الفيزياء

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الأول 2023

إعداد الأستاذ نبيل مرزوق

(الكميات الفيزيائية)

كميات عددية وكميات متجهة .

1- الكميات العددية (القياسية) :

هي الكميات التي يكفي لتحديدها عدد يحدد مقدارها و وحدة قياس

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

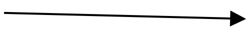
- تتبع الكميات العددية قواعد الجبر الحسابية فهي تجمع وتطرح اذا كان لها نفس وحدة القياس .

2- الكميات المتجهة :

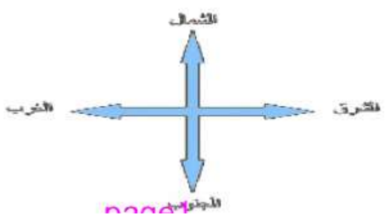
هي الكميات التي تحتاج في تحديدها إلى اتجاه ومقدار و وحدة القياس. (إزاحة – قوة –عجلة)

*تتبع الكميات المتجهة جبر المتجهات

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



ملاحظات علي 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 نوعين للمتجهات:**

1ً – **المتجهة الحرة:** تحدد بمقدار واتجاه فقط (ويمكن نقلها) مثل (الإزاحة)

2ً- **المتجهة المقيدة:** مقيدة بنقطة تأثيرها وخط عملها (لا يمكن نقلها) مثل (القوة)

* يمكن نقل المتجهة الحرة 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 مقيد 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**)

(جمع المتجهات)(تركيب المتجهات):

عملية تتم فيها الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد.

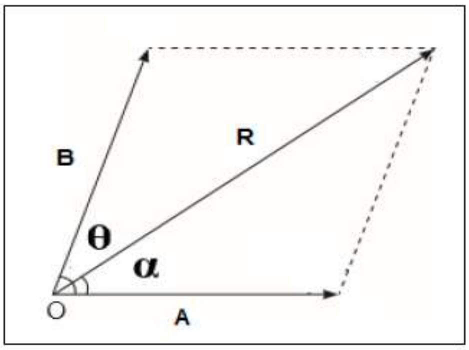
المحصلة : المتجه المفرد الواحد الذي يكافئ باقي المتجهات مقداراً و اتجاهاً **.**

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

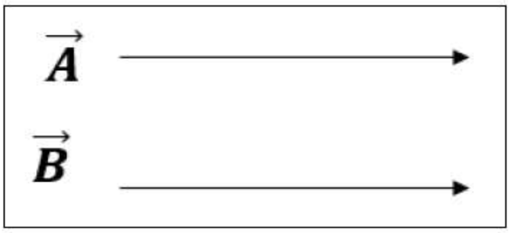
المقدار $R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$

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

θ الزاوية بين المتجهة A , B

α الزاوية بين المتجهة A و المحصلة R

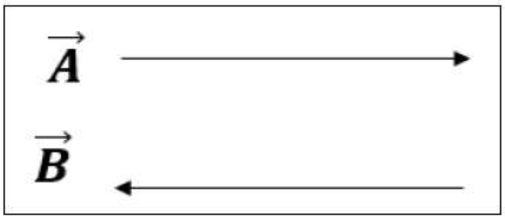
حــالات خــاصـــة :



1- اذا كان المتجهين في نفس الاتجاه . θ = ZERO

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

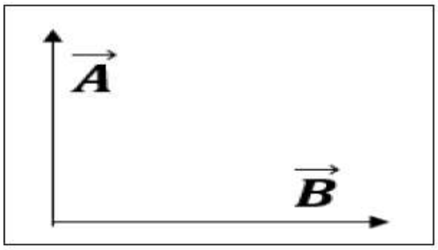
والاتجاه نفس اتجاه المتجهين



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

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

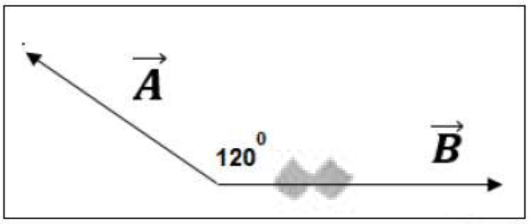
والاتجاه نفس اتجاه المتجه الأكبر .



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

فتكون المحصلة الفرق بين المتجهين $\theta = 180^0$

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

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 أذا كان لهما نفس المقدار و متعاكسان في الإتجاه

6-عملية جمع المتجهات عملية إبداليه , بحيث

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

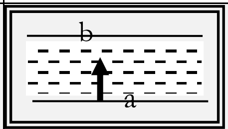
7- لا يمكن إيجاد محصلة متجهين إلا إذا كانا يعملان على جسم واحد .

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

مثال : أي من القيم التالية لا يمكن أن يكون قيمة محصلة المتجهين : ($A^{\rightarrow} = 3$ " $B^{\rightarrow} = 10$

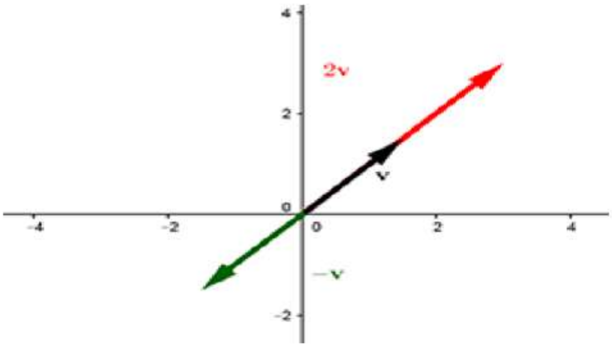
□ 7 □ 8 □ 10 □ 13 · 5 · 23 · 2 ·1

	علل ما يلي	الاجابة
1	يمكن نقل متجه الإزاحة و لا يمكن نقل متجه القوة	لأن متجه الإزاحة حر بينما متجه القوة مقيد بنقطة تأثير
2	القوة كمية متجهة مقيدة	لأنها مقيدة بنقطة تأثير و لا يمكن نقلها
3	يمكن الحصول علي قيم متعددة لمحصلة أي متجهين رغم ثبات مقداريهما	لأن قيمة المحصلة تتوقف على الزاوية بين المتجهين. $\vec{a}+\vec{b}=\sqrt{a^2+b^2+2ab\cos\theta}$
4	تكون محصلة قوتين أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما صفرا(متوازيتان)	لأن الزاوية بينهما صفر فيصبح جمع المقادرين (COS0=1) ويكون لهما نفس الإتجاه $R=\sqrt{a^2+b^2+2ab}=\sqrt{(a+b)^2}=a+b$
5	تكون محصلة قوتين أصغر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما 180^0 (متعاكستان)	لأن الزاوية بينهما 180^0 فيصبح طرح المقادرين COS180=-1 $R=\sqrt{a^2+b^2-2ab}=\sqrt{(a-b)^2}=a-b$
6	تتغير سرعة تُحليق طائرة في الجو على الرغم من ثبات السرعة التي يكسبها المحرك للطائرة .	بسبب تأثرها برياح متغيرة السرعة (مقداراً واتجاها) لذلك تتحرك بمحصلة سرعتها وسرعة الرياح
7	لا يستطيع سباح أن يعبر النهر من(a)إلي (b) بصورة مباشرة 	لأنه يتحرك بتأثير سرعت (قوة) الحركة نحو الضفة الأخرى وسرعة تيار الماء عمودي سرعة السباح

