الزمنية للسرعة $V_x(t)$ و $V_y(t)$



لدينا $a_x = 0$ ومنه الحركة مستقيمية منتظمة

على المحور $(O;\vec{i})$ ادن: $V_{x0} = cte$

لدينا $a_y = g$ ومنه حركة مستقيمية متغيرة

بانتظام على المحور $(O;\vec{j})$ ادن:

$V_y = a_y t + V_{y0}$ وبالتالي

$V_y(t) = -gt + V_{y0}$

ادن: المعادلات الزمنية للسرعة $\vec{V_G}\begin{cases} V_x = V_0 sin\alpha \\ V_y(t) = -gt + V_0 cosa \end{cases}$

المعادلات الزمنية لإحداثيات مركز القصور $x(t)$ و $y(t)$

الحركة مستقيمية منتظمة على المحور $(O;\vec{i})$ ادن: $x(t) = V_{x0}t + x_0$ وبالتالي: $x(t) = V_0 sin\alpha.t + x_0$

القذيفة انطلقت من أصل المعلم $x_0 = 0$ ادن : $\mathbf{x(t) = V_0 sin\alpha.t}$

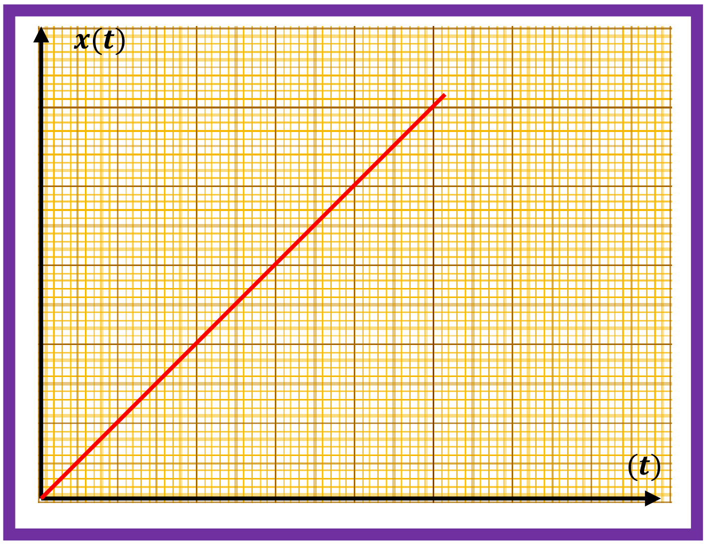
الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام على المحور $(O;\vec{j})$ ادن:

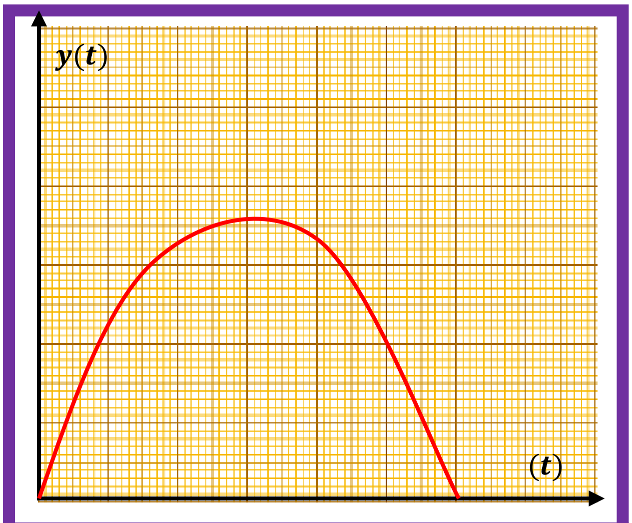
$V_y = a_y t + V_{y0}$ و بالتالي $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_{y0}t + y_0$ ومنه:

