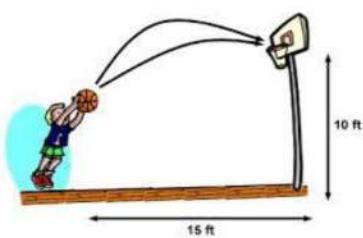


المقدّمات

هو ذلك المسار الذي تسلكه القذيفة لأعلى خلال فترة زمنية ثم تعود لأسفل خلال نفس الفترة الزمنية

مسار حركة القذيفة

- **ملاحظة :** مسار حركة القذيفة عباره عن عدة نقاط تتحرك **لأعلى وأسفل** هي حركة متجممه (كمية متجممه)



تقسم الكميات الفيزيائية إلى

كميات مشتقة

كميات أساسية

هي كميات غير معرفه بذاتها ويمكن التعبير عنها بدلالة غيرها.

هي كميات معرفه بذاتها ولا يمكن التعبير عنها بدلالة غيرها.

مثال: السرعة - العجلة - القوة

مثال: الكتلة - الطول - الزمن

تقسم الكميات الفيزيائية إلى

كميات متجممه

كميات عدديه

هي كميات يلزم لوصفها معرفة المقدار و وحدة القياس والاتجاه.

هي كميات يكفي لوصفها معرفة المقدار و وحدة القياس.

مثال:

- * سرعة قدرها 50 km/h غرباً
- * ازاحة قدرها 4 m شماليًّاً

مثال:

- * زمن قدره 5 ثانية
- * طول قدره 8 متر
- * كتله قدرها 4 كيلوجرام
- * مسافة قدرها 6 متر



تقسم الكميات المتجهة إلى

كميات متجهة (مقيدة)

ترتبط ب نقطة تأثير و خط عمل ولا يمكن نقلها.

مثل : (القوة)

كميات متجهة (حرره)

لا ترتبط ب نقطة تأثير ويمكن نقلها بشرط
(الحفاظ على المقدار والاتجاه)

مثل: (الإزاحة)

علل) تعتبر القوة متجه مقيد ؟

علل) يمكن نقل متجه الإزاحة ولا يمكن نقل متجه القوة ؟

* شرعاً أمكانية النقل للكميات المتجهة " المحافظة على المقدار والاتجاه " اي ان: يمكن نقل متجه الإزاحة بشرط المحافظة على المقدار والاتجاه .

خواص المتجهات

1- التعبير عن المتجهات : يعبر عن المتجه برموز يعلوه سهم ببدايته هي بداية المتجه ونهايته نهاية المتجه بمقاييس رسم مناسب .

$$\begin{array}{c} \rightarrow \\ A \end{array} \quad \begin{array}{c} \rightarrow \\ B \end{array} \quad \begin{array}{c} \rightarrow \\ AB \end{array}$$

مثال)

2- التساوي :

متى يقال أن المتجه متساوي ؟ (أن يكون للمتجهين المقدار نفسه والاتجاه نفسه).

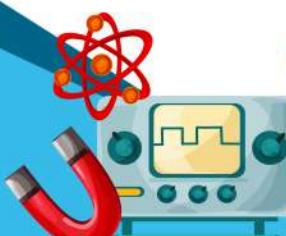
* سيارات الأولى تتحرك بسرعة 20 km/h شرقاً والثانية تتحرك بسرعة 20 km/h غرباً أي العبارات التالية صحيحة وأيهما خطأ ؟ حيث (A) سيارة أولى، (B) سيارة ثانية .

$$\begin{array}{c} \rightarrow \\ A \end{array} = \begin{array}{c} \rightarrow \\ B \end{array} \quad , \quad \{ \begin{array}{c} \rightarrow \\ A \end{array} \} = \{ \begin{array}{c} \rightarrow \\ B \end{array} \}$$

(✗) (✓)

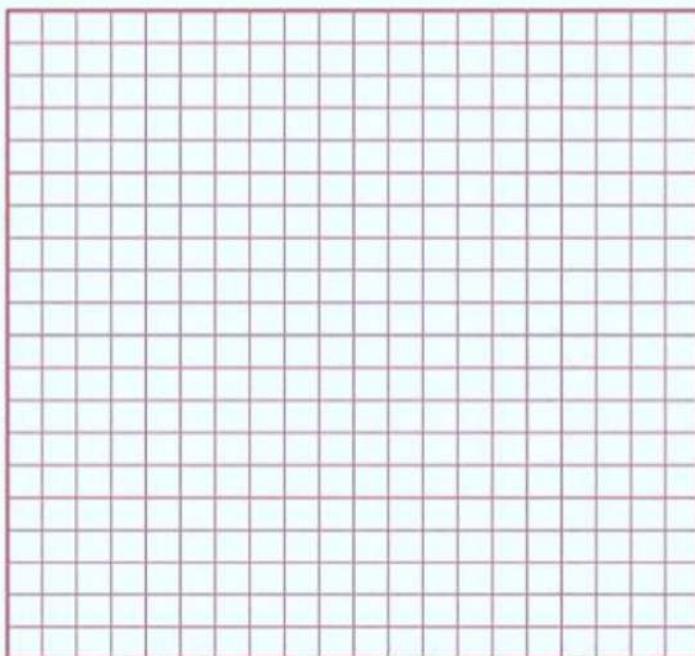
$$\begin{array}{c} \rightarrow \\ A \end{array} = - \begin{array}{c} \rightarrow \\ B \end{array}$$

(✓)

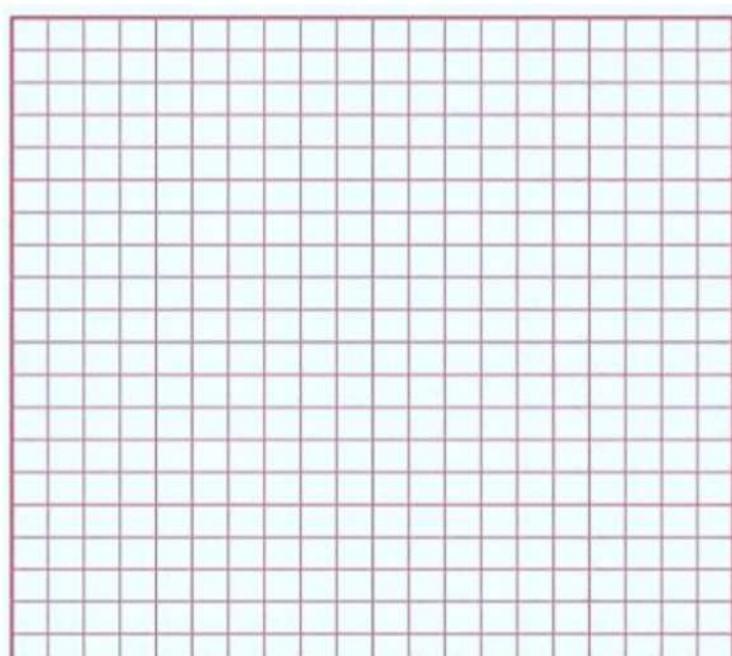


مثال : مثل المتجهات التالية بيانياً إذا كان التعريف الرياضي للمتجهة

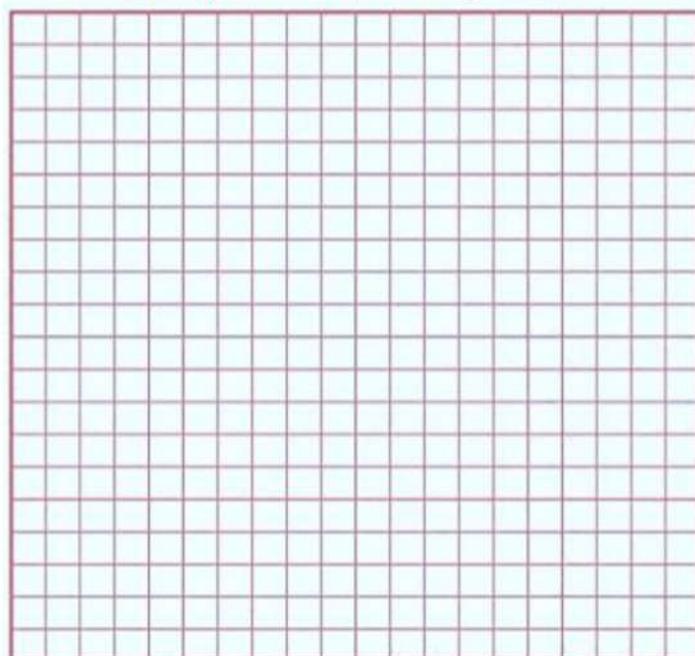
$$\vec{A} = (60 \text{ Km}, 60^\circ) \quad (\text{شرق الشمال})$$



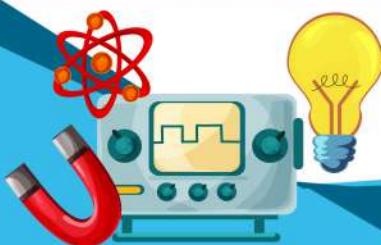
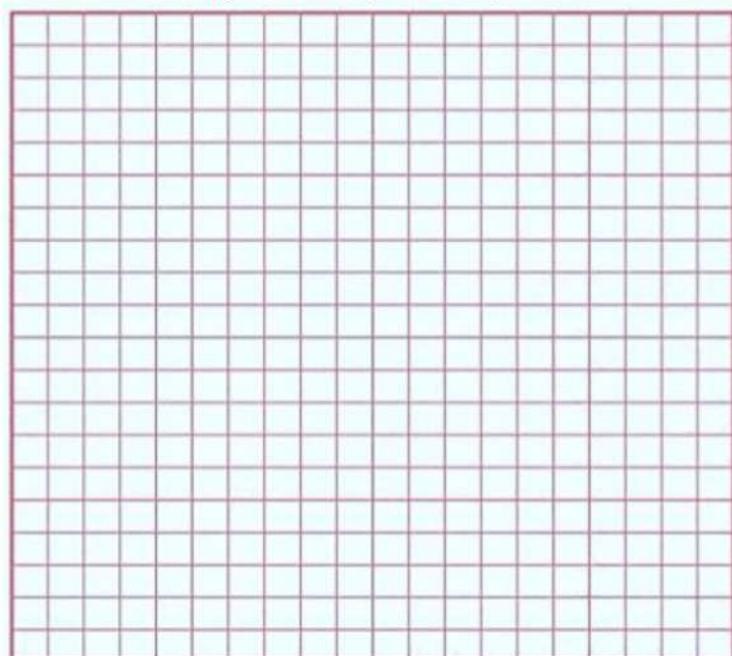
$$\vec{B} = (20 \text{ Unit}, 60^\circ) \quad (\text{من المحور الافقى})$$



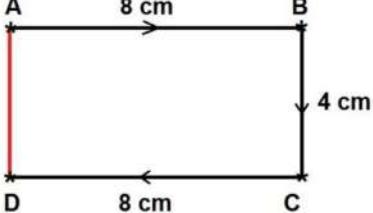
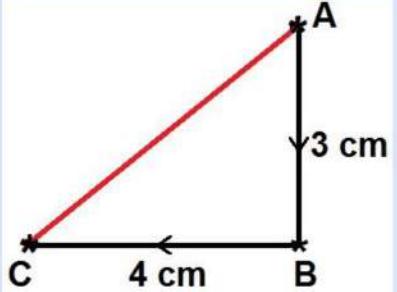
$$\vec{A} = (10 \text{ Km}, -30^\circ)$$



$$\vec{V} = (50 \text{ m/s}, 120^\circ)$$



مقارنة بين المسافة والازاحة

الازاحة		المسافة
أقصى (أقرب) بعد بين البداية والنهاية	التعریف	هي البعد الفعلي على المسار الذي تعرّكه الجسم
كمية متعددة	نوع الكمیة	كمية عدديّة
تقدر بالمتر	وحدة القياس	تقدر بالمتر
\rightarrow $AD = 4\text{cm}$		$AB + BC + CD \\ 8 + 4 + 8 = 20\text{cm}$
$\sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25}$ \rightarrow $AC = 5\text{cm}$		$AB + BC \\ 3 + 4 = 7\text{ cm}$ $AB + BC = 7\text{ cm}$

هي عملية يتم من خلالها الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد

جمع
المتجهات

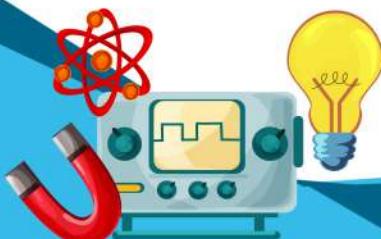
(متجه المحصلة) يتساوي مع المتجهين مقداراً واتجاهًا

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

التعبير الرياضي عن عملية جمع المتجهات :

ملخصة :

عملية جمع المتجهات عملية ابتدائية :



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

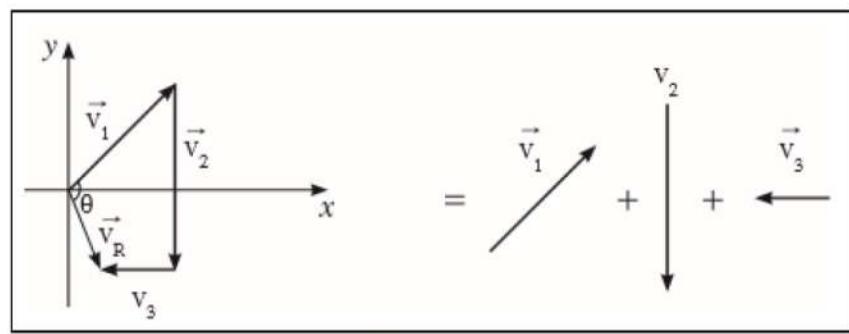
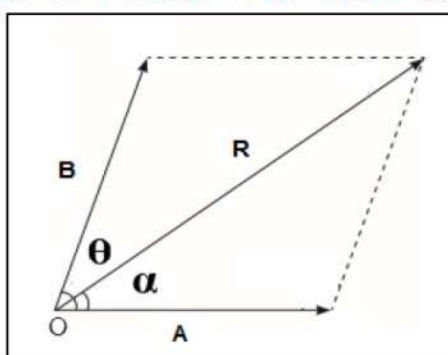
طرق جمع المتجهات

طريقة رسم متجه المحصلة حسب اتجاه المتجهين.

