

المذكرة لا تغني عن الكتاب المدرسي

الفيزياء

الصف الحادي عشر

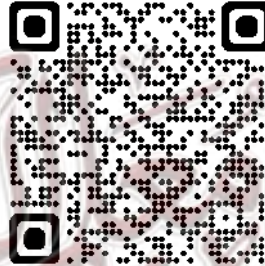
الفصل الدراسي الأول

إعداد الأستاذ نبيل مرزوق

موقع جوجل



تليجرام



يوتيوب



(الكميات الفيزيائية)

كميات عددية وكميات متجهة .

1- الكميات العددية (القياسية) :

هي الكميات التي يكفي لتحديد عددها عدد يحدد مقدارها و وحدة قياس

مثال (كتلة – طول – زمن – سرعة عددية – مسافة)

تتبع الكميات العددية قواعد الجبر الحسابية فهي تجمع وتطرح اذا كان لها نفس وحدة القياس .

2- الكميات المتجهة :

هي الكميات التي تحتاج في تحديدها إلى اتجاه و مقدار و وحدة القياس. (إزاحة – قوة – عجلة)

*تتبع الكميات المتجهة جبر المتجهات

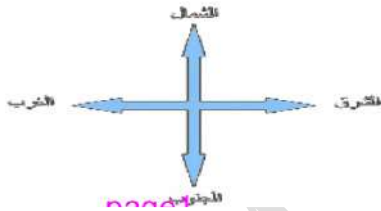


المتجه : سهم (شعاع) يمثل مقدار الكمية المتجهة و اتجاهها

ملاحظات على الكمية المتجهة:

1- تتميز الكمية المتجهة بوضع علامة الاتجاه أعلى الرمز

2- تمثل الكمية المتجهة على صورة شعاع له رأس وذيل



3- التساوي: يقال عن متجهين $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ انهما متساويين اذا كان لهما نفس المقدار والاتجاه.

4- التعبير الرياضي للمتجهة بواسطة (زاوية , مقدار) و تبدأ الزاوية من محور الاسناد الموجب

$$\vec{V} = (v, \theta)$$

* يوجد نوعان للمتجهات:

1° – المتجه الحر: يحدد بمقدار واتجاه فقط (ويمكن نقلها) مثل (الإزاحة)

2- المتجه المقيّد: مقيّد بنقطة تأثير وخط عمل (لا يمكن نقله) مثل (القوة)

* يمكن نقل المتجه الحر من مكان لأخر بشرط: المحافظة على المقدار و الاتجاه

علل ما يلي:

1- يمكن نقل متجه الإزاحة ولا يمكن نقل متجه القوة.

لان متجه الإزاحة حر بينما متجه القوة مقيّد بنقطة التأثير وخط العمل.

الإزاحة: هي أقصر مسافة من بداية الحركة الى نهايتها. (كمية متجهة)

المسافة: هي المسار الفعلي الذي يسلكه الجسم من بداية الحركة حتى نهايتها. (كمية عددية)

السرعة المتجهة: وهي تعبر عن مقدار واتجاه السرعة (السرعة العددية في اتجاه معين) (كمية متجهة)

مُعَلِّمٌ كَوَيْتٌ
صَفْوَةٌ مِي كَوَيْتٌ

(جمع المتجهات) (تركيب المتجهات):

مذكره الفيرياء الحادي عشر الفصل الدراسي الأول الأستاذ نبيل مرروق
عملية تتم فيها الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد.

المحصلة : المتجه المفرد الواحد الذي يكافئ باقي المتجهات مقداراً و اتجاهاً .

طرق جمع المتجهات:

1- الطريقة الهندسية (البيانية) معلق

2- الطريقة الحسابية (مطلوب)

2- الطريقة الحسابية :

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$$

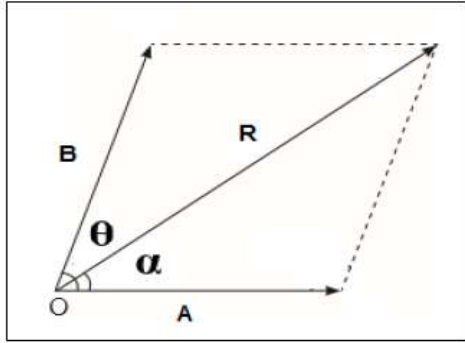
يمثل المتجهة $\vec{R}$ بمقدار و اتجاه

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

المقدار

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

الاتجاه



θ الزاوية بين المتجهتي A , B

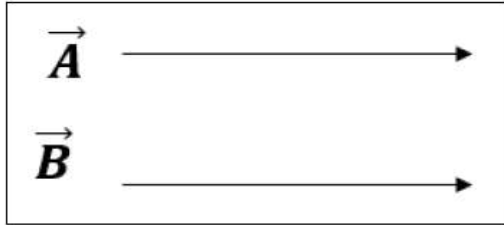
α الزاوية بين المتجهتي A و المحصلة R

حالات خاصة :

1- اذا كان المتجهين في نفس الاتجاه . $\theta = \text{ZERO}$

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

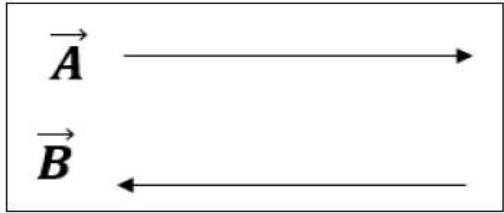
والاتجاه نفس اتجاه المتجهين



2- اذا كان المتجهان متعاكسان $\theta = 180^0$

$$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$$

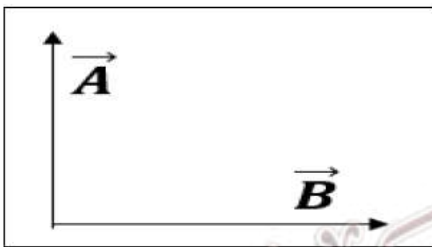
والاتجاه نفس اتجاه المتجه الأكبر .



3- اذا كان المتجهان متعامدان $\theta = 90^0$

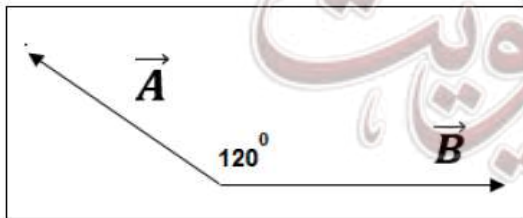
$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$



4- اذا كان $\vec{A} = \vec{B}$, $\theta = 120^0$

يكون $\vec{A} = \vec{B} = \vec{R}$, $\alpha = 60^0$



العوامل التي تتوقف عليها محصلة متجهين :

1 - مقدار كل من المتجهين . 2 - الزاوية بين المتجهين

ملاحظة هامة :

1- أكبر قيمة لمحصلة متجهين عندما يكونان في نفس الإتجاه فتكون المحصلة مجموع المتجهين

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

2- أقل قيمة لمحصلة متجهين عندما يكون المتجهين متعاكسان في الإتجاه $\theta = 180^\circ$ فتكون المحصلة الفرق بين المتجهين

$$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$$

3- تختلف قيمة المحصلة باختلاف الزاوية بين المتجهين بحيث تقل قيمة المحصلة بزيادة الزاوية بين المتجهين .

4- يمكن الحصول علي قيم متعددة لمحصلة أي متجهين رغم ثبات مقداريهما بسبب اختلاف الزاوية بين المتجهين .

5- تنعدم محصلة متجهين إذا كان لهما نفس المقدار و متعاكسان في الإتجاه

6- عملية جمع المتجهات عملية إبدالیه , بحيث

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$$

7- لا يمكن إيجاد محصلة متجهين إلا إذا كانا يعملان على جسم واحد .

8- لا يمكن أن يكون مقدار المحصلة أكبر من مجموع مقداري المتجهين ولا أصغر من فرقهما

9- إذا كان المتجهان متساويان في المقدار والزاوية بينهما 120 درجة فإن قيمة المحصلة تساوى مقدار أي من المتجهين وزاوية المحصلة 60 درجة

مُعَلِّمٌ لِكُوَيْتِ
صَفْوَةُ مِی الْكُوَيْتِ

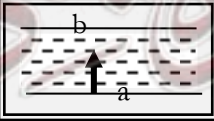
مثال : أي من القيم التالية لا يمكن أن يكون قيمة محصلة المتجهين : $\vec{A} = 3$ “ $\vec{B} = 10$

6 ●

30 ●

7 ●

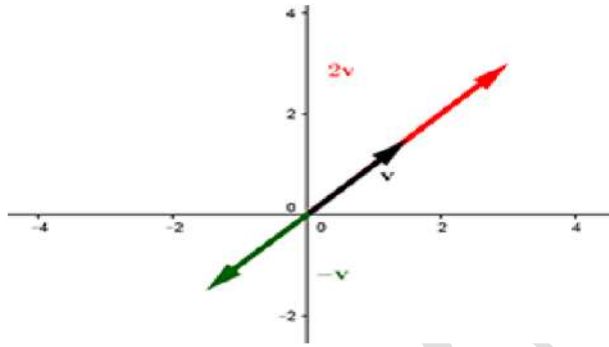
13 ●

الاجابة	علل ما يلي	
لأن متجه الإزاحة حر بينما متجه القوة مقيد بنقطة تأثير	يمكن نقل متجه الإزاحة و لا يمكن نقل متجه القوة	1
لأنها مقيدة بنقطة تأثير و لا يمكن نقلها	القوة كمية متجهة مقيدة	2
لأن قيمة المحصلة تتوقف على الزاوية بين المتجهين.	يمكن الحصول علي قيم متعددة لمحصلة أي متجهين رغم ثبات مقداريهما	3
$\vec{a} + \vec{b} = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\theta}$	تكون محصلة قوتين أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما صفراً (متوازيان)	4
لأن الزاوية بينهما صفر فيصبح جمع المقدارين $(\cos 0 = 1)$ ويكون لهما نفس الإتجاه $R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab} = \sqrt{(a+b)^2} = a+b$	تكون محصلة قوتين أصغر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما 180° (متعاكسان)	5
لأن الزاوية بينهما 180° فيصبح طرح المقدارين $\cos 180 = -1$ $R = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab} = \sqrt{(a-b)^2} = a-b$	تتغير سرعة تخطيط طائفة في الجو على الرغم من ثبات السرعة التي يكسبها المحرك للطائرة .	6
بسبب تأثرها برياح متغيرة السرعة (مقداراً واتجاهاً) لذلك تتحرك بمحصلة سرعتها وسرعة الرياح	لا يستطيع سباح أن يعبر النهر من (a) إلي (b) بصورة مباشرة	7
لأنه يتحرك بتأثير سرعت (قوة) الحركة نحو الضفة الأخرى وسرعة تيار الماء عمودي سرعة السباح		

ضرب كمية عددية بكمية متجهة :

ينتج عن حاصل ضرب كمية عددية (قياسية) في كمية متجهة  كمية متجهة.

