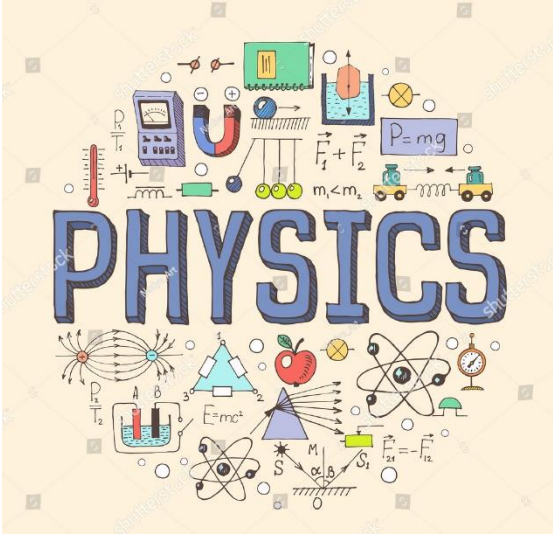


□ قسم الفيزياء والكيمياء



أوراق عمل

الفيزياء

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الاول

العام الدراسي

2024/2025

اسم الطالبية:

الصف: 11 ع/.....

متابعة الأعمال التحريرية

التاريخ	التوقيع	ملاحظات

توزيع الدرجات

الفئة		القصير الأول	القصير الثاني	المشروع	الاختبار العملي	الاختبار النهائي
الدرجة						

الدرس (1-1) : الكميات العددية والكميات المتجهة

وجه المقارنة	الكميات العددية (القياسية)	الكميات المتجهة
التعريف	كميات يلزم لتحديد معرفتها المقدار ووحدة القياس	كميات يلزم لتحديد معرفتها المقدار ووحدة القياس والاتجاه
أمثلة		
العمليات الحسابية المستخدمة		

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

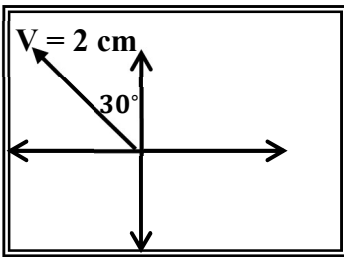
الإزاحة أقصر مسافة بين نقطة بداية الحركة إلى نقطة نهاية الحركة

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 :

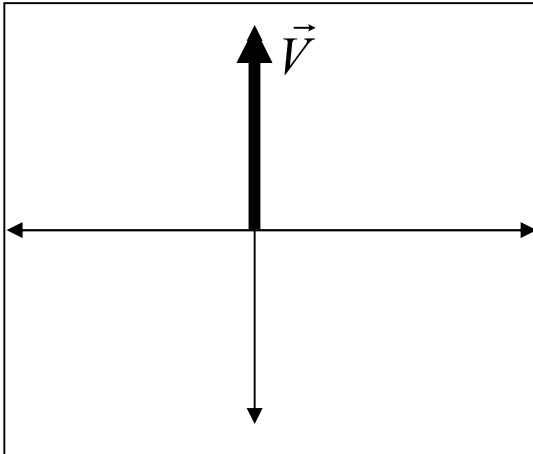
1- الإزاحة متجه حر بينما القوة متجه مقيد.

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

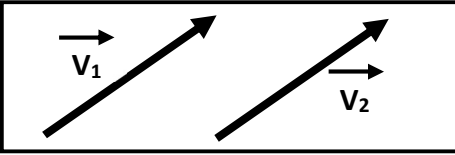


مثال 1 : الشكل المقابل يمثل المتجه البياني المعبر عن سرعة تحرك سيارة ، فإذا علمت أن مقياس الرسم (1 cm : 10 m/s) عبر رياضياً عن المتجه ($\vec{V}$) .

مثال 2 : اوجد متجه العجلة لجسم كتلته (2 Kg) وتؤثر عليه قوة (10 N , 60°) .



مثال 3 : ورد في نشرة الأرصاد الجوية أن سرعة الرياح الشمالية تساوي (60 km/h) مثل هذه السرعة رياضياً .