الطريقة البيانية (ال الهندسية)

ملاحظة :

- اذا كان المتجهان متواлиين فأن متجه المحصلة يبدأ من ذيل المتجه الأول الى راس الاخير .
- اذا كان المتجهان ناتجان من نفس النقطة نكمل شكل المتوازي ثم نرسم القطر بين المتجهين



الطريقة الحسابية (الجبرية)

1- حساب مقدار المحصلة :

$$\vec{R} = \sqrt{a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos\theta}$$

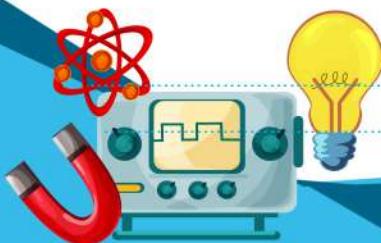
2- لحساب اتجاه المحصلة :

$$\sin\alpha = \frac{\sin\theta \times \text{القائم}}{\text{المحصلة}}$$

مثال : متجهان $a = 6 \text{ unit}$ و $b = 8 \text{ unit}$ دلازاوية بينهما 60° . أوجد :

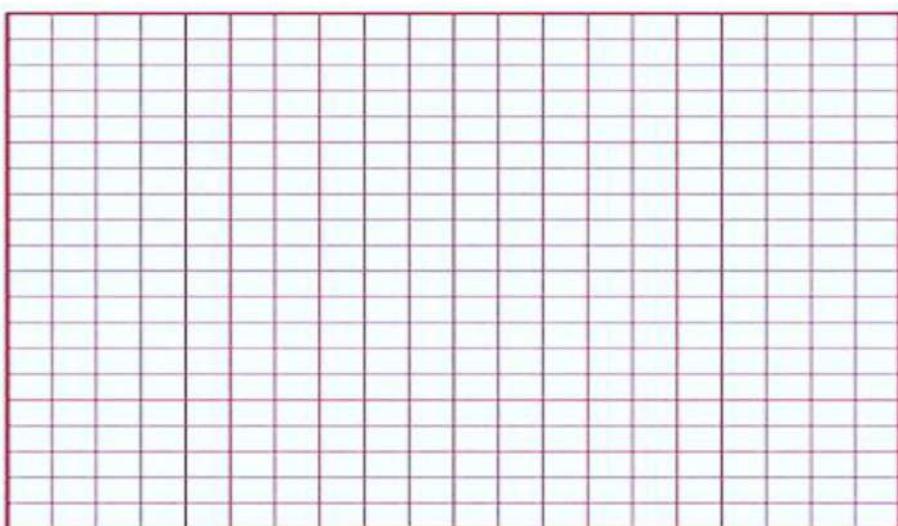
(1) مقدار المحصلة حسابيا ؟

(2) اتجاه المحصلة ؟



متوجهان $V_2 = 20 \text{ m/s}$ ، $V_1 = 10 \text{ m/s}$ ، $\theta = 120^\circ$.
أوجد المقداره واتجاهها
1- الطريقة الحسابية

2- الطريقة البيانية

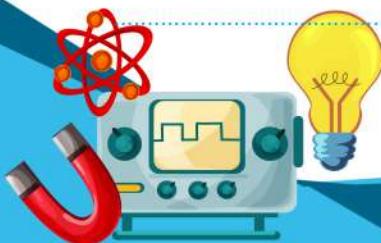


متوجهان $F_2 = 8\text{N}$ ، $F_1 = 12\text{N}$ ، $\theta = 30^\circ$. أوجد ما يلي :

(1) مقدار المقدار حسابيا ؟

(2) اتجاه المقدار ؟

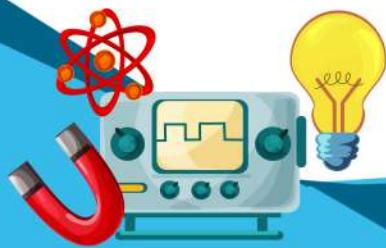
(3) عبر عن متوجه المقدار رياضيا ؟



سيجما فن
الفيزياء

إعداد : ياسر جاد

ملخص



MOB: 60922660

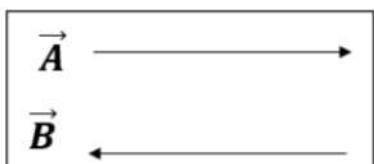
ملاحظات هامة جداً على جمع المتجهات



$$\Theta = 0$$

1- متجهان في نفس الاتجاه

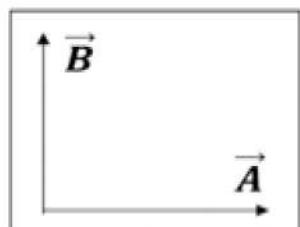
- أي أن مقدار الزاوية بين المتجهين = صفر .
- أي أن مقدار المحصلة أكبر ما يمكن .
- اتجاه المحصلة مع المتجهين .
- والمحصلة تساوي مجموع المتجهين $(\vec{R} = \vec{A} + \vec{B})$.



- أي أن مقدار الزاوية بين المتجهين $\Theta = 180^\circ$.

2- متجهان متعاكسين فالاتجاه

- المحصلة أقل ما يمكن .
- $R = A - B$ الفرق بحيث أحدهما أكبر من الأصغر .
- اتجاه المحصلة مع الكبري .



$$\tan \alpha = \frac{B}{A} \quad \text{او} \quad \sin \alpha = \frac{B \sin 90^\circ}{R}$$

3- متجهان متعامدين

- الزاوية بينهم $\Theta = 90^\circ$.

$$\therefore \text{مقدار المحصلة} = \sqrt{A^2 + B^2}$$

- اتجاه المحصلة $\Theta = 90^\circ$.

4- لحساب مدى المحصلة لمتجهين

- نجمع المتجهين مره (أكبر قيمة للمحصلة) .

- نطرح المتجهين مره أخرى (أقل قيمة للمحصلة) .

مثال : متجهان (8 , 6) أي من القيم التالية يستحيل ان يكون محصلة المتجهين ؟

16

8

4

2

$$F = \text{صفر}$$

5- متجهان متساويان مقداراً والزاوية بينهم :

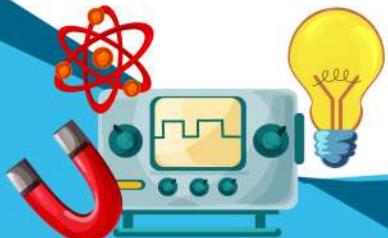
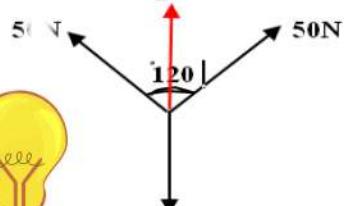
$$\text{أ) } \Theta = 180^\circ \quad \text{أي متعاكسان} \quad \therefore \text{المحصلة} = \text{صفر}$$

$$\text{ب) } \Theta = 120^\circ$$

- متجهان متساويان مقداراً والزاوية بينهم $\Theta = 120^\circ$.

$$\text{- مقدار المحصلة} = \text{أحد هم} .$$

- اتجاه المحصلة ينصف الزاوية بينهم .



- (٦) العوامل التي تتوقف عليها مقدار المحصلة بين متغيرين :
- مقدار الزاوية بينهما .
 - مقدار المتغيرين .

- * كلما زادت الزاوية بين المتغيرين يقل مقدار المحصلة اي أن العلاقة بين مقدار المحصلة والزاوية بينهم " عكسيه " .
- * يمكن الحصول على عدة قيم للمحصلة رغم ثبات قيمة المتغيرات اعتمادا على الزاوية بينهما .

ضرب المتجهات (ضرب الكميات الفيزيائية)



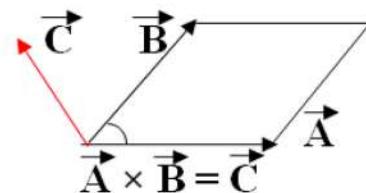
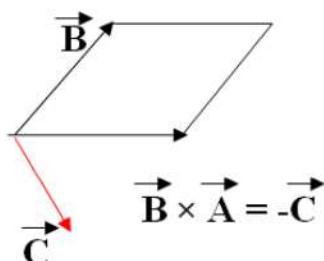
علل : يتتساوى ناتج الضرب العددي والاتجاهي لمتجهين إذا كانت الزاوية بينهم 45° ؟

علل : القوة كمية متجهة ؟

علل : الشغل كمية عدديه ؟

تحديد اتجاه ناتج الضرب الاتجاهي

لتحديد اتجاه ناتج الضرب الاتجاهي (النقطوي) بقاعدة اليد اليمنى



- عند دوران الأصابع الأربع في اتجاه الضرب فإن الإبهام يشير لاتجاه المعملة.

- دائمًا اتجاه متجه معهلة الضرب الاتجاهي عمودي على المستوى الذي يجمع المتجهين.

يتوقف ناتج الضرب العددى والاتجاهى على :

1) مقدار المتجهين .

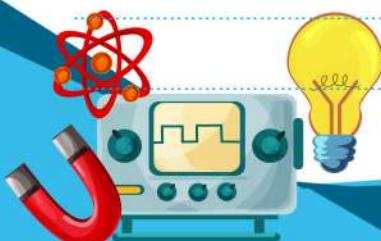
2) مقدار الزاوية بين المتجهين .

علل : يكون ناتج الضرب النقطوي أكبر ما يمكن عندما يكون المتجهين في نفس الاتجاه ؟

علل : ينعدم ناتج ضرب النقطوي عندما يكون المتجهان متعامدان ؟

علل : يكون ناتج الضرب الاتجاهى أكبر ما يمكن عندما يكون المتجهين متعامدان ؟

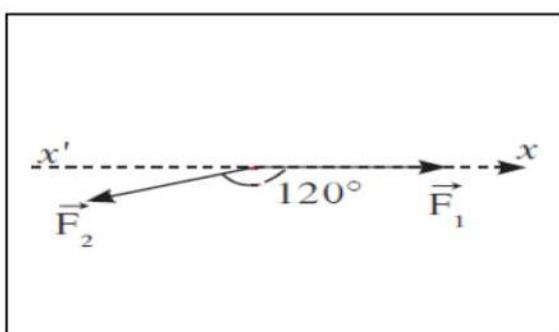
علل : ينعدم ناتج الضرب الاتجاهى لمتجهين في نفس الاتجاه أو متعاكسين ؟



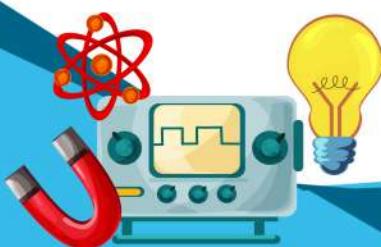
* متى يتتساوى الضرب العددي مع الاتجاهي لنفس المتجهين ؟

* ما هي الزاوية التي يكون عندها ناتج الضرب العددي نصف الضرب الاتجاهي ؟

مثال : المتجهان $F_1 = 5 \text{ N}$, $F_2 = 4 \text{ N}$ يحترمان بينهما زاوية مقدارها 120° كما بالشكل . أحسب حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين ؟



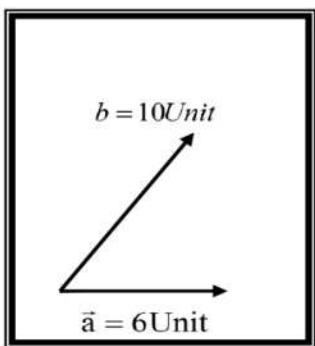
مثال : احسب مساحة متوازي الأضلاع الناشئ عن المتجهين $D_2 = 6 \text{ m}$ على $D_1 = 4 \text{ m}$. 150° .



مثال : في الشكل المقابل اذا علمت ان الزاوية المحصورة بينهما

(30°) احسب كل من

$$\vec{A} + \vec{B} - 1$$

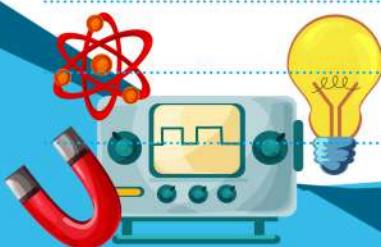
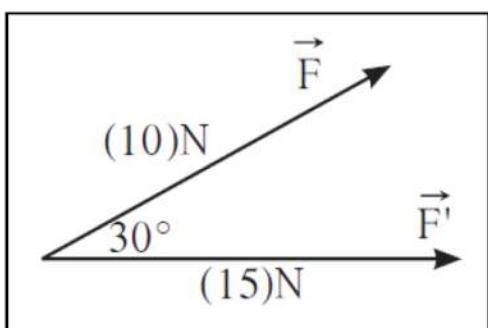


$$\vec{A} \cdot \vec{B} - 2$$

$$\vec{A} \times \vec{B} - 3$$

مثال : في الشكل القوتان F , F' يحتران بينهما زاوية 30° . احسب
مستخدما الطريقة الحسابية لجمع المتجهات كلاً من :

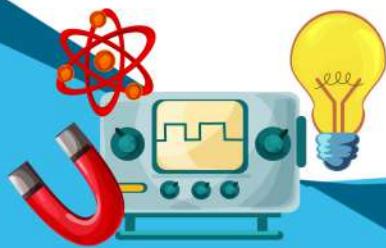
$$\vec{F} + \vec{F}', \vec{F} \cdot \vec{F}', \vec{F} \times \vec{F}'$$



سيجما فن
الفيزياء

إعداد : ياسر جاد

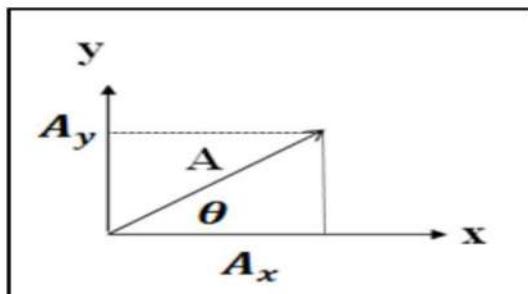
ملخص



MOB: 60922660

تحليل المتجهات

هي عملية يمكن من خلالها استعاضة عن متجه واحد بمتجهين متعامدان يسميان مركبتا المتجه ويساويان المتجه الأصلي مقدراً واتجاهه.

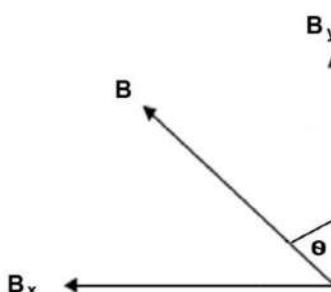


$$\sin \Theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{Ay}{A}$$

$$Ay = A \sin \Theta$$

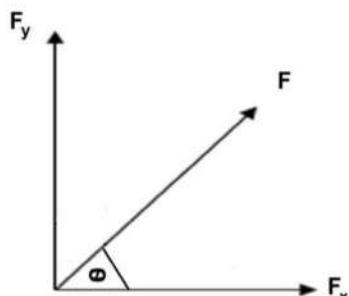
$$\cos \Theta = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{Ax}{A}$$

$$Ax = A \cos \Theta$$



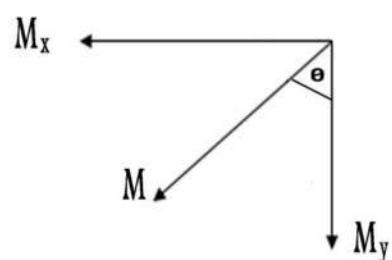
$$By = B \cos \Theta$$

$$Bx = -B \sin \Theta$$



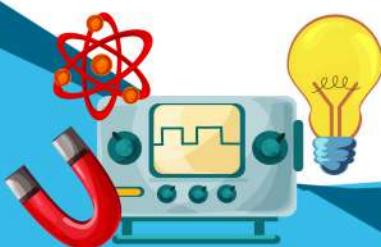
$$Fx = F \cos \Theta$$

$$Fy = F \sin \Theta$$



$$M_x = -M \sin \Theta$$

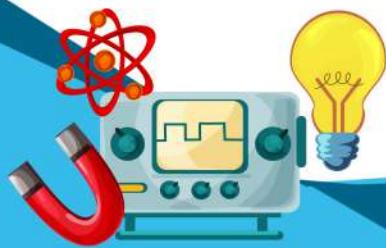
$$M_y = -M \cos \Theta$$



سيجما فن
الفيزياء

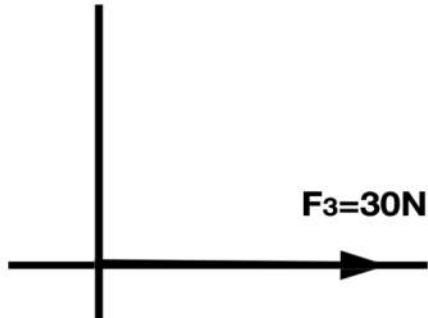
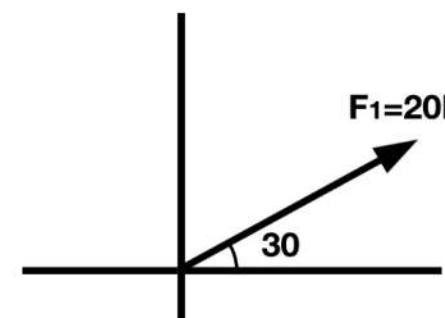
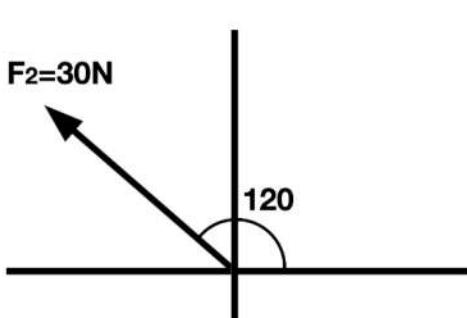
إعداد : ياسر جاد