- ضرب المتجه بكمية قياسية موجبة يغير مقداره فقط بدون أن يغير الاتجاه.
- ضرب المتجه بكمية سالبة يعكس اتجاه المتجه بالإضافة الى تغيير مقداره.



مُعَلِّم الكَوَيْتِ
صَفْوَةُ مِي كَوَيْتِ

ثانياً: ضرب كمية متجهة بكمية متجهة:

أ- الضرب العددي (القياسي) :

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = C$$

كمية عددية

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$\vec{B} \cdot \vec{A} = AB \cos \theta$$

ملاحظات :

1- حاصل الضرب العددي يكون كمية عددية وليست متجهة

2- مقدار ناتج (حاصل) الضرب العددي $AB \cos \theta$

3- أكبر قيمة لحاصل الضرب العددي لمتجهين عندما يكون المتجهان في نفس



الاتجاه $\theta = 0^\circ$, $\theta = 360^\circ$

(المتجهين متوازيين)

$$\cos \theta = 1$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB$$

4- تنعدم قيمة حاصل الضرب العددي لمتجهين عندما يكون المتجهين متعامدين



$\theta = 90^\circ$, $\theta = 270^\circ$

$$\cos \theta = \text{zero}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \text{zero}$$

5- من أمثلة الكميات الناتجة عن الضرب العددي (القياسي) لمتجهين هي الشغل

الشغل كمية عددية لانه ناتج عن الضرب العددي لمتجهي القوة و الأزاحة

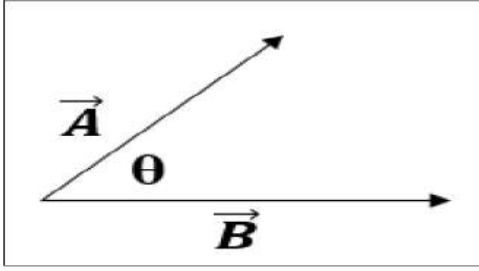
$$\vec{F} \cdot \vec{D} = W$$

6- الضرب العددي (القياسي) عملية أبدالية

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

الاجابة	علل ما يلي	
لأنها ناتج ضرب كمية عددية (الكتلة) بكمية متجهة العجلة	القوة كمية متجهة	1
لأنه ناتج عن ضرب عددي بين متجه القوة ومتجه الازاحة	الشغل كمية عددية	2
لأنه ناتج عن ضرب اتجاهي بين متجه القوة ومتجه ذراع العزم	العزم كمية متجهة	3
لأنه يختلف اتجاه الكمية المتجهة باختلاف عملية الضرب	الضرب الاتجاهي لمتجهين عملية ليست إبدالية.	4
$A_x = A \cos(\theta)$ $A_y = A \sin(\theta)$ $\sin(\theta) \leq 1$ و $\cos(\theta)$	لا يمكن ان تكون قيمه المركبة اكبر من المتجه نفسه	5
$A_x = A \cos(0) = A$ لأن الزاوية = صفر	مقدار المركبة الأفقية للمتجه تساوي مقدار المتجه الأصلي عندما ينطبق على المحور الأفقي الموجب	6
$A_x = A \cos(\theta)$ $A_y = A \sin(\theta)$ $\cos(45) = \sin(45)$ $A_x = A_y$	مقدار المركبة الأفقية للمتجه تساوي مقدار مركبته الرأسية عندما يصنع زاوية (45°) مع المحور الأفقي	7

ب - الضرب الاتجاهي



$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

كمية متجهة

$$\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta$$

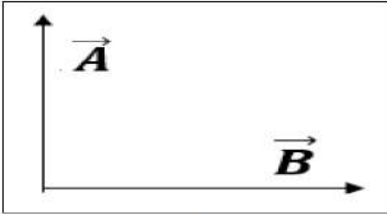
ملاحظات :

- 1- حاصل الضرب الاتجاهي يكون كمية متجهة
- 2- مقدار ناتج (حاصل) الضرب الاتجاهي $AB \sin \theta$ وهي تساوي مساحة متوازي الأضلاع الناتج عن المتجهين
- 3- يحد اتجاه المتجه الناتج عن عملية الضرب بقاعدة اليد اليمنى . R.H.R
- 4- أكبر قيمة حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهين متعامدين

$$\theta = 90^\circ, \theta = 270^\circ$$

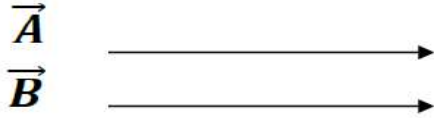
$$\sin \theta = 1$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = AB$$



- 5- تنعدم قيمة حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهان في نفس

$$\theta = \text{ZERO}, \theta = 360^\circ$$



(المتجهين متوازيين)

$$\sin \theta = \text{zero}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \text{zero}$$

- 6 - يكون المتجهة الناتج عن حاصل الضرب الاتجاهي في اتجاه عمودي علي مستوي المتجهين (داخل او خارج من الورقة)

- 7 - عملية الضرب الاتجاهي عملية ليست ابدالية .

$$\vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$$

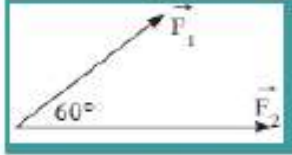
$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

- 8 - يتساوي مقدار الضرب الاتجاهي مع مقدار الضرب العددي للمتجهين عندما

$$\theta = 45^\circ$$

$$\sin 45 = \cos 45$$

٧. المتجهان $\vec{F}_1$ ومقداره (3)N و $\vec{F}_2$ ومقداره (4)N ، يحصران بينهما زاوية 60° وموجودان في المستوى



نفسه كما في الشكل المقابل.

(أ) احسب حاصل الضرب القياسي للمتجهين $\vec{F}_1, \vec{F}_2$.

(ب) احسب حاصل الضرب الاتجاهي $\vec{F}_1 \times \vec{F}_2$ وحدد عناصر متجه المحصلة $\vec{F}'$ ، ومثله بيانياً

(ت) ما العلاقة بين المتجهين $\vec{F}', \vec{F}''$ ؟

الحل :

$$(أ) \quad \vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 = F_1 F_2 \cos 60 = 3 \times 4 \cos 60 = 6 \text{ N}$$

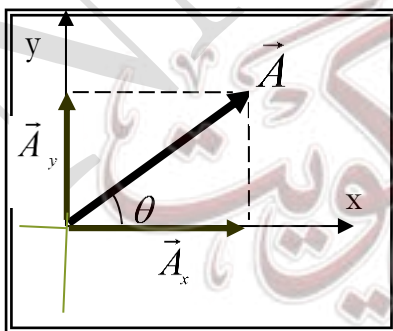
$$(ب) \quad \vec{F}' = \vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = F_1 F_2 \sin 60 = 3 \times 4 \sin 60 = 10,39 \text{ N}$$

يحدد اتجاه $\vec{F}'$ باستخدام قاعدة اليد اليمنى فيكون اتجاهه لأعلى

$$(ج) \quad \vec{F}'' = \vec{F}_2 \times \vec{F}_1 = F_2 F_1 \sin 60 = 4 \times 3 \sin 60 = 10,39 \text{ N}$$

باستخدام قاعدة اليد اليمنى فإن المتجه $\vec{F}''$ يكون للأسفل

المتجهان F' و F'' متساويان في المقدار ومتعاكسان بالاتجاه أي أن $\vec{F}' = -\vec{F}''$



تحليل المتجهات:

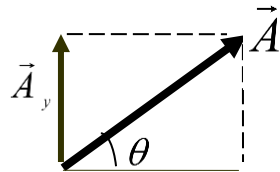
لهما نفس

1. تحليل المتجه: هو استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين

التأثير

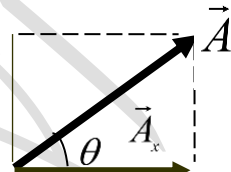
📌 تحليل المتجهات هي عملية معاكسه لعملية تركيبها. (أي عكس الجمع)

- أي اننا سنقوم بفك متجه واحد الى متجهين متعامدين. احدهما على المحور X ويسمى (المركبة الأفقية A_x) والآخر على المحور Y ويسمى (المركبة الرأسية A_y).



المركبة الرأسية (الصادية)

$$A_y = A \cdot \sin \theta$$



المركبة الأفقية (السينية)

$$A_x = A \cdot \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{A_y}{A}$$

$$\cos \theta = \frac{A_x}{A}$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x} \quad (\text{اتجاه المحصلة})$$

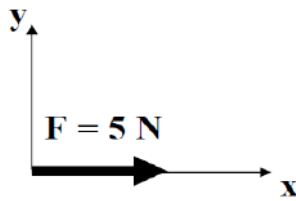
θ : هي الزاوية المحصورة بين المتجه A والمحور X .