خصائص المتجهات

يكون المتجهان متساويان بشرط تساوي المقدار و الاتجاه معاً

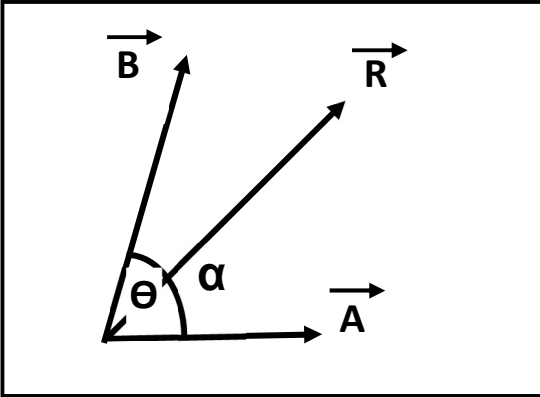
التساوي

سؤال : تسير سيارة شمالاً بسرعة عددية تساوي (80 km / h) بينما تسير سيارة أخرى جنوباً

بسرعة (80 km/h) . هل سرعتهما المتجهتان متساويتان ؟ ولماذا ؟

عملية الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد يسمى المحصلة

جمع المتجهات (تركيب المتجهات)



أولاً : حساب المحصلة بالطريقة الحسابية :

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

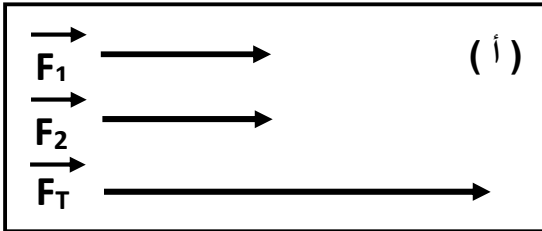
$$\alpha = \sin^{-1} \left[\frac{B \sin \theta}{R} \right]$$

لحساب اتجاه المحصلة :

حيث (θ) هي الزاوية و (α) هي زاوية

حالات خاصة بجمع المتجهات

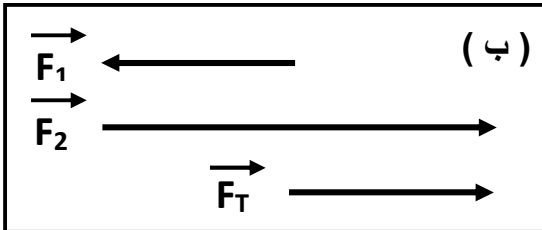
أ) محصلة متجهين متوازيين وفي اتجاه واحد : (θ = 0)



** تحسب المحصلة من العلاقة :

** يكون اتجاه المحصلة :

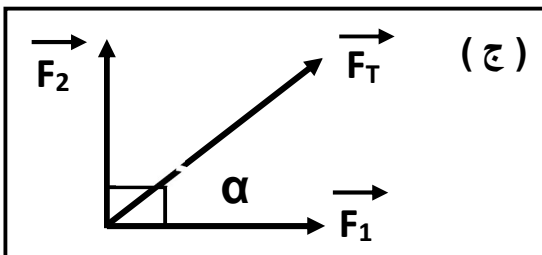
ب) محصلة متجهين متوازيين و متعاكسين : (θ = 180)



** تحسب المحصلة من العلاقة :

** يكون اتجاه المحصلة :

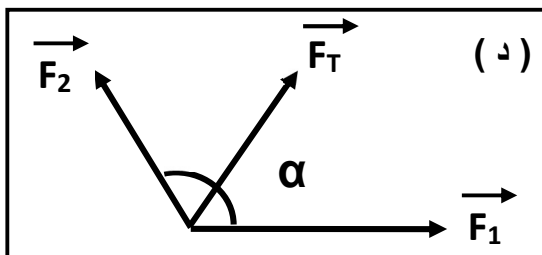
ج) محصلة متجهين متعامدين : (θ = 90)