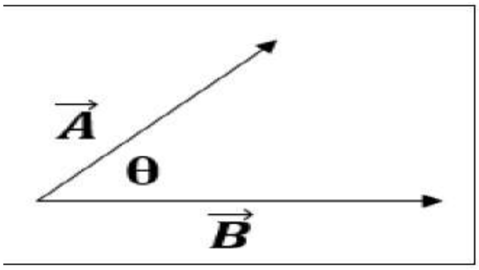
ضرب كمية عددية بكمية متجهة :

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.



ثانيا : ضرب كمية متجهة بكمية متجهة :



أ- الضرب العددى (القياسى) :

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

كمية عددية

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

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

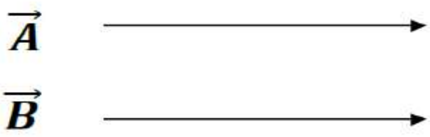
ملاحظات :

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 الأتجاه $\theta = ZERO$, $\theta = 360^0$

(المتجهين متوازيين)

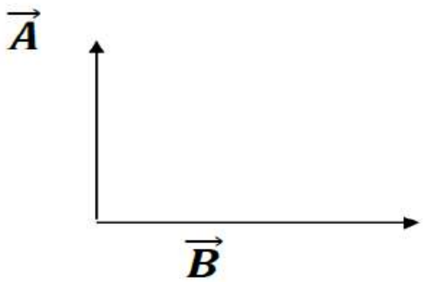


$$\cos\theta = 1$$

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

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

$\theta = 90^0$, $\theta = 270^0$



$$\cos\theta = zero$$

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

5- من أمثلة الكميات الناتجة عن الضرب العددي (القياسي) لمتجهين هي الشغل
الشغل كمية عددية لانه ناتج عن الضرب العددي لمتجهي القوة و الأزاحة

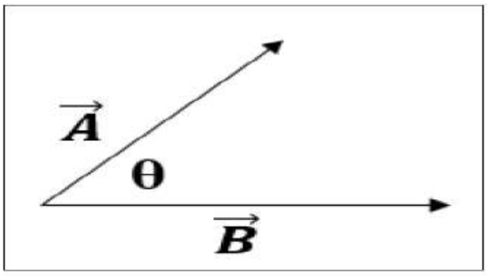
$$\vec{F} \cdot \vec{D} = W$$

6- الضرب العددي (القياسي) عملية أبدالية

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

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

ب - الضرب الأتجاهى



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

كمية متجهة

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

ملاحظات :

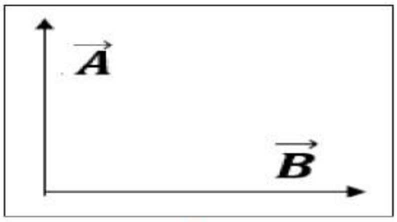
1- حاصل الضرب الأتجاهي يكون كمية متجهة

2- مقدار ناتج (حاصل) الضرب الأتجاهي = $AB \sin\theta$

وهي تساوي مساحة متوازي الأضلاع الناتج عن المتجهين

3- يحد اتجاه المتجه الناتج عن عملية الضرب بقاعدة اليد اليمني . R.H.R

4- أكبر قيمة حاصل الضرب الأتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهين متعامدين



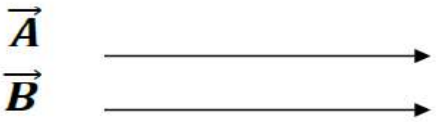
$$\theta = 90^0 \ , \ \theta = 270^0$$

$$\sin\theta = 1$$

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

5- تنعدم قيمة حاصل الضرب الأتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهان في نفس الأتجاه $\theta = ZERO \ , \ \theta = 360^0$

(المتجهين متوازيين)



$$\sin\theta = zero$$

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

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

7 – عملية الضرب الأتجاهي عملية ليست ابدالية .

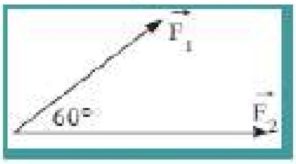
$$\vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$$

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

8 – يتساوي مقدار الضرب الأتجاهي مع مقدار الضرب العددي للمتجهين عندما تكون الزاوية بين المتجهين تساوي $\theta = 45^0$

$$\sin 45 = \cos 45$$

٧. المتجهان $\vec{F_1}$ ومقداره N(3) و $\vec{F_2}$ ومقداره N(4) ، *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) $$\vec{F_1} . \vec{F_2} = F_1 F_2 \cos 60 = 3 \times 4 \cos 60 = 6\, N$$

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

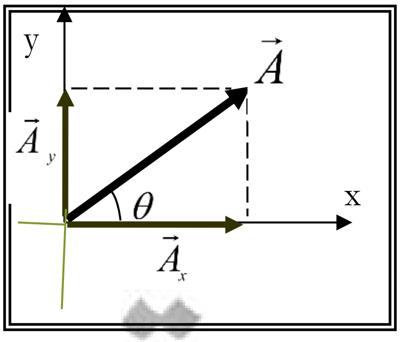
يحدد اتجاه $\vec{F'}$ باستخدام قاعدة اليد اليمنى فيكون اتجاهه لأعلى

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

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

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

<u>**تحليل المتجهات**</u>:



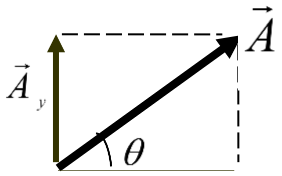
1.**تحليل المتجه** :هو استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين لهما نفس التأثير

🔔 تحليل المتجهات هي عمليه معاكسه لعمليه تركيبها .(أي عكس الجمع)

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

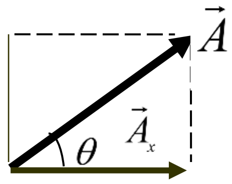
$\sin\theta = \frac{A_y}{A}$

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



المركبه الرأسية (الصادية)

$A_y = A.\sin\theta$



المركبه الأفقيه (السينية)

$A_x = A.\cos\theta$

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

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

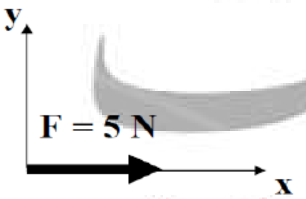
(اتجاه المحصلة) $\tan\theta = \frac{Ay}{Ax}$

θ : هي الزاوية المحصورة بين المتجه A والمحور x.

