مذكرة الفيزياء

الصف الحادي عشر (11)

الفصل الدراسي الأول

العام الدراسي : 2027/2026 م

أ/ يوسف عزمي

الدرس (1) : الكميات العددية والكميات المتجهة

وجه المقارنة	الكميات العددية (القياسية)	الكميات المتجهة
التعريف	كميات يلزم لتحديدها معرفة المقدار ووحدة القياس	كميات يلزم لتحديدها معرفة المقدار ووحدة القياس و الاتجاه
أمثلة		
العمليات الحسابية المستخدمة		

** تكتب الكمية المتجهة بحرف يوضع فوقه سهم مثل ($\vec{V}$)

الإزاحة أقصر مسافة بين نقطة بداية الحركة إلى نقطة نهاية الحركة

وجه المقارنة	المتجهات الحرة	المتجهات المقيدة
التعريف	متجهات يمكن نقلها مع المحافظة على المقدار والاتجاه	متجهات لا يمكن نقلها ومقيدة بنقطة تأثيرها
أمثلة		

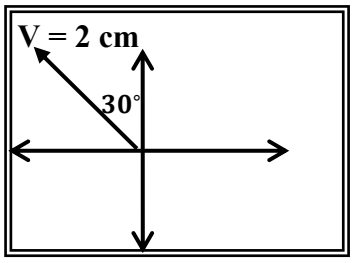
علل لما يأتي :

1- الإزاحة متجه حر بينما القوة متجه مقيد.

لأن الإزاحة متجه يمكن نقله من مكان إلى أخر بينما القوة مقيدة بنقطة تأثيرها ولا يمكن نقلها من مكان إلى أخر

2- الإزاحة متجه يمكن نقله من مكان إلى أخر بينما القوة متجه لا يمكن نقله من مكان إلى أخر.

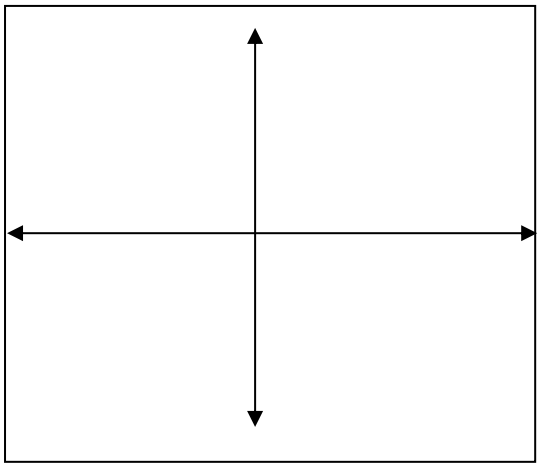
لأن الإزاحة متجه حر بينما القوة متجه مقيد بنقطة تأثيرها



مثال 1 : الشكل المقابل يمثل المتجه البياني المعبر عن سرعة تحرك سيارة ، فإذا علمت أن مقياس الرسم (1 cm : 10 m/s) عبر رياضياً عن المتجه ($\vec{V}$) .

.....

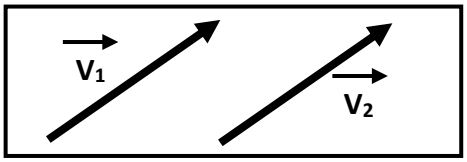
.....



مثال 2 : ورد في نشرة الأرصاد الجوية أن سرعة الرياح المتجهة إلى الشمال تساوي (60 km/h) مثِّل هذه السرعة رياضياً .

.....

.....



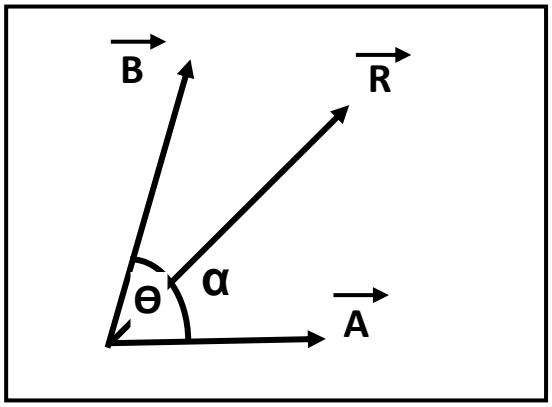
خصائص المتجهات

التساوي | **يكون المتجهان متساويان بشرط تساوي المقدار و الاتجاه معاً**

سؤال : **تسير سيارة شمالاً بسرعة عددية تساوي (80 km / h) بينما تسير سيارة أخري جنوباً بسرعة (80 km/h) . هل سرعتهما المتجهتان متساويتان ؟ ولماذا ؟**

.....

جمع المتجهات (تركيب المتجهات) | **عملية الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد يسمى المحصلة**



أولاً : حساب المحصلة بالطريقة الحسابية :

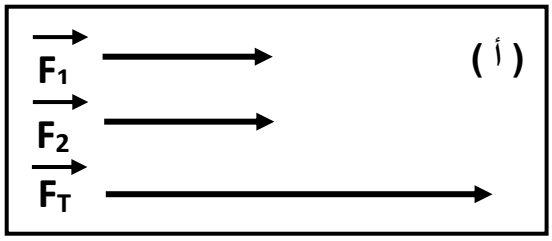
$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

لحساب اتجاه المحصلة :

$$\alpha = \sin^{-1}\left[\frac{B\sin\theta}{R}\right]$$

حيث (Θ) هي الزاوية ..... **و(α) هي زاوية** .....

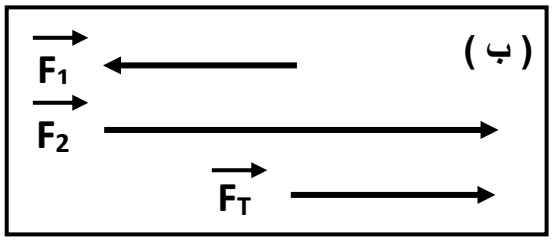
حالات خاصة بجمع المتجهات



أ) محصلة متجهين متوازيين وفي اتجاه واحد : (Θ = 0)

** تحسب المحصلة من العلاقة : .....

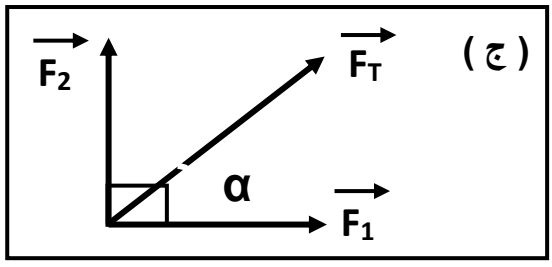
** يكون اتجاه المحصلة : .....



ب) محصلة متجهين متوازيين و متعاكسين : (Θ = 180)

** تحسب المحصلة من العلاقة : .....

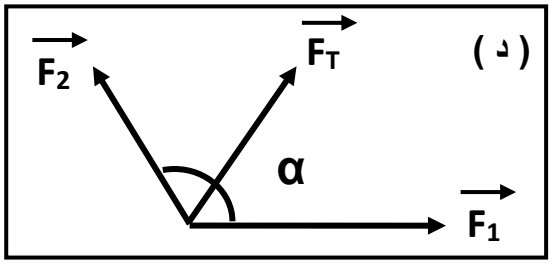
** يكون اتجاه المحصلة : .....



ج) محصلة متجهين متعامدين : (Θ = 90)

** تحسب المحصلة من العلاقة : .....

** يكون اتجاه المحصلة : .....



د) محصلة متجهين متساويين وبينهما زاوية (Θ = 120)

** تحسب المحصلة من العلاقة : .....

** يكون اتجاه المحصلة : .....

تابع جمع المتجهات

1- يتساوى الجمع العددي مع الجمع الاتجاهي ($\vec{A}+\vec{B}=A+B$) عندما يكون المتجهين .....

2- تكون أقل محصلة عندما يكون المتجهين ..... وأكبر محصلة عندما يكون المتجهين .....

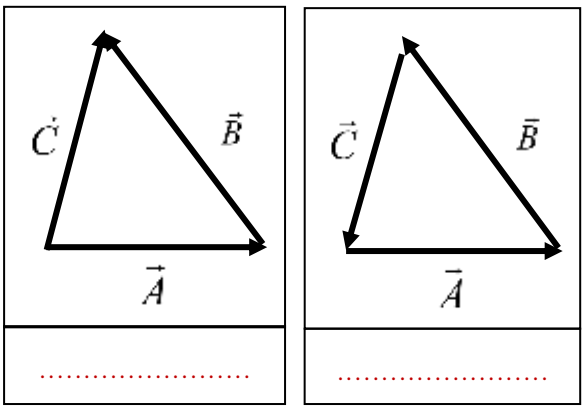
3- تقل المحصلة بين المتجهين كلما زادت .....

4- العوامل التي تتوقف عليها محصلة متجهين هي : .....

5- عملية جمع المتجهات عملية ..... حيث ($\vec{A}+\vec{B}=\vec{B}+\vec{A}$)

6- الازاحة في دائرة كاملة أو محصلة المضلع المقفل تساوي .....

7- أحسب الازاحة أو المحصلة في كل شكل من الأشكال التالية :



....

علل لما يأتي :

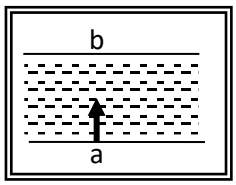
1- يمكن الحصول على عدة قيم لمحصلة المتجهين نفسيهما.

بسبب اختلاف الزاوية بين المتجهين

2- تتغير السرعة التي تُحلق بها طائرة في الجو على الرغم من ثبات السرعة التي يكسبها المحرك للطائرة.

بسبب وجود رياح متغيرة السرعة لذلك تتحرك الطائرة بمحصلة سرعتها وسرعة الرياح

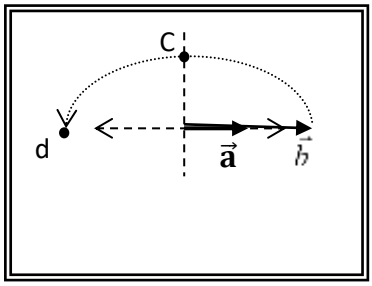
3- لا يستطيع سباح أن يعبر النهر من نقطة (a) إلى نقطة (b) بصورة مباشرة كما في الشكل .



لأنه يتحرك بتأثير سرعة السباح وسرعة تيار الماء العمودي على اتجاه سرعة السباح

ماذا يحدث :

1- لمقدار واتجاه محصلة المتجهين الموضحين بالشكل المقابل إذا دار المتجه (b) نصف دورة مروراً بالنقاط (c ، d) حول نقطة اتصاله بالمتجه (a) .



.....

.....

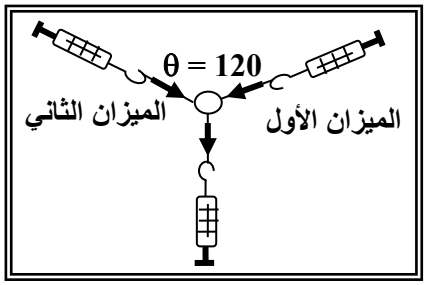
2- لمقدار واتجاه محصلة المتجهين الموضحين بالشكل المقابل إذا دار المتجه (a) نصف دورة مروراً بالنقاط (c ، d) حول نقطة اتصاله بالمتجه (b) .

.....

.....

مثال 1 : إذا كانت قراءة كل من الميزانين الأول والثاني هي (100 N) .

احسب قراءة الميزان الثالث :



.....

مثال 2 : متجهان قيمتهما ($\vec{A} = 20\,N$) و ($\vec{B} = 30\,N$) . فاحسب ($\vec{A} + \vec{B}$) واتجاهه في الحالات الآتية ؟

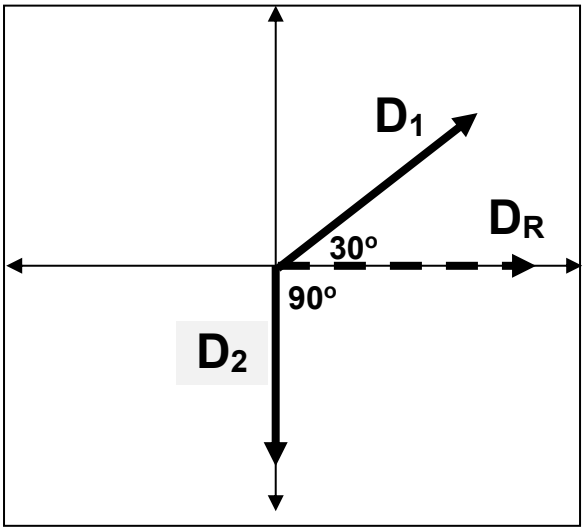
أ) أكبر مقدار لمحصلة المتجهين (المتجهان في اتجاه واحد) :

.....

ب) أصغر مقدار لمحصلة المتجهين (المتجهان متعاكسان) :

.....

مثال 3 : تحرك قارب ليقطع (8 km) باتجاه (30^O) شمال الشرق ثم (4 km) إلى الجنوب . احسب المحصلة مقداراً واتجاهاً ؟



.....

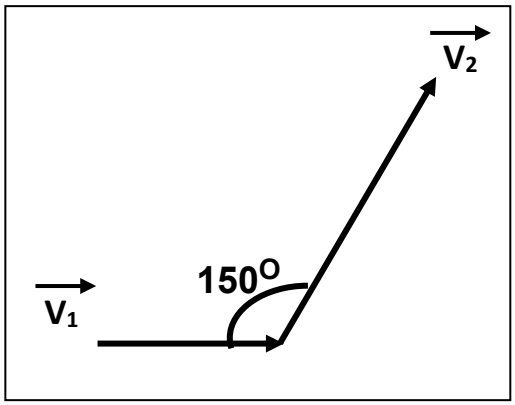
.....