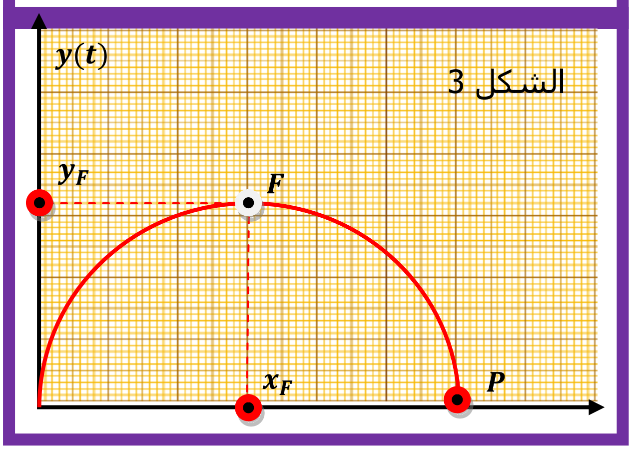
$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 cos\alpha.t + y_0$ القذيفة انطلقت من أصل المعلم $y_0 = 0$

ادن:

$$\begin{cases} x(t) = V_0 sin\alpha.t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 cosa.t \end{cases}$$







5. معادلة المسار

باقصاء الزمن بين المعادلة الزمنيتين

لدينا $x(t) = V_0 sin\alpha.t + x_0$ ومنه:

$t = \frac{x}{V_0 sin\alpha}$ نعوض الزمن في المعادلة:

$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 cosa.t + y_0$ فنجد:

$$y(t) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_0 sin\alpha}\right)^2 + V_0 cosa.\frac{x}{V_0 sin\alpha} + y_0$$

و اخيرا نجد: $y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{1}{V_0 sin\alpha}\right)^2 x^2 + \frac{1}{tan\alpha}.x$

إستنتاج:

مسار مركز قصور القديفة في سقوط حر بسرعة بدئية $\overrightarrow{V_0}$ غير رأسية مسار شلجمي ينتمي إلى المستوى الذي يشمل المتجهة $\overrightarrow{V_0}$

6. إحداثيات قمة المسار

عند قمة المسار تنعدم السرعة على المحور $(O;\vec{j})$

لنحدد الزمن t_F التي تصل إليه القذيفة إلى القمة

$$V_y(t) = -gt + V_0 sin\alpha = 0 \quad \Longrightarrow \quad t_F = \frac{V_0 sin\alpha}{g}$$

نعوض في المعادلات الزمنية x(t) و y(t) نجد

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

وبالتالي إحداثيات قمة المسار هي $F \begin{cases} x_F = \frac{V_0^2}{2g}\sin 2\alpha \\ y_F = \frac{V_0^2}{2g}\sin^2\alpha \end{cases}$ أنظر الشكل 3

استنتاج

نحصل على أعلى قمة إدا كانت $\sin^2\alpha = 1$ وبالتالي $\alpha = \frac{\pi}{2}$

7. إحداثيات المدى P

عند سقوط القذيفة عند النقطة P يكون أرتوبها منعدم حيث $y_P = 0$

باستغلال معادلة المسار نجد:

$$-\frac{1}{2}g\left(\frac{1}{V_0 sin\alpha}\right)^2 x_P^2 + \frac{1}{tan\alpha}.x_P = 0 \quad \Rightarrow \; x_P\left[-\frac{1}{2}g\left(\frac{1}{V_0 sin\alpha}\right)^2 x_P + \frac{1}{tan\alpha}\right] = 0$$

حل المعادلة هو $x_P = 0$ أو $-\frac{1}{2}g\left(\frac{1}{V_0 sin\alpha}\right)^2 x_P + \frac{1}{tan\alpha} = 0$

$P \begin{cases} x_P = \frac{V_0^2}{g}\sin 2\alpha \\ y_P = 0 \end{cases}$ أنظر الشكل3