ملخص



MOB: 60922660

مثال أو جد قيمة مركبتي المتجه في الحالات التالية



$$F_x =$$

$$F_y =$$

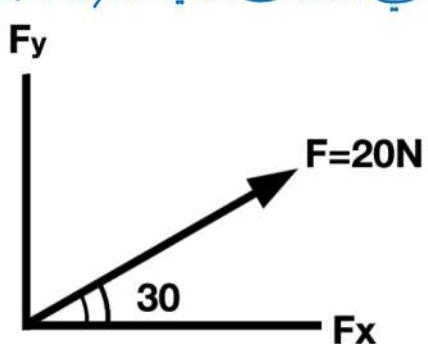
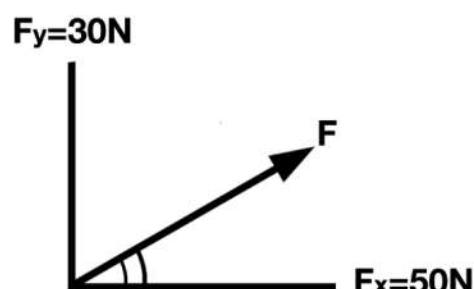
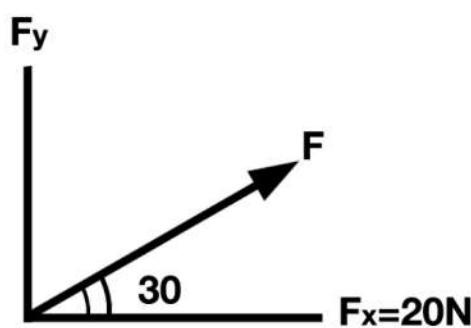
$$F_x =$$

$$F_y =$$

$$F_x =$$

$$F_y =$$

في الأشكال التالية ادرسها جيداً ثم اوجد المطلوب



$$F =$$

$$F_y =$$

$$F =$$

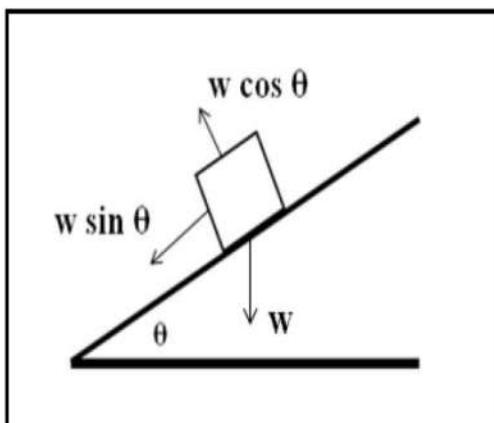
$$\Theta =$$

$$F_x =$$

$$F_y =$$



تحليل قوة الوزن لجسم على مستوى مائل



$$W = mg$$

* وزن الجسم على الأرض

* وزن الجسم على المستوى (المركبة الرأسية)

$$W \cos(\Theta) = mg \cos(\Theta)$$

* رد الفعل = وزن الجسم على المستوى في المقدار ويعاكسه فالاتجاه

$$N = W \cos(\Theta) = mg \cos(\Theta)$$

* القوة التي تعمل على سحب الجسم لأسفل المستوى (المركبة الأفقية)

$$F = W \sin(\Theta) = mg \sin(\Theta)$$

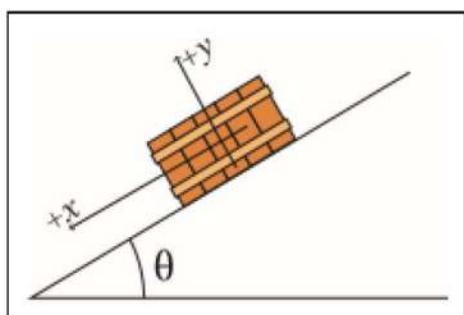
$$(mg \sin(\Theta))$$

علل : دائمًا قيمة المتجه أكبر من قيمة إحدى مركبتيه ؟

لأن قيمة أي مركبه تساوي المتجه الأصلاني مضروبة في $\cos\theta$ أو $\sin\theta$ وكلتاً منها أصغر فيكون الناتج أصغر من قيمة المتجه نفسه .

علل : تساوي عددياً مقدار المركبة مع مقدار المتجه ؟ عندما يتطابقان .

مثال : يسلط قوه كذاكه 50Kg على سطح مائل بزاوية 30° مع الخط الأفقي . احسب مركبتي الوزن للجسم ؟

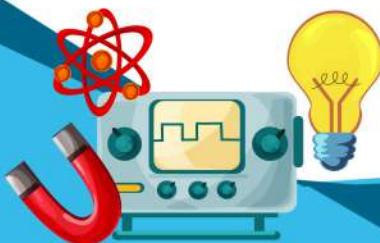


.....

.....

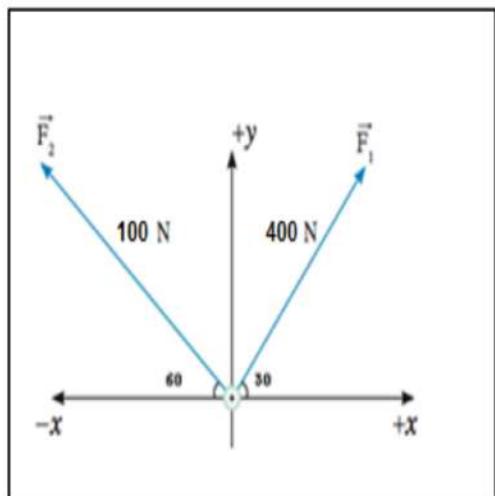
.....

.....



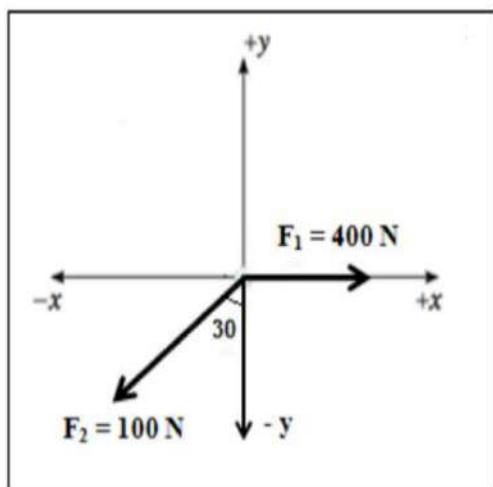
حساب مدخله متوجهات بطريقة التحليل

في الشكل المقابل عدة قوى متلاقيه. احسب مدخله تلك القوى مقدارا واتجاهها باستخدام طريقة التحليل ؟

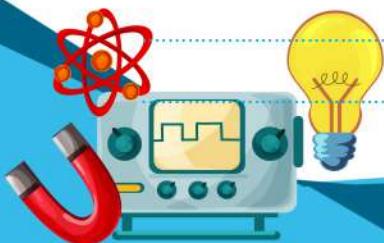


	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		

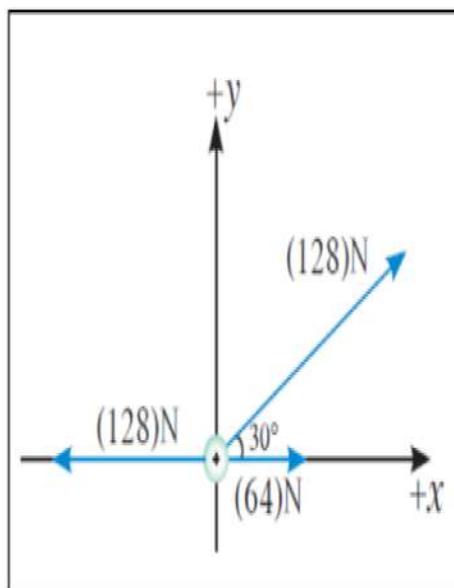
في الشكل المقابل أوجد مدخله القوى المتلاقيه مقدارا واتجاهها ؟



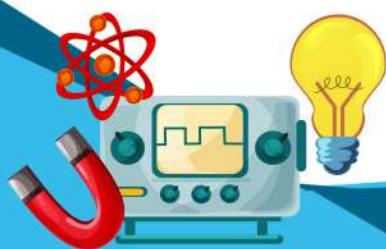
	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		



* هي الشكل المقابل أوجد مركب القوى المترافقية مقداراً واتجاهها ؟



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_3		
F_R		



القذيفة

هي الأجسام التي تطلق في الهواء تحت تأثير الجاذبية الأرضية فقط

في البداية يجب تذكر معادلات الحركة التي تم دراستها بالصف العاشر

في المستوى الرأسى

في المستوى الأفقي

$$\begin{aligned} V &= v_0 + gt \\ y &= v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\ v^2 &= v_0^2 + 2gy \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= v_0 + at \\ x &= v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ v^2 &= v_0^2 + 2ax \end{aligned}$$

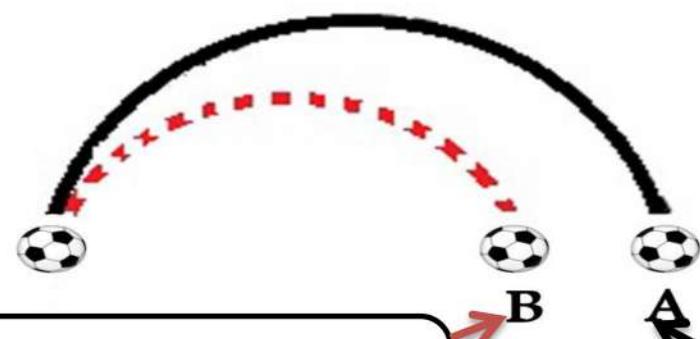
أنواع مسارات القذائف

قطع مكافئ غير حقيقي B

هو مسار تسلكه القذيفة في وجود مقاومة الهواء.

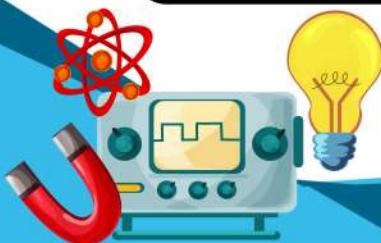
قطع مكافئ حقيقي A

هو مسار تسلكه القذيفة من دون مقاومة الهواء.



قطع مكافئ غير حقيقي
في حالة وجود قوى الاحتكاك

قطع مكافئ حقيقي
بدون احتكاك



تقسيم أنواع مسارات القدائف حسب زاوية الإطلاق

$$90^\circ = \Theta$$

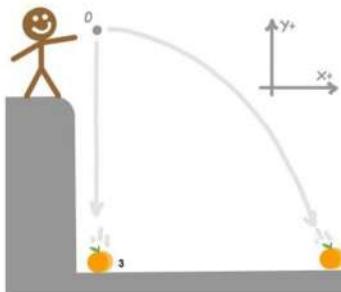
خط رأسى

$$90 > \Theta > 0$$

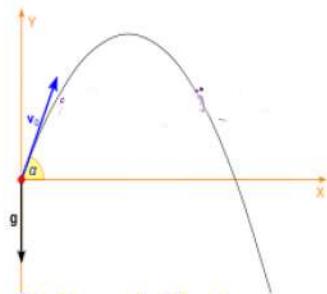
أطلقت بزاوية حادة

$$\Theta = \text{صفر}$$

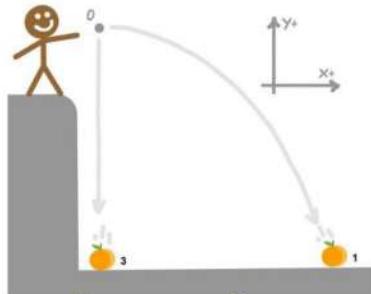
قذيفة أفقية



سقوط حر (حركة راسية)



مسار قطع مكافئ

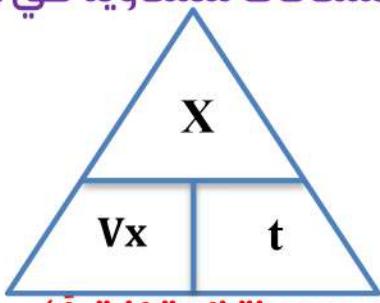


نصف قطع مكافئ

مركبتا حركة القذيفة

"x" **الحركة الأفقيّة**

هي حركة للقذيفة أفقيا بسرعة منتظمة بحيث تقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية.



السرعة الأفقيّة ثابته (منتظمة)

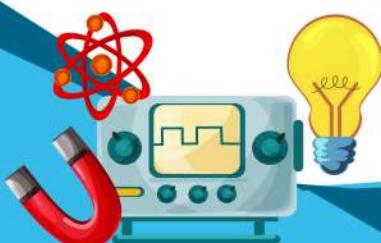
الحركة غير معجله ($a=0$)

وتعدّم القوة المؤثرة على الجسم $F = m.a$ (درجه بسرعه منتظره افقيا).

$$X = V_x \cdot t$$

"y" **الحركة العموديّة**

هي حركة القذيفة رأسيا بسرعة متغيرة بسبب تأثير قوي الجاذبية الجسم يتحرك بسرعات متساوية في أزمنة متساوية



(حركه معجله) يتأثر الجسم أثناء السقوط بقوى الجاذبية (حركه بعجله منتظمه راسياً).

$$V_y = gt$$

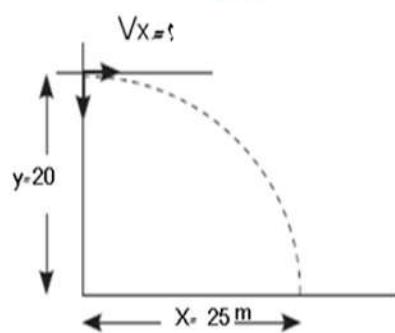
$$y = \frac{1}{2} gt^2$$

$$V_y^2 = 2 gy$$

شكل مسار حركه القذيفه (القطع المكافئ) ناتج من تأثير مركبنا الحركة (الاثنين الغير متلازمين) مما سبق نجد أن حركه القذيفه حركة مركبة من :-
افقى.

(2) حركه منتظمه العجلة علي المدوار الرأسى.

مثال : رمي جسم من ارتفاع $20m$ وبسرعة مقدارها 7 علما بأن الإزاحة الأفقيه $m=25$ كم بالشكل . احسب ما يلي :



1. زمان السقوط ؟

2. سرعة القذيفه لحظه الانطلاق من اقصى ارتفاع ؟

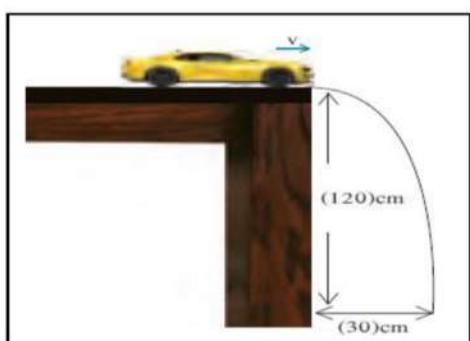
3. سرعة القذيفه لحظه الاصطدام بالأرض ؟



4. سرعة القدية بعد مرور ثانية واحدة من لحظة السقوط ؟

5. سرعة القدية على ارتفاع 10 m ؟

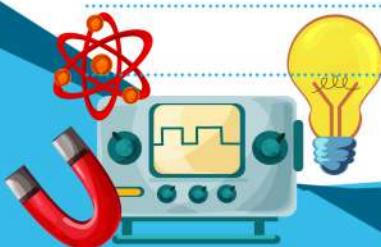
مثال : دفع ولد سيارته على حافة طاولة ارتفاعها 120 cm وتطبع بالارض عند نقطة تبعد 30 cm افقيا عن الطاولة كما بالشكل احسب .



1. زعن السقوط ؟

2. سرعة السيارة لحظة الانطلاق من اقصى ارتفاع ؟

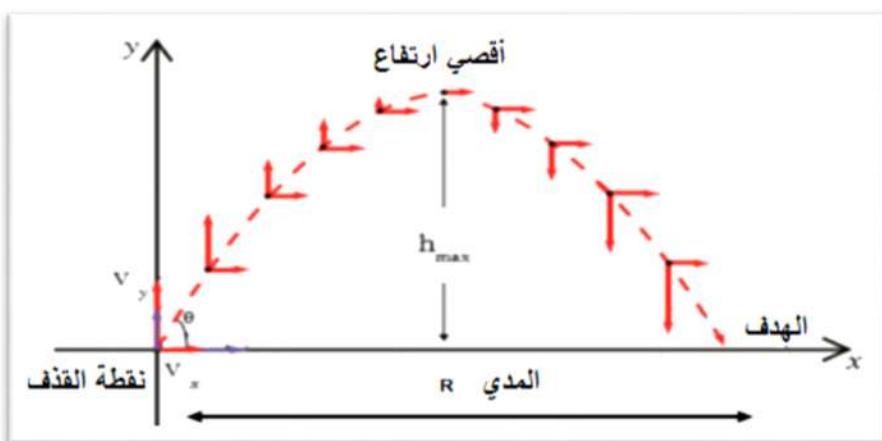
3- سرعة السيارة لحظة الاصطدام بالارض ؟



٤. سرعة السيارة بعد مرور 0.2 s من لحظة السقوط ؟

٥. سرعة السيارة على ارتفاع 60 cm ؟

مسار حركة قذيفة اطلاق بزوايا حادة



$$V_x = V_0 \cos\theta$$

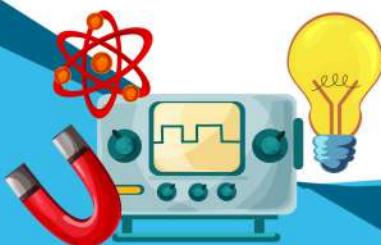
المركبة الأفقيه للسرعة Vx

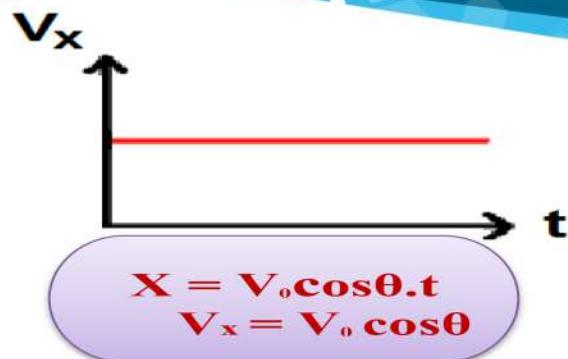
- مركبه السرعة الأفقيه ثابتة المقدار والاتجاه على طول مسار الحركة .