.....

.....

.....

مثال 4 : في الشكل متجهان ($\vec{V}_1 = 60\,m/s$) و ($\vec{V}_2 = 80\,m/s$) . احسب المحصلة مقداراً واتجاهاً ؟



.....

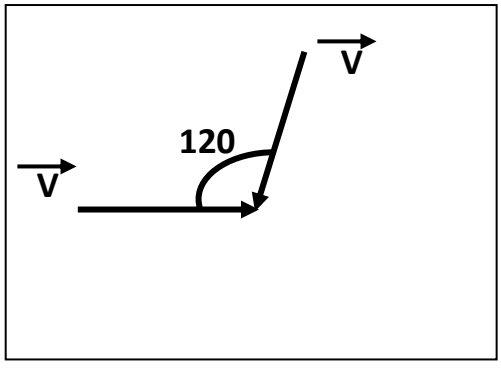
.....

.....

.....

.....

مثال 5 : في الشكل متجهين ($\vec{V}_1 = 60\,m/s$) و ($\vec{V}_2 = 80\,m/s$) . احسب المحصلة مقداراً واتجاهاً ؟



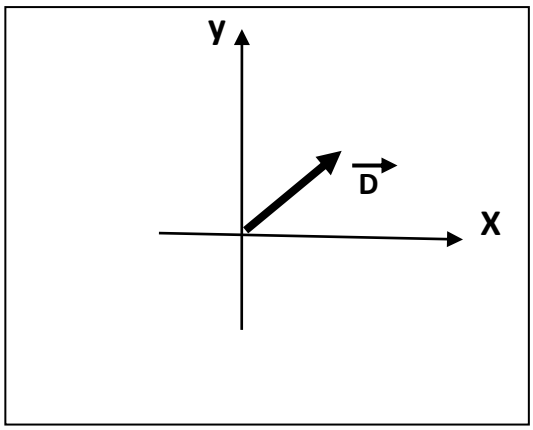
.....

.....

.....

.....

ضرب المتجهات



1- ضرب كمية عدديه موجبة × كمية متجهة

يكون حاصل الضرب متجهاً جديداً في ..... الاتجاه

2- ضرب كمية عدديه سالبة × كمية متجهة

يكون حاصل الضرب متجهاً جديداً في ..... الاتجاه

3- ضرب كمية عددية (أكبر من الواحد) × كمية متجهة

يغير ..... المتجه الناتج ويغير الاتجاه إذا كانت الكمية العددية .....

علل لما يأتي :

1- حسب القانون الثاني لنيوتن $F = m \times a$ تعتبر القوة كميه متجهة.

لأنها حاصل ضرب كمية عددية (الكتلة m) في كمية متجهة (العجلة a)

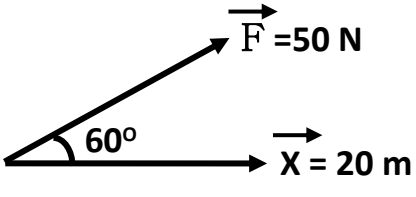
2- حسب القانون الثاني لنيوتن $F = m \times a$ تكون القوة دائماً في اتجاه العجلة نفسه.

لأن الكتلة m كمية عددية موجبة

ضرب المتجهات	1- الضرب العددي (القياسي) أو (النقطي) أو (الداخلي)	2- الضرب الاتجاهي (التقاطعي) أو (الخارجي)
العلاقة الرياضية	$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$	$\vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta$
ناتج الضرب		
تنعدم قيمة الناتج		
أكبر قيمة للناتج		
خصائصه		
العوامل		
مثال		

الضرب العددي

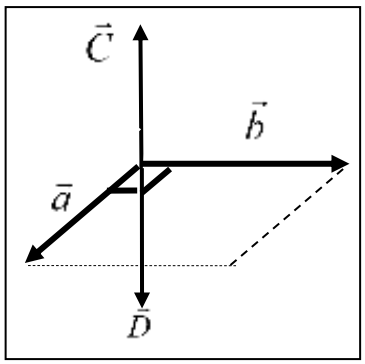
$$W = \vec{F} \cdot \vec{X} = FX\cos\theta$$



مثال : قوة مقدارها (50 N) تسبب إزاحة للجسم قدرها (20 m) وتصنع مع القوة زاوية (60^o) . احسب مقدار الشغل الناتج .

.....

الضرب الاتجاهي **متجه جديد مقداره يساوي مساحة متوازي الأضلاع الناشئ عن المتجهين**



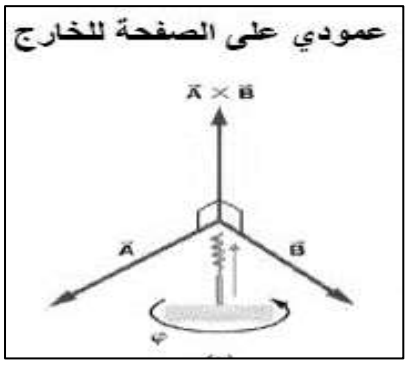
1- يكون اتجاه ناتج الضرب الاتجاهي عمودياً على المتجهين ويحدد .....

2- متجه ($\vec{C}$) = ... **واتجاهه** .....

3- متجه ($\vec{D}$) = ... **واتجاهه** .....

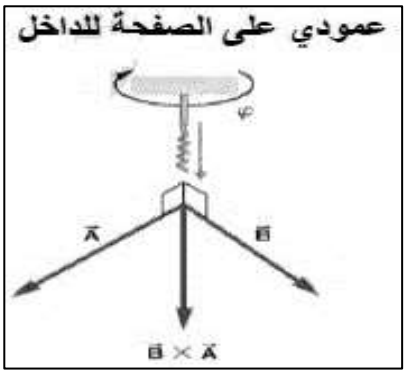
4- إذا كان حاصل الضرب القياسي لمتجهين متساويين يساوي مربع أي منهما فإن الزاوية المحصورة بينهما .....

5- إذا كان حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين متساويين يساوي مربع أي منهما فإن الزاوية المحصورة بينهما .....



6- إذا كان حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين يساوي مثلي حاصل الضرب العددي للمتجهين نفسيهما فإن الزاوية المحصورة بينهما تساوي .....

7- إذا كان حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين يساوي نصف حاصل الضرب العددي للمتجهين نفسيهما فإن الزاوية المحصورة بينهما تساوي .....



علل لما يأتي :

1- يسمى الضرب القياسي (العددي) بهذا الاسم

بينما يسمى الضرب الاتجاهي بهذا الاسم.

لأن ناتج الضرب القياسي كمية عددية (قياسية)

بينما ناتج الضرب الاتجاهي كمية متجهة

2- الشغل كمية فيزيائية عددية (قياسية).

لأن الشغل ناتج الضرب العددي لمتجه القوة ومتجه الإزاحة

3- يتساوى الضرب العددي مع الضرب الاتجاهي عندما تكون الزاوية بين المتجهين $\theta = 45$

لأن ناتج ضربهما العددي وناتج ضربهما الاتجاهي متساويان عند الزاوية 45^o

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos 45 = 0.707\ AB$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin 45 = 0.707\ AB$$

4- الضرب العددي عملية إبداليه بينما الضرب الاتجاهي عملية ليست إبداليه.

لأن في الضرب العددي $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$ أي لا يؤثر على ناتج الضرب

ولكن في الضرب الاتجاهي $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$ يتغير اتجاه المتجه الناتج أي يؤثر على اتجاه ناتج الضرب

مثال 1 : متجهان متساويان ومتوازيان وفي الاتجاه نفسه حاصل ضربهما القياسي $25\ )\ unit^2$. احسب :

أ) مقدار محصلتهما :

.....

تابع ضرب المتجهات

مثال 2 : متجهان متساويان ومتعامدان حاصل ضربهما الاتجاهي $(36)\ unit^2$. احسب :

أ) مقدار حاصل ضربهما القياسي :

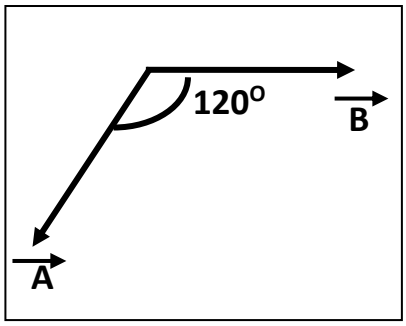
.....

ب) مقدار محصلتهما :

.....

.....

مثال 3 : متجهان مقدارهما ($\vec{A} = 6\ unit$) و ($\vec{B} = 8\ unit$) . فاحسب :



أ) مقدار $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ واتجاهه : .....

.....

ب) مقدار $\vec{D} = \vec{B} \times \vec{A}$ واتجاهه : .....

.....

ج) ما العلاقة بين المتجهين $\vec{C}$ و $\vec{D}$:

.....

د) مقدار $\vec{A} \cdot \vec{B}$:

.....

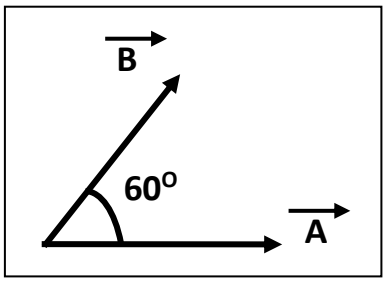
هـ) مقدار $\vec{A} + \vec{B}$ واتجاهه :

.....

.....

.....

مثال 4 : متجهان مقدارهما ($\vec{A} = 6\ unit$) و ($\vec{B} = 8\ unit$) . فاحسب :



أ) مقدار $\vec{A} \cdot \vec{B}$:

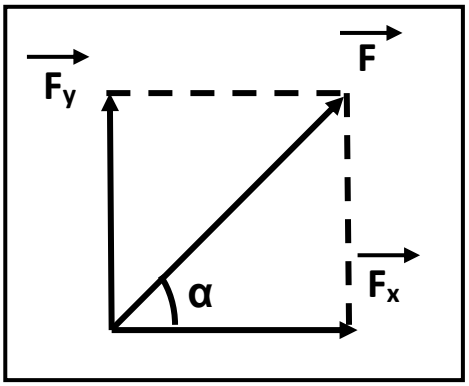
.....

ب) مقدار $\vec{A} \times \vec{B}$ واتجاهه :

.....

الدرس (2) : تحليل المتجهات

تحليل المتجهات **عملية الاستعاضة عن متجه واحد بمتجهين متعامدين**



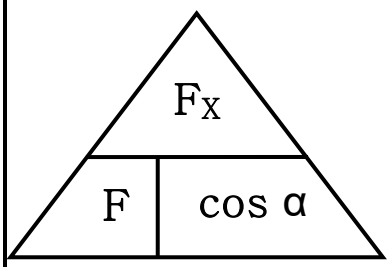
* من الشكل المقابل باستخدام نظرية فيثاغورث نستنتج العلاقات الآتية :

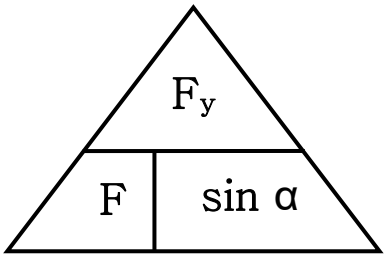
المركبة الأفقية $$\cos\alpha = \frac{F_X}{F} \Rightarrow F_X = F\cos\alpha$$

المركبة الرأسية $$\sin\alpha = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F\sin\alpha$$

مقدار المحصلة $$F = \sqrt{{F_X}^2 + {F_y}^2}$$

اتجاه المحصلة $$\alpha = \tan^{-1}\left[\frac{F_y}{F_X}\right]$$





1- تتساوى المركبة الأفقية مع المركبة الرأسية $(F_x = F_y)$ عند الزاوية ..... لأن .....

2- المركبة الأفقية تساوي مقدار المتجه الأصلي $(F_x = F)$ عند الزاوية ..... لأن .....

3- المركبة الرأسية تساوي مقدار المتجه الأصلي $(F_y = F)$ عند الزاوية ..... لأن .....

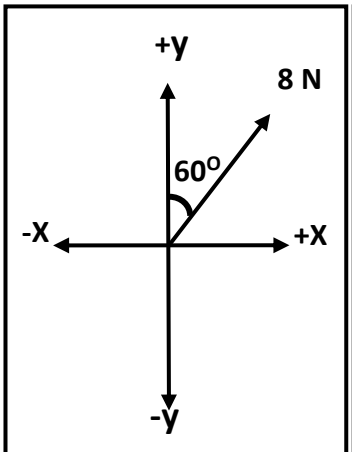
4- المركبة الأفقية تساوي المتجه الأصلي وتعاكسه بالاتجاه $(F_x = -F)$ عند الزاوية ..... لأن .....

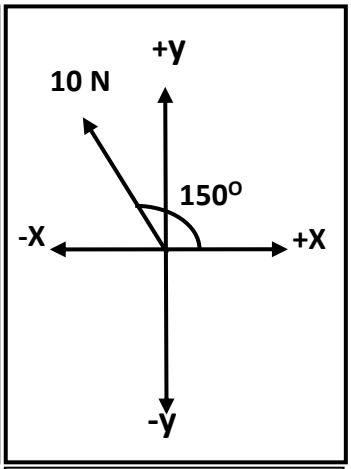
5- المركبة الرأسية تساوي المتجه الأصلي وتعاكسه بالاتجاه $(F_y = -F)$ عند الزاوية ..... لأن .....