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{A_y}{A_x} \right)$$

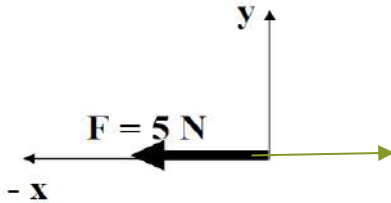
وجه المقارنة	$A_x = A \cdot \cos \theta$ المركبة الأفقية	$A_y = A \cdot \sin \theta$ المركبة الرأسية
$\vec{A} = (10, 0^\circ)$		
$\vec{B} = (10, 90^\circ)$		
$\vec{C} = (10, 30^\circ)$		
$\vec{D} = (10, 180^\circ)$		
$\vec{F} = (10, 270^\circ)$		

ملاحظه: لا يمكن ان تكون قيمه المركبة اكبر من المتجه نفسه.

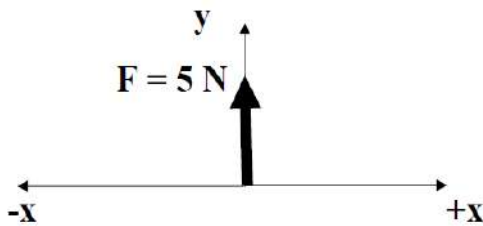
مثال : حل المتجهات التالية (أوجد المركبة الأفقية و الرأسية)



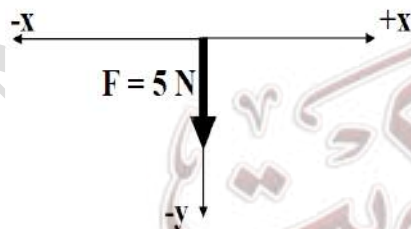
- يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهه الأصلي عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها صفر (منطبق علي المحور $+X$)



- يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهه (الاتجاه) عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها 0°



- يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهه الأصلي عندما يصنع زاوية مقدارها 90° (منطبق علي المحور $+y$)

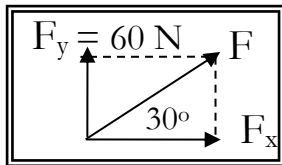


- يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهه الأصلي ويعاكسها في الإشارة (الاتجاه) عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها 270° (منطبق علي المحور $-y$)

- يتساوي مقدار المركبة الرأسية للمتجهة مع مقدار المركبة الرأسية عندما تكون الزاوية 45° .

$$\cos 45 = \sin 45 = 0.707$$

$$A_x = A_y$$



مثال: اعتماداً على البيانات في الشكل المجاور،

فإن (F) تساوي N

و (F_x) تساوي N

ملاحظات:

- يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهة الأصلي عندما يصنع المتجهة

زاوية مقدارها صفر (منطبق على المحور X +)

- يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهة الأصلي و يعاكسه في الإشارة

(الاتجاه) عندما يصنع المتجهة زاوية مقدارها 180° (منطبق على المحور X -)

- يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهة الأصلي عندما يصنع المتجهة

زاوية مقدارها 90° (منطبق على المحور y +)

- يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهة الأصلي و يعاكسها في الإشارة

(الاتجاه) عندما يصنع المتجهة زاوية مقدارها 270° (منطبق على المحور y -)

- يتساوي مقدار المركبة الرأسية للمتجهة مع مقدار المركبة الرأسية عندما تكون

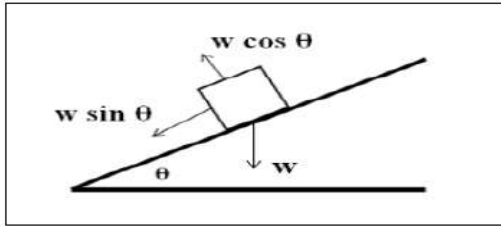
الزاوية 45° .

$$\cos 45 = \sin 45 = 0.707$$

$$A_x = A_y$$

حركة جسم علي سطح مائل

عندما يتحرك جسم علي سطح مائل بزاوية θ
فإن حركته من الممكن ان تحلل الي مركبتين كما يلي:



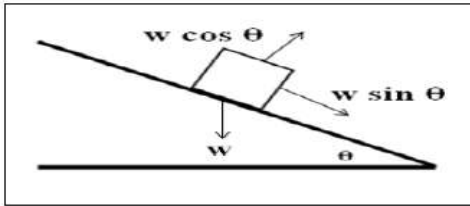
المركبة الأفقية = $w \sin \theta$

المركبة الرأسية = $w \cos \theta$

نيوتين N $\Rightarrow$ وزن الجسم w

يمكن حساب وزن الجسم من المعادلة التالية :

$$W = m \cdot g$$



وزن الجسم w

نيوتين N $\Rightarrow$

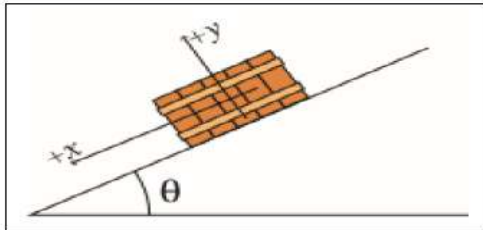
الكتلة m

كيلو جرام kg $\Rightarrow$

عجلة الجاذبية الارضية g

$10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$

مثال $\frac{3}{28}$: يستقر جسم كتلته 50 kg علي سطح مائل بزاوية 30° مع الخط الأفقي , أحسب مركبتي الوزن للجسم .



$$m = 50 \text{ kg}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$W_x = ?$$

$$W_y = ?$$

إيجاد محصلة عدة متجهات طريقة التحليل المتعامد للمتجهات

1- نحلل المتجهات

$$\vec{R}_x = \vec{B}_x + \vec{A}_x$$

2- نجمع المركبات الافقيه

$$\vec{R}_y = \vec{B}_y + \vec{A}_y$$

3 - نجمع المركبات الرأسية

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

4- نوجد مقدار المحصلة يحسب من علاقته :

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{R_y}{R_x} \right)$$

5- نوجد اتجاه المحصلة باستخدام العلاقة :

1- اذا كانت (R_x) موجبة تكون الزاوية بين المحصلة والاتجاه الموجب للمحور x

2- اذا كانت (R_x) سالبة تكون الزاوية بين المحصلة والاتجاه السالب للمحور x

مذكرة الفيزياء الحادي عشر الفصل الدراسي الأول الأستاذ نبيل مرزوق

المقذوفات : هي الاجسام التي تقذف او تطلق في الهواء وتتعرض لقوة جاذبية الأرض.

ملاحظات :

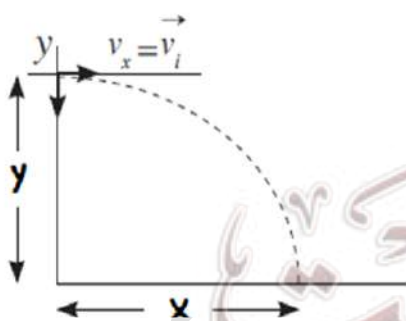
- يكون مسار جسم مقذوف على شكل منحنى قطع مكافئ في غياب الاحتكاك مع الهواء .
- تؤثر مقاومة الهواء على القذيفة بحيث تبطأ سرعتها نتيجة الاحتكاك ويتغير شكل المسار.
- **حركة القذيفة:** هي حركة مركبة من حركة منتظمة السرعة على المحور الأفقي وحركة منتظمة العجلة على المحور الرأسي.

المحور الأفقي	المحور الرأسي
• تبقى سرعة القذيفة الأفقية ثابتة وحركتها على المحور الأفقي بسرعة منتظمة. (لا يوجد قوة أفقية). • ان حركة القذيفة على المحور الأفقي تعطى بالمعادلة	• المركبة الرأسية للقذيفة تشبه السقوط الحر للأجسام أي ان الحركة معجلة تؤدي الى زيادة المسافة المقطوعة كل فترة زمنية.
$X = V_0 \cdot t$ 	

ملاحظة:

- ان الحركة الأفقية للقذيفة و الحركة الرأسية غير مترابطتين (أنيتين).
- تأثير الحركة الأفقية للقذيفة و الحركة الرأسية ينتج عنهما المسار المنحني الذي تتبعه القذيفة.

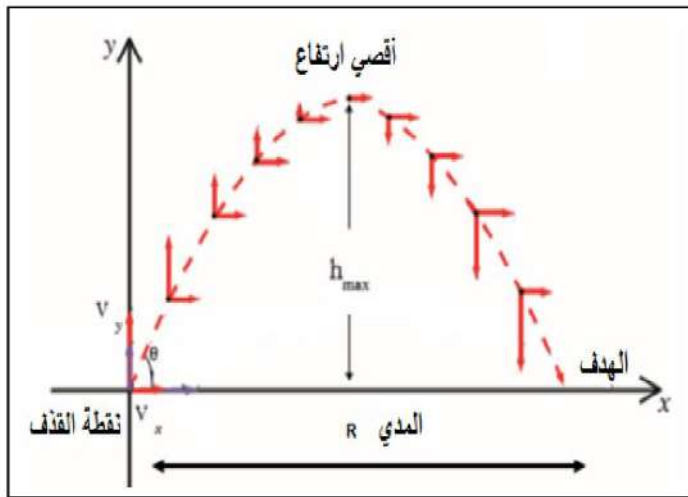
أولاً: حركة القذيفة من أعلى نقطة:



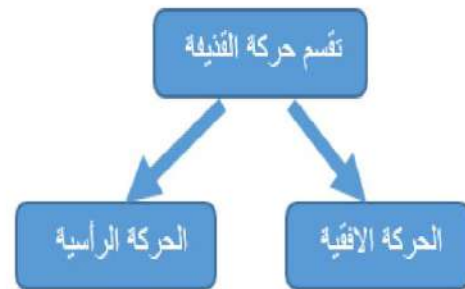
المحور الأفقي x	المحور الرأسي y
تندعم القوة المؤثرة على الجسم و بالتالي تصبح عجلة الحركة = صفر لذلك يتحرك الجسم $X = V_0 \cdot t$	يتحرك الجسم تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية g , بتأثير الوزن و يطبق على الجسم معادلات الحركة في خط مستقيم . وحيث أن الجسم يسقط من أقصى ارتفاع $V_{0y} = \text{zero}$