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

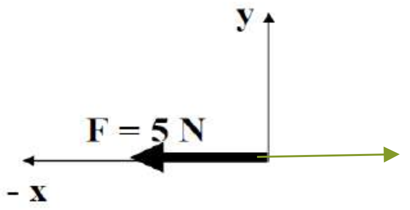
ملاحظه: لا يمكن ان تكون قيمه المركبة اكبر من المتجه نفسه.

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



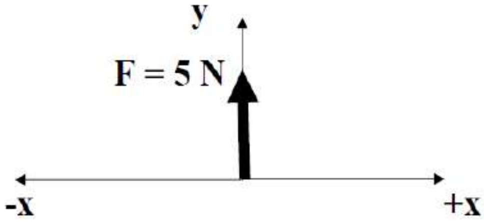
- يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهه الأصلي عندما يصنع المت

زاوية مقدارها صفر (منطبق علي المحور $X +$)



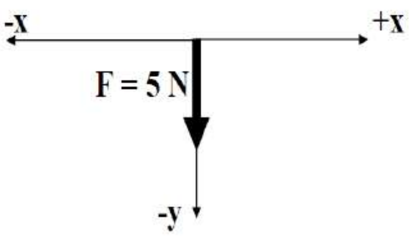
- يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهه

(الأتجاه) عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها ^{0}



- يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهة الأصلي عندما يه

زاوية مقدارها 90^{0} (منطبق علي المحور $y +$)



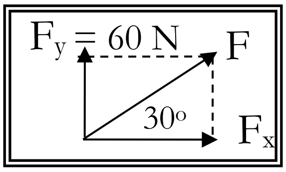
- يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهة الأصلي ويعاكسها في الأشارة

(الأتجاه) عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها 270^{0} (منطبق علي المحور $y -$)

- يتساوي مقدار المركبة الرأسية للمتجهة مع مقدار المركبة الرأسية عندما تكون الزاوية 45^{0} .

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

$$A_x = A_y$$



مثال: اعتماداً على البيانات في الشكل المجاور,

فإن (F) تساوي N...........

و (F_x) تساوي N...........

ملاحظات:

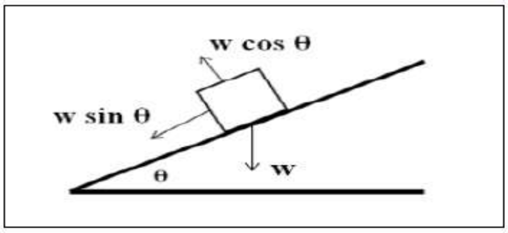
- **يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهه الأصلي عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها صفر (منطبق على المحور X +)**
- **يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجهه الأصلي و يعاكسه في الأشارة (الأتجاه) عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها 180^0 (منطبق على المحور X -)**
- **يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهة الأصلي عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها 90^0 (منطبق على المحور y +)**
- **يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجهة الأصلي ويعاكسها في الأشارة (الأتجاه) عندما يصنع المتجهه زاوية مقدارها 270^0 (منطبق على المحور y -)**
- **يتساوي مقدار المركبة الرأسية للمتجهة مع مقدار المركبة عندما تكون الزاوية 45^0 .**

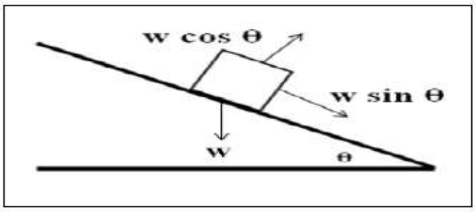
$\cos 45 = \sin 45 = 0.707$

$A_x = A_y$

حركة جسم علي سطح مائل

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





المركبة الأفقية = $w \sin \theta$
المركبة الرأسية = $w \cos \theta$

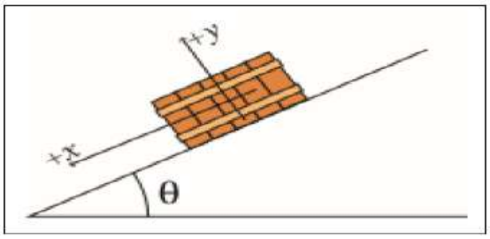
نيوتين N ======> وزن الجسم w

يمكن حساب وزن الجسم من المعادلة التالية :

$$W = m \, . \, g$$

نيوتين N ===========> وزن الجسم w
كيلو جرام kg ===========> الكتلة m
$10\ m/s^2$ =============> عجلة الجاذبية الارضية g

مثال $\frac{3}{28}$: يستقر جسم كتلته 50 kg علي سطح مائل بزاوية 30^0 مع الخط الأفقي , أحسب مركبتي الوزن للجسم .



$m = 50\ kg$
$\theta = 30^0$
$g = 10\ m/s^2$
$W_x = ?$
$W_y = ?$

إيجاد محصلة عدة متجهات طريقة التحليل المتعامد للمتجهات

1- نحلل المتجهات

2- نجمع المركبات الافقيه $\vec{R_x} = \vec{B_x} + \vec{A_x}$

3 - نجمع المركبات الرأسيه $\vec{R_y} = \vec{B_y} + \vec{A_y}$

4- نوجد مقدار المحصله يحسب من العلاقه : $R = \sqrt{R_x^{\ 2} + R_y^{\ 2}}$

$$\tan\theta = \frac{Ry}{Rx}$$

5- نوجد اتجاه المحصلة باستخدام العلاقه : $\alpha = \tan^{-1}(\frac{R_y}{R_x})$

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

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

ملاحظات :

- يكون مسار جسم مقذوف على شكل منحني قطع مكافئ في غياب الاحتكاك مع الهواء.
- تؤثر مقاومة الهواء على القذيفة بحيث تبطأ سرعتها **نتيجة الاحتكاك** ويتغير شكل المسار.

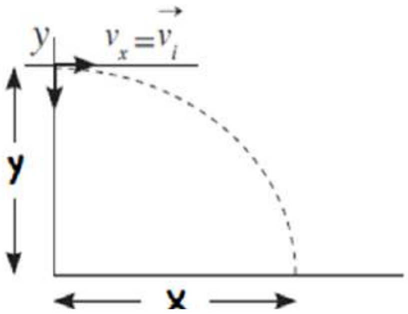
حركة القذيفة: هي حركة مركبة من حركة منتظمة السرعة على المحور الافقي وحركة منتظمة العجلة على المحور الرأسي.