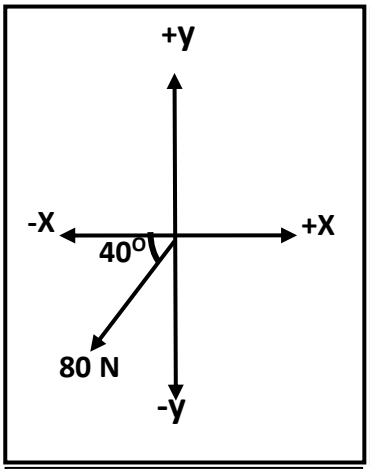
6- إذا كانت محصلة متجهين متعامدين تساوي (20N) والمركبة الأفقية لهذه المحصلة تساوي (10N)

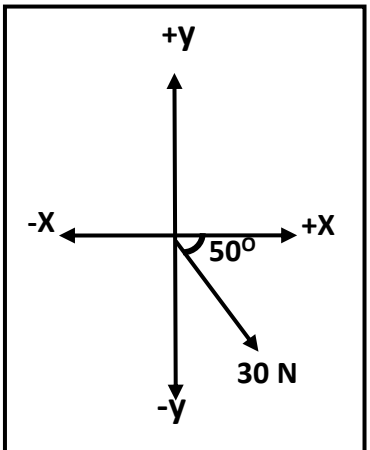
فأن الزاوية بين المركبة الأفقية والمحصلة تساوي ..... والزاوية بين المركبة الرأسية والمحصلة تساوي .....

مثال 1 : احسب المركبة الأفقية والمركبة الرأسية لكل قوة من القوى الموضحة بالشكل :









....

....

علل لما يأتي :

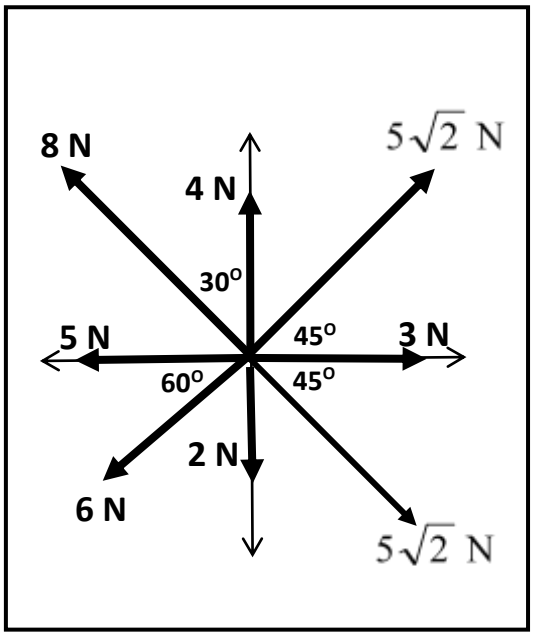
1- تحليل المتجهات عملية معاكسة لجمع المتجهات.

لأن التحليل عملية الاستعاضة عن متجه واحد بمتجهين بينما الجمع عملية الاستعاضة عن متجهين بمتجه واحد

2- تحليل المتجهات أفضل من جمع المتجهات في حساب المحصلة.

لأن تحليل المتجهات يمكنه حساب محصلة عدة متجهات بينما جمع المتجهات يمكنه حساب محصلة متجهين فقط

مثال 2 : احسب محصلة القوى الموضحة بالشكل المقابل .



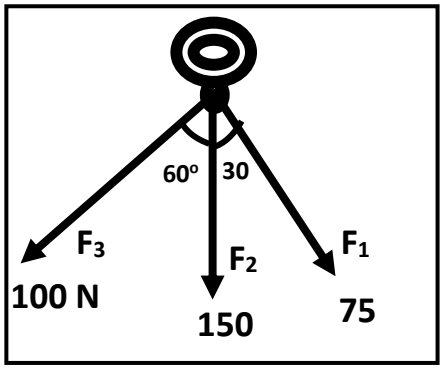
	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_3		
F_4		
F_5		
F_6		
F_7		
F_8		
F_T		

.....

.....

.....

مثال 3 : حلقة معدنية يتم شدها بثلاث قوى . اوجد المحصلة مقداراً واتجاهها .



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_3		
F_T		

.....

.....

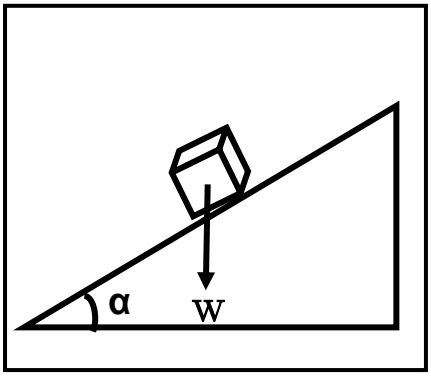
.....

تابع تحليل المتجهات (المستوى المائل)

نشاط

في الشكل جسم وزنه (W) موضوع على مستوى مائل بزاوية مع المحور الأفقي .

أكمل علي الرسم مركبتي الوزن على المستوى المائل ثم اوجد :



أ) القوة اللازمة لتحريك الجسم على المستوى المائل :

(مركبة الوزن الموازية لمستوي الحركة) :

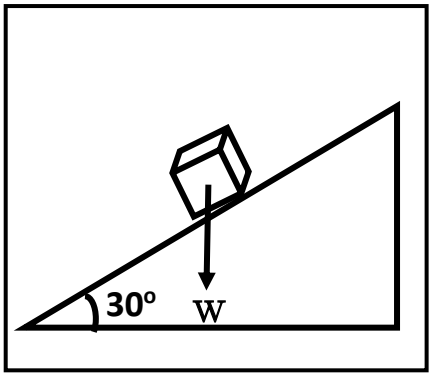
.....

ب) قوة رد الفعل للمستوى المائل :

(مركبة الوزن العمودية على مستوي الحركة) :

.....

مثال 4 : جسم كتلته (50 kg) موضوع على مستوى مائل بزاوية (30°) مع المحور الأفقي . احسب :



أ) مركبة الوزن الموازية لمستوي الحركة :

.....

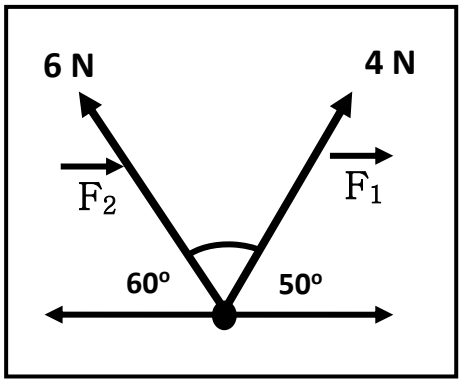
.....

ب) مركبة الوزن العمودية على مستوي الحركة :

.....

مثال تطبيقي : من الشكل . احسب :

أ) المحصلة مقداراً واتجاهاً بطريقة تحليل المتجهات :



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_T		

.....

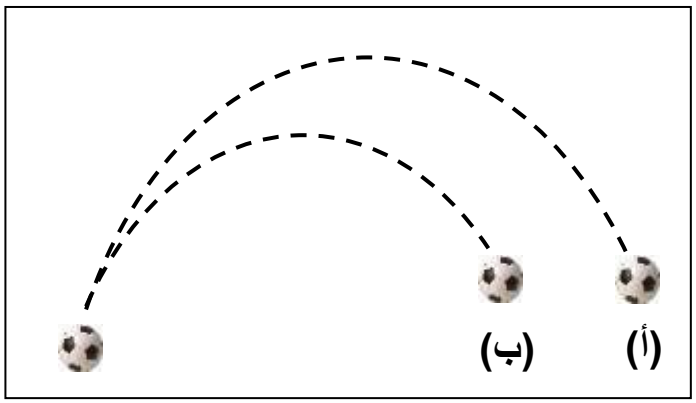
.....

.....

الدرس (3) : حركة القذيفة

المقذوفات **الأجسام التي تقذف في الهواء وتتعرض لقوة الجاذبية الأرضية**

** من الشكل المقابل :



1- شكل المسار في (أ) : .....

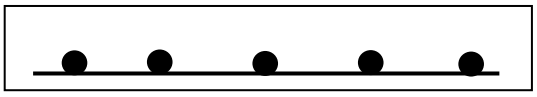
2- شكل المسار في (ب) : .....

3- بم تفسر اختلاف شكل المسارين ؟

.....

.....

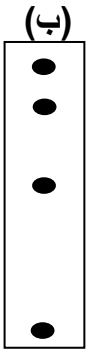
** من الشكل المقابل :



أ) عند دحرجة كرة على سطح أفقي عديم الاحتكاك كما بالشكل :

الحدث : .....

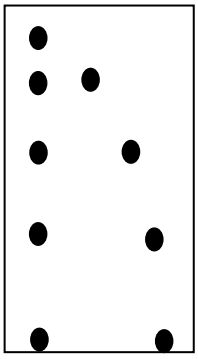
السبب : .....



ب) عند إسقاط الكرة لأسفل كما بالشكل :

الحدث : .....

السبب : .....



ج) عند سقوط كرتين في اللحظة نفسها أحدهما بحيث تسقط احداهما سقوطاً حراً والأخرى تسقط أفقياً وبإهمال مقاومة الهواء كما بالشكل :

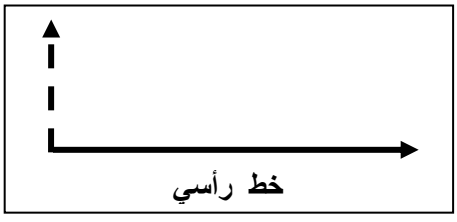
الحدث : .....

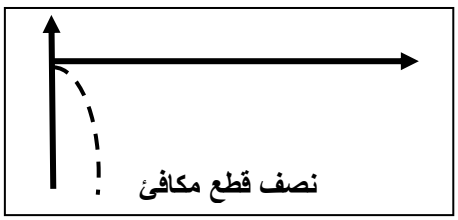
السبب : .....

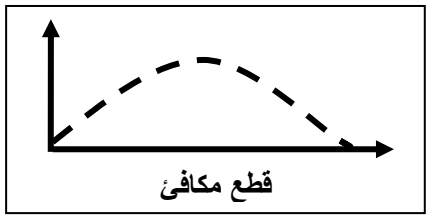
حركة القذيفة **حركة مركبة من حركة رأسية منتظمة العجلة وحركة أفقية منتظمة السرعة**

علل : تتبع المقذوفات المسار المنحنى بعد انطلاقها .

لأن الحركة الأفقية والحركة الرأسية للقذيفة غير مترابطتين (آنيتان)

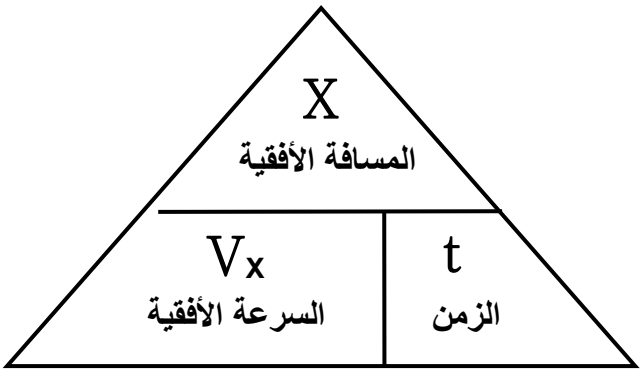




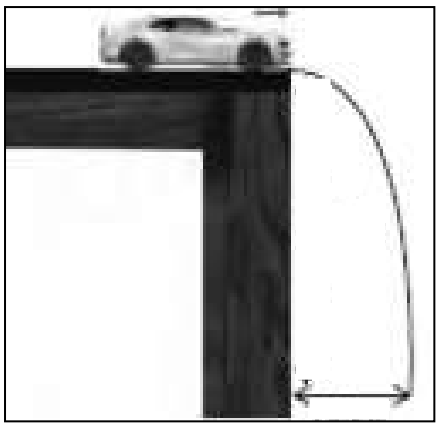


زاوية إطلاق القذيفة = 90°	زاوية إطلاق القذيفة = 0	زاوية إطلاق بين (90° – 0)
شكل المسار	شكل المسار	شكل المسار .....

معادلات الحركة للمقذوف الأفقي (θ = 0)

** معادلات الحركة على المحور الأفقي (x)	** معادلات الحركة على المحور الرأسي (y)
السرعة الأفقية ثابتة لأن العجلة (a = 0)	السرعة الابتدائية ($V_{0y} = 0$) والعجلة (a = g)
	السرعة الرأسية $V_y = V_{oy} + gt$
	السرعة الرأسية $V_y^2 = V_{oy}^2 + 2gy$
	الارتفاع الرأسي $y = V_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2$
	زمن السقوط $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$

مثال 1 : دفع ولد سيارته عن طاولة ارتفاعها (125 cm) لتسقط على الأرض عند نقطة تبعد أفقياً (2 m). احسب :



أ) الزمن الذي تحتاجه السيارة لتصطدم بالأرض :

.....

.....

ب) سرعة السيارة لحظة انطلاقها مبتعدة عن سطح الطاولة :

.....

.....

ج) مقدار سرعة السيارة واتجاهها لحظة اصطدامها بالأرض :

.....

.....