** تحسب المحصلة من العلاقة :

** يكون اتجاه المحصلة :

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

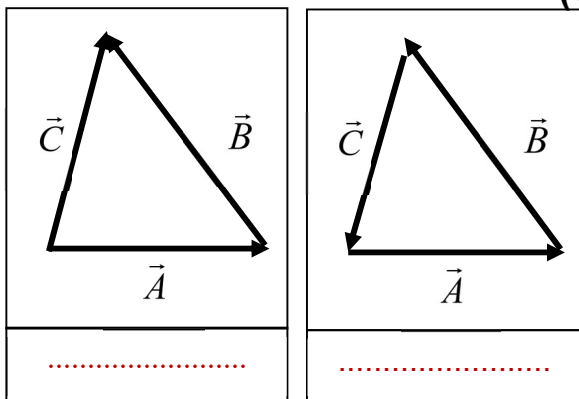


** تحسب المحصلة من العلاقة :

** 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 ($\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$)

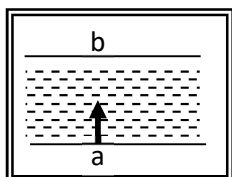


- 6- الازاحة في دائرة كاملة أو محصلة المضلع المغلق تساوي
- 7- المحصلة تبدأ من المتجه الأول وتنتهي بـ المتجه الأخير
- 8- أحسب الازاحة أو المحصلة في كل شكل من الأشكال التالية :

علل لما يأتي :

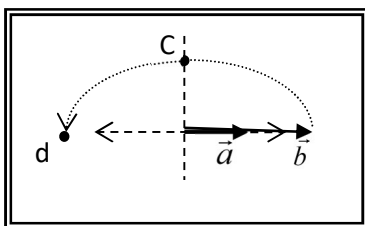
- 1- يمكن الحصول على عدة قيم لمحصلة المتجهين نفسيهما.

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

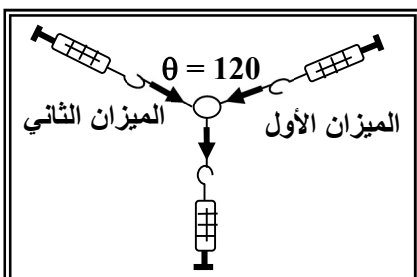


- 3- لا يستطيع سباح أن يعبر النهر من نقطة (a) إلى نقطة (b) بصورة مباشرة كما في الشكل .

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) .



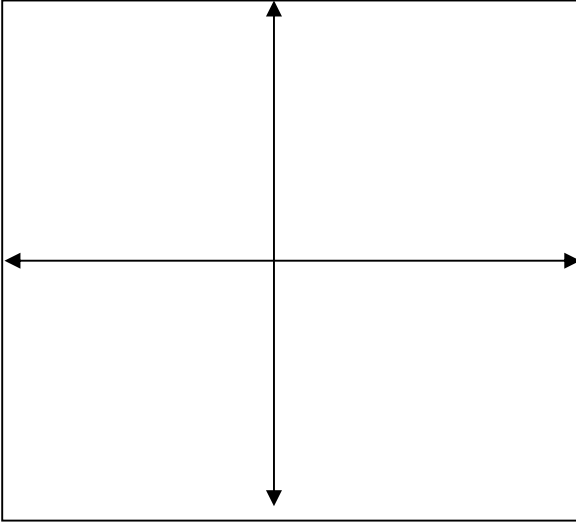
- مثال 1 : إذا كانت قراءة كل من الميزانين الأول والثاني هي (100 N) .

احسب قراءة الميزان الثالث :

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

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

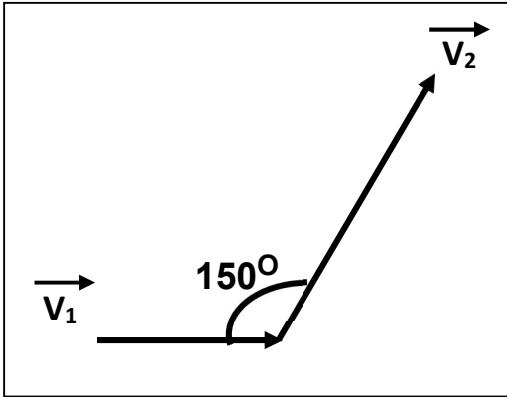
ب) أصغر مقدار لمحصلة المتجهين (المتجهان متعاكسان) :



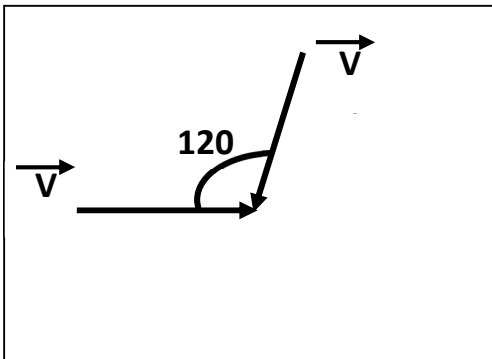
مثال 3: تحرك قارب ليقطع (8 km) باتجاه (30°) شمال الشرق