.. مركبه السرعة الأفقيه لحركة غير معجلة

علل: لا يمكن تطبيق معادلات الحركة المعجلة في الحركة الأفقيه ؟

لأن مركبه السرعة الأفقيه V_x ثابتة المقدار والاتجاه على طول مسار الحركة.





$$V_y = V_0 \sin \theta$$

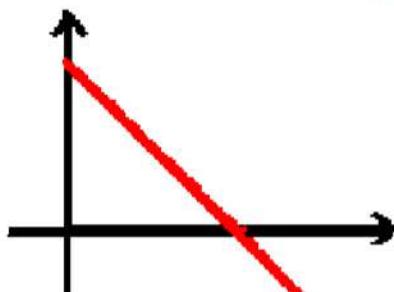
المركب الرأسية للسرعة : V_y

مركبة السرعة الرأسية مغيرة تقل تدريجيا حتى تنعدم عند أقصى ارتفاع 0 .
لذا مركبة السرعة الأفقية معجلة ويمكن تطبيق معادلات الحركة المعجلة .

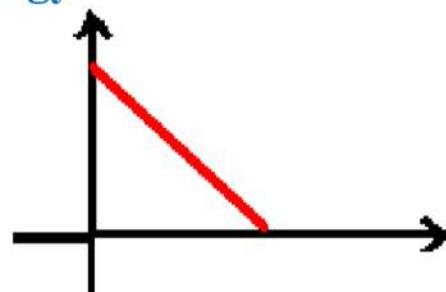
$$V_y = V_0 \sin (\Theta) - gt$$

$$y = V_0 \sin (\Theta) t - \frac{1}{2} gt^2$$

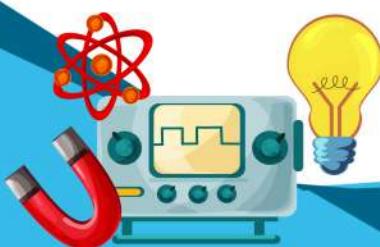
$$V_2^2 = (V_0 \sin \Theta)^2 - 2gy$$



من لحظة الانطلاق إلى لحظة العودة
لنفس المستوى



من لحظة الانطلاق حتى الوصول
لأقصى ارتفاع



معادلة المسار

هي معادلة رمزية تربط بين مركبة الحركة الأفقية ومركبة الحركة الرأسية من دون الزمن .

(1) استنتاج معادلة المسار :

$$(1) \because X = V_0 \cos(\theta) t \quad \therefore t = \frac{X}{V_0 \cos(\theta)}$$

* من مركبة الحركة الأفقية

$$(2) \because y = V_0 \sin(\theta) t - \frac{1}{2} gt^2$$

* من مركبة الحركة الرأسية

بالتعميض عن قيمة t من المعادلة (1) في المعادلة (2)

$$y = V_0 \sin(\theta) \frac{X}{V_0 \cos(\theta)} - \frac{1}{2} g \frac{X^2}{V_0^2 \cos^2(\theta)}$$

$$y = X \tan(\theta) - \frac{g}{2V_0^2 \cos^2(\theta)} X^2$$

(2) استنتاج أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة :

$$y = h_{\max} \quad (\text{مدى رأسي})$$

$$V_y^2 = (V_0 \sin \theta)^2 - 2gy \quad \text{من معادلة الحركة الثالثة}$$

$$V_y = 0 \quad (\text{عند أقصى ارتفاع})$$

$$V_0^2 \sin^2 \theta = 2 gy$$

$$y = h_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

أقصى ارتفاع يتوقف على: (1) سرعة البداية (2) زاوية الإطلاق

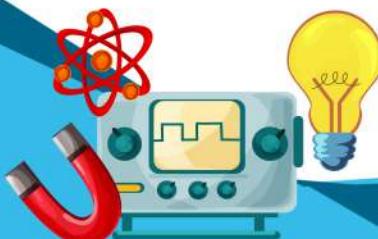
(3) لحساب زمن الوصول لأقصى ارتفاع (t) :

من معادلة الحركة الأولى

عند أقصى ارتفاع

$$t = \frac{V_0 \sin \theta}{g}$$

(4) لحساب زمن قطع المدى الأفقي t مُعَنِّف زمن أقصى ارتفاع



$$R \leftarrow "x"$$

المدى الأفقي

المسافة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول على الخط الأفقي المار بنقطة الإطلاق.

$$X = V_0 \cos(\theta) t$$

لحساب المدى الأفقي مع الزمن

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

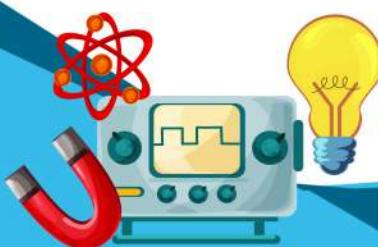
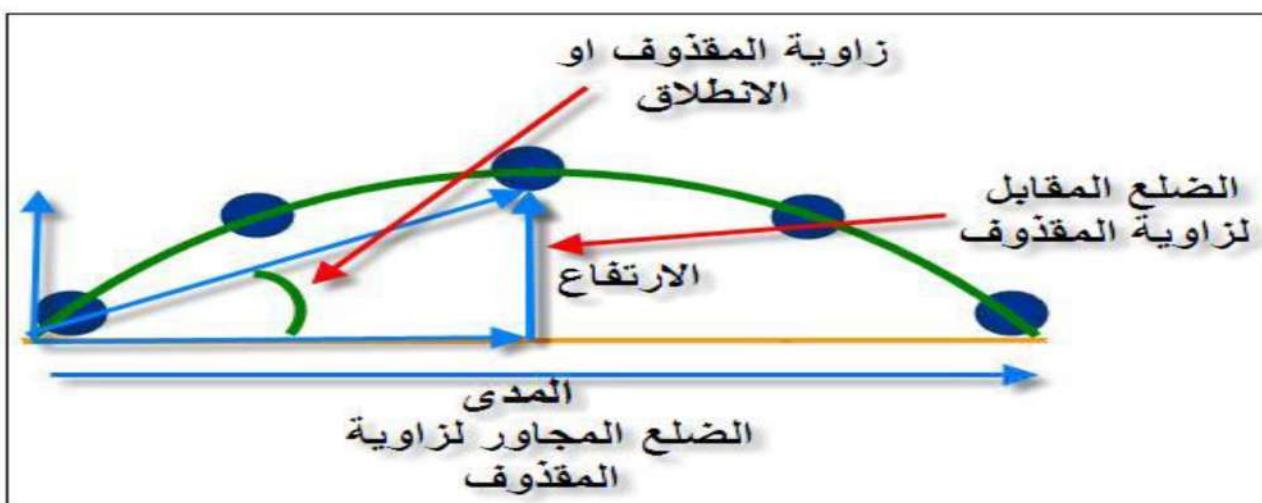
لحساب المدى الأفقي من دون الزمن

يتوقف مقدار المدى الأفقي على :

(2) زاوية الانطلاق

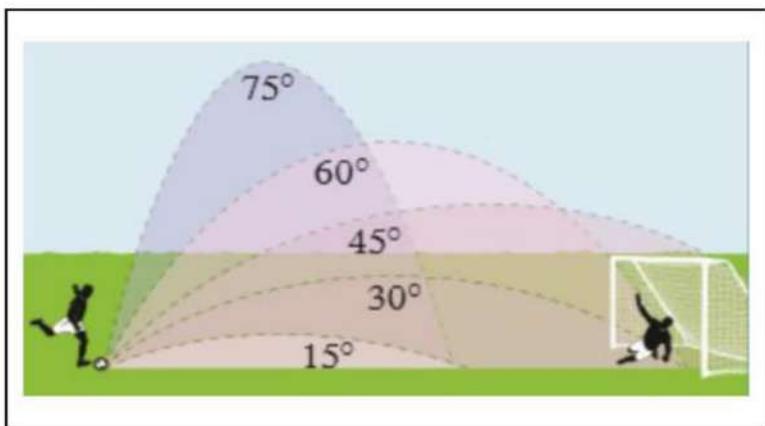
(1) سرعة البداية

العلاقة بين زاوية الإطلاق (أقصى ارتفاع - المدى الأفقي)



ملاحظات هامة جداً

- تطلق قذيفتين بزاويتا إطلاق حادة مجموعها 90° مثل ($30^\circ, 60^\circ$) يتتفقان في



يزداد مقدار أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة .

- تتخذ القذيفة مسار منحنٍ (قطع مكافئ) في حالة غياب الهواء ، في حالة وجود الهواء يصبح شكل المسار قطع مكافئ غير حقيقي ويقل مدى القذيفة .

- المركبة الأفقية والرأسيّة للقذيفة غير متراطبين حيث المركبة الأفقية منتظمة السرعة

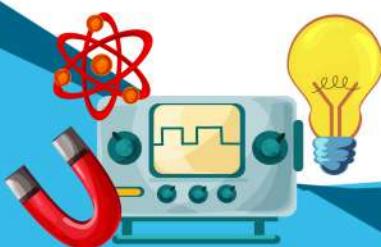
(غير معجلة) المركبة الرأسية متغيرة السرعة (معجلة بانتظام) .

- تتحرك القذيفة على المحور الرأسي بتأثير الوزن فقط أي تحت تأثير عجلة الجاذبية فقط .

- لا توجد علاقة بين مسافة السقوط والمركبة الأفقية للسرعة .

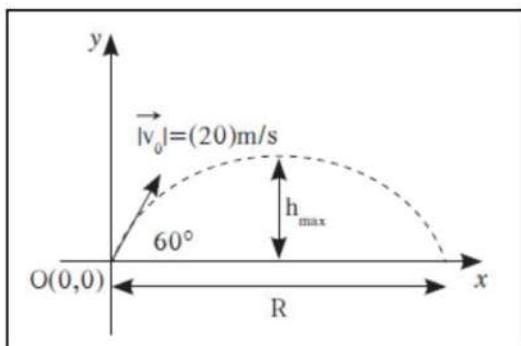
- في حالة غياب الهواء فأنه عند إنطلاق قذيفتين لهما كتل مختلفة m_1, m_2 فإن كلاً منهما له نفس المدى ونفس الارتفاع بشرط تساوي زاوية الإنطلاق والسرعة الابتدائية لهما.

- عند دراسة المقدّمات بعيدة المدى يجب ان يدخل في الاعتبار انحناء سطح الأرض وبالتالي عندما يطلق مقدّم سيدفعه يسقط حول الأرض وتصبح قمر صناعي .
- زمن الوصول للمدى الأفقي (الهدف) مثلي زمن الوصول للمدى الرأسي .



. مثال : أطلقت قذيفة بزاوية 30° من النقطة $(0,0)$ بسرعة ابتدائية 30 m/s . احسب :

1. اكتب معادلة المسار ؟



2. الزمن اللازم للوصول لأقصى ارتفاع ؟

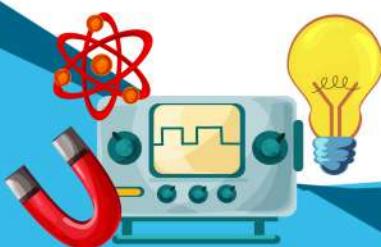
3. الزمن الكافي (زمن وصول القذيفة للهدف) ؟

4. أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة ؟

5. المدى الأقصى ؟

6. تحديد موقع الجسم (الحداثتان) بعد 0.2 ثانية ؟

7. سرعة القذيفة لحظة الاصطدام بالأرض ؟



مثال : أطلقت قذيفة بزاوية 60° من النقطة $(0,0)$ بسرعة ابتدائية 20 m/s .
احسب :

١. اكتب معادلة المسار ؟

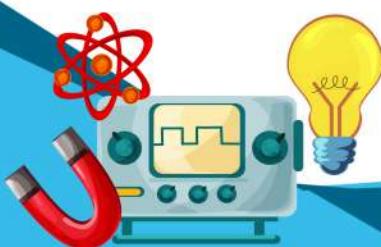
٢. الزمن اللازم لوصول لأقصى ارتفاع ؟

٣- الزمن الكافي (زمن وصول القذيفة للهدف) ؟

٤. أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة ؟

٥. المدى الأقصى ؟

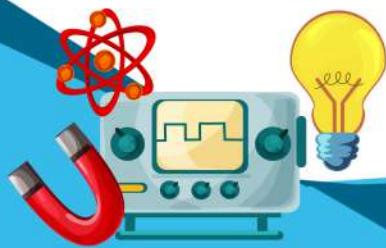
٦- سرعة القذيفة لحظة الاصطدام بالأرض ؟



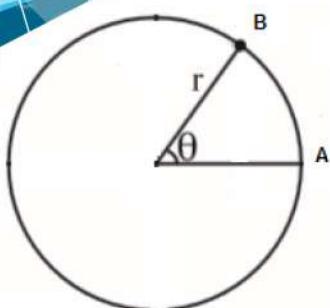
سيجما فن
الفيزياء

إعداد : ياسر جاد

ملخص



MOB: 60922660



الحركة الدائرية

هي حركة الجسم على مسار دائري حول مركز دوران ممحافظة على بعد ثابت منه.

حركة جسم يقطع أقواساً متساوية خلال ازمنة متساوية.

الحركة الدائرية المنتظمة

هو نقطة تتوسط سطح المسار الدائري وتنتج من تقاطع قطرتين في المسار الدائري.

نقطة (مركز الدوران)

هو الخط المستقيم العابر من مركز المسار الدائري وتحدد حوله الحركة الدائرية.

خط (محور الدوران)

أنواع الحركة الدائرية

حركة مدارية (محيطة)

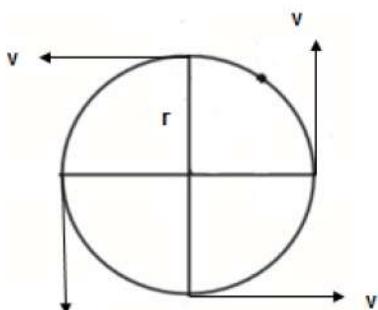
هي تلك الحركة التي تحدث حول مركز دوران خارجي.

مثل: 1 - دوران الأرض حول الشمس.
2 - دوران الإلكترونات حول النواة.

حركة مغزليّة (محوريّة)

هي تلك الحركة التي تحدث حول مركز دوران داخلي.

مثل: 1 - دوران الأرض حول نفسها.
2 - دوران الإلكترون حول نفسه.



* متى يقال أن الحركة الدائرية "حركة دائرية منتظمة" ؟

أي أن الجسم يدور حول مركز بسرعة ثابتة المقدار

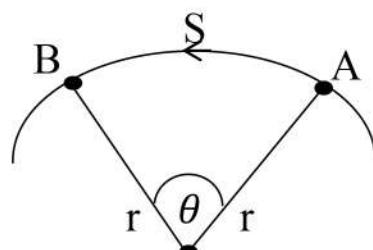
المسافة بين مركز ثقل الجسم ومركز الدوران

تسمى بـ **نصف القطر (r)**



إذا دار الجسم دورة كاملة تكون المسافة المقطوعة
تساوي محيط الدائرة.

طول القوس المقطوع من الدائرة S



$$S = 2\pi r$$

تقدر بـ المتر m

الزاوية بين الخط المرجعى والخط العار بالمركز والنقطة
المتحركة .