معادلات حركة القذيفة الأفقية على المحور الرأسي y

السرعة الرأسية	$V_y = g \cdot t$
الارتفاع الرأسي	$y = \frac{1}{2} g t^2$
السرعة الرأسية	$v^2_y = 2 g \cdot y$
السرعة في لحظه ما	



ثانياً: حركة قذيفة أطلقت بزاوية:



المحور الرأسي y (الحركة الرأسية)	المحور الأفقي x (الحركة الأفقية)
- تتحرك القذيفة إلى أعلى بتأثير عجلة الجاذبية الأرضية وتكون عجلة تباطؤ لأنها تتحرك عكس الجاذبية الأرضية $-g$. - تتغير قيمة المركبة الرأسية للسرعة من نقطة إلى أخرى. - تتناقص مركبة السرعة الرأسية تدريجياً حتى تصل أقصى ارتفاع لتصبح صفراً ($v_y = 0$)، ثم تزداد مرة أخرى وتهبط نحو الأرض. - عند نقطة القذف تكون قيمة المركبة الرأسية للسرعة v_{0y}. $v_{0y} = v \sin \theta$ - تطبق معادلات الحركة المعجلة بانتظام على حركة القذيفة على المحور الرأسي: $v_y = v_{0y} - gt$ $y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$ $v_y^2 = v_{0y}^2 - 2gy$ - حساب الزمن عند أقصى ارتفاع: $t = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$ - حساب أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة: $h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	- تتحرك القذيفة بغياب قوة مؤثرة وبالتالي العجلة = صفر. - تكون قيمة المركبة الأفقية للسرعة ثابتة عند جميع النقاط v_x. $v_x = v \cos \theta$ - زمن وصول القذيفة إلى الهدف يساوي ضعف الزمن للوصول إلى أقصى ارتفاع $t' = 2t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$ - لحساب مدى القذيفة R نستخدم: $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ $R = v_x t'$ - عند أقصى ارتفاع تكون سرعة الجسم مساوية للمركبة الأفقية للسرعة v_{0x}. - المدى: هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول على الخط الأفقي المار بنقطة الإطلاق.

• معادلة المسار

$$y = -\frac{g}{2v_{0x}^2}x^2 + \tan \theta x$$

ملاحظات :

1- تتخذ القذيفة مسار منحنى (قطع مكافئ) وذلك في حالة غياب الهواء .

اما في حالة وجود الهواء فإنه يتغير شكل المسار ويصبح قطع مكافئ غير حقيقي و يقل مدى

القذيفة

2- الحركة الافقية و الحركة الرأسية للقذيفة حركة غير مترابطتين ولكن تأثيرهما معا ينتج المسار المنحنى الذي تتبعه المقذوفات.

حركة بسرعة منتظمة (ثابتة) الحركة علي المحور x

حركة بعجلة منتظمة (ثابتة) الحركة علي المحور y

3- بزيادة زاوية الإطلاق من 0° الى 90° يزداد المركبة الرأسية للسرعة (v_{0y}) و يزداد الارتفاع

4- يزداد المدى بزيادة زاوية الإطلاق حتى يصل لأكبر مدى عند الزاوية 45° ويقل بعدها .

5- اي زاويتين مجموعهم يساوي 90 يكون لهم نفس المدى الأفقي .

(60 , 30) ,, (75 , 15) ,, (80 , 10) ,, (70 , 20)

6- السرعة الكلية = المجموع الاتجاهي للسرعتين الرأسية والافقية .

7- سرعة القذيفة لحظة وصولها تساوي السرعة الابتدائية للقذيفة عند غياب الاحتكاك

لان القذيفة تتحرك تحت تأثير نفس العجلة (g)

وبالتالي السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود تساوي السرعة التي تكتسبها القذيفة أثناء الهبوط

8- عند عدم اهمال الاحتكاك فإن الكرة تصل لارتفاع أقل وتقل سرعتها لحظة الاصطدام عن سرعة الانطلاق

9- في حالة المقذوفات بعيدة المدى فإنه يجب الأخذ في الاعتبار انحناء الأرض

لأن اطلاق جسم بسرعة مناسبة سيجعله يسقط حول الأرض ويصبح قمراً صناعياً

10- في حالة غياب الهواء فإنه عند اطلاق قذيفتين ذو كتلتين مختلفتين m_1 , m_2

فأن كلا منهما له نفس المدى و نفس الارتفاع اذا تساوت زاوية الإطلاق و السرعة الابتدائية لكل منهما .

(

1- أقصى ارتفاع للقذيفة : هو المسافة الرأسية التي تقطعها القذيفة بين المحور الأفقي و أعلى نقطة يصلها.

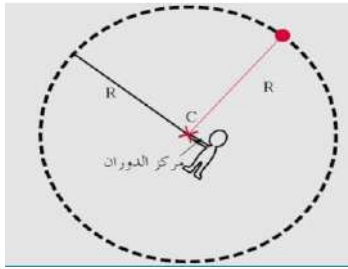
2- المدى : هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق حتى الهدف

3- معادلة المسار: هي علاقة بين مركبة الحركة الأفقية و مركبة الحركة الرأسية خالية من متغير الزمن (t

الاجابة	علل ما يلي
لعدم وجود مركبة أفقية لقوة الجاذبية وبالتالي عدم وجود عجلة	1 عند درجة كرة علي سطح أفقي عديم الاحتكاك ، تبقى سرعتها ثابتة
	2 عدم وجود عجلة أفقية للجسم المقذوف بزاوية
	3 المركبة الأفقية لحركة القذيفة تكون بسرعة منتظمة
لان قوة الوزن تكسبها عجلة الجاذبية الارضية	4 الحركة الرأسية للقذيفة معجلة بانتظام
من معادلة المسار نجد مسار القذيفة يتغير بتغيير الزاوية	5 يتغير مسار القذيفة بتغيير زاوية الإطلاق بالنسبة إلى المحور الأفقي ؟
$y = \left(\frac{-g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \right) \times x^2 + \tan \theta . x$	

لأن عجلة التباطؤ عند الصعود تساوي عجلة التسارع عند الهبوط	6 السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط ؟ 7 زمن صعود القذيفة هو نفسه زمن الهبوط ؟ 8 سرعة القذيفة لحظة وصولها تساوي السرعة الابتدائية للقذيفة عند غياب الاحتكاك
لأنهما يتحركان بعجلة منتظمة متساوية هي عجلة الجاذبية الأرضية وليس لهما سرعة ابتدائية رأسية	9 يصل جسمان إلى الأرض في نفس الوقت أحدهما يسقط سقوطاً حراً والثاني يقذف أفقياً
لأن حركتها محصلة حركتين بأن واحد حركة أفقية بسرعة منتظمة وحركة رأسية بعجلة منتظمة	10 تتخذ القذيفة مساراً منحنياً (قطع مكافئ) وذلك في حالة غياب الهواء .
من معادلة المدى نجد أنه لا وجود لمقدار الكتلة $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$	11 أطلقت قذيفتان كتلتهما (m) ، (2m) بالسرعة الابتدائية نفسها ، فيكون لهما نفس المدى الأفقي
لأن القذيفة التي أطلقت بزاوية أكبر لها مركبة سرعه رأسية أكبر $h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	12 أطلقت قذيفتان بالسرعة الابتدائية نفسها فالقذيفة التي تطلق بزاوية أكبر تصل إلى ارتفاع أكبر .
لأن مجموع زاويتيها (90°) فيكون لهما نفس المدى	13 أطلقت قذيفتان بالسرعة الابتدائية نفسها ، الأولى بزاوية (30°) والثانية بزاوية (60°) فيكون لهما نفس المدى الأفقي
من معادلة المدى ويكون $\sin (2 \times 45) = 1$ أكبر ما يمكن ($R = \frac{v_0^2}{g}$ $R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$	14 - يكون المدى الأفقي أكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القذف (45°) بالنسبة للمحور الأفقي ؟

:



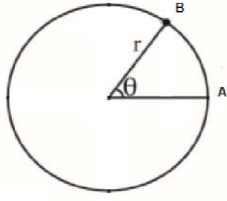
الحركة الدائرية

الحركة الدائرية: حركة الجسم على مسار دائري حول مركز دوران , مع المحافظة على مسافة ثابتة منه

*-محور الدوران : الخط المستقيم التي تحدث حوله الحركة الدائرية

المقارنة	الحركة المحورية (المغزلية)	الحركة المدارية
تعريف	هي حركة الجسم حول محور داخلي	هي حركة الجسم حول محور خارجي
مثال	لعبة الساقية الدوارة و حركة الأرض حول محورها	ركاب الساقية الدوارة و حركة الأرض حول الشمس
تعريف	المحور الداخلي : محور الدوران يستقر داخل الجسم	المحور الخارجي : محور الدوران يستقر خارج الجسم

- تكون الحركة الدائرية حركة دائرية منتظمة. عندما يدور الجسم حول المركز بسرعة ثابتة المقدار (القيمة)، أي أنها تقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية.