ثم (4 km) إلى الجنوب . مثل المحصلة رياضياً ؟

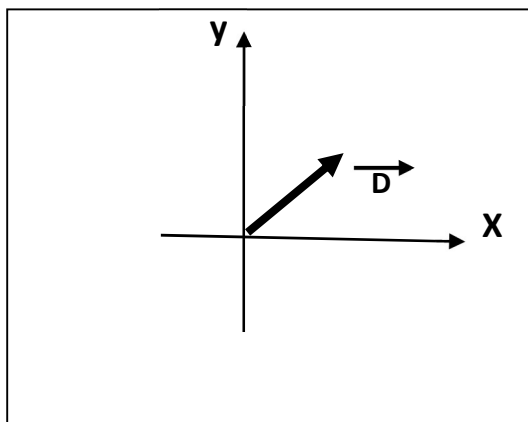
مثال 4: في الشكل متجهان $(\vec{V}_1 = 60 m/s)$ و $(\vec{V}_2 = 80 m/s)$. احسب المحصلة مقداراً واتجاهاً ؟



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 عددية موجبة $\times$ كمية متجهة

يكون حاصل الضرب متجهاً جديداً في الاتجاه

2- ضرب كمية عددية سالبة $\times$ كمية متجهة

يكون حاصل الضرب متجهاً جديداً في الاتجاه

3- ضرب كمية عددية (أكبر من الواحد) $\times$ كمية متجهة

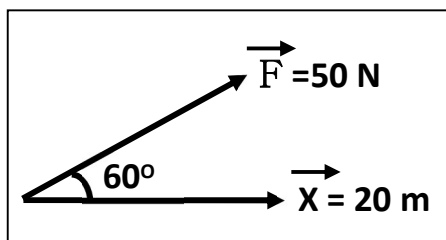
يغير المتجه الناتج ويغير الاتجاه إذا كانت الكمية العددية

علل لما يأتي :

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

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

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		
تتعدم قيمة الناتج		
أكبر قيمة للناتج		
صفاته		
العوامل		
مثال		



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

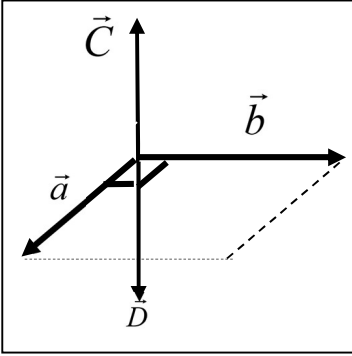
الضرب العددي

مثال : قوة مقدارها (50 N) تسبب إزاحة للجسم قدرها (20 m) وتصنع مع

القوة زاوية (60°) . احسب مقدار الشغل الناتج .

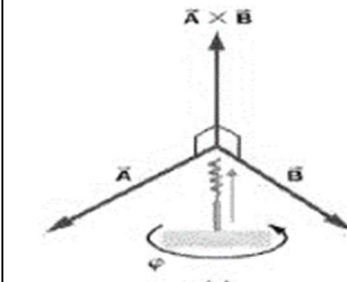
الضرب الاتجاهي

متجه جديد يساوي مساحة متوازي الأضلاع الناشئ عن المتجهين



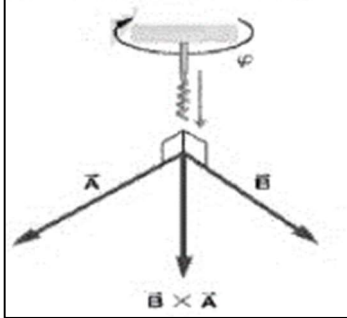
- 1- يكون اتجاه ناتج الضرب الاتجاهي عمودياً على المتجهين ويحدد
- 2- متجه $(\vec{c}) = \dots\dots\dots$ واتجاهه
- 3- متجه $(\vec{D}) = \dots\dots\dots$ واتجاهه
- 4- إذا كان حاصل الضرب القياسي لمتجهين متساويين يساوي مربع أي منهما

عمودي على الصفحة للخارج



- 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

عمودي على الصفحة للداخل



- 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.

- 2- الشغل كمية فيزيائية عددية (قياسية).