ملحوظة $x_P = 0$ يوافق موضع مركز قصور القذيفة لحظة الانطلاق

إستنتاج

نحصل على أكبر مدى إدا كانت $\sin 2\alpha = 1$ وبالتالي $\alpha = \frac{\pi}{4}$

II. حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

1. نشاط تجريبي

ملاحظات

- عند تقريب مغناطيس من الأنبوب أو عند تقريب ملف لولبي يمر فيه تيار كهربائي تنحرف الحزمة الالكترونية
- يتغير منحى الإنحراف بعكس قطبي المغنطيس أو بعكس منحى التيار الكهربائي

إستنتاج

المجال المغنطيسي يطبق تأثيرا ميكانيكيا على الحزمة الالكترونية داخل الأنبوب

2. القوة المغنطيسية

الحركات المستوية

تخضع دقيقة مشحونة دات شحنة q تتحرك بسرعة $\vec{V}$ داخل مجال مغنطيسي متجهته $\vec{B}$ إلى قوة مغنطيسية $\vec{F}$ تسمى **قوة لورنتز** حيث: $\vec{F} = q\vec{V}\wedge\vec{B}$

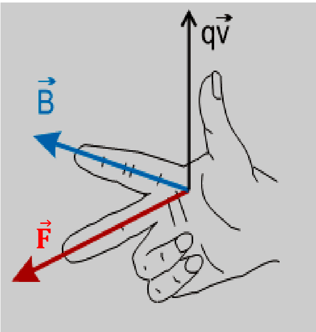
مميزات القوة المغنطيبية

- نقطة التاتير: الدقيقة نفسها
- خط التأتير: العمودي على المستوى المحدد بالمتجهتين $(\vec{V};\vec{B})$
- المنحى: هو المنحى بحيث يكون ثلاثي الأوجه $(\vec{F};q\vec{V};\vec{B})$
- الشدة $F = qV.B\sin(\vec{V};\vec{B})$