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

ملاحظة:

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

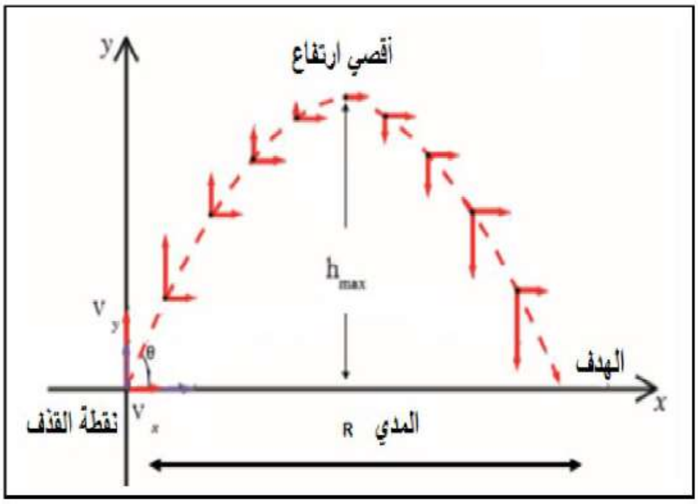
أولاً: حركة القذيفة من أعلى نقطة:

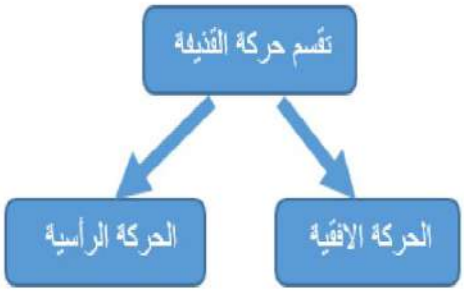


المحور الأفقي x	المحور الرأسي y
تنعدم القوة المؤثرة علي الجسم و بالتالي تصبح عجلة الحركة = صفر لذلك يتحرك الجس $X = V_0 . t$ x	يتحرك الجسم تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية g , بتأثير الوزن ويطبق علي الجسم معادلات الحركة في خط مستقيم . وحيث أن الجسم يسقط من أقصي ارتفاع $V_{0y} = zero$

معادلات حركة القذيفة الأفقية على المحور الرأسي y	
السرعة الرأسية	$V_y = g.t$
الارتفاع الرأسي	$y = \frac{1}{2} g t^2$
السرعة الرأسية	$v^2 y = 2g.y$
السرعة في لحظه ما	

ثانياً: حركة قذيفة أطلقت بزاوية:





المحور الافقي x (الحركة الافقية)	المحور الرأسي y (الحركة الرأسية)
• تتحرك القذيفة فب غياب قوة مؤثرة وبالتالي العجلة = صفر • تكون قيمة المركبة الافقية للسرعة ثابتة عند جميع النقاط V_x. $V_x = v\cos\theta$ • زمن وصول القذيفة الى الهدف يساوي ضعف الزمن للوصول الى اقصى ارتفاع $t' = 2\,t = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$ • لحساب مدى القذيفة R نستخدم: $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ $R = V_x\, t'$ • عند اقصى ارتفاع تكون سرعة الجسم مساوية للمركبة الافقية للسرعة V_{0x}. • المدى: هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الاطلاق ونقطة الوصول على الخط الأفقي المار بنقطة الاطلاق.	• تتحرك القذيفة الى أعلى بتأثير عجلة الجاذبية الأرضية وتكون عجلة تباطؤ لأنها تتحرك عكس الجاذبية الأرضية $-g$. • تتغير قيمة المركبة الرأسية للسرعة من نقطة الى 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: $v_y = v_{0y} - gt$ $y = v_{0y} - \frac{1}{2} g t^2$ $v_y^2 = v_{0y}^2 - 2gy$ • حساب الزمن عند اقصى ارتفاع: $t = \frac{v_0 \sin\theta}{g}$ • حساب اقصى ارتفاع تصل اليه القذيفة: $h_{max} = \frac{v_0^2 \sin\theta^2}{2g}$

• معادلة المسار

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

ملاحظات :

1- تتخذ القذيفة مسار منحني (قطع مكافئ) وذلك في حالة غياب الهواء .
اما في حالة وجود الهواء فأنه يتغير شكل المسار ويصبح قطع مكافئ غير حقيقي و يقل مدى القذيفة

2- الحركة الافقية و الحركة الرأسية للقذيفة حركة غيرمترابطتينولكن 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 الأطلاق من 0^0 الى 90^0 يزداد المركبة الرأسية للسرعة (v_{0y}) و يزداد الارتفاع

4- يزداد المدى بزيادة زاوية الاطلاق حتى يصل لأكبر مدى عند الزاوية 45^o ويقل بعدها .

5- اي زاويتين مجموعهم يساوي 90 يكون لهم نفس المدي 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 فأنه عند اطلاق قذيفتين ذو كتلتين مختلفتين m_1 , m_2
فأن كلا منهم له نفس المدي و نفس الارتفاع اذا تساوت زاوية الأطلاق 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

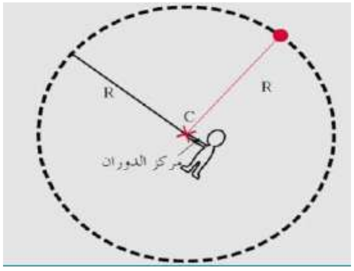
3- **معادلة المسار:** هي علاقة بين مركبة الحركة الأفقية و مركبة الحركة الرأسية خالية من متغير الزمن (t)

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

6	السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط ؟	لأن عجلة التباطؤ عند الصعود تساوي عجلة التسارع عند الهبوط
7	زمن صعود القذيفة هو نفسه زمن الهبوط ؟	
8	سرعة القذيفة لحظة وصولها تساوي السرعة الابتدائية للقذيفة عند غياب الاحتكاك	
9	يصل جسمان إلى الأرض في نفس الوقت أحدهما يسقط سقوطاً حراً والثاني يقذف أفقياً	لأنهما يتحركان بعجلة منتظمة متساوية هي عجلة الجاذبية الأرضية وليس لهما سرعة ابتدائية رأسية
10	تتخذ القذيفة مسار منحني (قطع مكافئ) وذلك في حالة غياب الهواء .	لأن حركتها محصلة حركتين بأن واحد حركة أفقية بسرعة منتظمة وحركة رأسية بعجلة منتظمة
11	أطلقت قذيفتان كتلتهما (m) ، ($2m$) بالسرعة الابتدائية نفسها ، فيكون لهما نفس المدى الأفقي	من معادلة المدى نجد أنه لا وجود لمقدار الكتلة . $R = \frac{v_0^2 \sin\times 2\ \theta}{g}$
12	أطلقت قذيفتان بالسرعة الابتدائية نفسها فالقذيفة التي تطلق بزاوية أكبر تصل إلى ارتفاع أكبر .	لأن القذيفة التي أطلقت بزاوية أكبر لها مركبة سرعه رأسية أكبر $h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$
13	أطلقت قذيفتان بالسرعة الابتدائية نفسها ، الأولي بزاوية (30°) والثانية بزاوية (60°) فيكون لهما نفس المدى الأفقي	لأن مجموع زاويتهما (90^0) فيكون لهما نفس المدى
14	– يكون المدى الأفقي أكبر مايمكن عندما تكون زاوية القذف (45^0) بالنسبة للمحور الأفقي ؟	من معادلة المدى ويكون sin (2 x 45) = 1 ($R = \frac{v_0^2}{g}$ أكبر ما يمكن) $R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$