خصائص الحركة الدائرية:

- التردد (f):

هيرتز Hz $\rightarrow$ التردد f :

ثانية s $\rightarrow$ الزمن الكلي للدورات t :

عدد الدورات n :

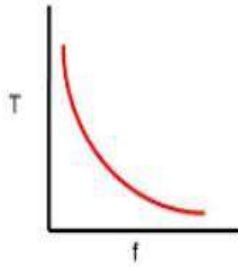
عدد الدورات الكاملة التي يصنعها الجسم خلال الثانية الواحدة.

$$f = \frac{n}{t}$$

- الزمن الدوري (T):

الزمن الذي يستغرقه الجسم ليدور دورة كاملة.

$$T = \frac{t}{n} = \frac{1}{f}$$



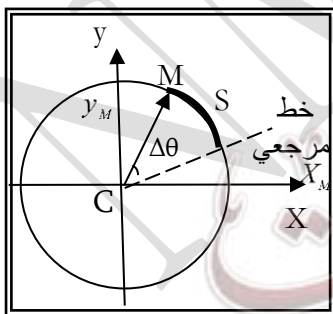
مثال: يتحرك جسم على محيط دائرة فيصنع (600) دورة في الدقيقة احسب:

$$f = \frac{n}{t} = \frac{600}{60} = 10 \text{ Hz}$$

(1) التردد

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ s}$$

(2) الزمن الدوري



الإزاحة الزاوية (θ): الزاوية التي تقاس بين الخط المرجعي و الخط المار

بالنقطة و المركز

$$S = \theta r$$

الأزاحة الزاوية θ	Rad	راديان
S	m	متر
r	m	متر

وحدة الراديان هي الوحدة المستخدمة في حساب الزاوية.

θ degree	0	90	180	270	360
θ Rad	0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π

- التحويل بين الراديان و الدرجة : $1 \text{ Rad} = 57.32$ درجة

وبالتالي اذا دار الجسم دورة واحدة كاملة يصبح : $\theta = 2\pi$

$$S = \theta r \rightarrow S = 2\pi r \quad \text{محيط الدائرة}$$

- اما اذا دار الجسم عدة دورات يصبح :

$$S = N 2\pi r$$

N عدد الدورات $\equiv$ ليس لها وحدة

مثال: يدور لاعب حول حكم المباراة والذي يبعد عنه مسافة 200 m فاذا بدأ اللاعب من جهة الشرق وانتهى مساره جهة

الشمال احسب:

$$\theta = \frac{\pi}{2}$$

$$(1) \text{ طول المسار المقطوع. } S = r \theta = 200 \times \frac{\pi}{2} = 200 \times \frac{3.14}{2} = 314 \text{ m}$$

$$(2) \text{ طول المسار عند قطع اللاعب دورة كاملة. } s = N r \theta = 1 \times 200 \times 2\pi = 200 \times 2 \times 3.14 = 1256$$

$$(3) \text{ طول المسار عند قطع اللاعب ثلاث دورات.}$$

$$s = N r \theta = 3 \times 200 \times 2\pi = 3 \times 200 \times 2 \times 3.14 = 3768 \text{ m}$$

مُعَلِّمٌ لِكُوَيْتٍ
صَفْوَةُ مِى الْكُوَيْتِ

السرعة في الحركة الدائرية

المقارنة	السرعة الخطية (v)	السرعة الدائرية (الزاوية ω)
تعريف	هي طول القوس المقطوع في وحدة الزمن	مقدار الزاوية بالراديان التي يمسحها نصف القطر في وحدة الزمن
القانون	$v = \frac{s}{t}$ $v = \frac{2\pi r}{T}$ $v = 2\pi r f$	$\omega = \frac{\theta}{t}$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\omega = 2\pi f$
وحدة القياس	m/s	rad/s
العوامل	السرعة الزاوية - نصف القطر	التردد أو الزمن الدوري
السرعة المماسية = المسافة نصف القطرية x السرعة الدائرية (الزاوية)		
		$v = r \cdot \omega$

السرعة المماسية تتناسب طردياً مع السرعة الدائرية و نصف القطر

علل: تسمى سرعة الجسم الذي يتحرك على طول مسار دائري بالسرعة المماسية:

لأن اتجاه الحركة يكون دائماً مماساً للدائرة

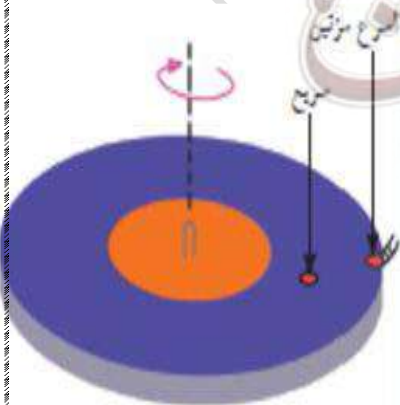
ملاحظة:

1. في أي نظام جاسئ ، تكون لجميع الأجزاء السرعة الدائرية نفسها

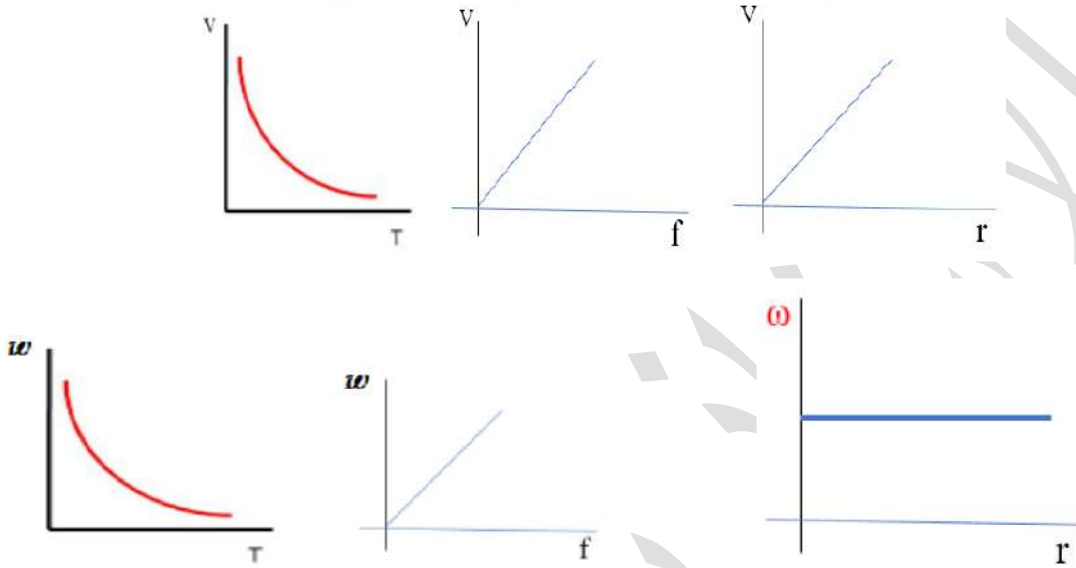
على الرغم من أن السرعة الخطية أو المماسية تتغير بتغير نصف القطر

2- السرعة الخطية عند مركز الدوران = صفر

(وتزداد بازدياد بعد النقطة عن محور الدوران (نصف القطر)



3- في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة الخطية ثابتة المقدار متغيرة الاتجاه لحظيا بسبب القوة المركزية



العجلة الخطية و العجلة الزاوية

أ - العجلة الخطية : التغير في متجه السرعة الخطية بالنسبة للزمن

تحلل إلى مركبتين متعامدتين :

⌚ عجلة مماسية (a_t) لها اتجاه السرعة الخطية و تنتج بسبب تغير مقدار السرعة المماسية .

⌚ عجلة مركزية (a_c) اتجاهها نحو المركز منطبق على نصف القطر عمودي على متجه السرعة الخطية .
و تنتج بسبب تغير اتجاه السرعة المماسية

مذكرة الفيزياء الحادي عشر الفصل الدراسي الأول الأستاذ نبيل مرزوق

بالرغم ان سرعة الجسم في الحركة الدائرية ثابتة الا انها حركة معجلة ؟

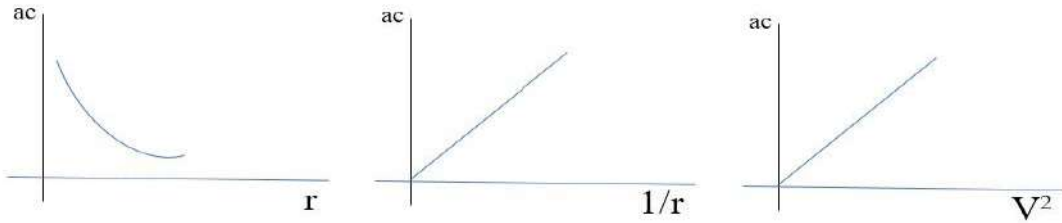
لان عجلة الحركة الدائرية هي عجلة مركزية تنتج من التغير في اتجاه السرعة الخطية وليس المقدار.

a_c	العجلة المركزية	$\Rightarrow$	m/s^2
V	السرعة الخطية	$\Rightarrow$	m/s
ω	السرعة الزاوية	$\Rightarrow$	Rad/s
r	نصف القطر	$\Rightarrow$	m

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

• العوامل التي تتوقف عليها العجلة المركزية:

(السرعة v) / أو السرعة الزاوية (2) نصف القطر r)



ب - العجلة الزاوية: تغير السرعة الزاوية خلال الزمن (أي معدل تغير السرعة الزاوية)

$$\theta'' = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

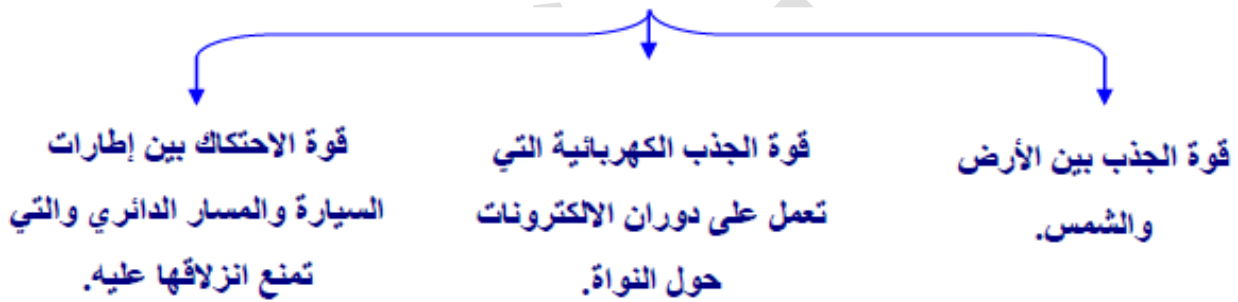
و تحسب باستخدام العلاقة و تقاس بوحدة (rad/s^2) .