B شدة المجال المغنطيسي وحدتها T

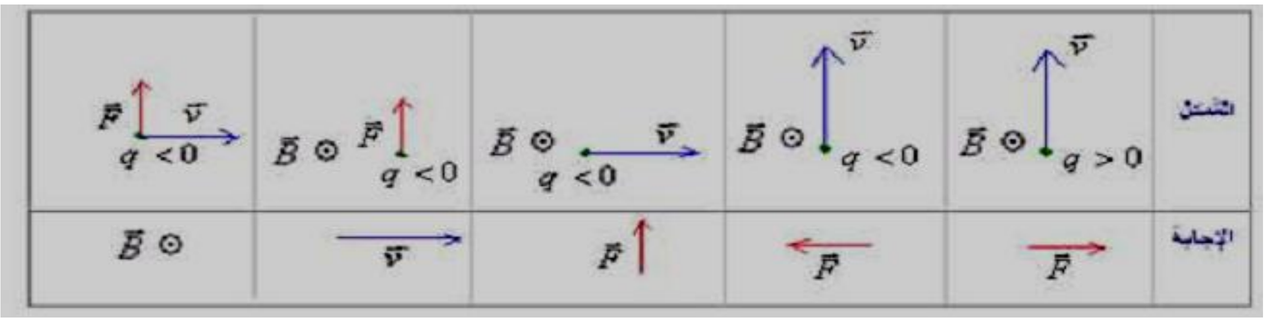
V سرعة الدقيقة وحدتها m/S

F شدة قوة لورنتز وحدتها N



ملحوظة

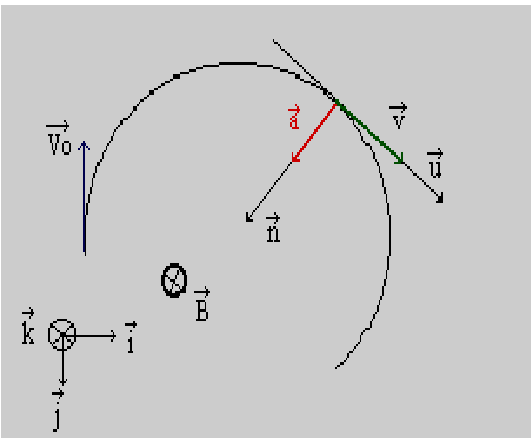
- نسمي الجداء $q\vec{V}\wedge\vec{B}$ الجداء السلمي حيث $\vec{F} = q\vec{V}\wedge\vec{B} = V.B\sin(\vec{V};\vec{B})$
- اداكانت $\vec{V} \perp \vec{B}$ تنعدم القوة المغنطيسية
- يمكن تحديد منحى القوة $\vec{F}$ باستعمال قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى
  - ✓ يشير الإبهام إلى منحى $q\vec{V}$
  - ✓ تشير السبابة إلى منحى $\vec{B}$
  - ✓ تشير الوسطى إلى منحى $\vec{F}$
- الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة تخضع لقوة لورنتز فقط تنحفض $\vec{V} \perp \vec{F}$



3. دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

الدراسة التجربة

عندما تدخل دقيقة مشحونة مجالا مغنطيسيا منتظما بسرعة متجهتها $\vec{V}$ عمودية على المتجهة $\vec{B}$ فانها تتحرف وفق مسار مستوي ودائري حسب قيم B و V



الدراسة النظرية (وزن الدقيقة مهمل)

ندرس حركة دقيقة شحنتها $q > 0$ وكتلتها m في معلم $R(O;\vec{i};\vec{j};\vec{k})$

بتطبيق القانون2 لنيوتن نجد $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

الدقيقة تخضع لقوة وحيدة قوة لورنتز ادا $\vec{F} = m\vec{a}$

ومنه $q\vec{V}\wedge\vec{B} = m\vec{a}$ أي $\vec{a} = \frac{q\vec{V}\wedge\vec{B}}{m}$ متجهة التسارع

عمودية على المتجهتين $\vec{B}$ و $\vec{V}$

طبيعة الحركة

في المعلم $R(0;\vec{i};\vec{j};\vec{k})$ لدينا $\vec{B} = B\vec{k}$ ونعلم أن المتجهة $\vec{a}$ عمودية على $\vec{B}$ ادا $a_z = 0$ ادا الحركة مستوية

الحركات المستوية

في المعلم $R(\vec{u};\vec{n})$ لدينا: $\vec{a}=a_n\vec{n}+a_T\vec{u}$

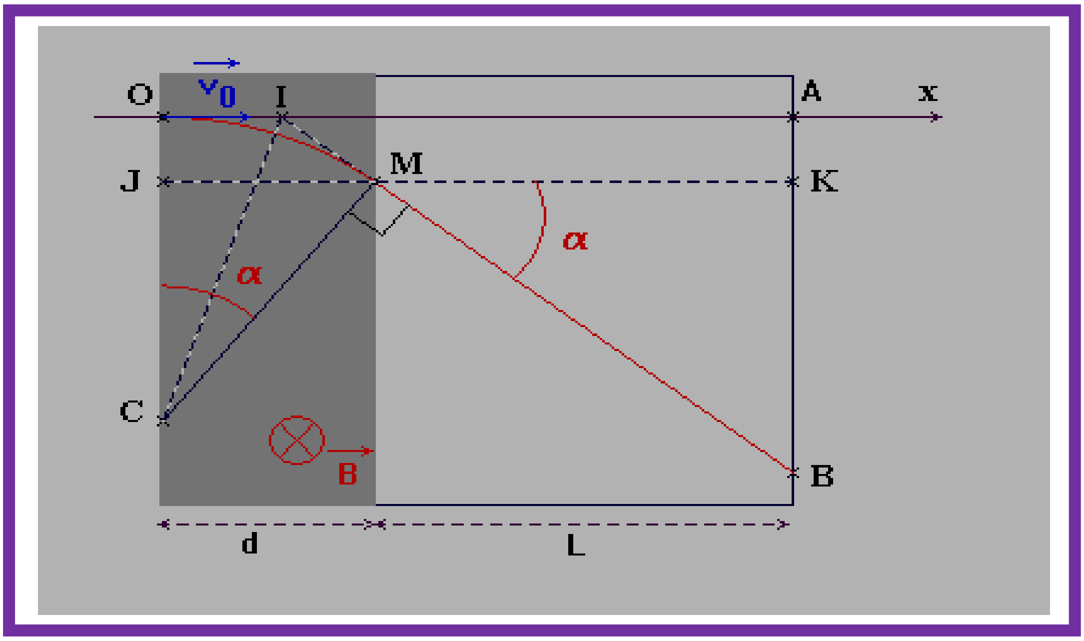
بما أن متجهة التسارع $\vec{a}\perp\vec{V}$ فان $\vec{a}=a_n\vec{n}$ أي أن متجهة التسارع منظمية