:

الحركة الدائرية

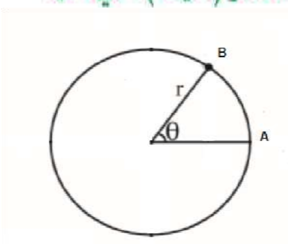


<u>الحركة الدائرية</u>: حركة الجسم على مسار دائري حول مركز دوران , مع المحافظة على مسافة ثابتة منه

*-**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 الارض 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 انها تقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية.



خصائص الحركة الدائرية:

- التردد (f):

عدد الدورات الكاملة التي يصنعها الجسم خلال الثانية الواحدة.

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

f: التردد ⟸ Hz هيرتز

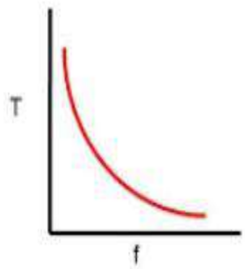
t: الزمن الكلي للدورات ⟸ s ثانية

n: عدد الدورات

- 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:

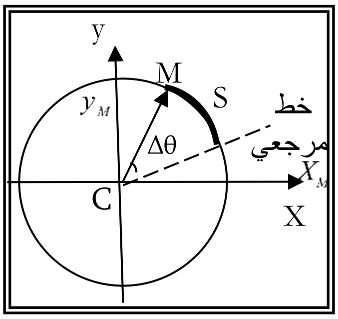
1) التردد

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

2) الزمن الدوري

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

<u>الإزاحة الزاوية (θ)</u>: الزاوية التي تقاس بين الخط المرجعي و الخط المار بالنقطة و المركز



$$S = \theta\, r$$

راديان Rad ====< الأزاحة الزاوية θ

متر m ====< الأزاحة S

متر m ====< نصف القطر r

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 Rad = 57.32 درجة

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

$$S = \theta\, r \rightarrow \boxed{S = 2\pi\, r}$$

محيط الدائرة

- اما اذا دار الجسم عدة دورات يصبح :

$$S = N\, 2\pi\, r$$

N عدد الدورات ==========< 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:

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

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

2) 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) طول المسار عند قطع اللاعب ثلاث دورات.

$$s = N\, r\, \theta = 3 \times 200 \times 2\pi = 3 \times 200 \times 2 \times 3.14 = 3768\ m$$

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	$v = \frac{s}{t}$ $v = \frac{2\pi r}{T}$ $v = 2\pi r f$	$\omega = \frac{\theta}{t}$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\omega = 2\pi f$
وحدةالقياس	m/s	rad/s
العوامل	السرعة الزاوية - نصف القطر	التردد أو الزمن الدوري
السرعة المماسية = المسافة نصف القطرية x السرعة الدائرية (الزاوية)		$v = r.\omega$

السرعة المماسية تتناسب طردياً مع السرعة الدائرية و نصف القطر

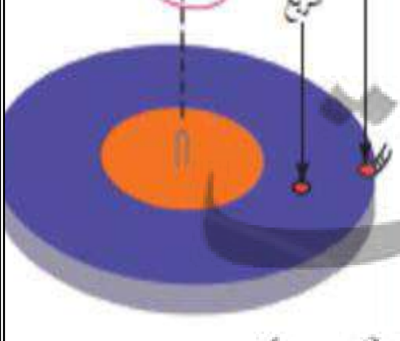
علل: تسمى سرعة الجسم الذي يتحرك على طول مسار دائري بالسرعة المماسية:

لأن اتجاه الحركة يكون دائماً مماساً للدائرة

ملاحظة:

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

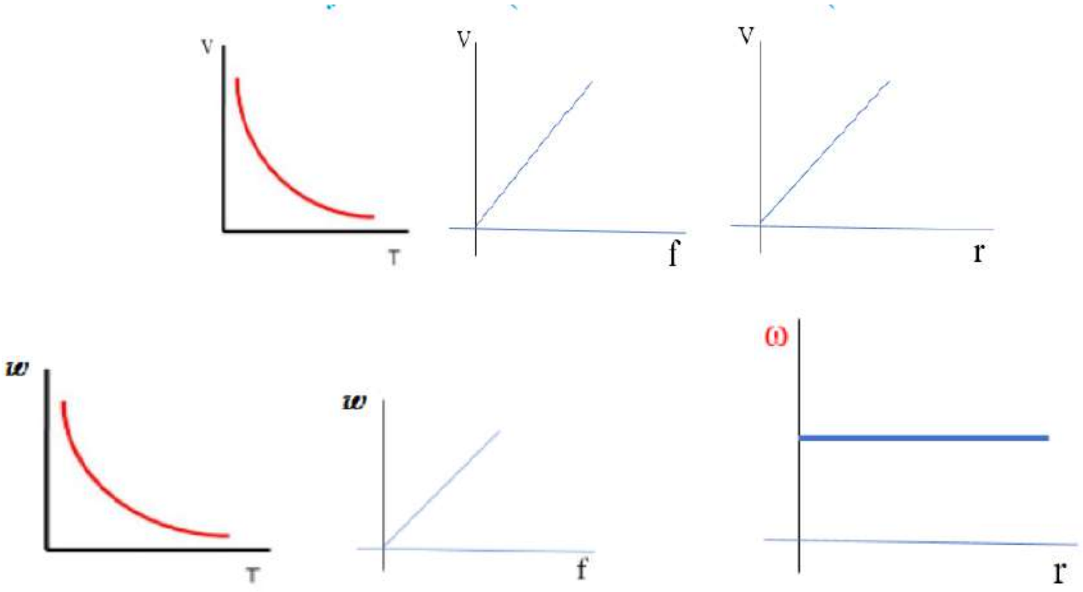
على الرغم من أن السرعة الخطية أو المماسة تتغير بتغير نصف القطر



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 مماسيه (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

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

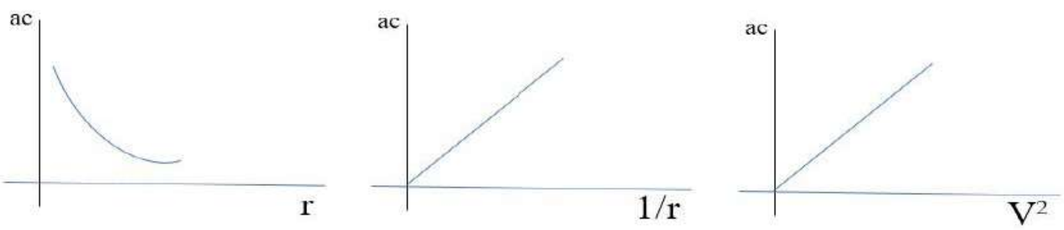
لان عجلة الحركة الدائرية هي عجلة مركزية تنتج من التغير في اتجاه السرعة الخطية وليس المقدار.