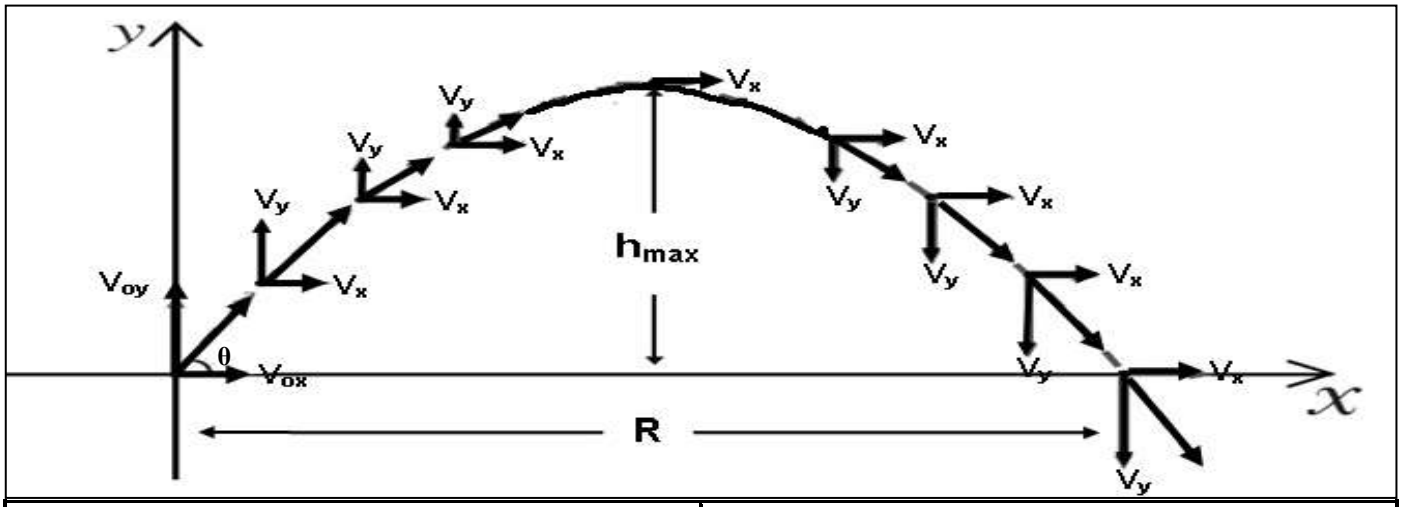
.....

.....

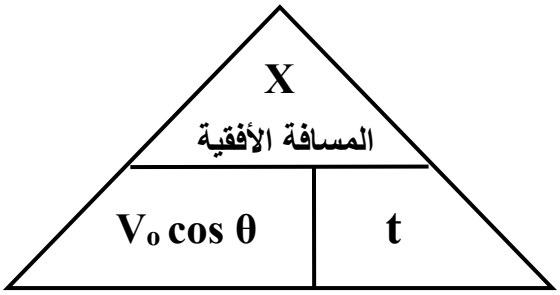
.....

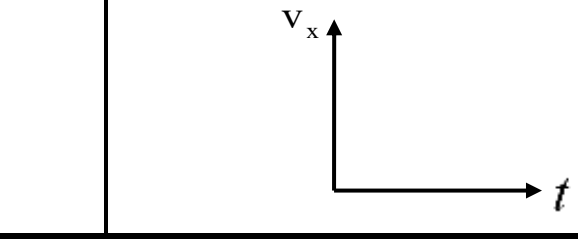
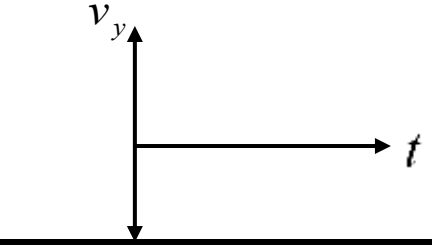
.....

حركة قذيفة أطلقت بزاوية



السرعة الابتدائية الأفقية	السرعة الابتدائية الرأسية
$V_{0X} = V_0 \cos\theta$	$V_{0y} = V_0 \sin\theta$

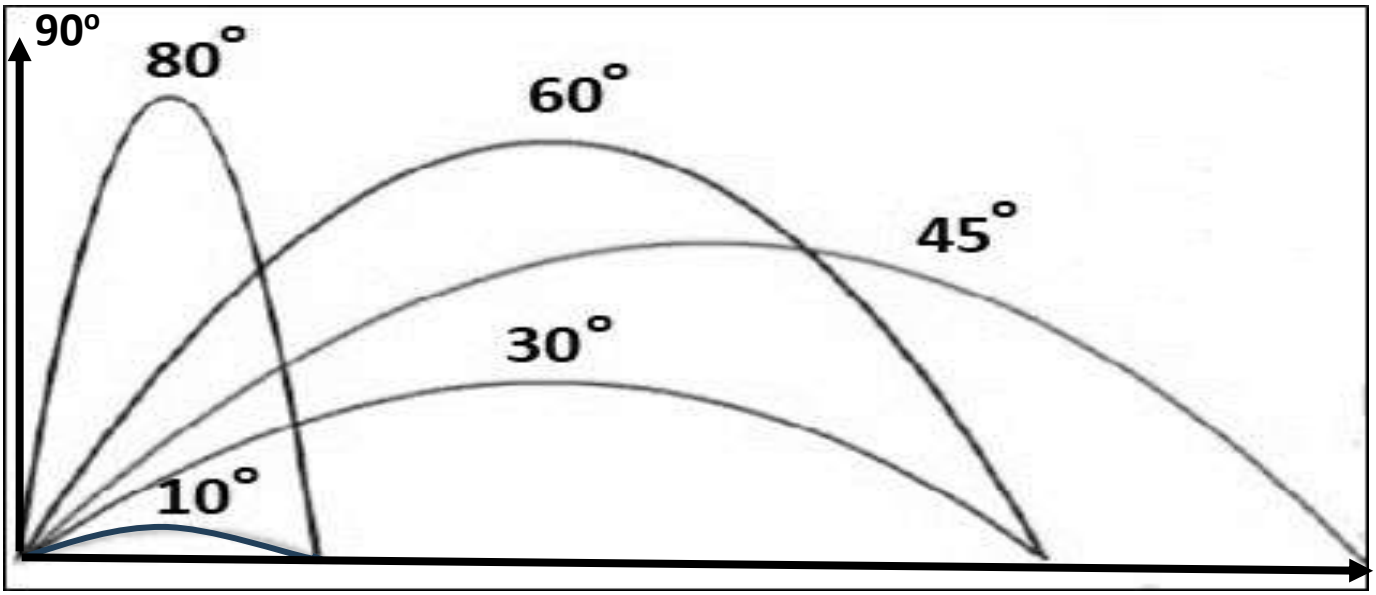
** معادلات الحركة على المحور الأفقي (x)	** معادلات الحركة على المحور الرأسي (y)
	السرعة الرأسية: $V_y = (V_0 \sin\theta) - gt$
	السرعة الرأسية: $V_y^{\,2} = (V_0 \sin\theta)^2 - 2gy$
	الارتفاع الرأسي: $y = (V_0 \sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$

حركة القذيفة	الاتجاه الأفقي	الاتجاه الرأسي
القوة واتجاهها	لا توجد قوة في الاتجاه الأفقي $\vec{F}_X = 0$	قوة جذب الأرض (وزن الجسم) $\vec{F}_y = mg$
نوع الحركة	حركة بسرعة منتظمة (العجلة الأفقية صفر a = 0)	حركة بسرعة متناقصة ثم متزايدة (العجلة الرأسية منتظمة g = 10)
معادلة الزمن	زمن الوصول للمدى (التحليق) $t' = 2t$	زمن أقصى ارتفاع $t = \frac{V_0 \sin\theta}{g}$
معادلة المدى وأقصى ارتفاع	المدى الأفقي $R = \frac{V_0^2 \sin(2\theta)}{g}$	أقصى ارتفاع $h_{max} = \frac{V_0^2 \sin^2\theta}{2g}$
معادلة المسار	$y = (\tan\theta)X - (\frac{g}{2V_0^2 \cos^2\theta})X^2$	
شكل منحنى (v - t)	المركبة الأفقية للسرعة والزمن للقذيفة 	المركبة الرأسية للسرعة والزمن للقذيفة 

المدى الأفقي المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول على المحور الأفقي

معادلة المسار علاقة بين مركبة الحركة الأفقية ومركبة الحركة الرأسية خالية من متغير الزمن

العلاقة بين زاوية الإطلاق والمدى وأقصى ارتفاع



وجه المقارنة	زاوية إطلاق أكبر	زاوية إطلاق أقل
مركبة السرعة الرأسية (V_y) وارتفاع القذيفة (h_{max})		
مركبة السرعة الأفقية (V_x) ومدى القذيفة (R)		

** تكون مركبة السرعة الرأسية للقذيفة عند أقصى ارتفاع (الذروة) تساوي .....

** تكون سرعة القذيفة عند أقصى ارتفاع (الذروة) تساوي .....

** يكون أكبر مدى للقذيفة عند إطلاقها بزاوية إطلاق ..... وأقصى ارتفاع عند إطلاقها بزاوية إطلاق .....

** قذيفتان مختلفتان في الكتلة حيث كتلة الأولى (m) وكتلة الثانية (2 m) أطلقت كل منهما بزاوية (Θ)

فإذا كان مدى القذيفة الأولى (R) وارتفاعها (y) فأن مدى القذيفة الثانية يكون ..... وارتفاعها .....

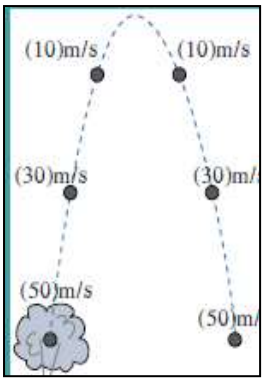
** زمن الوصول للمدى يساوي ..... زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع .

تابع حركة قذيفة أطلقت بزاوية

ماذا يحدث :

**** بإهمال مقاومة الهواء (بإهمال الاحتكاك) :**

1- لمدى قذيفتان تتحركان بالسرعة نفسها أحدهما بزاوية (60°) والأخر بزاوية (30°) . (مجموعهما 90°)



.....

2- لعجلة القذيفة أثناء صعودها وأثناء هبوطها.

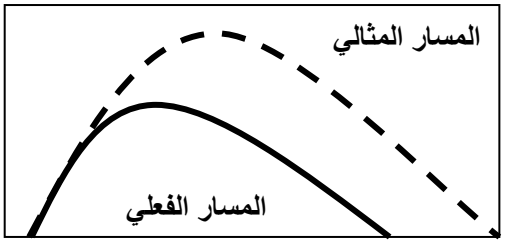
.....

3- لسرعة اصطدام القذيفة بالأرض مقارنة بسرعة الاطلاق.

.....

4- لمدى وارتفاع قذيفتين مختلفتين في الكتلة، القذيفة الأولى كتلتها (m_1) والثانية كتلتها (m_2).

.....



**** عدم إهمال مقاومة الهواء (وجود الاحتكاك) :**

1- لارتفاع القذيفة : .....

2- لمسار القذيفة : .....

3- لسرعة اصطدام القذيفة بالأرض : .....

**** العوامل التي يتوقف عليها كل من :**

1- معادلة المسار : .....

2- أقصى ارتفاع : .....

3- المدى الأفقي : .....

4- شكل المسار : .....

**** افترض أن جسماً قذف بالسرعة نفسها وفي الاتجاه نفسه على الأرض والقمر . ماذا يحدث للكميات التالية :**

1- المركبة الأفقية للسرعة : .....

2- زمن تحليق الجسم : .....

3- أقصى ارتفاع : .....

4- المدى الأفقي : .....

علل لما يأتي :

1- سرعة المقذوف منتظمة (ثابتة) في الاتجاه الأفقي .

لأن مركبة القوة الأفقية تساوي صفراً ($F_x = 0$) و العجلة الأفقية تساوي صفراً ($a = 0$) والسرعة ثابتة

2- عدم وجود عجلة أفقية للجسم المقذوف بزاوية مع المحور الأفقي .

لأن مركبة القوة الأفقية تساوي صفراً ($F_x = 0$) والسرعة ثابتة

3- سرعة المقذوف تتناقص تدريجياً بانتظام في الاتجاه الراسي إلى أعلى .

لأن المقذوف يتحرك بعجلة تباطؤ سالبة و هي عجلة الجاذبية الأرضية

4- القذيفة التي أطلقت بزاوية إطلاق أكبر يكون ارتفاعها كبيراً ويكون مداها صغيراً .

لأن مركبة السرعة الرأسية (V_y) أكبر ومركبة السرعة الأفقية (V_x) أقل

5- القذيفة التي أطلقت بزاوية إطلاق أقل يكون ارتفاعها صغيراً ويكون مداها كبيراً .

لأن مركبة السرعة الرأسية (V_y) أقل ومركبة السرعة الأفقية (V_x) أكبر

6- يكون أكبر مدى للقذيفة عند إطلاقها بزاوية ($\theta = 45^\circ$) .

لأن $R = \frac{V_0^2 \sin(2\theta)}{g}$ حيث $\sin(2 \times 45) = 1$ وبالتالي تكون $R = \frac{V_0^2}{g}$ وهو أكبر مدى

7- يتغير مسار القذيفة بتغيير زاوية الإطلاق بالنسبة إلى المحور الأفقي .

لأن من معادلة المسار فأن الزاوية (90) يصبح المسار خط رأسي والزاوية (0) يكون المسار نصف قطع مكافئ

والزاوية بين (0 – 90) يكون المسار قطع مكافئ

8- السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط في غياب الاحتكاك مع الهواء .

لأن عجلة التباطؤ عند الصعود تساوي عجلة التسارع عند الهبوط أو زمن صعود القذيفة لأعلى يساوي زمن الهبوط لأسفل

9- أطلقت قذيفتان كتلتاهما (m) و (2 m) بالسرعة الابتدائية نفسها وبزاوية (Θ) مع المحور الأفقي

فيكون المدى الأفقي للقذيفة (m) يساوي المدى الأفقي للقذيفة (2 m) .

لأن المدى لا يتوقف على الكتلة حيث $R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$

10- أطلقت قذيفتان بالسرعة الابتدائية نفسها وبزاويتي إطلاق مختلفتين الأولى بزاوية (30°) والثانية بزاوية (60°) بالنسبة إلى المحور الأفقي نفسه فإن القذيفة التي أطلقت بزاوية (60°) تصل إلى ارتفاع أكبر .