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

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

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

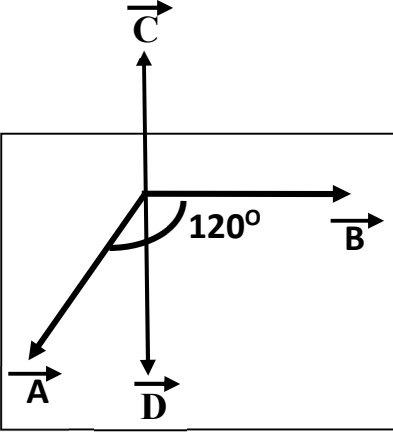
أ) مقدار محصلتهما :

تابع ضرب المتجهات

مثال 2 : متجهان متساويان ومتعامدان حاصل ضربيهما الاتجاهي unit^2 (36) . احسب :

أ (مقدار حاصل ضربيهما القياسي :

ب) مقدار محصلتهما :



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

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

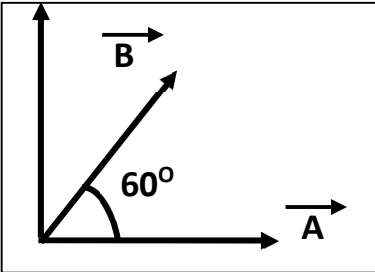
ب) مقدار $\vec{D} = \vec{B} \times \vec{A}$ واتجاهه :

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

د) مقدار $\vec{A} \cdot \vec{B}$:

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

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



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

أ (مقدار $\vec{A} \cdot \vec{B}$:

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

الدرس (2-1) : تحليل المتجهات

تحليل المتجهات

عملية الاستعاضة عن متجه واحد بمتجهين متعامدين

* من الشكل المقابل باستخدام نظرية فيثاغورث نستنتج العلاقات الآتية :

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cos \theta$$

المركبة الأفقية

$$\sin \theta = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \sin \theta$$

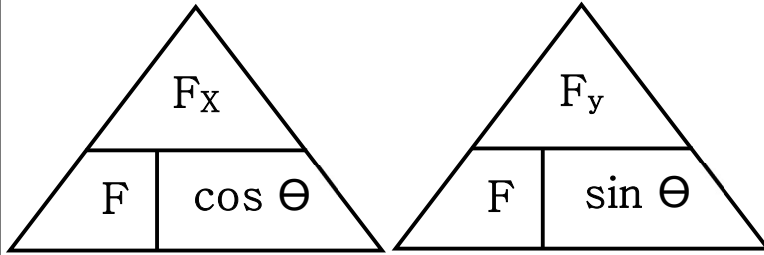
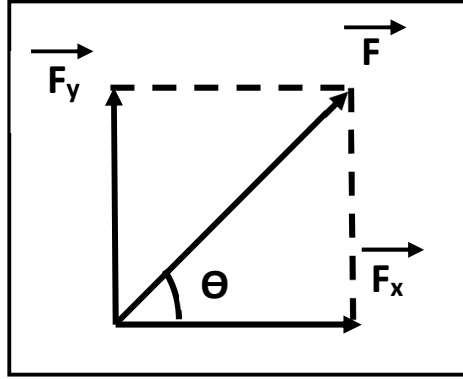
المركبة الرأسية