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

a_c	العجلة المركزية	===>	m/s^2
V	السرعة الخطية	===>	m/s
ω	السرعة الزاوية	===>	Rad/s
r	نصف القطر	===>	m

- 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)

و تحسب باستخدام العلاقة $\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ 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 لعدة قوى مؤثرة على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تكسبه تسارعا مركزيا يتناسب مقداره طرديا مع مربع السرعة الخطية ويتناسب عكسيا مع نصف قطر المسار)

أمثلة على القوة الجاذبة المركزية

- **قوة الجذب بين الأرض والشمس.**
- **قوة الجذب الكهربائية التي تعمل على دوران الالكترونات حول النواة.**
- **قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والمسار الدائري والتي تمنع انزلاقها عليه.**

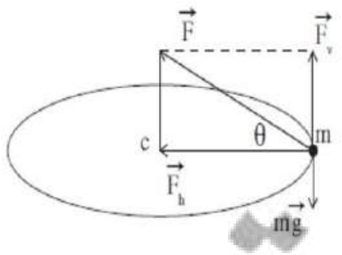
مقدار القوة الجاذبة المركزية:

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 :

1-ثقل الجسم (وزنه mg).

2-القوة المبذولة على الخيط (F).



بتحليل القوة المبذولة على الخيط إلى مركبتيها 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.

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

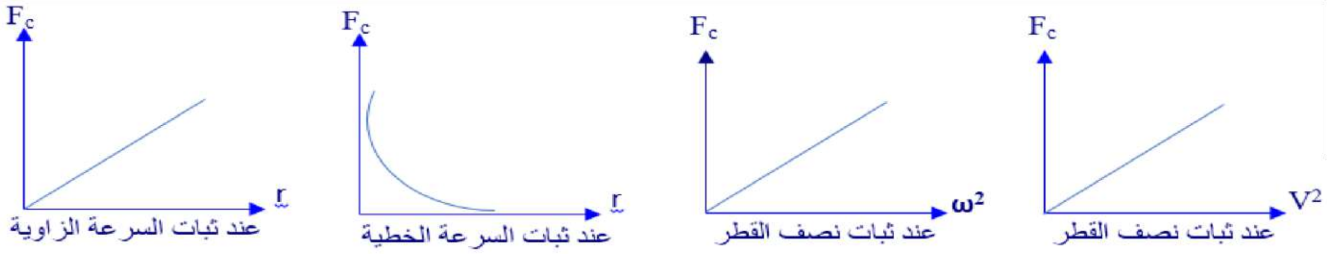
F_c:	القوة المركزية	(N)
a_c:	العجلة المركزية	(m/s^2)
v:	السرعة الخطية(المماسية)	(m/s)
ω:	السرعة الزاوية	(rad/s)
r:	نصف القطر	(m)
m:	الكتلة	(kg)

العوامل التي تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية :

1- كتلة الجسم m   (طردي)

2- نصف قطر المسار r (عكسي عند ثبات السرعة الخطية وطردية 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.

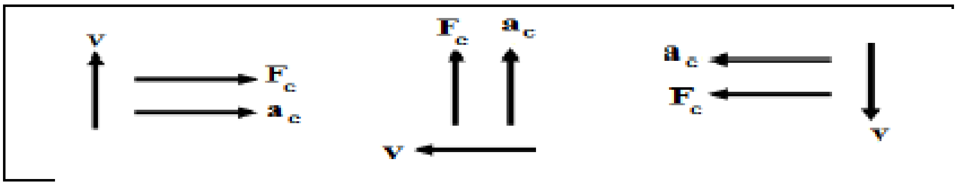
زوال القوة الجاذبة المركزية:

عند زوال القوة الجاذبة المركزية فأن 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.

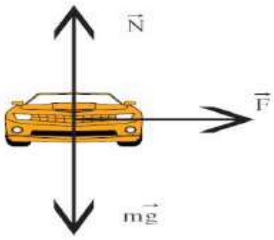


تطبيقات على القوة المركزية في الحياة العملية

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 الاحتاك اقل من قوة الجاذبة تنزلق السيارة بسبب استمرارة 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).

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

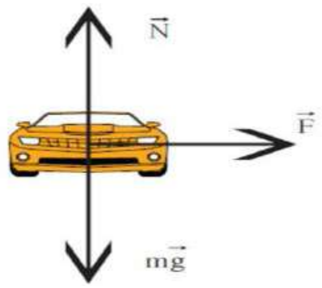
$$\boxed{N = m\,g \quad \text{رد الفعل = الوزن}}$$

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

مثال : سيارة كتلتها $1000\ kg$ تنعطف عل مسار دائري قطره $100\ m$

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

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



القوة الأفقية اللازمة لإبقاء السيارة على مسارها

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

قوة الاحتكاك $f_1 = \mu \times N = \mu \times mg = 0,66 \times 1000 \times 10 = 6600\ N$

هذه القوة اكبر من F_c لذا فإن لن تنزلق أثناء الالتفاف

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

قوة الاحتكاك الثانية $f_2 = \mu \times N = \mu \times mg = 0,25 \times 1000 \times 10 = 2500\ N$

هذه القوة اقل من F_c وهذا يعني انزلاق السيارة عن مسارها

الخلاصة العامة:

- **إذا كانت قوة الاحتكاك(f) ≤ القوة المركزية(Fc) تستطيع السيارة الانعطاف.**
- **إذا كانت قوة الاحتكاك(f) > القوة المركزية(Fc) لا تستطيع السيارة الانعطاف.**

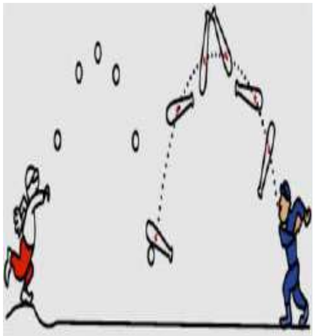
	علل ما يلي	الاجابة
1	تسمي سرعة الجسم الذي يتحرك علي طول مسار دائري بالسرعة المماسية	لأن اتجاه الحركة يكون دائماً مماساً للدائرة
2	لكل أجزاء المنضدة الدوارة السرعة الدائرية نفسها	لأن أنصاف أقطار كل جزء تمسح نفس الزاوية بنفس الزمن
3	العجلة المماسية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تساوي صفر.	لأن السرعة الخطية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