لأن مركبة السرعة الرأسية (V_y) تكون أكبر للمقذوف بزاوية أكبر (60)

تطبيقات على حركة قذيفة أطلقت بزاوية

مثال 1 : أطلقت قذيفة بسرعة ابتدائية (20 m/s) وبزاوية (60°) مع المحور الأفقي. بإهمال مقاومة الهواء.

أ) أكتب معادلة المسار للقذيفة :

.....

.....

ب) احسب الزمن الذي تحتاجه القذيفة للوصول إلى أقصى ارتفاع :

.....

ج) احسب الزمن الذي تحتاجه القذيفة للوصول إلى المدى :

.....

د) احسب مقدار أقصى ارتفاع تبلغه القذيفة :

.....

س) احسب المدى الأفقي الذي تبلغه القذيفة :

.....

ز) احسب سرعة القذيفة بعد ثانية :

.....

.....

.....

و) احسب سرعة القذيفة عند أقصى ارتفاع :

.....

ي) احسب متجه سرعة القذيفة لحظة اصطدام القذيفة بالأرض :

.....

.....

.....

.....

مثال 2 : أطلق شخص سهماً في أحدي مسابقات المبارزة بسرعة ابتدائية مقدارها (40 m/s) ليصل إلى هدفه الموجود على مسافة (60 m) بإهمال مقاومة الهواء . المطلوب :

أ) حدد قيمة الزاوية بالنسبة للمحور الأفقي حتى يتمكن الشخص من إصابة الهدف :

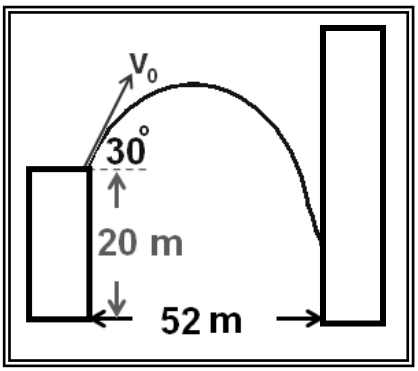
.....

.....

ب) احسب المسافة الأفقية التي يقطعها السهم إذا أطلق بزاوية (8°) بالنسبة للمحور الأفقي :

.....

مثال 3 : في الشكل قذفت كرة من حافة مبنى بسرعة (20 m/s) .



اوجد ارتفاع النقطة التي تصطدم عندها الكرة بالجدار .

.....

.....

.....

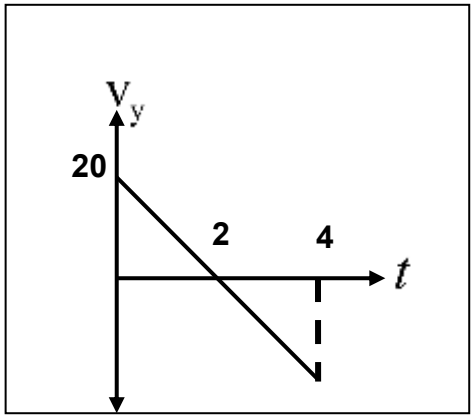
.....

مثال 4 : يطلق صنبور ملقى على الأرض تيارا مائيا نحو الأعلى بزاوية (60°) مع المستوى الأفقي ، فإذا كانت سرعة الماء عند مغادرته للصنبور (20 m/s) على أي ارتفاع يصدم الماء جداراً يقع على مسافة (5 m).

.....

.....

مثال 5 : الشكل المقابل يمثل منحنى (السرعة – الزمن) لجسم مقذوف بزاوية (30°) مع الأفقي . احسب :



أ) السرعة التي قذف بها الجسم :

.....

.....

ب) المدى الأفقي للمقذوف :

.....

.....

ج) أقصى ارتفاع يبلغه المقذوف :

.....

.....

الدرس (4) : وصف الحركة الدائرية

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

الحركة الدائرية المنتظمة : **حركة جسم يقطع أقواسا متساوية خلال أزمنة متساوية (سرعة منتظمة)**

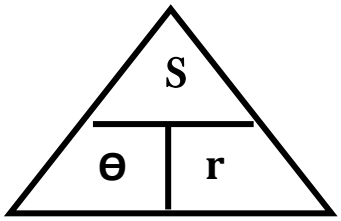
وجه المقارنة	الحركة الدائرية المحورية (المغزلية)	الحركة الدائرية المدارية
التعريف	حركة جسم يدور حول محور داخلي	حركة جسم يدور حول محور خارجي
أمثلة		

المحور : **الخط المستقيم الذي تحدث حوله الحركة الدائرية**

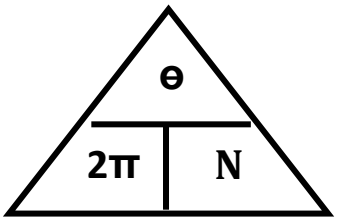
** هل دوران الطفل الجالس على الخيل في لعبة دوّارة الخيل هو دوران محوري أم مداري ؟ علّل

يدور الطفل دوران مداري . لأنه يدور حول محور خارجي لا يمر بنقطة في جسمه

الإزاحة الزاوية

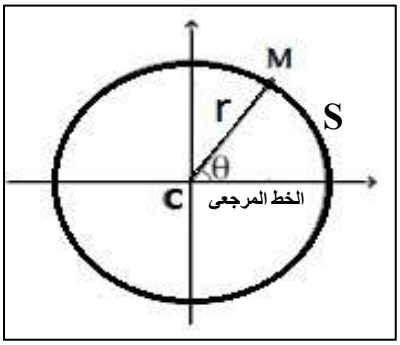


** لحساب الإزاحة الزاوية (Θ) بدلالة طول القوس (S) : $\theta = \frac{S}{r}$



** لحساب الإزاحة الزاوية (Θ) بدلالة عدد الدورات (N) : $\theta = 2\pi . N$

** لحساب محيط الدائرة (L) بدلالة نصف القطر (r) : $L = 2\pi . r$

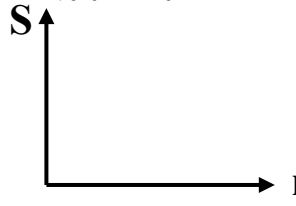


** في الشكل المقابل النقطة المتحركة (M) تدور حول دائرة مركزها (C). فأن

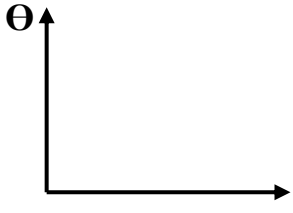
(s) تمثل ..... (r) تمثل ..... (N) تمثل .....

** تقاس الإزاحة الزاوية (ɵ) بوحدة .....

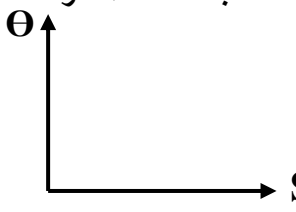
طول القوس ونصف القطر عند ثبات الازاحة الزاوية

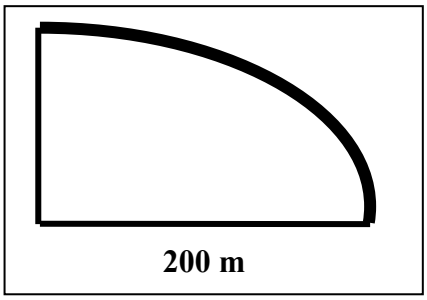


الازاحة الزاوية ونصف القطر



الازاحة الزاوية وطول القوس عند ثبات نصف القطر





مثال 1 : **يقف حكم مباراة الركض في مركز المسار الدائري المخصص للسباق على بعد (200 m) من لاعب يقف على الخط المرجعي باتجاه الشرق يستعد للركض بالاتجاه الدائري الموجب، ركض اللاعب على المسار حتى نقطة النهاية التي تقع شمال الحكم على المحور الرأسي . احسب :**

أ) المسافة التي قطعها اللاعب :

.....

.....

ب) مسافة السباق لو كان اللاعب أكمل دورة كاملة :

.....

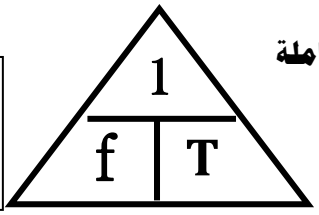
ج) عدد الدورات التي يعملها الجسم :

.....

التردد والزمن الدوري

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

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



التردد **عدد الدورات في وحدة الزمن**

الزمن الدوري **الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل دورة كاملة**

1- (N) هي ..... **و(t) هي** .....

2- العلاقة بين التردد والزمن الدوري علاقة .....

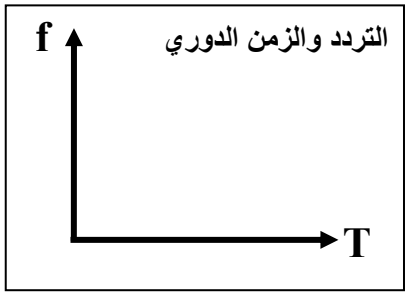
3- حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوي .....

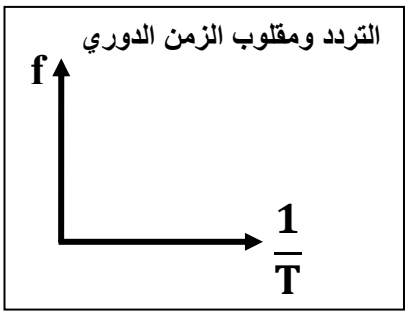
4- لحساب التردد بدلالة الزمن الدوري نستخدم العلاقة .....

5- لحساب الزمن الدوري بدلالة التردد نستخدم العلاقة .....

6- الوحدة الدولية لقياس الزمن الدوري هي .....

7- الوحدة الدولية لقياس التردد هي .....

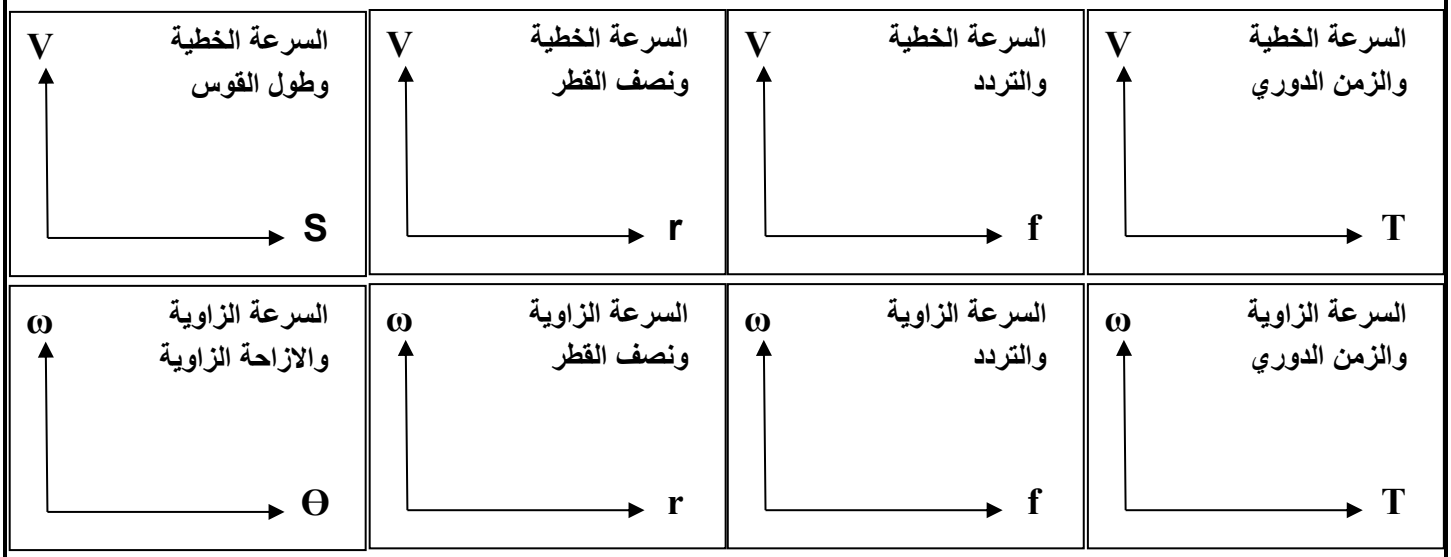


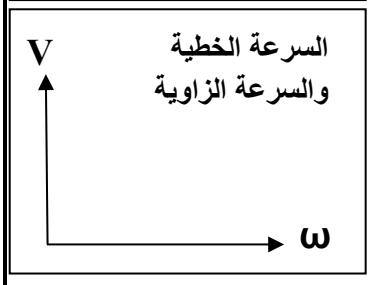


السرعة في الحركة الدائرية

وجه المقارنة	1- السرعة الخطية (المماسية)	2- السرعة الزاوية (الدائرية)
التعريف	طول القوس المقطوع خلال وحدة الزمن	الزاوية التي يمسحها نصف القطر في وحدة الزمن
القانون	$V = \frac{S}{t}$	$\omega = \frac{\theta}{t}$
وحدة القياس		
العلاقة عندما يتحرك الجسم دورة كاملة	$V = \frac{S}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r \cdot f$	$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$
العوامل		

العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية $V = \omega . r$





ماذا يحدث :

1- للسرعة المماسية كلما ابتعدنا عن مركز الدائرة : .....

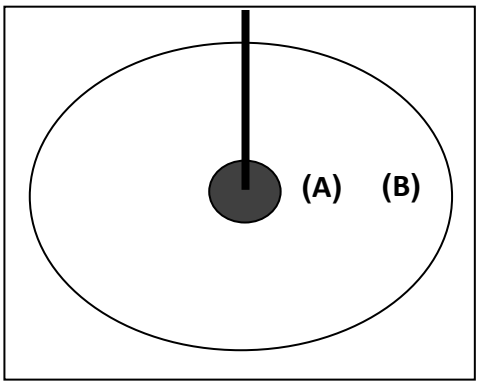
2- للسرعة الزاوية كلما ابتعدنا عن مركز الدائرة : .....