القوة الجاذبة المركزية

القوة الجاذبة المركزية: هي القوة التي تسبب الحركة الدائرية للكتلة ويكون اتجاهها دائماً نحو مركز الدائرة .

أو (قوة أو محصلة عدة قوى مؤثرة على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تكسبه تسارعاً مركباً يتناسب مقداره طردياً مع مربع السرعة الخطية ويتناسب عكسياً مع نصف قطر المسار)

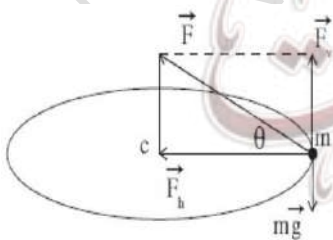
أمثلة على القوة الجاذبة المركزية



مقدار القوة الجاذبة المركزية:

الجسم الذي يتحرك حركة دائرية منتظمة يحتاج لقوة تعمل على تغيير اتجاه سرعته (مقدار السرعة ثابت).

بدراسة الكتلة المثبتة في الخيط نجد أن القوى المؤثرة عليها هي :



2- القوة المبذولة على

1- ثقل الجسم (وزنه mg).

الخيط (F).

بتحليل القوة المبذولة على الخيط إلى مركبتين الأفقية والرأسية :

- المركبة الرأسية تتلاشى مع وزن الجسم (لأنها تتساوى مع الوزن وتعاكسه في الاتجاه)

- تبقى القوة التي تؤثر على الكتلة هي المركبة الأفقية فقط واتجاهها دائما نحو مركز الدائرة.

F_c : القوة المركزية (N)

a_c : العجلة المركزية (m/s^2)

v : السرعة الخطية (المماسية) (m/s)

ω : السرعة الزاوية (rad/s)

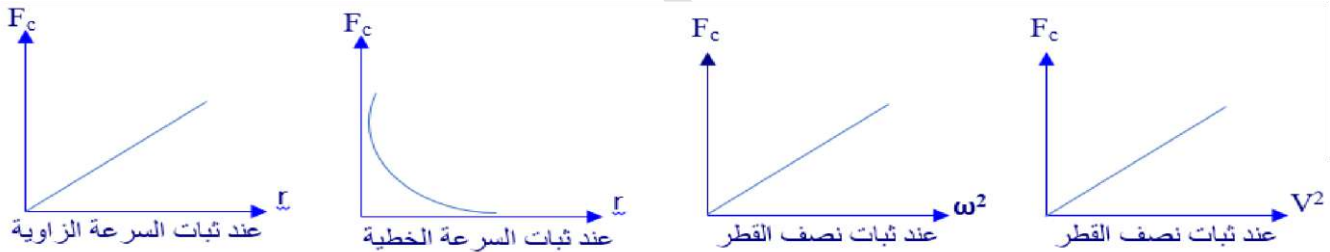
r : نصف القطر (m)

m : الكتلة (kg)

$$F_c = m \cdot a_c = \frac{m v^2}{r} = m \omega^2 r$$

العوامل التي تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية :

- 1- كتلة الجسم m (طردي)
- 2- نصف قطر المسار r (عكسي عند ثبات السرعة الخطية وطردي عند ثبات السرعة الزاوية)
- 3- مربع السرعة الخطية v (طردي)



تطبيقات على القوة الجاذبة المركزية:

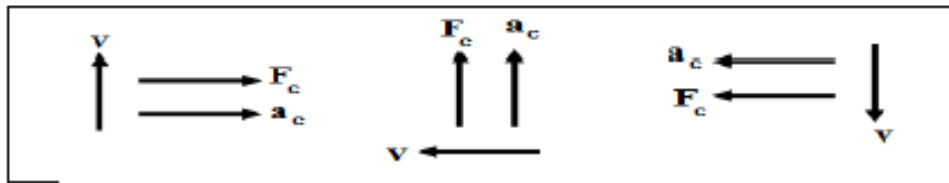
- في الحوض المغزلي للغسالات يدور الحوض بسرعة كبيرة ويؤثر الجدار الداخلي للحوض على الملابس بقوة جاذبة مركزية تجعل الملابس تلتصق بالجدار الداخلي للحوض.
- تخرج المياه من فتحات الحوض وبالتالي تؤثر القوة الجاذبة المركزية للحوض على الملابس فقط وليس على الماء
- لذلك تؤدي القوة الجاذبة المركزية الدور الأساسي في عمليات الطرد المركزي.

زوال القوة الجاذبة المركزية:

عند زوال القوة الجاذبة المركزية فإن الجسم يتحرك في خط مستقيم وفي نفس اتجاه السرعة الخطية وذلك طبقا للقانون الأول لنيوتن وبتأثير القصور الذاتي.

مخطط الحركة الدائرية المنتظمة:

تكون القوة المركزية والعجلة المركزية في نفس الاتجاه والسرعة الخطية عمودية عليهما.



تطبيقات على القوة المركزية في الحياة العملية

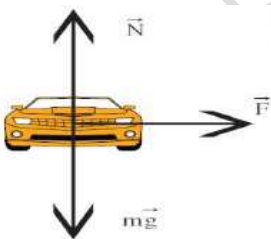
أولا: الانزلاق على المنعطفات الأفقية:

ان انعطاف السيارة على طريق افقية يحتاج الى قوة مركزية كافية لإبقاء السيارة على مسارها الدائري وهذا يجب ان توفره قوة الاحتكاك بين عجلات السيارة والطريق .

- عندما تكون قوة الاحتكاك أكبر او تساوي القوة الجاذبة لا تنزلق السيارة.

- عندما تكون قوة الاحتكاك اقل من قوة الجاذبة تنزلق السيارة بسبب استمرارية الحركة باتجاه المماس

(بسبب القصور الذاتي). (يحدث في الأيام الممطرة او الجليد)



• معامل الاحتكاك (μ): هو النسبة بين قوة الاحتكاك (f) وقوة رد الفعل (N).

$$\mu = \frac{f}{N}$$

$$N = mg$$

رد الفعل = الوزن

$$f = \mu \times N = \mu \times mg$$

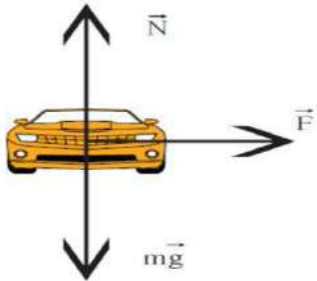
مثال : سيارة كتلتها 1000 kg تتعطف على مسار دائري قطره 100 m

على طريق أفقية بسرعة 14 m/s هل تستطيع السيارة الالتفاف أم أنها ستتزلق في الحالتين التاليتين :

1- إذا كان معامل الاحتكاك $\mu = 0,66$ والطريق جاف

القوة الأفقية اللازمة لإبقاء السيارة على مسارها

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{1000 \times 14^2}{50} = 3920 \text{ N}$$



$$f_1 = \mu \times N = \mu \times mg = 0,66 \times 1000 \times 10 = 6600 \text{ N}$$

الاحتكاك

هذه القوة اكبر من F_c لذا فإن لن تتزلق أثناء الالتفاف

2- إذا كان معامل الاحتكاك $\mu = 0,25$ والطريق مبلل

$$f_2 = \mu \times N = \mu \times mg = 0,25 \times 1000 \times 10 = 2500 \text{ N}$$

هذه القوة اقل من F_c وهذا يعني انزلاق السيارة عن مسارها

الخلاصة العامة:

- إذا كانت قوة الاحتكاك (f) $\leq$ القوة المركزية (F_c) تستطيع السيارة الانعطاف.
- إذا كانت قوة الاحتكاك (f) $>$ القوة المركزية (F_c) لا تستطيع السيارة الانعطاف.

الاجابة	علل ما يلي	
لأن اتجاه الحركة يكون دائماً مماساً للدائرة	تسمى سرعة الجسم الذي يتحرك علي طول مسار دائري بالسرعة المماسية	1
لأن أنصاف أقطار كل جزء تسمح نفس الزاوية بنفس الزمن	لكل أجزاء المنضدة الدوارة السرعة الدائرية نفسها	2
لأن السرعة الخطية في الحركة الدائرية المنتظمة تكون ثابتة المقدار ، لا تتغير بالنسبة إلى الزمن .	العجلة المماسية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تساوي صفر .	3
لأن السرعة الزاوية في الحركة الدائرية المنتظمة ثابتة المقدار لا تتغير بالنسبة إلى الزمن .	العجلة الزاوية في الحركة الدائرية المنتظمة تساوي صفر .	4
لأن السرعة المماسية تتناسب طردياً مع السرعة الدائرية ونصف القطر (البعد عن محور الدوران) .	كلما زادت سرعة دوران لعبة الساقية الدوارة في المدينة الترفيهية زادت السرعة المماسية .	5
	سرعة الحصان البعيد عن المحور أكبر من الحصان القريب في لعبة الساقية الدوارة	6
بسبب تغير اتجاه السرعة الخطية بفعل قوة الجذب المركزية	الحركة الدائرية المنتظمة معجلة رغم ثبات السرعة	7
لعدم تأثر الماء بقوة جذب مركزية كالملابس . فيميل إلى التحرك بالقصور الذاتي في خط مستقيم	يخرج الماء من الملابس باتجاه الثقوب في النشافة بينما تتجه الملابس نحو داخل الحوض .	8
لانعدام القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه . فتصبح محصلة القوى صفر فيتحرك بخط مستقيم	عندما ينقطع الحبل المربوط به جسماً يتحرك حركة دائرية فإنه يتحرك في خط مستقيم	9
لان معامل الاحتكاك بين الاطارات و الطريق تقل فتصبح قوة الاحتكاك أقل من قوة الجذب اللازمة للدوران	تنزلق السيارات على المسارات الدائرية في الأيام الممطرة .	10

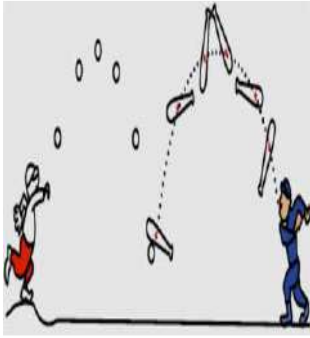
11	ضرورة التزام سائق بسرعة محددة عند المنعطفات	حتى قوة الجذب اللازمة لا تتعدى المركبة الأفقية لرد الفعل
12	تسمى القوة التي تغير من اتجاه سرعة الجسم على المسار الدائري بالقوة الجاذبة المركزية	لأنها تعمل على جذب الجسم باتجاه المركز وتجعله يغير مساره باستمرار ويكتسب عجلة مركزية

مركز الثقل

الفصل الثالث :

مركز الثقل :

هو النقطة التي تقع عند الموضع المتوسط لثقل الجسم الصلب المتجانس أو نقطة تأثير ثقل الجسم



1- يكون شكل مسار كرة القاعدة عندما تقذفها في الهواء (قطع مكافئ)

2- أما مسار مضرب كرة القاعدة فيكون:

أ- حركة أجزاء المضرب حركة (دورانية) حول نقطة مركز الكتلة.