		للدوران
11	ضرورة التزام سائق بسرعة محددة عند المنعطفات	حتى قوة الجذب اللازمة لا تتعدى المركبة الافقية 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

الفصل الثالث :   **مركز الثقل**

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)

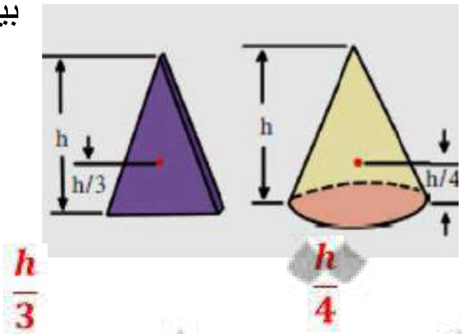
2-أما مسار مضرب كرة القاعدة فيكون:

أ- حركة أجزاء المضرب حركة (دورا نية) 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 الاثقل لها
5. يقع مركز ثقل قطعة رخام مثلثة الشكل على الخط الواصل بين مركز المثلث ورأسه وعلى بعد يساوي ثلث الارتفاع بينما يقع على الخط نفسه بالنسبة لمخروط مصمت ولكن على بعد يساوي ربع الارتفاع



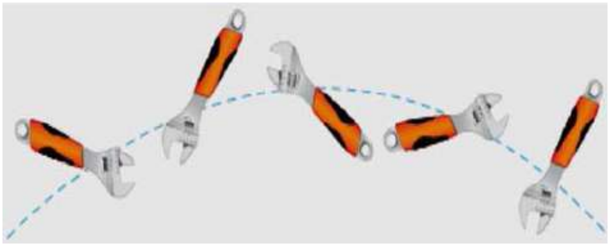
مسار مركز الثقل :

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

أما باقي أجزاء الجسم تتحرك حركة دورا نية حول مركز الثقل

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

- إذا قذف الجسم في الهواء فإن مركز ثقله سيتخذ مسارا 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

مرا جعة الدرس3 -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 دو ا رن الجسم في الهواء أو سيتبع خطاً مستقيماً أثناء انزلاق الجسم على سطح أملس ؟

مركز الثقل

رابعاً – هل ينطبق مركز الثقل دائما على المركز الهندسي للجسم ؟ أعط أمثلة تعلل إجاباتك

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

خامسا – صف حركة مركز ثقل مقذوف قبل انفجا ره في الهواء و بعده

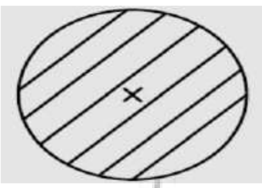
يتبع مركز الثقل مسار القطع المكافئ نفسه قبل الانفجار وبعده

مركز الكتلة (العطالة)

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

 # الفرق بين مركز الكتلة ومركز ثقل الجسم #

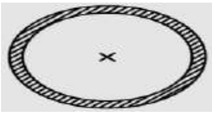
- مركز الكتلة ومركز الثقل ينطبقان على بعضهما عندما تكون الأجسام صغيرة والأجسام الموضوعة على سطح الأرض أو قريبة منها



- 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 $(1)mm$

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

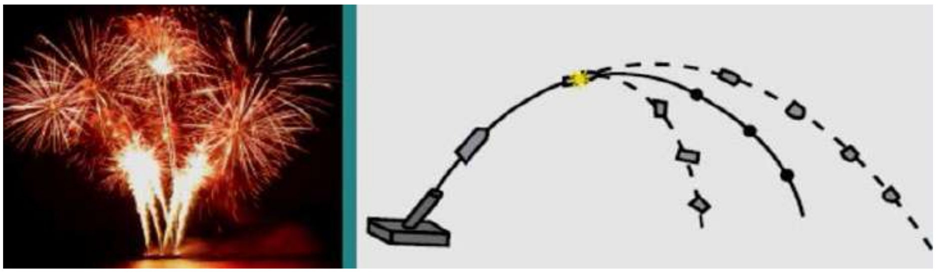
- في الأجسام الممتلئة التي لا تحتوي على فراغ يكون مركز كتلة الجسم نقطة مادّية على الجسم

- أمّا في الأجسام التي تحتوي على فراغ داخلها ، فيكون مركز الكتلة خارج الجسم

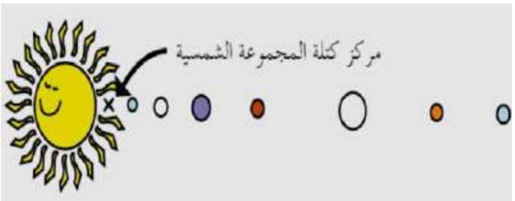
، مثل حلقة دائرية ، أو إطار مستطيل الشكل ، أو شكل نحاسي على شكل مثلّث أو غيرها.

- 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

مرا جعة الدرس3-2 (ص77)

أوّلًا - عرّف مركز الكتلة. مركز الكتلة , الموضع المتوسط لكتل جميع الجزئيات التي يتكون منها الجسم

ثانيًا - 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

ثالثًا - عند دراسة مركز الكتلة لأجسام مختلفة ، يتبيّن لنا أنّ مركز الكتلة في بعض الأجسام يكون نقطة مادّية

موجودة على الجسم ،ويكون في أجسام أخرى نقطة غير موجودة على الجسم . اَعط 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

رابعًا - في بعض الحالات لا ينطبق مركز الثقل مع مركز الكتلة . اَعط مثالًا توضّح فيه هذه الحالة واشرح السبب؟

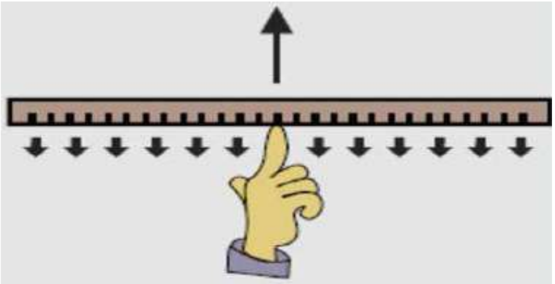
لا يتطبق مركز الكتلة على مركز الثقل من الأجسام الكبيرة