3- للسرعة المماسية عند (B) بالنسبة للنقطة (A) حيث بعد (B) عن المركز تساوي مثلي بعد (A) :

.....

4- للسرعة الزاوية عند (B) بالنسبة للنقطة (A) حيث بعد (B) عن المركز تساوي مثلي بعد (A) :

.....



ماذا يحدث :

كتلة صغيرة موجودة عند منتصف المسافة بين محور قرص مدمج وحافّته. ماذا سيحدث لسرعة النقطة الخطّية :

أ) إذا تضاعفت السرعة الزاوية ؟

.....

ب) إذا وجدت النقطة عند حافّة القرص المدمج ؟

.....

ج) إذا تضاعفت السرعة الزاوية ووجدت النقطة عند حافّة القرص المدمج ؟

.....

**** تتساوى السرعة الخطية مع السرعة الزاوية عندما يكون نصف قطر المسار يساوي .....**

**** إذا تحرك الجسم دورة كاملة فإن الزمن المستغرق يساوي .....**

**** السرعة الخطية لجسم يدور عند الحافة الخارجية ..... السرعة الخطية لجسم يدور بالقرب من المركز.**

علل لما يأتي :

1- تسمى السرعة الخطية بالسرعة المماسية .

لأن اتجاه الحركة يكون دائماً مماساً للدائرة

2- في أي نظام دائري تختلف السرعة الخطية لجميع الأجزاء بالرغم تساوي السرعة الدائرية لجميع الأجزاء.

لأن السرعة المماسية تتناسب طردياً مع نصف القطر عند ثبات السرعة الزاوية حيث $V = \omega \cdot r$

3- كلما زادت السرعة الدائرية للعبة الساقية الدوارة في المدينة الترفيهية زادت السرعة المماسية.

لأن السرعة المماسية تتناسب طردياً مع السرعة الزاوية عند ثبات نصف القطر حيث $V = \omega \cdot r$

4- في أي نظام دائري تتساوي السرعة الزاوية لجميع الأجزاء.

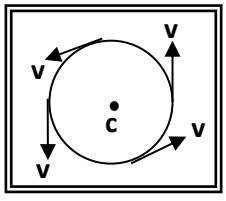
لأن كل الأجزاء تمسح الزاوية نفسها في الثانية أو لأن لها عدد الدورات نفسه في الثانية

5- تنعدم السرعة الخطية لجسم يدور عند مركز الدائرة ولا تنعدم السرعة الزاوية.

لأن عند مركز الدائرة ينعدم نصف القطر $V = \omega \cdot r = 0$

بينما لا تنعدم الزاوية المركزية عند الدوران $\omega = \theta / t$

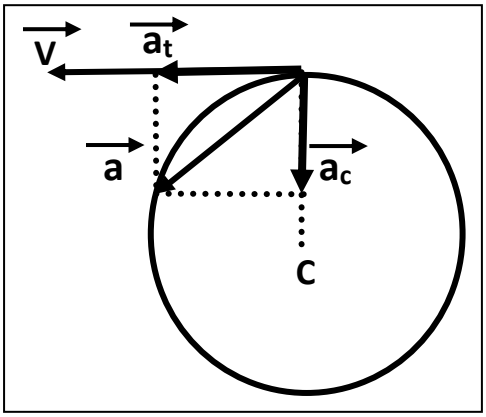
6- في الشكل المقابل السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تكون غير منتظمة.



لأن السرعة الخطية ثابتة المقدار ولكنها متغيرة الاتجاه لحظياً

العجلة في الحركة الدائرية

وجه المقارنة	1- العجلة الخطية	2- العجلة الزاوية
التعريف	تغير السرعة الخطية في وحدة الزمن	تغير السرعة الزاوية في وحدة الزمن
القانون	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t}$	$\theta'' = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t}$
وحدة القياس		
العوامل		



العجلة الخطية للعجلة مركبتان متعامدتان هما :

أ) العجلة المماسية (a_t) :

عجلة لها اتجاه السرعة المماسية نفسه وتكون مماساً للدائرة

ب) العجلة المركزية (a_c) :

عجلة عمودية على اتجاه السرعة المماسية واتجاهها نحو مركز الدائرة

علل لما يأتي :

1- العجلة الزاوية في الحركة الدائرية المنتظمة تساوي صفراً.

بسبب ثبوت مقدار السرعة الزاوية

2- العجلة المماسية في الحركة الدائرية المنتظمة تساوي صفراً.

بسبب ثبوت مقدار السرعة الخطية

3- الحركة الدائرية معجلة (بعجلة مركزية) بالرغم من ثبوت السرعة الخطية.

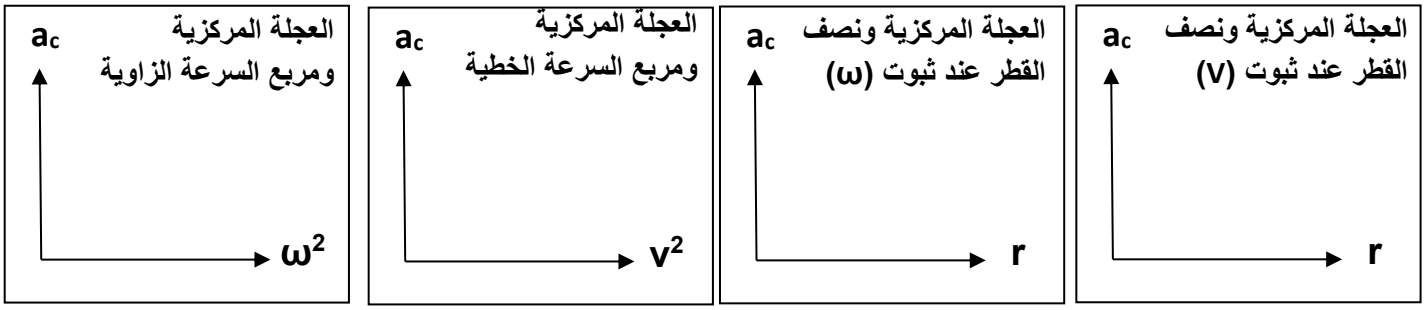
بسبب تغير اتجاه السرعة الخطية

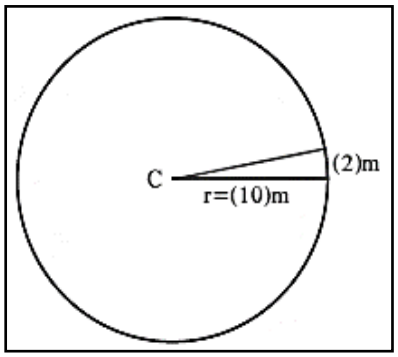
العجلة في الحركة الدائرية المنتظمة

$$a_C = \frac{V^2}{r} = \omega^2 . r$$

** العجلة في الحركة الدائرية المنتظمة لا تساوي ..... ولكن تساوي مقدار .....

** العوامل التي تتوقف عليها مقدار العجلة المركزية : .....





مثال 1 : **جسم يتحرّك بسرعة منتظمة على مسار دائري نصف قطره (10 m)**

إذا تحرك مسافة ورسم قوسًا طوله (2 m) كما في الشكل . احسب :

أ) الإزاحة الزاوية للجسم :

.....

.....

ب) السرعة الزاوية لحركة الجسم إذا استغرقت الإزاحة (4) ثواني :

.....

ج) العجلة المركزية التي يدور بها الجسم :

.....

مثال 2 : **يدور جسم مربوط بخيط في دائرة نصف قطرها (200 cm) بسرعة منتظمة 120 دورة في الدقيقة. احسب**

أ) التردد :

.....

ب) السرعة الزاوية :

.....

ج) السرعة الخطّية :

.....

د) الإزاحة الزاوية :

.....

هـ) عدد الدورات التي يصنعها الجسم خلال (5) دقائق :

.....

و) مقدار كلا من العجلة المماسية والعجلة الزاوية والعجلة المركزية :

.....

.....

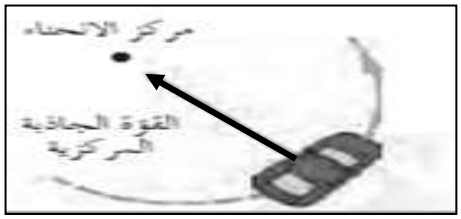
.....

الدرس (5) : القوة الجاذبة المركزية

القوة الجاذبة المركزية : **القوة التي تسبب الحركة الدائرية ويكون اتجاهها دائما نحو مركز الدائرة**

أو محصلة عدة قوى مؤثرة على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة

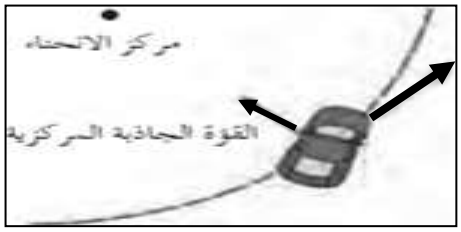
** من أمثلة القوة الجاذبة المركزية : .....



** من الشكل المقابل بما تفسر :

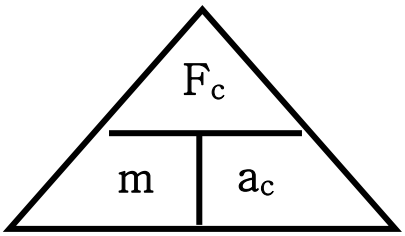
1- دوران السيارة في المنحنى في الشكل الأول.

.....



2- انزلاق السيارة بعيداً عن المنحنى في الشكل الثاني.

.....



$$F_C = m.a_c = \frac{mV^2}{r} = m\omega^2 r$$

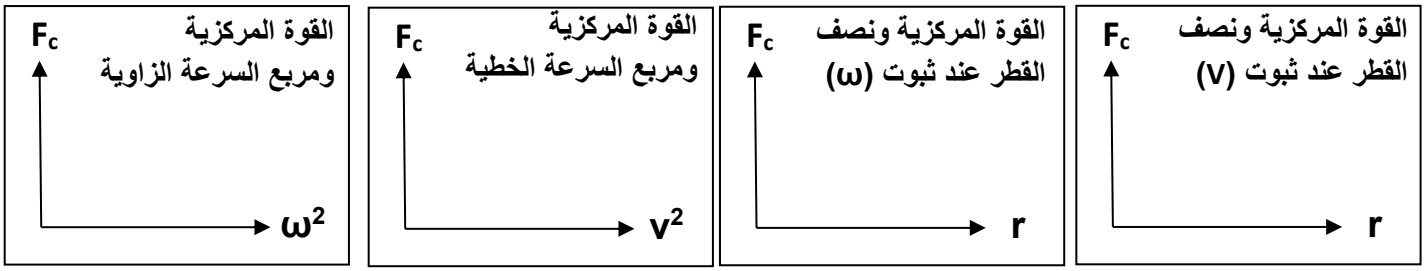
1- العوامل التي تتوقف عليها القوة المركزية : .....

2- القوة المركزية تتناسب طردياً مع ..... عند ثبات نصف القطر والكتلة.

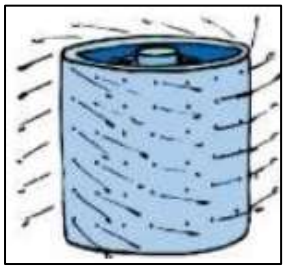
3- القوة المركزية تتناسب ..... مع نصف القطر عند ثبوت السرعة الخطية.

4- القوة المركزية تتناسب ..... مع نصف القطر عند ثبوت السرعة الزاوية.

5- إذا كان اتجاه القوة المؤثرة على الجسم المتحرك عمودية على اتجاه مساره فإن هذا المسار يكون .....



علل لما يأتى :

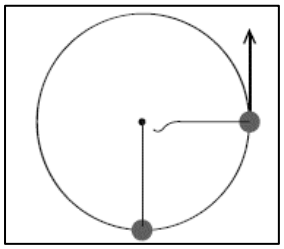


1- يستخدم الحوض المغزلي في الغسالة الأوتوماتيكية في تجفيف الملابس.

لأن الملابس تدور بقوة جاذبة مركزية بينما الماء يخرج من الفتحات بسبب القصور الذاتي

2- الجسم ينطلق في خط مستقيم وباتجاه السرعة المماسية عند موقعه لحظة إفلات الخيط.

بسبب انعدام القوة الجاذبة المركزية و تصبح محصلتها تساوي صفراً



3- عندما تكون القوة عمودية على اتجاه السرعة الخطية يكون المسار دائرياً.

لأن القوة المركزية تغير اتجاه السرعة الخطية ولا تغير مقدارها

مثال 1 : سيارة كتلتها (2 tons) تتحرك بسرعة منتظمة على طريق دائرية قطرها (40 m) أكملت (5) دورات في الدقيقة . احسب :

أ) السرعة الزاوية :

.....

ب) السرعة الخطية :

.....

ج) العجلة المركزية :

.....

د) القوة المركزية :

.....

هـ) العجلة المماسية :

.....

و) العجلة الزاوية :

.....

مثال 2 : طائرة تطير بسرعة (100 m/s) في مسار دائري نصف قطرها (200 m) والقوة الجاذبة المركزية التي تحافظ على بقائها تساوي (95×10^4 N) . احسب :

أ) السرعة الزاوية :

.....

ب) العجلة المركزية :

.....

ج) كتلة الطائرة :

.....