الإزاحة الزاوية 0

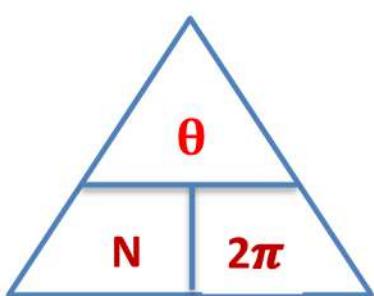
*إذا دار الجسم دورة كاملة تكون مقدار الزاوية المركزية تساوي بالراديان .

$$\theta = 2\pi$$

تقدر بـ الراديان Rad

العلاقة بين طول القوس S والزاوية

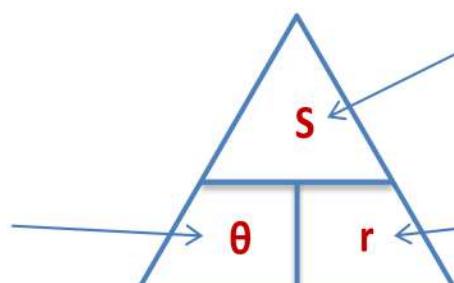
$$S = \theta \cdot r$$



الإزاحة الزاوية

θ

$$S = \theta \cdot r$$



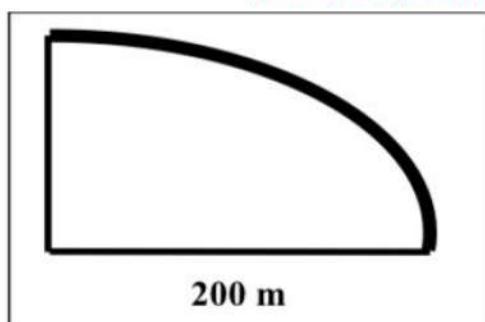
طول القوس

نصف القطر



يدور لاعب الركض حول حكم مبارزة والذي يبعد عنه مسافة 200 m فإذا
بعد اللاعب من جهة الشرق اتجه مساره جهة الشمال . ادوس :

(1) طول القوس المقطوع "S"؟



(2) مسافة السباق لو اكمل اللاعب دورة كاملة ؟

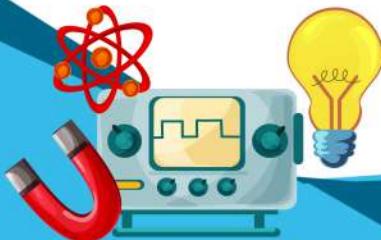
(3) عدد الدورات ؟

الراديان

هو الزاوية المركزية التي يكون طول القوس المقابل لها مساوياً نصف القطر.

العلاقة بين وحدتان قياس الزاوية المركزية 0

النظام الدائري (الراديان)	نظام الدرجات
$\frac{\pi}{2}$	90
π	180
$\frac{3\pi}{2}$	270
2π	360



درجات

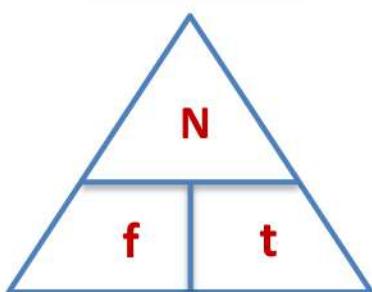
راديان

$$\begin{array}{ccc} & \times 57.29 & \\ \text{درجات} & \longleftrightarrow & \text{راديان} \\ & \div 57.29 & \end{array}$$

التردد f

هو عدد الدورات التي يعملها الجسم خلال وحدة الزمن.

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

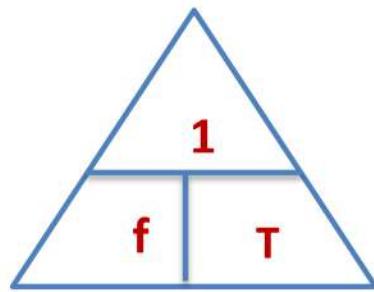


$$T = \frac{1}{f}$$

الزمن الدوري T

هو الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل دورة واحدة كاملة.

$$T = \frac{t}{N}$$

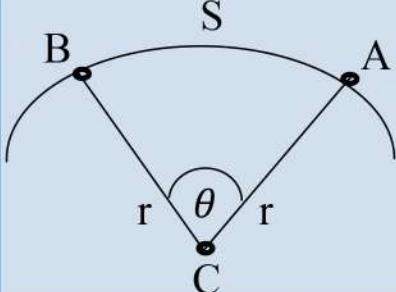


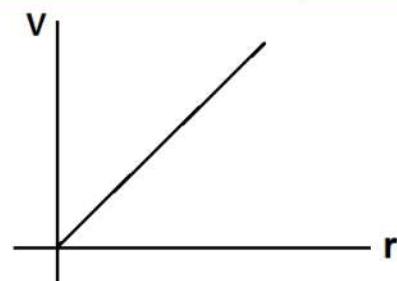
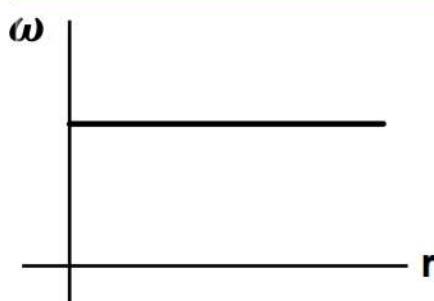
$$f = \frac{1}{T}$$

$$T \cdot f = 1$$



أنواع السرعة في الحركة الدائرية

السرعة الزاوية (ω)		السرعة الخطية V
السرعة الدائرية		السرعة المحيطية السرعة المدارية السرعة المماسية
$\omega = \frac{\theta}{t}$		$V = \frac{S}{t}$
هي الزاوية المركبة المقطوعة خلال وحدة الزمن .		هي طول القوس المقطوع من الدائرة خلال وحدة الزمن .
وحدة القياس Rad /s $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \frac{1}{T}$ $\omega = 2\pi f$		وحدة القياس m/s $V = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{t} = \frac{2\pi r}{T}$ $V = 2\pi r f$
السرعة الزاوية ثابتة . تبقي ثابتة السرعة الزاوية بزيادة نصف القطر .		السرعة الخطية ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه .

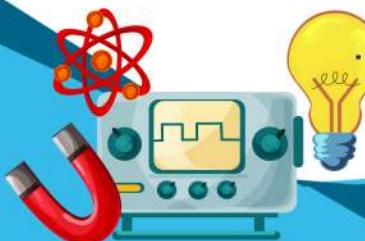


$$V \propto r$$

على) يراعى ركوب الاطفال فى لعبة القرص الدوار قربا من مركز الحركة الدائرية؟

لأن كلما تقترب من مركز الحركة الدائرية يقل نصف القطر وتقل السرعة الخطية .

$$V \propto r$$



علل) تنعدم السرعة الخطية عند مركز الحركة الدائرية؟

$$\therefore v = 0 \quad \therefore v = \frac{2\pi r}{T} \quad r=0 \quad \text{لان}$$

العلاقة السرعة الخطية والدائرية

السرعة الدائرية

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

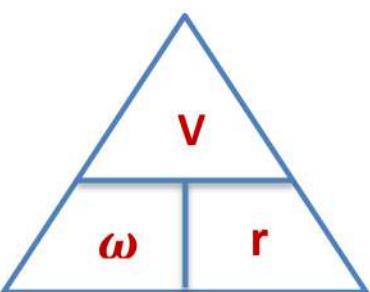
السرعة الخطية

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

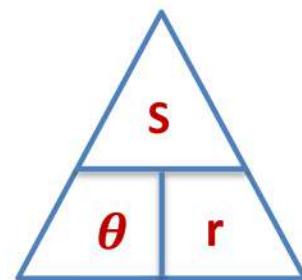
$$T = \frac{2\pi r}{V}$$

$$\frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{V}$$

$$\frac{1}{\omega} = \frac{r}{V}$$



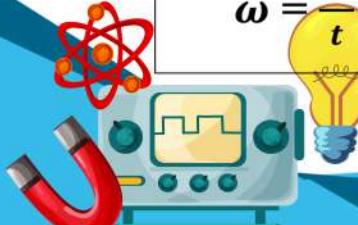
$$V = \omega \cdot r$$



أهم القوانين: العلاقة بين طول القوس والأزاحة الزاوية

في السرعة الدائرية

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



في السرعة الخطية

$$V = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

مثال : هي لعبة دوارة الذيل التي تدور بسرعة دائرية متناظرة تساوي دوران واحدة كل 45 ثانية ويجلس ولدان على حصانين الأول يبعد 2m عن مركز الدوران والثاني يبعد 4m عن مركز الدوران . احسب :

1. السرعة الدائرية لكل ولد ؟
2. السرعة الخطية لكل ولد ؟

العجلة في الحركة الدائرية

أنواع العجلة حسب السرعة في الحركة الدائرية:

العجلة الزاوية "θ"

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

هي التغير في السرعة الزاوية بالنسبة للزمن ويكدر بـ

Rad/s^2

علل : تنعدم العجلة الزاوية في الحركة الدائرية ؟

- السرعة الزاوية ثابتة في الحركة الدائرية .
- التغير في السرعة الزاوية يساوي صفر.
- العجلة الزاوية في الحركة الدائرية = صفر.

العجلة المركزية a_C

عجلة تنتج من التغير في اتجاه

السرعة الخطية

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

علل : برغم أن سرعة الجسم الحركة الدائرية ثابتة إلا أنها حركة معجلة ؟

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

العجلة المماسية a_t

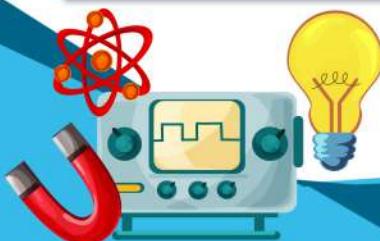
عجلة تنتج من التغير مقدار السرعة الخطية

$$a_t = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

- السرعة الخطية ثابتة المقدار
- التغير فيها = صفر
- العجلة المماسية = صفر

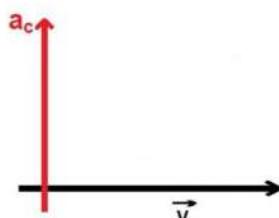
علل : تنعدم العجلة المماسية في الحركة الدائرية ؟

- لان العجلة المماسية تنتج من التغير في مقدار السرعة الخطية
- السرعة الخطية ثابتة المقدار
- التغير فيها = صفر
- العجلة المماسية = صفر



هي عجلة الحركة الدائرية التي تنتج من التغير في اتجاه السرعة الخطية من دون المقدار.

العجلة المركزية \vec{ac}

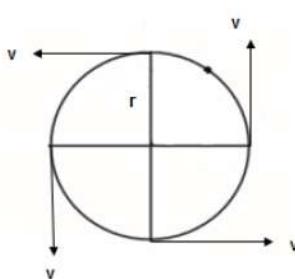


* العجلة المركزية كمية متجهة .

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

- مقدارها :

- اتجاهها : دائما نحو المركز منطبقه على نصف القطر عموداً على متجه السرعة الخطية.

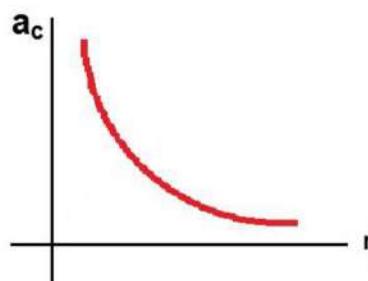


العوامل التي يتوقف عليها العجلة المركزية :

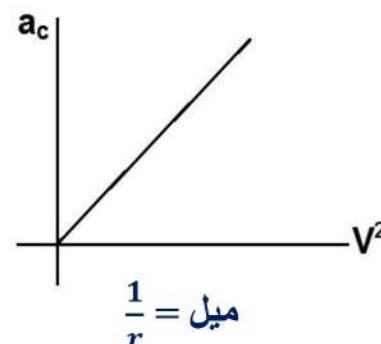
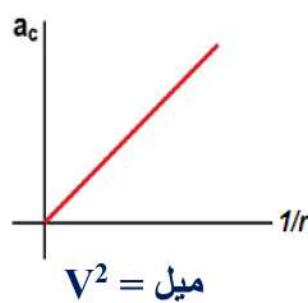
(2) نصف القطر (r)

(1) السرعة (v)

$$ac \propto \frac{1}{r}$$



$$ac \propto V^2$$



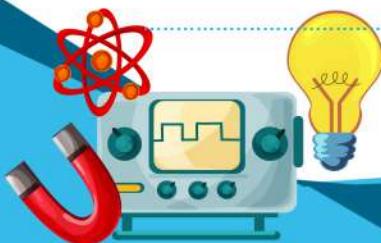
جسم كثلته 0.50g يتحرك على محيط دائرة قطرها 400 cm بحركة دائرية

متزامنة فإذا كان الجسم يستغرق 65s لعمل دورة . احسب :

1. التردد والزمن الدورى ؟

2. السرعة الزاوية ؟

3. السرعة الخطية ؟



٣. السرعة الزاوية للشجاع ؟

٤. الزاوية التي يمسحها نصف قطر خلال زمن 3 s ؟

٥. طول القوس الذي يرسمه الجسم خلال زمن 3 s ؟

٦. العجلة الزاوية للجسم ؟

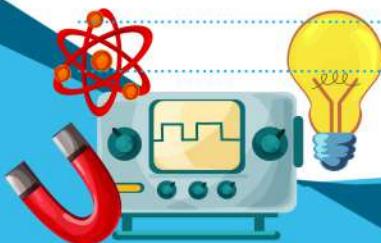
مثال : كرة كانت لها 150 مربطة بطرف ثابت تدور بحركة دائرية منتظمة على مسار دائري نصف قطره 60 cm تصنع الكرة دورتين في الثانية الواحدة . احسب

١. الزمن الدورى ؟

٢. التردد ؟

٣. السرعة الخطية ؟

٤. السرعة الزاوية ؟



5. العجلة المركزية ؟

6. العجلة الزاوية ؟

7. الإزاحة الزاوية التي يعملها الجسم خلال 3 ثواني ؟

8. طول القوس الذي يعمله الجسم خلال زمن 3 ثواني ؟

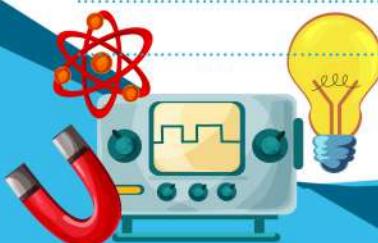
الحركة الزاوية المعجلة

$$\begin{aligned}\omega &= \omega_0 + \theta'' t \\ \theta &= \omega_0 t + \frac{1}{2} \theta'' t^2 \\ \omega^2 &= \omega_0^2 + 2\theta''\theta\end{aligned}$$

مثال يدور قرص دوبل مدور من السكون بعجلة زاوية مبنية على 40 Rad/s² بعد مرور 5 ثواني احسب .

1. السرعة الزاوية

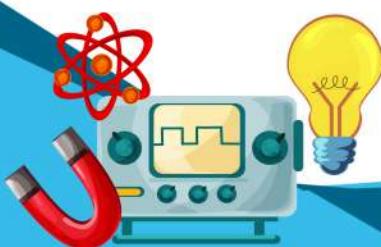
2. الإزاحة الزاوية



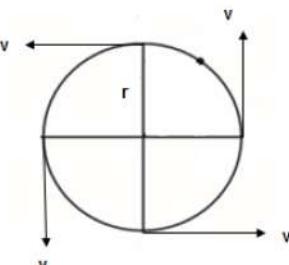
3. عدد الدورات

مثال : تدور عجلة مسارية بسرعة زاوية (10Rad/s) ثم توقفت بعد
مرور 2 ثانية احسب
- العجلة الزاوية

5. الازاحة الزاوية



القوة الجاذبة المركزية



$$\vec{F}_c$$

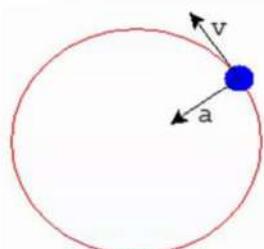
هي القوة التي تسبب الحركة الدائرية للكتلة و يكون اتجاهها
دائريا نحو مركز الدائرة.

أمثلة

- قوى الجذب من الشمس للأرض.
- قوة جذب النواة للإلكترونات .