حيث يكون هناك اختلاف في قوى الجاذبية بين أجزاءه مثل الأبنية الشاهقة

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

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

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



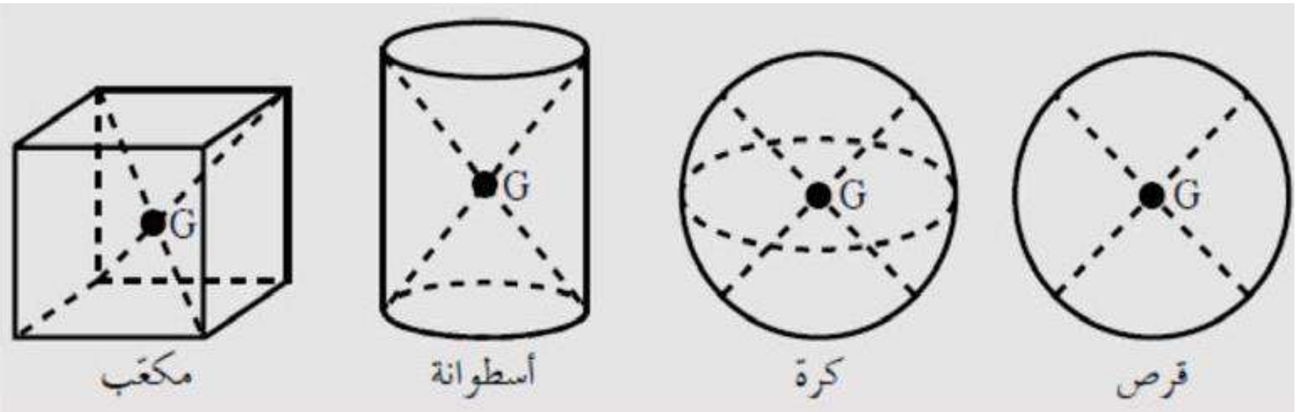
تحديد موضع مركز الكتلة أو مركز الثقل

مركز الثقل وتوازن الجسم :

يمكن أن يتوازن الجسم اذا ارتكز عند مركز الثقل .

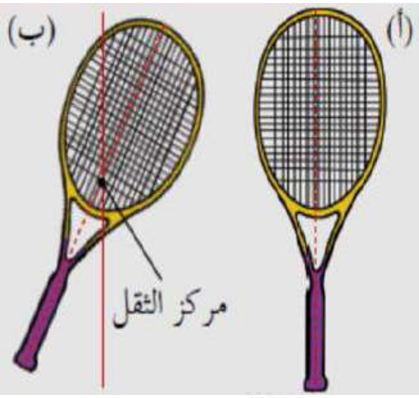
المسطرة منتظمة القطع فإن مركز ثقلها يكون في المنتصف لكي تتزن المسطرة يجب التأثير على مركز ثقلها بقوة للأعلى ومساوية لثقل المسطرة

مركز ثقل الأجسام منتظمة الشكل :



ينطبق مركز الثقل أو الكتلة مع المركز الهندسي للأجسام منتظمة الشكل

ويمكن أن يكون نقطة مادية من الجسم اذا كان ممتلئ 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

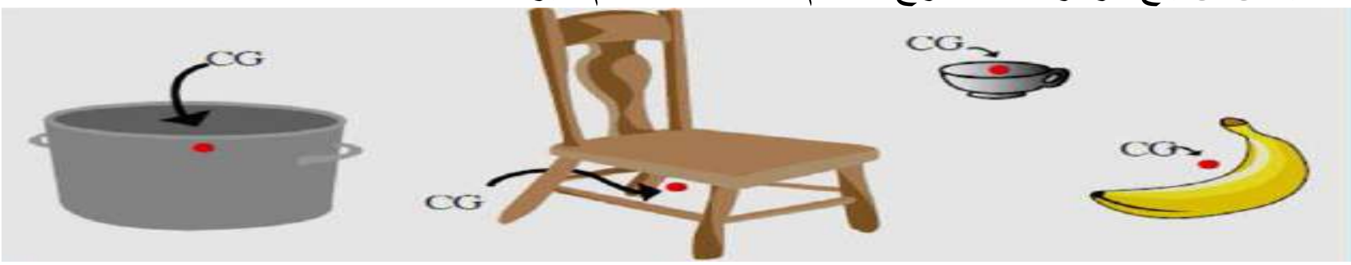
2- نرسم الخط العمودي أسفل نقطة التعليق

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

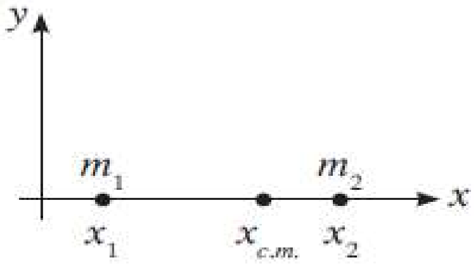
فنجد أن نقطة تقاطع الخطين العمودين تمثل مركز ثقل الجسم .

* 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) :

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

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

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

أ- احسب موقع مركز كتلة الجسمين .

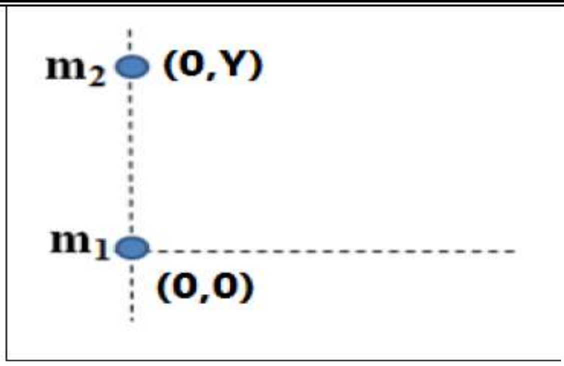
	y	x
m_1		
m_2		

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

ب- النتيجة المقبولة :

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

2- مركبات مركز الكتلة على المحور الرأسي OY



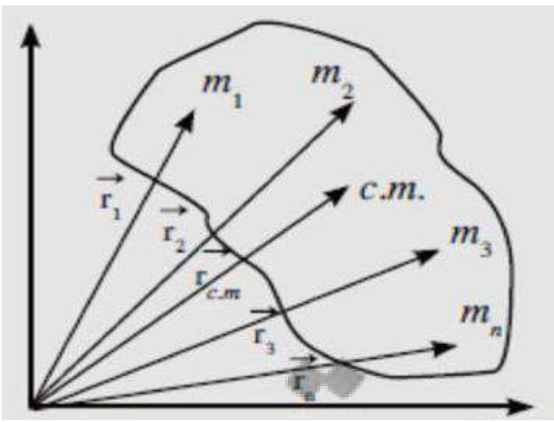
$$y_{cm} = \frac{(m_1 .\ y_1) \ + \ (m_2 \ .y_2}{m_1 + m_2}$$

2- على المحور(Z) :

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

مركز كتلة عدة كتل موجودة في مستوى واحد

يمكن تحديد مركز الكتلة من العلاقة التالية :



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

.