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

مقدار المحصلة

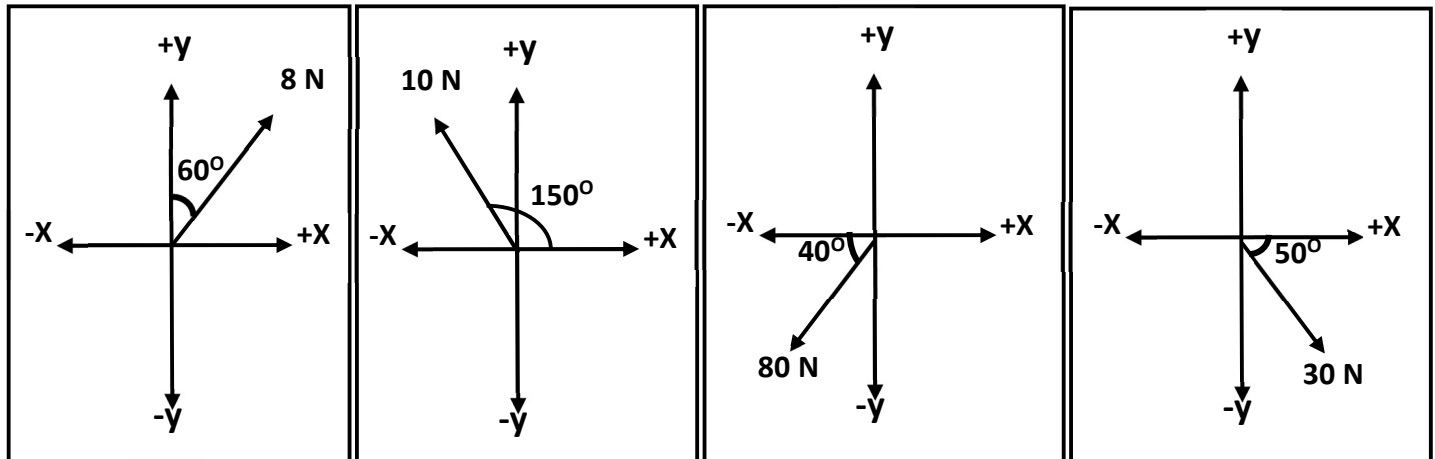
$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{F_y}{F_x} \right]$$

اتجاه المحصلة



- 1- تتساوى المركبة الأفقية مع المركبة الرأسية ($F_x = F_y$) عند لأن
- 2- المركبة الأفقية تساوي مقدار المتجه الأصلي ($F_x = F$) عند لأن
- 3- المركبة الرأسية تساوي مقدار المتجه الأصلي ($F_y = F$) عند لأن
- 4- المركبة الأفقية تساوي المتجه الأصلي وتعاكسه بالاتجاه ($F_x = -F$) لأن
- 5- المركبة الرأسية تساوي المتجه الأصلي وتعاكسه بالاتجاه ($F_y = -F$) عند لأن
- 6- إذا كانت محصلة متجهين متعامدين تساوي (20N) والمركبة الأفقية لهذه المحصلة تساوي (10N) فإن 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 :



$F_x =$

$F_y =$

$F_x =$

$F_y =$

$F_x =$

$F_y =$

$F_x =$

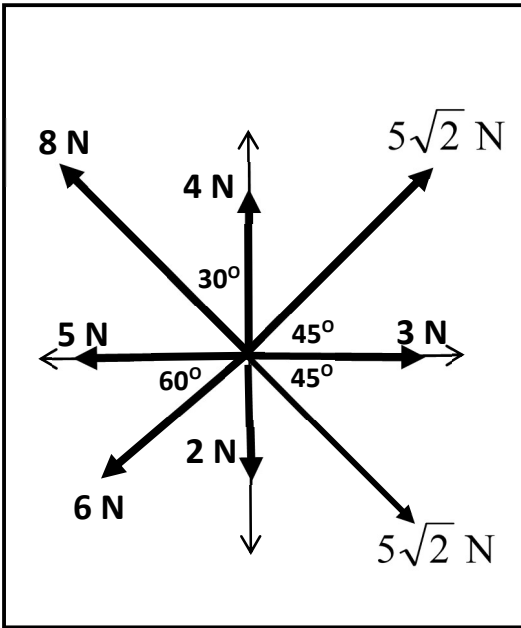
$F_y =$

علل لما يأتي :

1- تحليل المتجهات عملية معاكسة لجمع المتجهات.

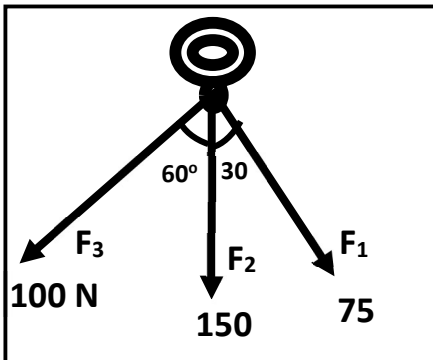
2- تحليل المتجهات أفضل من جمع المتجهات في حساب المحصلة.

مثال 2 : احسب محصلة القوى الموضحة بالشكل المقابل .