- قوى الاحتكاك والتي تضاد قوة التجاذب المركزي لجسم يدور في مسار دائري مثل قوى الاحتكاك بين اطارات السيارات مع الأرض عند دوران السيارة حول منعطف دائري (دوار) .

القوى المركبة كمية متتجهة . مقدارها



$$\begin{aligned} \vec{F}_c &= m \cdot \vec{a}_c \\ F_c &= m \cdot \frac{v}{r} \\ F_c &= m \cdot \omega^2 \cdot r \end{aligned}$$

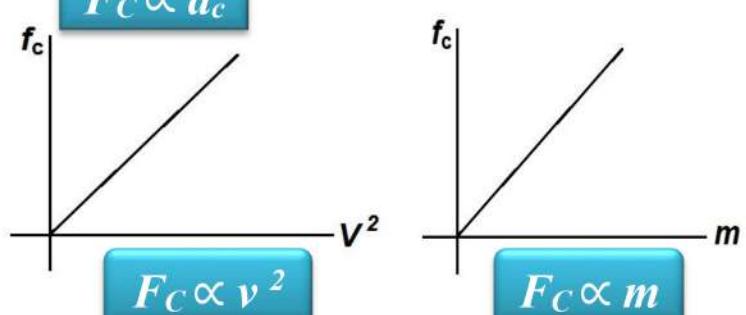
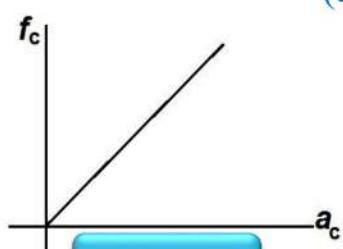
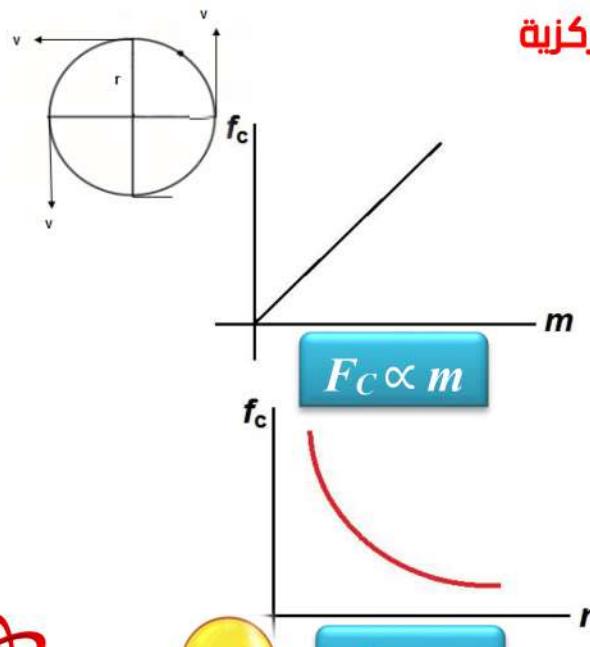
اتجاهها

دائما في اتجاه العجلة المركبة منطبق على نصف القطر نحو المركز عموديا على متجه السرعة الخطية .

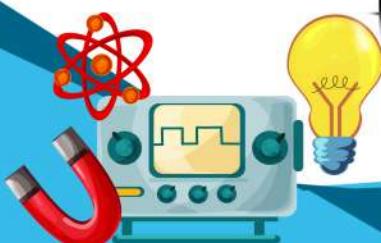
ما هي العوامل التي تتوقف عليها القوة المركبة

(1) العجلة المركبة (ac)

(2) كتلة الجسم (m)



عند ثبات v



ماذا يحدث عند :

1- زوال القوة الجاذبة المركزية لجسم يدور في مسار دائري ؟

2- قطع خيط الجسم يدور في مسار دائري ؟



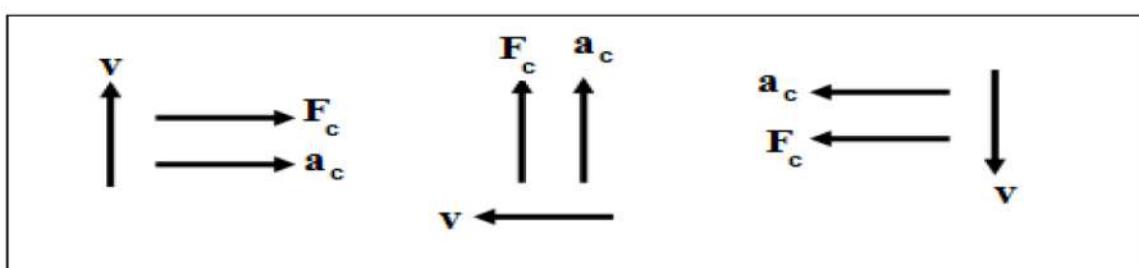
التطبيق العملي القوة الجاذبة المركزية (عصارة) نشافة الملابس
عند دوران حوض الغسالة تكتسب الملابس مع الماء قوة جاذبية مركزية وتتحرك
نحو جدار الحوض

يمارس الحوض قوة رد الفعل على الملابس ولا يقدر ان يمارس نفس القوة على الماء
لأن الماء انتسابي تخرج في خط مستقيم جهة الفتحات بخاصية القصور الذاتي.

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

في مسائل القوة الجاذبة المركزية

مخطط الحركة الدائرية المنتظمة



مثال : طائرة تتحرك بسرعة 56.6 m/s في مسار دائري نصف قطرة 188.5 m . احسب كتلة الطائرة إذا علمت أن القوة الجاذبة المركزية اللازمة لإبقاءها على مسارها الدائري $N \times 10^4 \text{ N}$ ؟



مثال : سيارة كتلتها 1.5 ton تتحرك بسرعة مئوية على طريق دائري نصف قطره 50 m ، أكملت السيارة خمس دورات في 314s . أحسب :

(1) التردد والزمن الدوري ؟

(2) السرعة الخطية والسرعة الزاوية ؟

(3) العجلة المركزية ؟

(4) القوة المركزية ؟

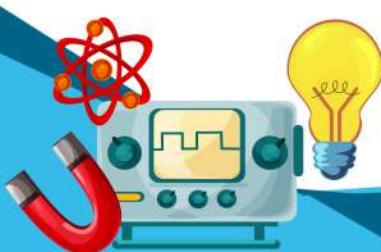
مثال : صرفة طائرة عمودية كتلتها 50kg تتحرك في مسار دائري نصف قطره 5m تدور بمعدل (1500) لفة خلال (300π) إحدى

(1) السرعة الزاوية ؟

(2) السرعة الخطية ؟

(3) العجلة المركزية ؟

(4) القوة المركزية ؟



تطبيقات حياتيه علي القوة الجاذبة المركزية في الحياة العملية

(افقية)

قوة الاحتراك f قوة تنشأ نتيجة احتراك (تلمس) الاطارات مع الارض

دائماً قوة الاحتراك معاكسة لاتجاه قوة اخري

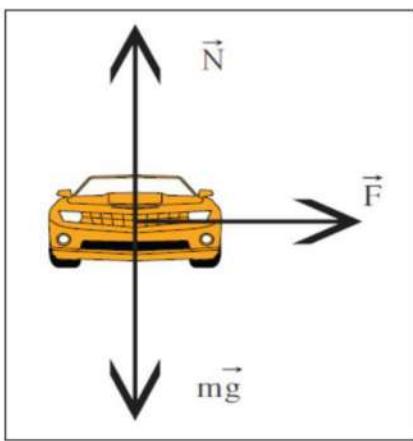
معامل الاحتراك $\mu = \frac{f}{N}$

هو النسبة بين قوة الاحتراك الى قوة رد الفعل

عل : ليس لمعامل الاحتراك وحدة يميز بها؟

لأنه نسبة بين كميتين متماثلين.

هي يقال أن دوران الجسم حول منعطف دائري دوران آمن؟



السرعة القصوى الآمنة

$$f = f_c$$

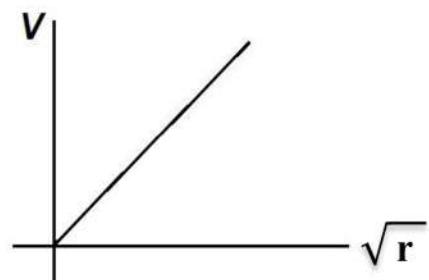
$$\mu_N = \frac{mv^2}{r}$$

$$\mu mg = \frac{mv^2}{r}$$

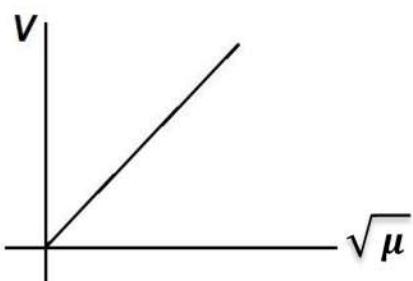
$$V^2 = r.g.\mu$$

$$V = \sqrt{r.g.\mu}$$

$$N = mg$$



$$V \propto \sqrt{r}$$

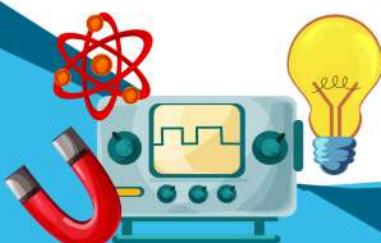


$$V \propto \sqrt{\mu}$$

ما هي العوامل التي توقف عليها السرعة القصوى الآمنة؟

٢) معامل الاحتراك μ

١) نصف قطر المسار الدائري r



مثال : احسب السرعة القصوى لسيارة كتلتها 1500 kg لانعطاف على منعطف هائل بزاوية 25° و نصف قطره 50 m بدون الحاجة الى قوة احتكاك بين الاطارات و الطريق .

مثال : احسب الزاوية التي يجب امالة منعطف نصف قطره 50 m ليسمح لسيارة لانعطاف بسرعة 50 km/h دون الحاجة الى قوة احتكاك بين الاطارات و الطريق .

مثال : يدور راكب دراجة هوائية على مسار دائري يصل بزاوية مقدارها 15° على المستوى الأرضي . إذا كان قطر المسار 40 M . إحسب :

(1) سرعة التصميم؟

(2) العجلة المركزية؟



ثانياً المنعطفات المائلة

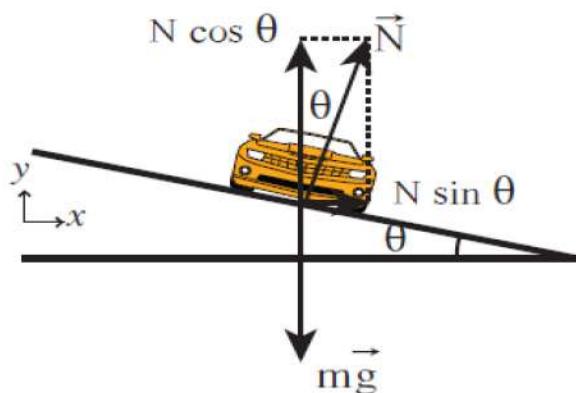
بغرض تعويض قوى الاحتكاك للمحافظة على الدوران الآمن عند المنعطفات الدائرية.

(1) القوة التي ت العمل على جذب الجسم نحو المركز
(المركبة الأفقية)

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = N \sin(\theta) \rightarrow (1)$$

قوة الوزن = رد الفعل (2)

$$mg = N \cos(\theta) \rightarrow (2)$$



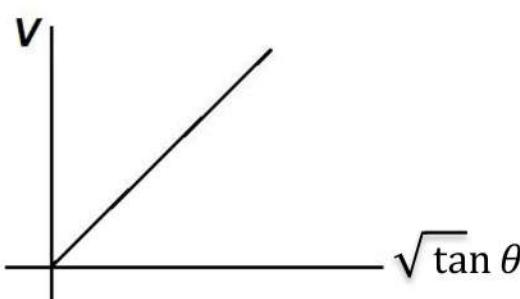
استنتج سرعة التصميم

$$\text{سرعة التصميم } v = \sqrt{rg \cdot \tan(\theta)}$$

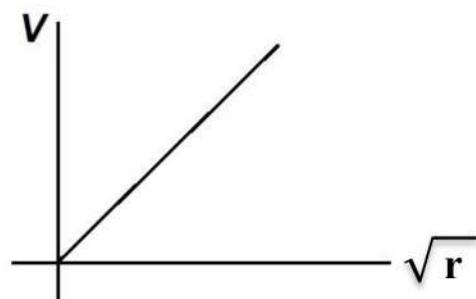
ما هي العوامل التي توقفت عليها سرعة التصميم؟

٢) ميل زاوية ميل الطريق ($\tan(\theta)$)

١) نصف قطر المسار الدائري (r)



$$V \propto \sqrt{r}$$



$$V \propto \sqrt{\tan \theta}$$

$$\mu = \tan \theta \quad \text{لاحظ}$$

$$\tan \theta = \frac{v^2}{r \cdot g}$$



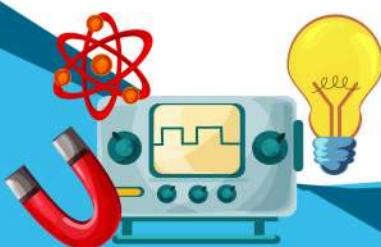
مثال : احسب السرعة القصوى لسيارة كتلتها 1500 kg لانعطاف على منعطف حائل بزاوية 25° و نصف قطره 50 m بدون الحاجة الى قوة احتكاك بين الاطارات و الطريق .

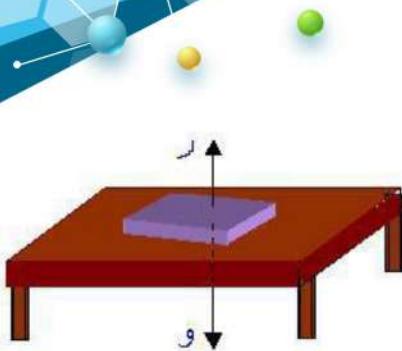
مثال : احسب الزاوية التي يجب امالة منعطف نصف قطره 50 m لانعطاف لسيارة بسرعة 50 km/h دون الحاجة الى قوة احتكاك بين الاطارات و الطريق .

مثال : يدور راكب دراجة هوائية على مسار دائري يميل بزاوية مقدارها 15° على المستوى الأرضي . إذا كان قطر المسار 40 M . احسب :

(1) سرعة التصميم ؟

(2) العجلة المركزية ؟





مركز الثقل

هو مقدار جذب الأرض للأجسام.

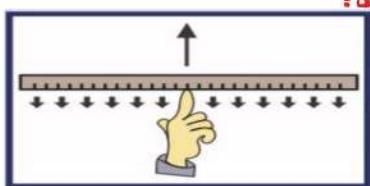
هو نقطة تأثير ثقل الجسم (وزن الجسم).

ثقل الجسم (الوزن)

مركز ثقل الجسم

ماذا يحدث لو:

اثرنا على جسمه ما بقاؤه تساوي ثقله عند مركز ثقله وعوضاده له في الاتجاه؟



تحديد مركز الثقل

(1) **الجسم المنتظم الشكل الهندسي (متجانس)** يقع عن المركز الهندسي للجسم مثل كره مخروط مثلث

(2) **الجسم الغير منتظم (غير متجانس)** يقع مركز الثقل اقرب للطرف الانقل مثل مضرب - مطرقة

***تحديد موضع مركز الثقل حسب اشكالها الهندسية :-**

(1) **اجسام منتظمة الشكل :-** مركز ثقلها يقع عند مركز الشكل الهندسي

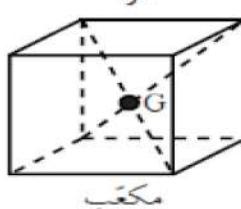
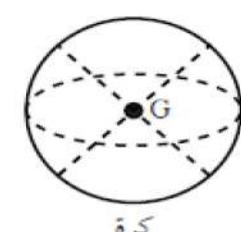
1- **الكرة :** يقع مركز الثقل عند مركز الكرة

2- **المستطيل المربع :** يقع مركز الثقل عند تقاطع وترى المستطيل

الاشكال المكعب والكرة مركز ثقلها تقع عند مركز الشكل الهندسي

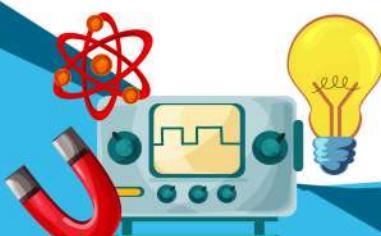
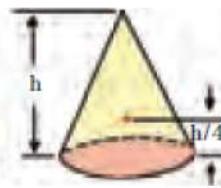
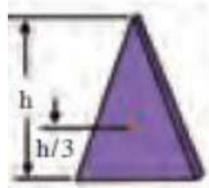
3-**المثلث:-** يقع مركز الثقل على الخط الواسط بين رأس

المثلث و قاعدته و على ارتفاع مقداره $\frac{h}{3}$ من قاعدة المثلث.