ب- حركة مركز الثقل حركة (انتقالية) على شكل مسار قطع مكافئ.

ملاحظات :

1. مركز ثقل الجسم هو نقطة تأثير ثقل الجسم

2. مركز ثقل الجسم هو نقطة اتزان الجسم

3. يقع مركز الثقل للأجسام المنتظمة الشكل مثل كرة القاعدة عند المركز الهندسي لها

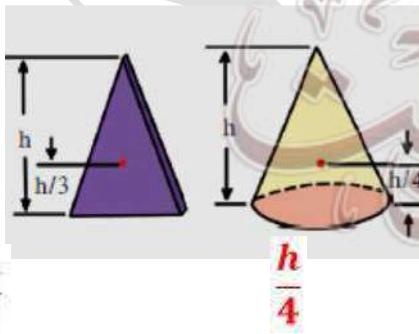
4. يقع مركز الثقل للأجسام غير المنتظمة الشكل مثل مضرب كرة القاعدة ناحية الطرف الأثقل لها

5. يقع مركز ثقل قطعة رخام مثلثة الشكل على الخط الواصل

مركز المثلث ورأسه وعلى بعد يساوي ثلث الارتفاع

بينما يقع على الخط نفسه بالنسبة لمخروط مصمت

ولكن على بعد يساوي ربع الارتفاع



مسار مركز الثقل :

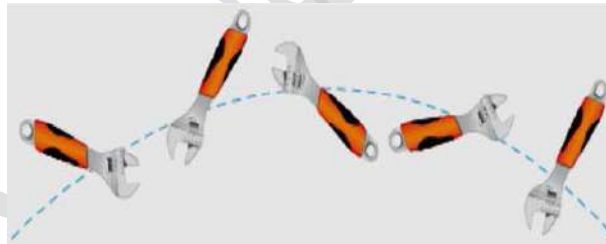
- عند انزلاق جسم على مستوي أفقي أملس فإن مركز ثقل الجسم يتحرك في خط مستقيم

أما باقي أجزاء الجسم تتحرك حركة دورانية حول مركز الثقل

وبالتالي فإن حركة الجسم هي محصلة حركة من خط مستقيم لمركز الثقل وأخرى دورانية حوله



- إذا قذف الجسم في الهواء فإن مركز ثقله سيتخذ مساراً منتظماً على شكل قطع مكافئ



- يلاحظ في الألعاب النارية

الصاروخية أن القوى الداخلية أثناء الانفجار

لا تغير موضع مركز ثقل القذيفة حيث أن الشظايا المتناثرة تحتفظ بمركز الثقل نفسه

مُعَلِّمٌ كَوْنِيٌّ
صَفْوَةُ مِي كَوْنِيَّة

مراجعة الدرس 3-1 (ص73)

اولاً – عرف مركز الثقل لجسم.

مركز الثقل لجسم هو النقطة التي تقع عند الموضع المتوسط لثقل الجسم

(نقطة تأثير محصلة قوى الجاذبية المؤثرة على أجزاء الجسم)

ثانياً – لماذا لا يقع مركز ثقل مضرب كرة القاعدة على نقطة الوسط للمضرب ؟

لأن شكله الهندسي غير منتظم

ثالثاً – ما الجزء من الجسم الذي سيتبع مسار قطع مكافئ عند دورانه في الهواء

أو سيتبع خطاً مستقيماً أثناء انزلاق الجسم على سطح أملس ؟

مركز الثقل

رابعاً – هل ينطبق مركز الثقل دائماً على المركز الهندسي للجسم ؟ أعط أمثلة تعلق إجاباتك

كلا , حيث أنه لا يقع مركز ثقل الكرة الممتلئ نصفها بسائل على المركز الهندسي

خامساً – صف حركة مركز ثقل مقذوف قبل انفجاره في الهواء وبعده

يتبع مركز الثقل مسار القطع المكافئ نفسه قبل الانفجار وبعده

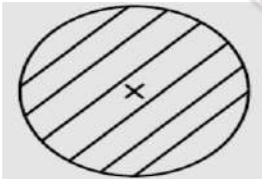
مركز الكتلة (العطالة)

مركز الكتلة أو مركز العطالة : هو الموضع المتوسط لكل كتل جميع الجزيئات التي يتكون منها هذا الجسم

الفرق بين مركز الكتلة ومركز ثقل الجسم

- مركز الكتلة ومركز الثقل ينطبقان على بعضهما عندما تكون الأجسام صغيرة

والأجسام الموضوعة على سطح الأرض أو قريبة منها

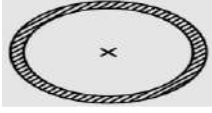


- ويكون هناك فرق بسيط بينهما في حالة الأجسام الكبيرة

بسبب اختلاف قوة الجاذبية الأرضية على كل جزء من أجزاء الجسم

علل : يقع مركز ثقل مركز التجارة العالمي أسفل مركز كتلته ب $1mm$

لأن قوة الجاذبية على الجزء السفلي اكبر من القوى المؤثرة على الجزء العلوي

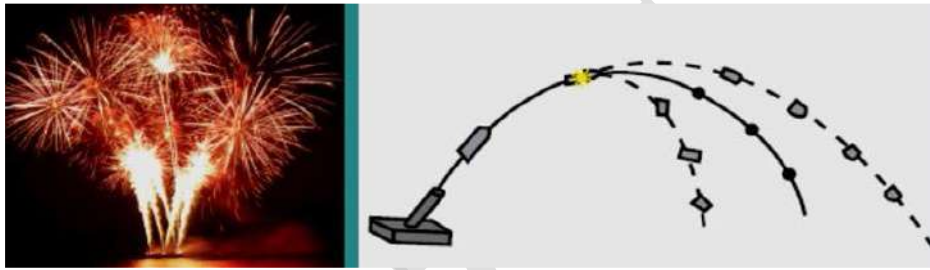


- بالنسبة للأجسام المتجانسة (لا تتغير كثافته من نقطة إلى أخرى)

فإن مركز الكتلة ينطبق على المركز الهندسي مثل القرص والدائرة

- بالنسبة للأجسام غير المتجانسة فإن مركز الكتلة أقرب إلى المنطقة التي تحتوي على كتلة أكبر
- في الأجسام الممتلئة التي لا تحتوي على فراغ يكون مركز كتلة الجسم نقطة مادية على الجسم
- أما في الأجسام التي تحتوي على فراغ داخلها ، فيكون مركز الكتلة خارج الجسم ، مثل حلقة دائرية ، أو إطار مستطيل الشكل ، أو شكل نحاسي على شكل مثلث أو غيرها.
- بالنسبة للقذيفة التي تنفجر في الهواء يتحرك مركز كتلتها قبل الانفجار وبعده على شكل قطع مكافئ لأن مركز كتلة القذيفة قبل الانفجار ينطبق على مركز كتلة الشظايا المتناثرة بعد الانفجار ويتابع حركته كأن الانفجار لم يحدث .

وبعد الانفجار تتحرك الشظايا المتناثرة مبتعدة عن مركز كتلتها راسمة قطوع مكافئة مختلفة



مركز الكتلة وتأرجح النجوم :

لا تدور كواكب المجموعة الشمسية حول مركز الشمس بل حول مركز كتلة المجموعة الشمسية



هذان المركزان (مركز الشمس ومركز المجموعة الشمسية) منطبقان تقريباً طالما أن الكواكب مبعثرة حول الشمس لذلك يظهر دورانها على شكل تأرجح بين نقطتين

أما إذا اصطفت على خط مستقيم بالنسبة للشمس سيبعد مركز كتلة المجموعة الشمسية مسافة 800 ألف كيلو متر عن سطح الشمس أي (1,5) مليون كيلو متر عن مركزها

علل : تدور الشمس حول مركز كتلة المجموعة الشمسية بحيث تكون حركتها متأرجحة

لأن مركز كتلة المجموعة الشمسية تكون قريبة من مركز الشمس

مراجعة الدرس 2-3 (ص 77)

أولاً - عرّف مركز الكتلة. مركز الكتلة , الموضع المتوسط لكل كتل جميع الجزيئات التي يتكون منها الجسم

ثانياً - متى ينطبق مركز كتلة الجسم مع مركز الثقل؟
ينطبق مركز ثقل الجسم على مركز كتلته عندما يكون الجسم صغيراً , فلا يوجد اختلاف في قوى الجاذبية بين أجزائه

ثالثاً - عند دراسة مركز الكتلة لأجسام مختلفة , يتبين لنا أنّ مركز الكتلة في بعض الأجسام يكون نقطة مادية

موجودة على الجسم , ويكون في أجسام أخرى نقطة غير موجودة على الجسم . أعط أمثلة توضّح فيها الحالتين.