$a_n\vec{n}=\frac{q\vec{V}\wedge\vec{B}}{m}$ و $a_T=0$ ومنه السرعة ثابتة الحركة منتظمة

لدينا المتجهة $\vec{V}$ عمودية على المتجهة $\vec{B}$ وبالتالي فان $\boldsymbol{F=qV.B}$

ادن نجد: $\frac{V^2}{\rho}=\frac{qV.B}{m}$ ومنه $\boldsymbol{\rho=\frac{mV}{q.B}=cte}$ ادن الحركة دائرية منتظمة

الإنحراف المغنطيسي



عندما تدخل جزمة تتكون من نفس الدقائق شحنة كل دقيقة هي q وكتلتها هي m من نقطة O في حيز من مجال مغناطيسي $\vec{B}$ عرضه d

- سرعة كل دقيقة عند النقطة O هي $\vec{V}_0$ عمودية على $\vec{B}$ ومسارها دائري شعاعه $\boldsymbol{r=\frac{mV_0}{q.B}}$
- تغادر الدقائق المجال المغنطيسي عند النقطة M لتأخد حركة مستقيمية منتظمة (نهمل وزن الدقيقة)،مسارها منطبق مع المماس للمسار الدائري عند النقطة M فتصطدم بشاشة في النقطة B تبعد عن O بالمسافة $L+d$
- في غياب المجال المغنطيسي تصطدم الدقائق بالشاشة عند النقطة A
- نسمي المقدار $D_m=KB$ **الإنحراف المغنطيسي** و الزاوية $(\overrightarrow{CO};\overrightarrow{CM})=\alpha$ **الإنحراف الزاوي**

من خلال الشكل الإنحراف المغنطيسي $D_m=AK+KB$

من خلال الشكل $\tan\alpha=\frac{KB}{L}$ و $AK=OC-CJ=r-C$ حيث:

ادن $\cos\alpha=\frac{CJ}{r}$ $CJ=r\cos\alpha$ و بالتالي $AK=r(1-\cos\alpha)$

ادن $D_m=r(1-\cos\alpha)+L.\tan\alpha$

من خلال الشكل لدينا $\sin\alpha=\frac{d}{r}$

بالنسبة للأجهزة المستعملة تكون α صغيرة حيث يمكن اعتبار:

$\cos\alpha=1-\frac{\alpha^2}{2}$ و $\tan\alpha=\alpha$ و $\sin\alpha=\alpha$

$AK=r\frac{\alpha^2}{2}$ و $KB=L.\alpha$ و $\alpha=\frac{d}{r}$ وبالتالي $D_m=r\frac{\alpha^2}{2}+L.\alpha=\frac{r}{2}(\frac{d}{r})^2+L\frac{d}{r}$

$D_m=\frac{d}{r}\left(\frac{d}{2}+L\right)$ اداكانت $d\ll L$ فان $D_m=\frac{d}{r}L$ أي أن $D_m=\frac{dL}{mV_0}qB$

الإنحراف المغنطيسي يتناسب مع شدة المجال المغنطيسي