4-**مخروط :** يقع مركز الثقل على الخط الواسط بين رأس المخروط و قاعدته

وعلى ارتفاع $\frac{h}{4}$ من قاعدة المخروط



(2) أجسام غير منتظم الشكل : مركز ثقلها يقع أقرب (للجزء الأثقل)

2- لعبة الاطفال

1- مضرب كرة القاعدة

مركز ثقل اللعبة يقع في قاعده تعلمه لأنها تحتوى على مادة ذات كثافة عالية



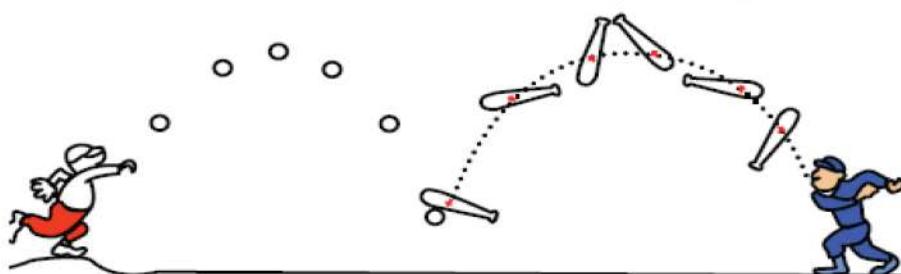
حركة الأجسام في الهواء

(1) جسم غير منتظم الشكل

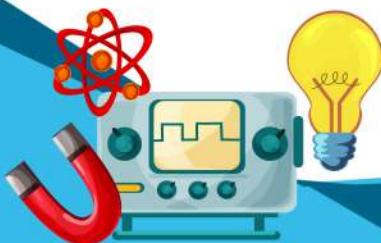
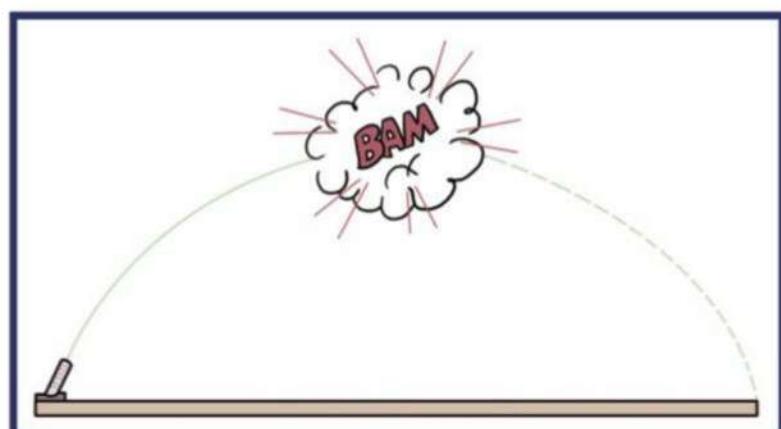
أ- مركز الثقل يتحرك في مسار قطع مكافئ بسبب غياب قوة الاحتكاك مع الهواء.

ب- باقي أجزاء الجسم يتحرك حركة دائيرية حول مركز الثقل للجسم .

(2) جسم منتظم الشكل يتحرك في مسار قطع مكافئ بسبب غياب قوة الاحتكاك.



ملاحظة: لن يتاثر حركة مركز الثقل للألعاب النارية قبل الانفجار او بعده و يتذبذب مسار قطع مكافئ ولا يتاثر بالانفجار بل باقي أجزاء الجسم تبتعد بتأثير الانفجار وبالتالي(الانفجار لن يغير موضع مركز الثقل)



مما سبق نستنتج

حركة على مستوى افقي	قذيفة في الهواء	
خط مستقيم	قطع مكافئ	مركز الثقل
تدور حول مركز الثقل		باقي أجزاء الجسم

اجسام على مستوى افقي املس

جسم منتظم الشكل

يتحرك الجسم في خط مستقيم وبسرعة ثابتة بسبب غياب قوة الإحتكاك

جسم غير منتظم الشكل

باقي أجزاء الجسم
يتتحرك حركة دائيرية حول مركز الثقل للجسم

مركز الثقل
يتتحرك في خط مستقيم وبسرعة ثابتة بسبب غياب قوة الإحتكاك



مركز الكتلة (مركز العطالة)

هو الموضع المتوسط لكتل جميع الجزيئات التي يتكون منها الجسم .

- مركز الثقل هو نفس مركز الكتلة في تحديد الموقع (في نفس المكان في الجسم) نفس الشرح السابق

- ولكن مركز الثقل متغير حسب الجاذبية ومركز الكتلة ثابت

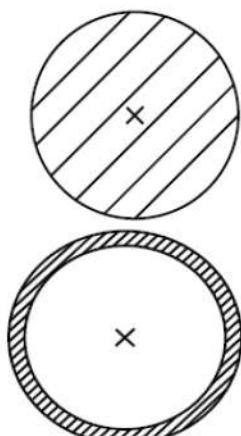
أي أن

- مركز الثقل ينطبق على مركز الكتلة في حال وجود الجسم على الأرض بسبب تساوي الجاذبية.



موقع مركز الكتلة:

ينطبق مركز الكتلة ومركز الثقل في حالة الأجسام الصغيرة ويختلفان في حالة الأجسام الكبيرة لاختلاف قوى الجاذبية على أجزاء الجسم مثل على ذلك يقع مركز الثقل لمراكز التجارة العالمي أسفل مركز كتلته بمسافة 1mm



مركز الكتلة

1- يقع في نقطة مادية في الجسم مثال: قرص من المعدن

ينطبق مركز الكتلة على مركز القرص

2- يقع في نقطة غير مادية خارج الجسم مثال: حلقة من المعدن

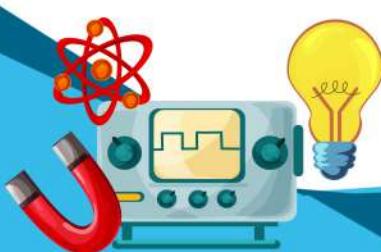
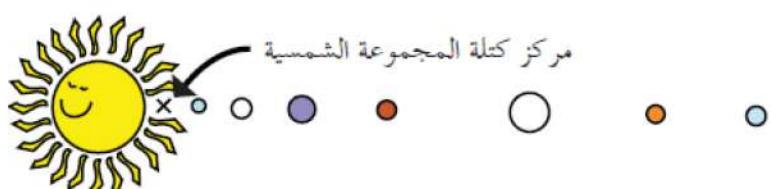
ينطبق مركز الكتلة على مركز الحلقة

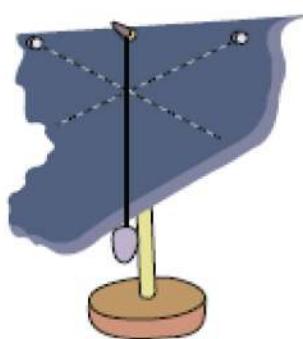
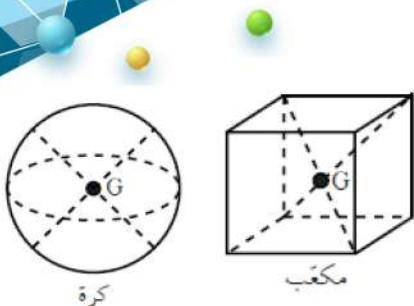
تأرجح النجوم: تدور كواكب المجموعة الشمسية والشمس حول مركز كتلة المجموعة الشمسية.

-إذا كانت الكواكب تقع على خط مستقيم يكون مركز الكتلة للمجموعة الشمسية خارج الشمس وعلي بعد 800 ألف كيلو متر من سطح الشمس.

-لكن وجود الكواكب مبعثرة حول الشمس يجعل مركز كتلة المجموعة الشمسية داخل الشمس وأقرب لمركزها.

-لذلك تدور الشمس حول مركز كتلة المجموعة الشمسية الذي يقع داخلها فتبعد الشمس من بعيد كما لو أنها تتآرجح.





كيف يمكن عملياً تحديد موضع مركز الكتلة (الثقل)

(1) جسم منتظم الشكل

يقع مركز الكتلة عند مركز الشكل الهندسي

(2) جسم غير منتظم الشكل

1- يتم تعليق الجسم من أحد اطرافه

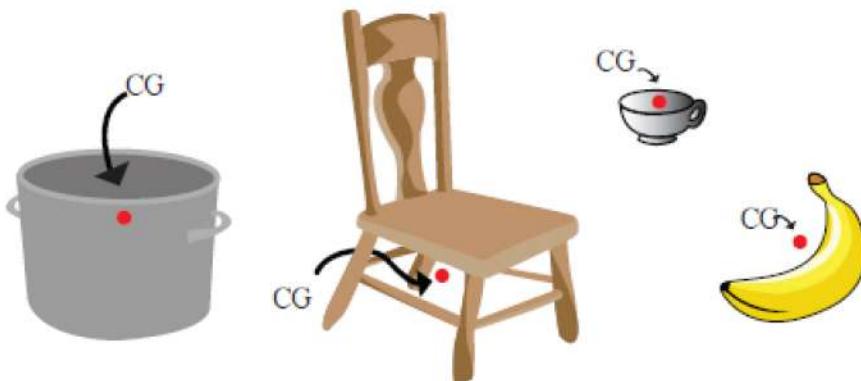
2- عند اتزان الجسم (ثباته) يتم رسم خط من نقطة التعليق الى أسفل الجسم

3- نكرر ما سبق من نقطة تعليق أخرى ونكرر الخطوة رقم 2

4- نقطة تقاطع الخطوط هو مركز ثقل الجسم

دائماً مركز ثقل الجسم أقرب للجزء الأثقل

موضع مركز الثقل لبعض الأجسام

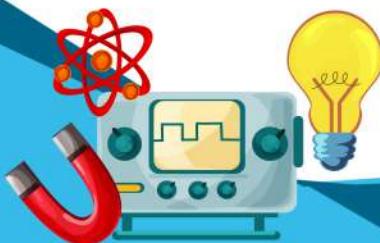


1- نلاحظ أن مركز الثقل يقع اسفل الكرسي.

2- نلاحظ أن مركز الثقل يقع في التجويف داخل الوعاء والفنجران.

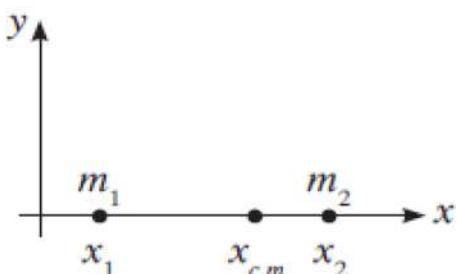
3- نلاحظ أن مركز الثقل يقع خارج الموزة.

أي أن مركز الثقل في الأجسام كلها في نقطة ليست موجودة على الجسم.



تحديد موضع مركز كتلة جسم :

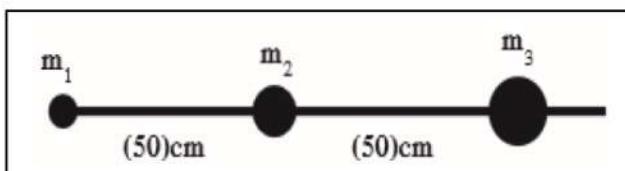
(اي نحدد موضع النقطة التي لوأثنا عليها القوه لأعلي لأصبح الجسم فتن (اي نحدد احداثيات تلك النقطة)



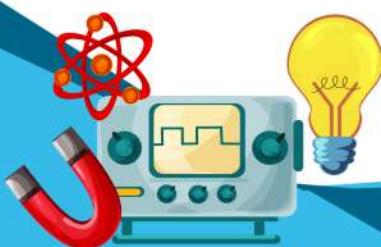
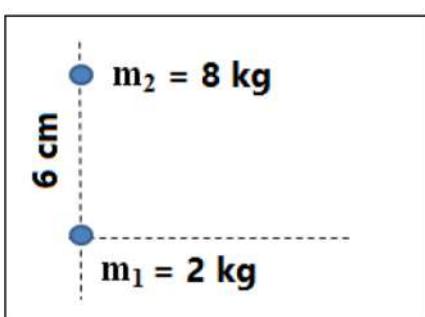
$$X_{cm} = \frac{(m_1 x_1) + (m_2 x_2)}{(m_1 + m_2)}$$

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

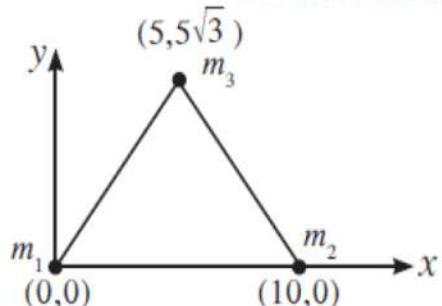
مثال : ثلاثة كتل نقطية $m_1 = 10\text{ g}$, $m_2 = 20\text{ g}$, $m_3 = 30\text{ g}$ ، احسب موضع مركز كتلتها اذا وضعوا كما بالشكل .



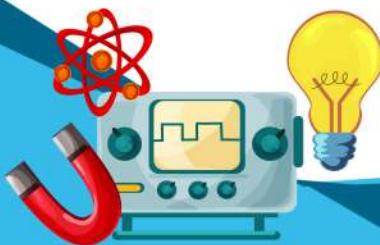
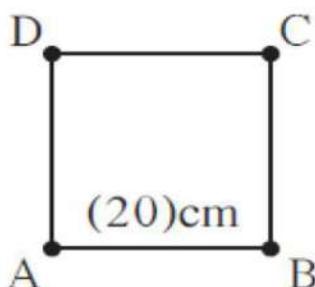
مثال : كتلتان نقطيتان $m_1 = 2\text{ kg}$, $m_2 = 8\text{ kg}$ تقعان علي محور السينات تبعدا عن بعضها 6 cm أحسب أين يقع مركز كتلة الجسمين



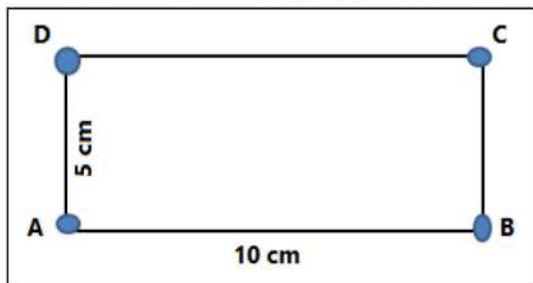
مثال : أوجد موضع مركز كتلة ثلاثة كتل موزعة على رأس مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 10 cm.



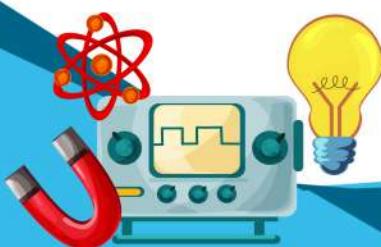
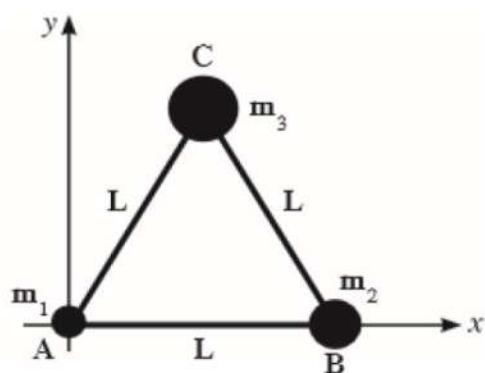
مثال : أحسب موضع مركز الكتلة لنظام مكون من أربع كتل موزعة على أطراف مربع طول ضلعه 20cm و مهمل الكتلة كما بالشكل .



مثال : مستطيل طوله 10 cm وعرضه 5 cm موزع على رؤسها كتل مقدارها 1 kg ، $m_D = 4\text{ kg}$ ، $m_C = 3\text{ kg}$ ، $m_B = 2\text{ kg}$ ، kg ، أحسب موضع مركز الثقل للكتل .