في الأجسام الممتلئة (المصمتة) يكون مركز كتلة نقطة مادية على الجسم نفسه ,
أما الأجسام المفرغة يكون مركز كتلة نقطة غير موجودة على الجسم مثل حلقة دائرية , اطار مستطيل

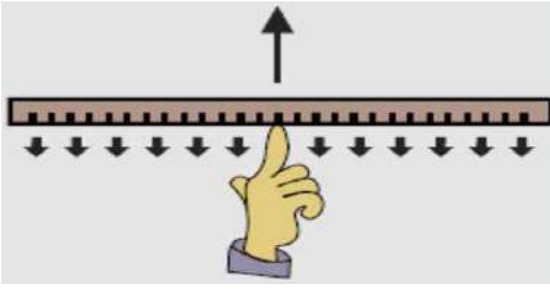
رابعاً - في بعض الحالات لا ينطبق مركز الثقل مع مركز الكتلة . أعط مثالاً توضّح فيه هذه الحالة و اشرح السبب؟

لا يتطبق مركز الكتلة على مركز الثقل من الأجسام الكبيرة
حيث يكون هناك اختلاف في قوى الجاذبية بين أجزائه مثل الأبنية الشاهقة

خامساً - يلاحظ علماء الفلك أثناء مراقبتهم للنجوم أنّها تتأرجح في الفراغ حول مركز كتلتها .

ما هو الاستنتاج الذي توصّل إليه العلماء من خلال هذا التأرجح؟

لذلك النجوم المتأرجحة مجموعة كواكب تبعد مركز كتلة المجموعة عن مركز كتلة النجم نفسه



تحديد موضع مركز الكتلة أو مركز الثقل

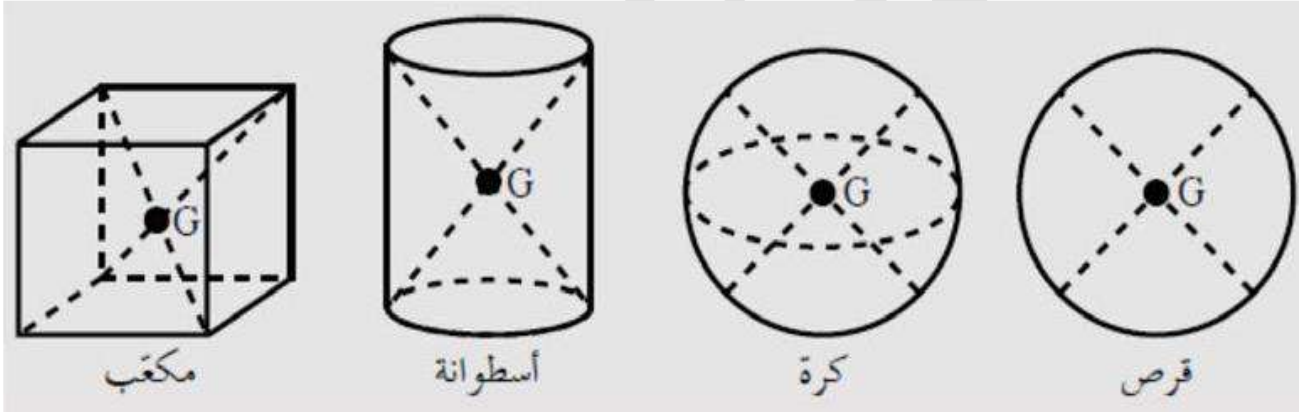
مركز الثقل وتوازن الجسم :

يمكن أن يتوازن الجسم إذا ارتكز عند مركز الثقل .

المسطرة منتظمة القطع فإن مركز ثقلها يكون في المنتصف لكي تترن المسطرة يجب التأثير على مركز

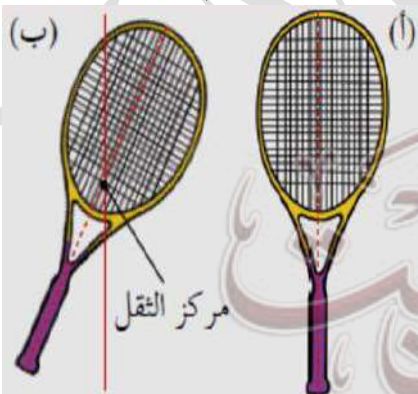
ثقلها بقوة للأعلى ومساوية لثقل المسطرة

مركز ثقل الأجسام منتظمة الشكل :



ينطبق مركز الثقل أو الكتلة مع المركز الهندسي للأجسام منتظمة الشكل

ويمكن أن يكون نقطة مادية من الجسم إذا كان ممتلئاً أو نقطة خارجه إذا كان الجسم مفرغاً



مركز ثقل الأجسام غير منتظمة الشكل

كيفية تحديد موقع مركز الثقل :

1- نعلق الجسم من أي نقطة ونتركه حتى يستقر

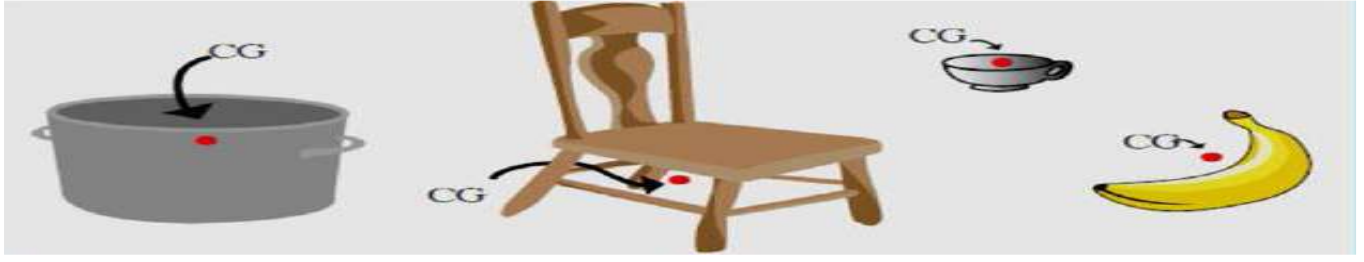
2- نرسم الخط العمودي أسفل نقطة التعليق

1- نعلق الجسم من نقطة أخرى ثم نرسم الخط العمودي أسفل نقطة التعليق ,

فنجد أن نقطة تقاطع الخطين العموديين تمثل مركز ثقل الجسم .

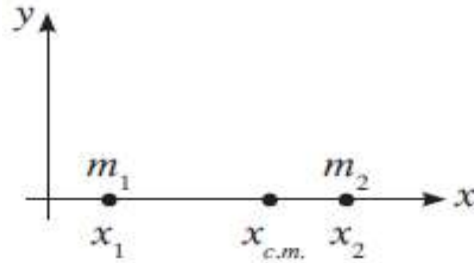
* يمكن استخدام الطريقة السابقة للتحقق من أن المركز الهندسي هو مركز ثقل الأجسام منتظمة الشكل

يمكن أن يقع مركز الثقل خارج الجسم بالنسبة للأجسام غير منتظمة الشكل .



حساب موقع مركز كتلة جسمين نقطيين

1- علي المحور السيني (الأفقي X) :



$$X_{cm} = \frac{(m_1 \cdot x_1) + (m_2 \cdot x_2)}{m_1 + m_2}$$

- يجب ملاحظة أن مركز الكتل لا يعتمد على طريقة اختيارنا لمحاور الإحداثيات بل على توزيع الجسيمات المولفة للنظام

مثال 1 ص 80: $m_1 = 2 \text{ kg}$ و $m_2 = 8 \text{ kg}$ كتلتان نقطيتان على محور السينات تبعدان عن بعضهما 6 cm

x	y	
		m_1
		m_2

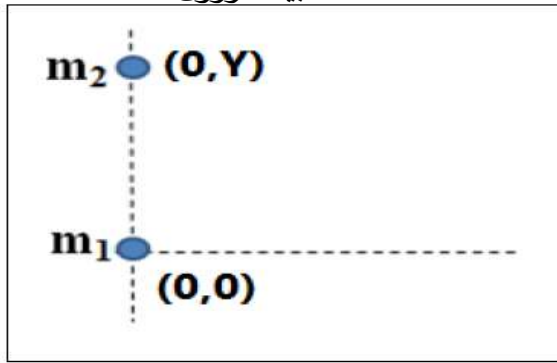
أ- احسب موقع مركز كتلة الجسمين .

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{2 \times 0 + 8 \times 6}{10} = 4,8 \text{ cm}$$

ب- النتيجة المقبولة :

لأن مركز كتلة الجسمين تقع بين النقطتين (0 , 4.8) أي اقرب إلى الكتلة الأكبر

2- مركبات مركز الكتلة على المحور الرأسى OY



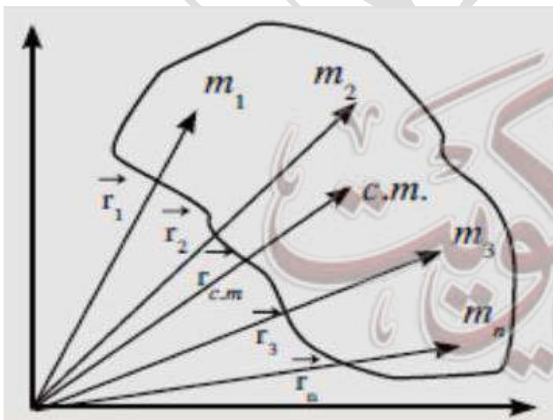
$$y_{cm} = \frac{(m_1 \cdot y_1) + (m_2 \cdot y_2)}{m_1 + m_2}$$

$$Z_{cm} = \frac{(m_1 \cdot Z_1) + (m_2 \cdot Z_2)}{m_1 + m_2}$$

2- على المحور (Z) :

مركز كتلة عدة كتل موجودة في مستوى واحد

يمكن تحديد مركز الكتلة من العلاقة التالية :



$$\vec{R}_{c.m.} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$$