تطبيقات على القوة الجاذبة المركزية

1- المنعطفات الأفقية

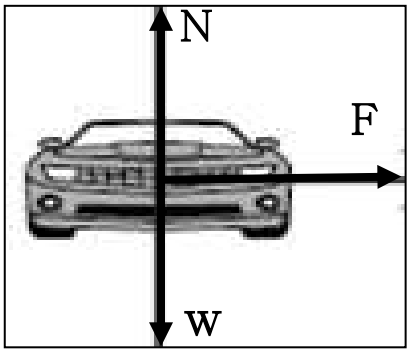
علل لما يأتي :

1- يجب وجود قوة احتكاك بين عجلات السيارة والطريق الدائري.

لأن قوة الاحتكاك تكون كافية لإنشاء القوة الجاذبة المركزية التي تجعل السيارة تدور

2- يسهل انزلاق السيارة عن مسارها في الأيام الممطرة أو الجليد في المسار الدائري.

لأن قوة الاحتكاك تكون غير كافية لإنشاء القوة الجاذبة المركزية التي تجعل السيارة تدور



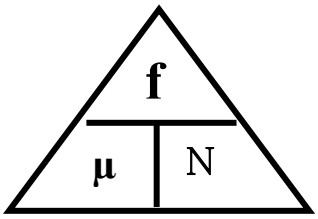
**** مجموع القوى المؤثرة على السيارة في الشكل المقابل هي :**

1- .....

2- .....

**** لحساب قوة رد الفعل (N) على السيارة في المنعطفات الأفقية :** .....

معامل الاحتكاك **نسبة قوة الاحتكاك على قوة رد الفعل**



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

1- يحدث الالتفاف للسيارة دون انزلاق إذا كانت قوة الاحتكاك ..... **القوة الجاذبة المركزية.**

2- يحدث انزلاق للسيارة ولا يحدث لها التفاف إذا كانت قوة الاحتكاك ..... **القوة الجاذبة المركزية.**

مثال 1: سيارة كتلتها (2000 kg) تنعطف على مسار دائري قطره (200 m) على طريق أفقية بسرعة (20 m/s)

أ) احسب القوة الجاذبة المركزية :

.....

ب) احسب قوة رد الفعل :

.....

ج) هل يحدث انزلاق للسيارة أم لا إذا كان معامل الاحتكاك (μ = 0.5) :

.....

.....

د) هل يحدث انزلاق للسيارة أم لا إذا كان معامل الاحتكاك (μ = 0.25) :

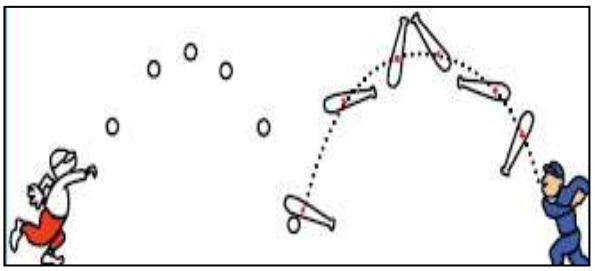
.....

.....

الدرس (6) : مركز الثقل

** عند إلقاء الكرة تتبع مسار ..... ومضرب الكرة يتأرجح حول نقطة ترسم .....

** حركة مضرب الكرة هي محصلة حركتين هما ..... بينما حركة الكرة هي .....



وزن الجسم : **قوة جذب الأرض للجسم**

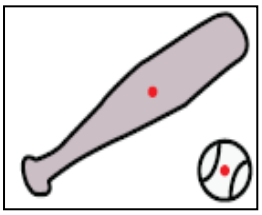
مركز الثقل : **الموضع المتوسط لثقل الجسم الصلب المتجانس**

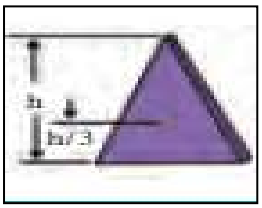
أو هو نقطة تأثير ثقل الجسم

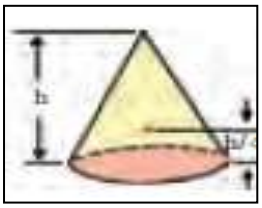
ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- عند تطبيق قوة على الجسم في مركز ثقله بحيث تكون معاكسة لقوة ثقله في الاتجاه ومساوية لها في المقدار.

.....







وجه المقارنة	الأجسام منتظمة الشكل	الأجسام غير منتظمة الشكل
موضع مركز الثقل		
وجه المقارنة	مثلث ارتفاعه (h = 12 cm)	مخروط ارتفاعه (h = 12 cm)
موضع مركز الثقل بالنسبة للقاعدة		
وجه المقارنة	كرة مجوفة تملأ حتى المنتصف بالرصاص	
موضع مركز الثقل		
حركة	مفتاح انجليزي على سطح أفقي	مفتاح انجليزي في الهواء
مسار مركز الثقل		
مسار الجسم		

علل لما يأتي

1- مركز الثقل يقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية في خط مستقيم أثناء انزلاق جسم عند دورانه حول نفسه .

لأن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفراً ولذلك تنعدم العجلة ولذلك يتحرك بسرعة ثابتة

2- لا يقع مركز ثقل مضرب كرة القاعدة على نقطة الوسط للمضرب .

لأن الأجسام غير المنتظمة يكون ثقل أحد طرفيها أكبر من ثقل الطرف الى أخر ومركز الثقل ناحية الطرف الأثقل

3- عند إلقاء الكرة تتبع مسار قطع مكافئ وعند إلقاء مضرب الكرة يتأرجح حول نقطة ترسم قطعاً مكافئاً .

لأن حركة مضرب الكرة هي محصلة حركتين هما حركة دورانية وحركة انتقالية لأن مركز ثقله ناحية الجزء الأثقل

4- يعتبر مركز ثقل الجسم نقطة توازن له .

لأن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفراً أو معدومة

الدرس (7) : مركز الكتلة

مركز الكتلة (مركز العطالة) **الموضع المتوسط لكتل جميع الجزيئات التي يتكون منها الجسم**

1- يتطابقان مركز الثقل ومركز الكتلة عندما تكون .....

2- لا يتطابقان مركز الثقل ومركز الكتلة عندما تكون .....

علل لما يأتي :

1- يتطابق مركز الثقل ومركز الكتلة عندما يكون الجسم صغيراً.

بسبب تساوي قوى الجاذبية الأرضية على جميع أجزاء الجسم

2- لا يتطابق مركز الثقل ومركز الكتلة عندما يكون الجسم كبيراً.

بسبب اختلاف قوى الجاذبية الأرضية على جميع أجزاء الجسم

3- مركز الثقل للمباني المرتفعة مثل مركز التجارة العالمي ارتفاعه (541 m) يقع أسفل مركز كتلته بـ (1 mm).

لأن قوى الجاذبية على الجزء السفلي القريب من سطح الأرض أكبر من قوى الجاذبية المؤثرة على الجزء العلوي منه

وجه المقارنة	موضع مركز الكتلة
جسم كتلته موزعة بشكل متجانس	
حلقة دائرية متجانسة	
مستطيل متجانس	
جسم كتلته موزعة بشكل غير متجانس	
مطرقة حديدية	

**** القوى الداخلية أثناء انفجار الألعاب النارية الصاروخية ..... موضع مركز ثقل القذيفة .**

ماذا يحدث :

1- لحركة مركز كتلة للقذيفة التي تنفجر في الهواء مثل الألعاب النارية قبل انفجارها ؟

.....

2- لشظايا وحركة مركز كتلة للقذيفة التي تنفجر في الهواء مثل الألعاب النارية بعد انفجارها ؟

.....

**** لا تدور الكواكب حول مركز الشمس بل حول .....**

ماذا يحدث : **1- إذا كانت الكواكب مبعثرة حول الشمس في جميع الجهات ؟**

.....

2- إذا كانت الكواكب حول الشمس في خط مستقيم وفي جانب واحد ؟

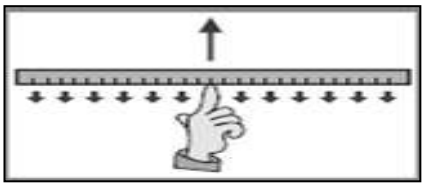
.....

علل : **حركة دوران الشمس تبدو للمراقب البعيد على شكل تأرجح بسيط بين نقطتين.**

لأن الشمس تدور حول نقطتين هما مركز الشمس ومركز كتلة المجموعة الشمسية

الدرس (8) : تحديد موضع مركز الكتلة

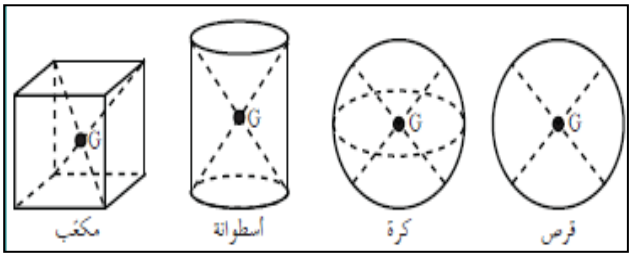
علل لما يأتي



1- يمكن موازنة المسطرة بالتأثير على مركز الثقل بقوة واحدة لأعلى في الشكل.

.....

تحديد مركز ثقل الأجسام



** ينطبق مركز الثقل في الأجسام المنتظمة مع .....

** يكون نقطة مادية من الجسم إذا كان الجسم .....

** يكون نقطة خارج الجسم إذا كان الجسم .....

** مركز ثقل الفنجان والوعاء يقع في ..... بينما مركز ثقل الكرسي يقع في .....

** لا يعتمد موقع الكتلة على اختيارنا للإحداثيات، بل على ..... التي تؤلف النظام.

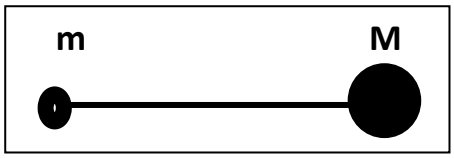
علل لما يأتي :

1- يمكن وجود أكثر من مركز ثقل لجسم واحد.

في الأجسام المجوفة يكون لها أكثر من مركز ثقل حيث يكون مركز الثقل مجموعة نقاط تشكل محور التناظر

2- لمنع اهتزاز إطارات السيارات أثناء دورانها توضع قطع رصاص في الجزء المعدني من الإطار.

لكي يقع مركز ثقل الإطار في محور الدوران تماماً حتى لا يتمايل الإطار أثناء الدوران

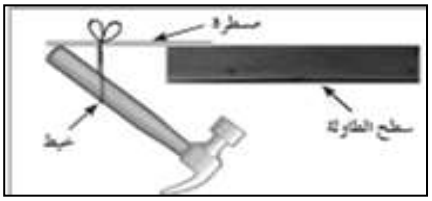


3- الشكل المقابل يمثل كتلتين نقطيتين تقعان على محور السينات فإذا حلت كل منهما محل إلى أخرى فإن مركز الكتلة للمجموعة يتغير موضعه.

لا يعتمد موضع الكتلة على اختيارنا للإحداثيات، بل على توزيع الكتل

4- تكون بعض الأنواع من ألعاب الأطفال أكثر اتزانا كما بالشكل المقابل.

لأن مركز ثقل الألعاب يكون أسفل نقطة الارتكاز



** في الشكل المقابل : فسر عدم سقوط المطرقة والمسطرة.

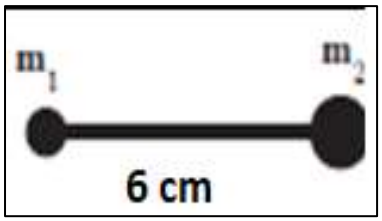
لأن مركز الثقل يقع أسفل نقطة التعليق

حساب موقع مركز كتلة عدة كتل نقطية موجودة في الفراغ

$$x_{c.m.} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$y_{c.m.} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

مثال 1 : كتلتان نقطيتان على محور السينات قيمتهما (m_1 = 4 kg) و(m_2 = 8 kg) وتبعدان مسافة (6 cm).



أ) احسب موقع مركز كتلة الجسمين بالنسبة إلى الجسم الأول :

.....

.....

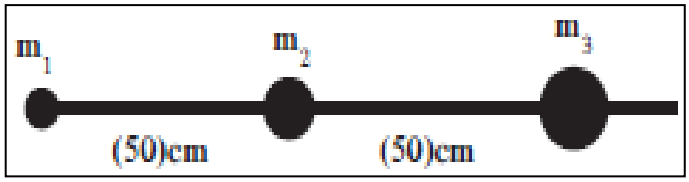
ب) احسب موقع مركز كتلة الجسمين بالنسبة إلى الجسم الثاني :

.....

ج) قيم . هل النتيجة مقبولة :

.....

مثال 2 : احسب موقع مركز الكتلة لثلاث كتل نقطية وضعت على خط مستقيم . حيث :



(m_1 = 10 g) و (m_2 = 20 g) و (m_3 = 30 g).

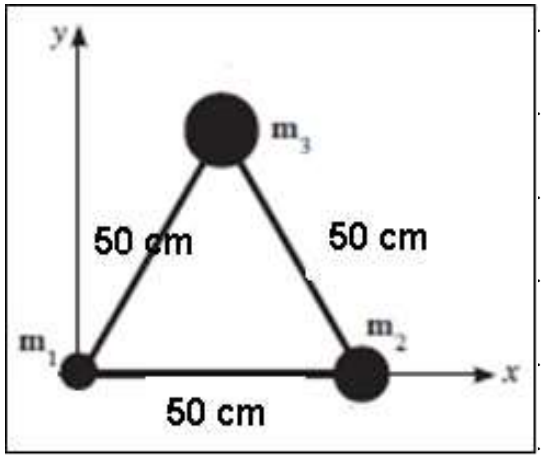
.....

.....

.....