مثال : ثلاثة كتل نقطية $m_1 = 10\text{ g}$ ، $m_2 = 20\text{ g}$ ، $m_3 = 30\text{ g}$ أحسب موضع مركز كتلتها إذا وضعوا كما بالشكل علماً أن النقطة A هي نقطة الارتكاز .

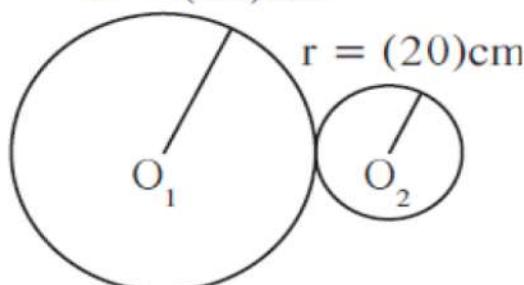


مثال : قرص من الحديد كتلته 500gm و نصف قطره 40cm تم وصله بقرص من

النحاس كتلته 200g و نصف قطره و نصف قطره و نصف قطره 20cm كما بالشكل ،

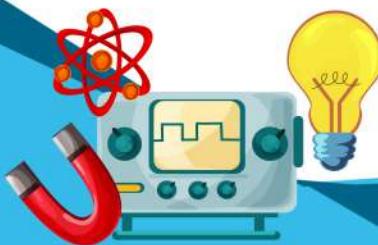
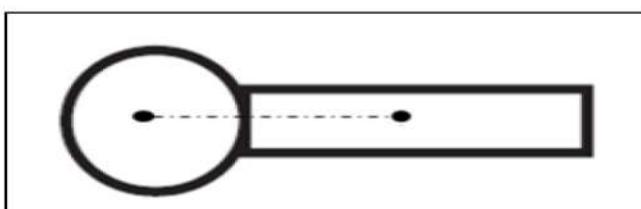
أحسب موضع مركز كتلة القرصين .

$$R = (40)\text{cm}$$



مثال : أوجد مركز الكتلة للنظام المؤلف من الكرة و العصا علما بأن كتلة الكرة $m_1 = 2$

. 60cm و كتلة العصا $m_2 = 1\text{kg}$ و طولها 20 cm و نصف قطرها 6cm



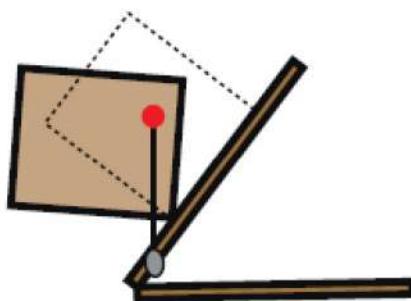
انقلاب الاجسام

متى يكون الجسم متزن ومتى يحدث للجسم انقلاب؟

عندما يكون مركز ثقل الجسم فوق مساحة القاعدة الحاملة للجسم يبقى الجسم ثابت ولا ينقلب



عندما يكون مركز ثقل الجسم خارج مساحة القاعدة الحاملة للجسم ينقلب الجسم ولا يتزن.



علل: لا ينقلب باص لندن الشهير برغم امالته اثناء حركة بزاوية تصل 28° ؟

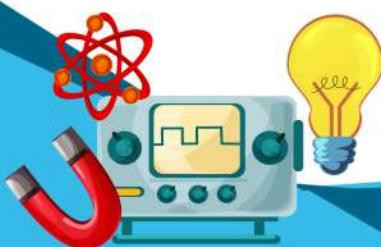
لأنه لا يزال برغم الإمالة مسقط مركز الثقل يقع في إطار القاعدة الحاملة

كلما كان مركز ثقل الجسم قريب من قاعدته يكون أكثر ثباتاً ويصعب انقلابه.

علل: سبب انخفاض مستوى سيارات السرعة؟

حتى يكون مركز ثقلها قريب من الأرض تكون أكثر استقراراً ويصعب انقلابها.

علل: لا ينقلب برج بيزا المائل؟ مركز ثقله يقع في إطار قاعدته الحاملة.

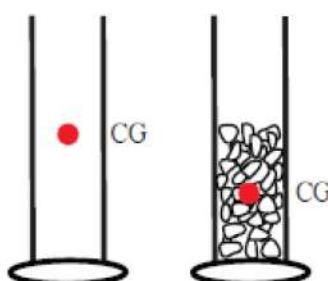


قرب مركز الثقل من المساحة القاعدة الحاملة للجسم

* كلما كان CG للجسم أقرب للمساحة الحاملة للجسم كان الجسم أكثر ثباتا وأقل عرضة للانقلاب.

* كلما كان CG للجسم أعلى للمساحة الحاملة للجسم كان الجسم أقل ثباتا وأكثر عرضة للانقلاب.

تجربة : نحضر مخبرين (أ، ب)



المخبر (أ) فارغ فيكون CG في منتصف المخبر وبعيدة عن المساحة الحاملة للمخبر.

المخبر (ب) مملئ بالحصى فيكون CG أقرب للمساحة الحاملة.

* عند التأثير على المخبرين بقوة متساوية من الجنب فإن المخبر (أ) ينقلب بسهولة والمخبر (ب) يعود إلى وضع اتزانه بسهولة.

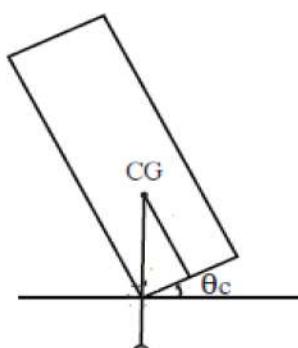
*** تطبيقات على قرب مركز الثقل من المساحة الحاملة للجسم.**

(1) يقوم المصارع بفتح قدميه وخفض ظهره ليعاود الانقلاب عن طريق زيادة المساحة الحاملة للجسم وتقريب مركز ثقله من المساحة الحاملة له فيكون أكثر قدرة على الثبات ومقاومة الانقلاب.



(2) تصنع سيارات السباق بحيث يكون ارتفاعها صغير لتقريب من

المساحة الحاملة للسيارة وبالتالي تصبح السيارة أكثر اتزان واقل عرضة للانقلاب.



(3) في الشكل المقابل

يكون الكوب (أ) غير مستقر ويمكن أن ينقلب لأن مركز ثقله يقع خارج الارتكاز زاوية الانقلاب الحدية (θ_c):

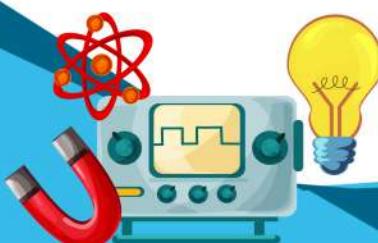
هي الزاوية التي يكون فيها مركز ثقل الجسم في أعلى نقطة.

* إذا مال الجسم بزاوية أكبر من الزاوية الحدية فإن الجسم ينقلب.

* إذا مال الجسم بزاوية أقل من الزاوية الحدية فإن الجسم يعود إلى وضع اتزان.

قانون حساب الزاوية الحدية

$$\tan \alpha^{-1} = 90 - \left(\frac{2h_{CG}}{b} \right)$$



	$h_{CG} > b$	$h_{CG} < b$
θ_c	صغيرة	كبيرة
إمكانية انقلاب الجسم	يسهل	يصعب

الإتزان – الثبات

$$F = m a$$

الجسم المتعزن

هو الجسم الذي يكون متحصلة القوة المؤثرة عليه تساوي صفر.

الجسم المتعزن

الجسم ساكن

$$a = \text{zero}$$

الجسم يتحرك في خط مستقيم وبسرعة منتظمة

$$a = \text{zero}$$

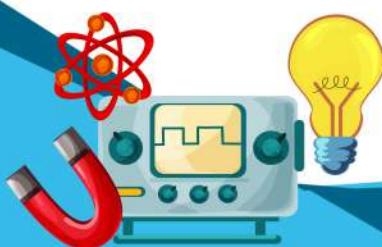
الإتزان

اتزان ديناميكي

- (1) الجسم متحرك في خط مستقيم وبسرعة منتظمة
- (2) الجسم يدور بسرعة دورانية منتظمة

اتزان سكוני (استاتيكي)

يكون الجسم ساكن



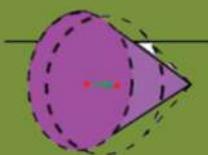
الإتزان السكوني

اتزان محابي (متعادل)
هو الاتزان الذي لا يتسبب اي ازاحة فيه في خفض او رفع مركز الثقل

* عند ازاحة الجسم فإنه يتحرك من حالة اتزان الى حالة اتزان اخرى

مثال :

1- مخروط موضوع على جانبه



2- قلم رصاص على جانبه

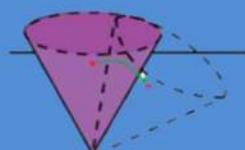


اتزان غيرمستقر (قلق)
هو الاتزان الذي يتسبب اي ازاحة فيه في خفض مركز الثقل

* عند ازاحة الجسم ازاحة بسيطة فأن الجسم ينقلب

مثال :

1- مخروط موضوع على رأسه



2- قلم رصاص موضوع على رأسه



إتزان مستقر

هو الاتزان الذي يتسبب اي ازاحة فيه في رفع مركز الثقل
* عند ازاحة الجسم

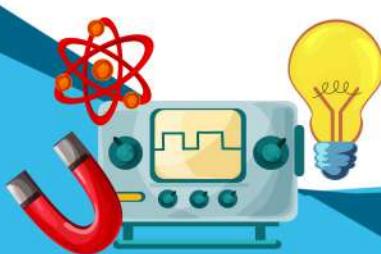
ازاحة بسيطة فأنه يعود الى وضع الاتزان

مثال :

1- مخروط موضوع على قاعدته



2- قلم رصاص موضوع على قاعدته



العلاقة بين استقرار الأجسام ومركز الثقل

كلما كان مركز الثقل للجسم منخفض كلما كان الجسم أكثر استقرار.

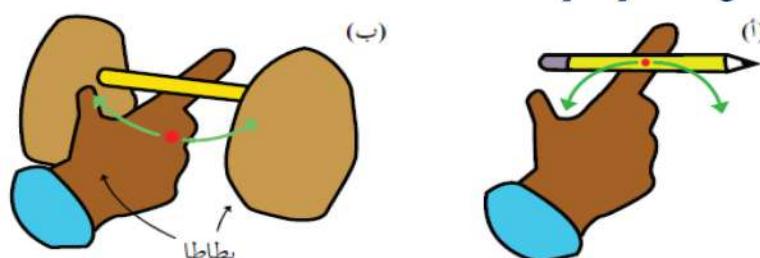
- وبالتالي لجعل الجسم أكثر استقرار يصمم الجسم بحيث يكون مركز ثقله أدنى نقطة الارتكاز.

امثلة :

1- اتزان القلم في الحالة (أ) اتزان غير مستقر لأن مركز الثقل ينخفض عن امانته.

- لكن في الشكل (ب) عند وضع ثمرة بطاطا على طرف القلم يصبح توازن الجسم مستقر لأن مركز ثقله

ينخفض ويصبح أدنى نقطة ارتكازه



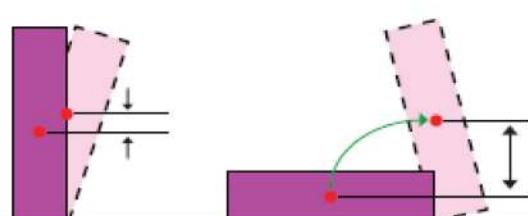
2- تصميم العاب الاطفال بحيث يجعل مركز ثقلها أدنى نقطة ارتكازها ليصبح اتزانها مستقر .



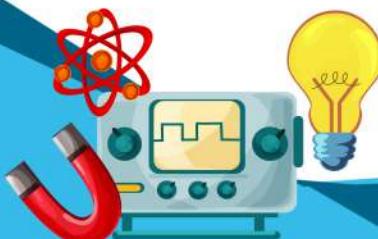
3- مبني سياتل سبيس في الولايات المتحدة الأمريكية مصمم

بحيث يقع مركز ثقله أدنى سطح الأرض، لذلك فهو مستقر ومتزن ولا يمكن أن يسقط كاملا.

4- قلب الكتاب وهو على حافته يحتاج إلى رفع مركز الثقل قليلا بينما قلب الكتاب وهو على جانبه يحتاج إلى رفع مركز الثقل أكثر.

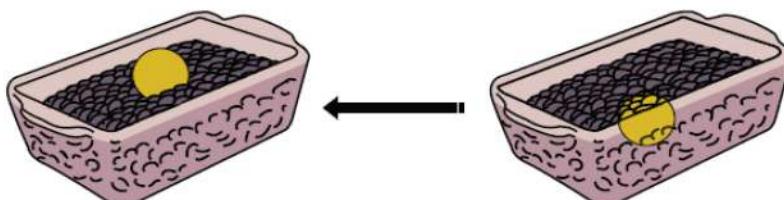


يميل مركز الثقل إلى اتخاذ مواقع في الأسفل دائماً لكي يجعل الجسم أكثر استقرارا



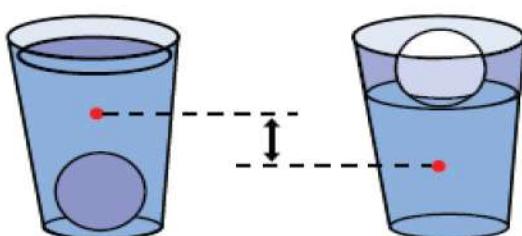
تطبيقات:

1- عند وضع كرة تننس طاولة في قاع صندوق يحتوي على حص، فإنه عند رج الصندوق نجد أن الحص ينخفض إلى الأسفل وترتفع الكرة للأعلى وبذلك يصبح مركز الثقل للصندوق في أسفل مستوى ممكّن.



- يستخدم تجار الزيتون والتوت المبدأ نفسه لفصل الثمار الكبيرة عن الصغيرة لأن الثمار الأكبر ترتفع إلى أعلى فيمكن فصلها ببساطة.

2- عند وضع مكعب من الثلج في كوب ماء) كثافة الثلج منخفضة عن الماء) فإن مكعب الثلج يطفو لأعلى وبالتالي مركز ثقل المجموعة ينخفض إلى أسفل .



لأن ارتفاع الثلج يحتم انخفاض حجم متساوي من الماء إلى أسفل.

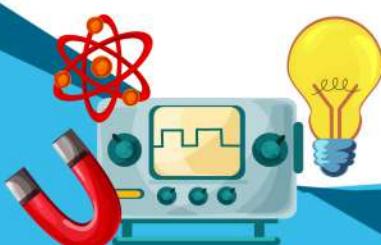
- كذلك عند وضع كرة تننس طاولة فإن الماء يدفعها للأعلى ليصبح مركز الثقل منخفض

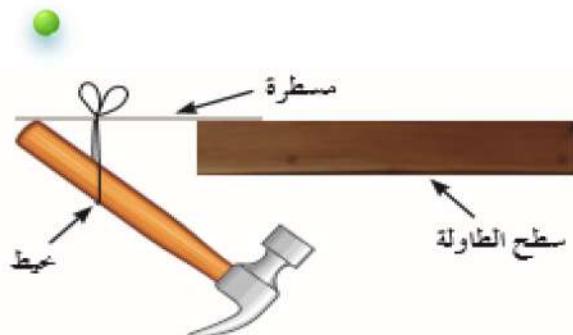
3- عند وضع حجر ثقيل في الماء (كثافة الحجر أكبر من الماء)

فإن الحجر يغوص لأسفل وبالتالي ينخفض مركز ثقل المجموعة إلى أسفل لأن الجزء الأسفل أصبح ثقيل بسبب الحجر.

4- إذا كان مركز كثافة الجسم في الماء مساوية لكتافة الماء فإن مركز الثقل لا يرتفع ولا ينخفض.
مثال: الأسماك في الماء تستطيع التحرك بحرية لأن كثافتها مساوية لكتافة الماء.
وإلا دفعتها المياه للأعلى مثل الثلج أو لأسفل مثل الحجر.

5- إذا علقنا مطرقة في مسطرة غير مثبتة بالشكل الموضح لن تسقط المطرقة والمسطرة لأن مركز الثقل يقع تماماً أسفل نقطة التعليق.





6-في الشكل الموضح يكون:
اللاعب (أ) في حالة اتزان مستقر لأن أمالته ترفع مركز الثقل ،
والشكل (ج) يمثل اتزان غير مستقر لأن مركز الثقل ينخفض عند امالته،
ببينما الشكل (ب) يمثل اتزان متعادل لعدم تغير موضع مركز الثقل عند امالته.