مثال 3 : احسب موقع مركز الكتلة لثلاث كتل نقطية أذا وضعت الكتل على رؤوس مثلث متساوٍ الأضلاع. حيث :

(m_1 = 10 g) و (m_2 = 20 g) و (m_3 = 30 g).



.....

.....

.....

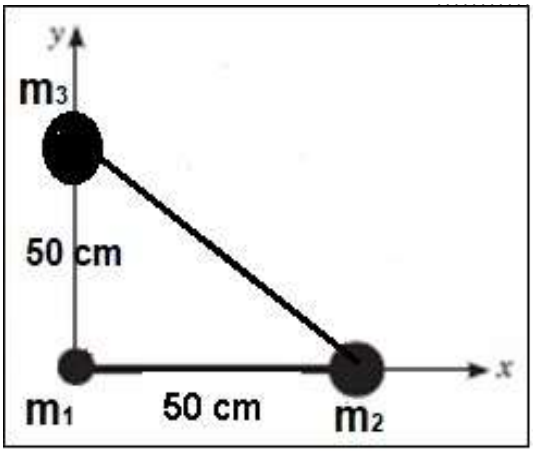
.....

.....

.....

مثال 4 : احسب موقع مركز الكتلة لثلاث كتل نقطية أذا وضعت الكتل على رؤوس مثلث قائم الزاوية. حيث :

$(m_1 = 10\ g)$ و $(m_2 = 20\ g)$ و $(m_3 = 30\ g)$.



.....

.....

.....

.....

.....

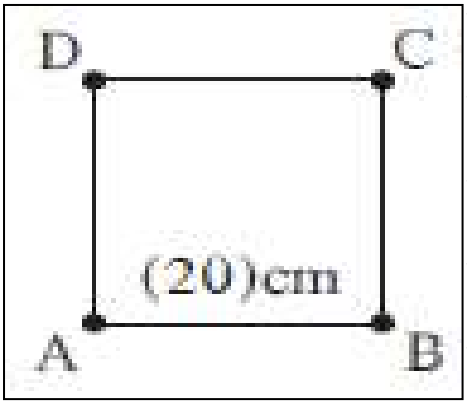
.....

.....

.....

.....

مثال 5 : نظام مؤلف من أربع كتل هي $(m_A = 1\ kg)$ $(m_B = 2\ kg)$ $(m_C = 3\ kg)$ $(m_D = 4\ kg)$ موزعة على أطراف مربع طول ضلعه (20 cm) ومهمل الكتلة .احسب موضع مركز الكتلة ؟



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

التحويلات			
الطول	$cm \times 10^{-2} \rightarrow m$ $mm \times 10^{-3} \rightarrow m$	الكتلة	$g \times 10^{-3} \rightarrow Kg$
المساحة	$cm^2 \times 10^{-4} \rightarrow m^2$ $mm^2 \times 10^{-6} \rightarrow m^2$	الزمن	$min \times 60 \rightarrow S$ $hr \times 3600 \rightarrow S$
الحجم	$cm^3 \times 10^{-6} \rightarrow m^3$ $mm^3 \times 10^{-9} \rightarrow m^3$	السرعة	$Km/h \times \frac{1000}{3600} \rightarrow m/s$

قوانين المتجهات	
محصلة متجهين بطريقة جمع المتجهات	$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$
اتجاه المحصلة بطريقة جمع المتجهات	$\sin\alpha = \frac{B\sin\theta}{R}$
ناتج الضرب العددي	$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$
ناتج الضرب الاتجاهي	$\vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta$
المركبة الأفقية للمتجه	$\cos\theta = \frac{F_X}{F} \quad \Rightarrow \quad F_X = F\cos\theta$
المركبة الرأسية للمتجه	$\sin\theta = \frac{F_y}{F} \quad \Rightarrow \quad F_y = F\sin\theta$
محصلة متجهين بطريقة تحليل المتجهات	$F = \sqrt{{F_X}^2 + {F_y}^2}$
اتجاه المحصلة بطريقة تحليل المتجهات	$\tan\theta = \frac{F_y}{F_X}$

معادلات الحركة للمقذوف الأفقي ($\theta = 0$)	
** معادلات الحركة على المحور الأفقي (x)	** معادلات الحركة على المحور الرأسي (y)
* المركبة الأفقية للسرعة : $V_X = V_{oX} = \frac{X}{t}$	* المركبة الرأسية للسرعة : $V_y = V_{oy} + gt$
* المسافة الأفقية (المدى الأفقي) : $X = V_x \cdot t$	* الارتفاع الرأسي : $y = V_{oy}\, t + \frac{1}{2}gt^2$
* زمن السقوط : $t = \frac{X}{V_X}$	* زمن السقوط : $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$
* السرعة الكلية : $V_T = \sqrt{V_X^2 + V_y^2}$	* اتجاه السرعة الكلية : $\tan\theta = \frac{V_y}{V_X}$

معادلات الحركة للمقذوف بزاوية (θ)		
	** معادلات الحركة على المحور الأفقي (x)	** معادلات الحركة على المحور الرأسي (y)
السرعة الابتدائية	$v_{0X} = v_0 \cos\theta$	$v_{0y} = v_0 \sin\theta$
معادلة السرعة	$v_X = v_{0X} = v_0 \cos\theta$	$v_y = v_0 \sin\theta - gt$
معادلة المسافة	$X = v_0 \cos\theta \cdot t$	$y = v_0 \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$
معادلة الزمن	$t' = 2t = 2.(\frac{v_0 \sin\theta}{g})$	$t = \frac{v_0 \sin\theta}{g}$
معادلة المدى وأقصى ارتفاع	$R = \frac{V_0^2 \sin(2\theta)}{g}$	$h_{max} = \frac{V_0^2 \sin^2\theta}{2g}$
معادلة المسار	$y = (\tan\theta)\, X - (\frac{g}{2V_0^2 \cos^2\theta})\, X^2$	

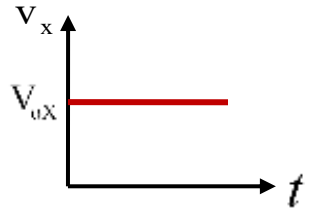
قوانين مركز الكتلة	
حساب موقع مركز الكتلة	$x_{c.m.} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$ $y_{c.m.} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$ $z_{c.m.} = \frac{m_1z_1 + m_2z_2 + m_3z_3}{m_1 + m_2 + m_3}$

قوانين الحركة الدائرية	
الإزاحة الزاوية	$\theta = \frac{S}{r} = 2\pi . N$
السرعة الخطية (المماسية)	$V = \frac{S}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f = \omega r$
السرعة الزاوية (الدائرية)	$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{V}{r}$
التردد	$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$
الزمن الدوري	$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{f}$
العجلة في الحركة الدائرية المنتظمة	$a_C = \frac{V^2}{r} = \omega^2 r$
القوة الجاذبة المركزية	$F_C = m\, a_c = \frac{mV^2}{r} = m\, \omega^2 r$

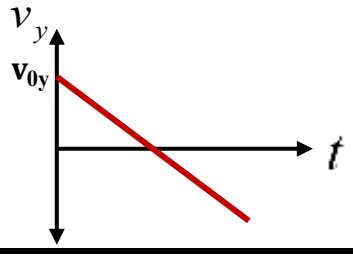
قوانين المنعطفات الدائرية	
	المنعطف الدائري الأفقي
رد فعل الطريق	$N = mg$
معامل احتكاك	$\mu = \frac{f}{N}$

الرسوم البيانية في المنهج

المركبة الأفقية للسرعة والزمن للقذيفة



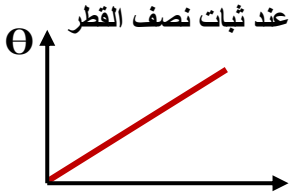
المركبة الرأسية للسرعة والزمن للقذيفة



طول القوس ونصف القطر
عند ثبات الازاحة الزاوية

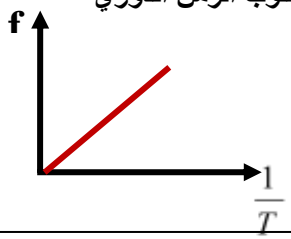
الازاحة الزاوية ونصف القطر

الازاحة الزاوية وطول القوس
عند ثبات نصف القطر

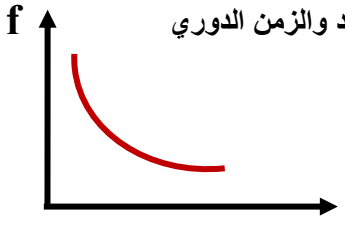


السرعة الخطية
والسرعة الزاوية

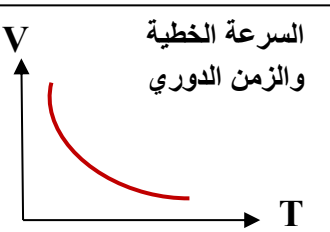
التردد ومقلوب الزمن الدوري



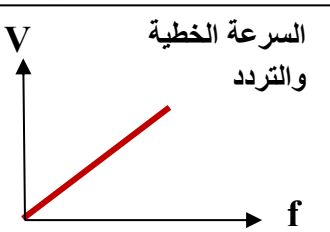
التردد والزمن الدوري



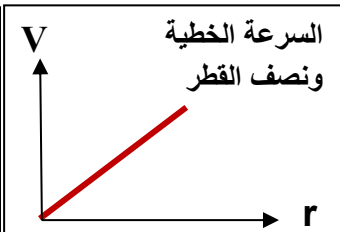
السرعة الخطية
والزمن الدوري



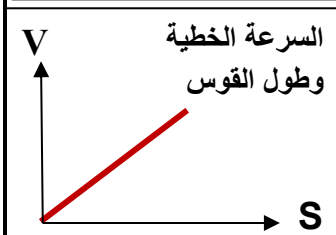
السرعة الخطية
والتردد



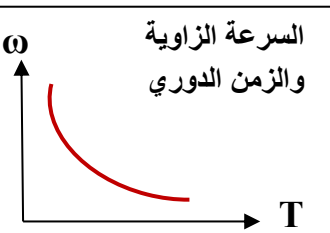
السرعة الخطية
ونصف القطر



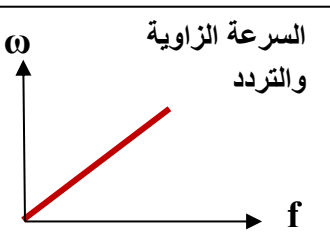
السرعة الخطية
وطول القوس



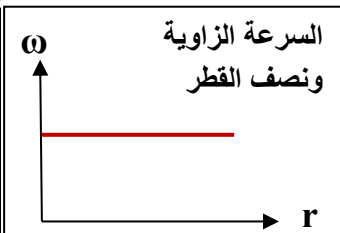
السرعة الزاوية
والزمن الدوري



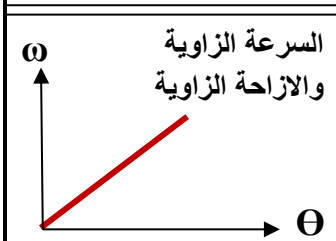
السرعة الزاوية
والتردد



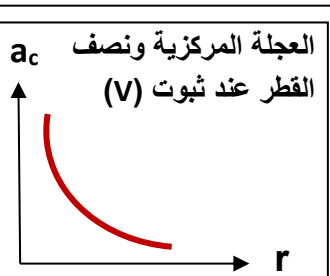
السرعة الزاوية
ونصف القطر



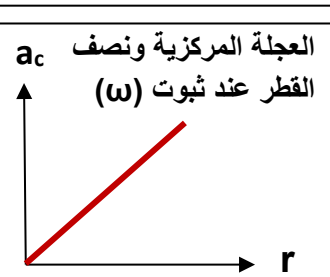
السرعة الزاوية
والازاحة الزاوية



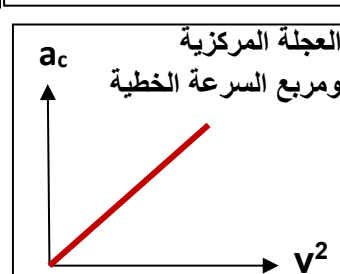
العجلة المركزية ونصف
القطر عند ثبوت (V)



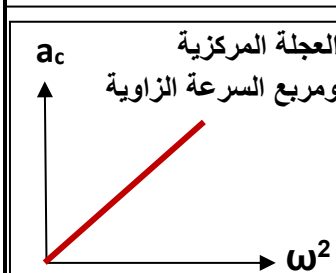
العجلة المركزية ونصف
القطر عند ثبوت (ω)



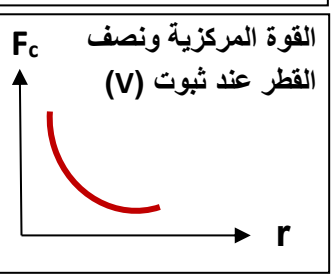
العجلة المركزية
ومربع السرعة الخطية



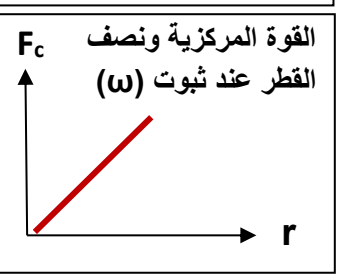
العجلة المركزية
ومربع السرعة الزاوية



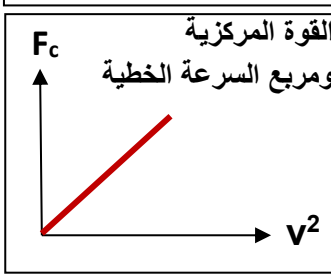
القوة المركزية ونصف
القطر عند ثبوت (V)



القوة المركزية ونصف
القطر عند ثبوت (ω)



القوة المركزية
ومربع السرعة الخطية



القوة المركزية
ومربع السرعة الزاوية