F_y	F_x	
		F_1
		F_2
		F_3
		F_4
		F_5
		F_6
		F_7
		F_8
		F_T

مثال 3 : حلقة معدنية يتم شدّها بثلاث قوى . اوجد المحصلة مقداراً واتجاهاً .



F_y	F_x	
		F_1
		F_2
		F_3
		F_T

تابع تحليل المتجهات (المستوى المائل)

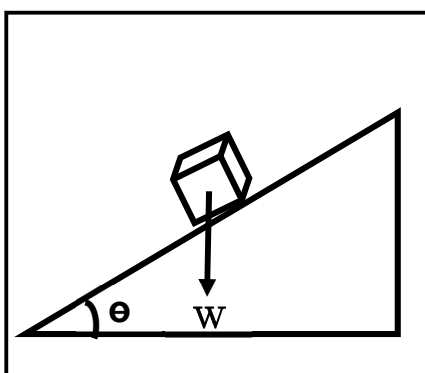
في الشكل جسم وزنه (W) موضوع على مستوى مائل بزاوية (θ) مع المحور الأفقي .

نشاط

أكمل علي الرسم مركبتي الوزن على المستوى المائل ثم اوجد :

أ (القوة اللازمة لتحريك الجسم على المستوى المائل (المركبة الأفقية للوزن) :

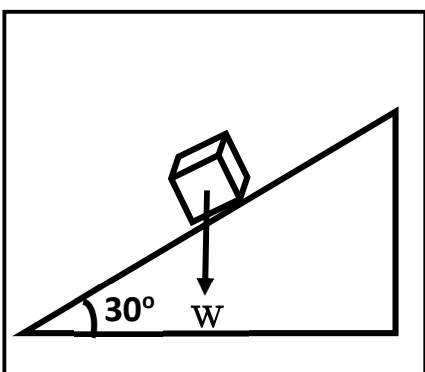
ب (قوة رد الفعل للمستوى المائل (المركبة الرأسية للوزن) :



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

أ (القوة اللازمة لتحريك الجسم على المستوى المائل (المركبة الأفقية للوزن) :

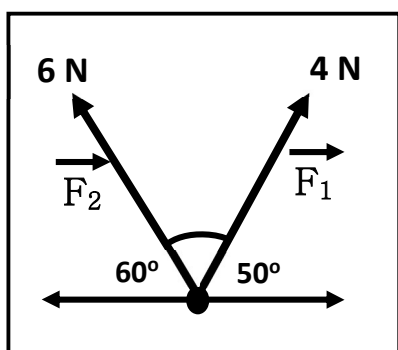
ب (قوة رد الفعل للمستوى المائل (المركبة الرأسية للوزن) :



مثال تطبيقي : من الشكل . احسب :

أ (المحصلة مقداراً واتجهاً بطريقة جمع المتجهات :

ب (احسب المحصلة مقداراً واتجهاً بطريقة تحليل المتجهات :



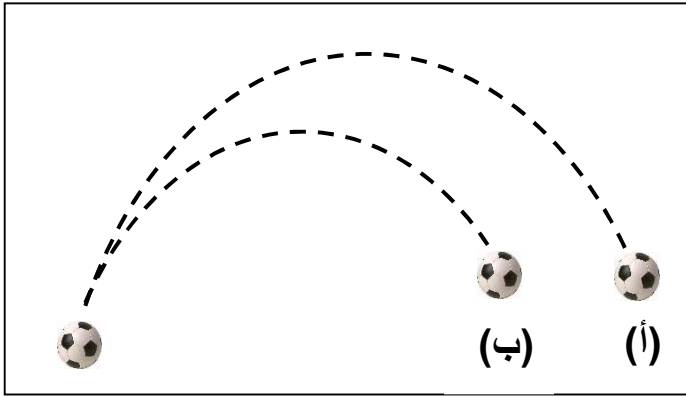
F_y	F_x	
		F_1
		F_2
		F_T

الدرس (1-3) : حركة القذيفة

المقذوفات الأجسام التي تقذف في الهواء وتتعرض لقوة الجاذبية الأرضية

المقذوفات

** من الشكل المقابل :



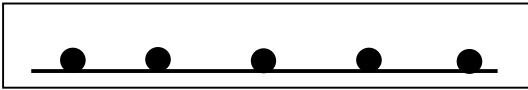
1- شكل المسار في (أ) :

2- شكل المسار في (ب) :

3- بم تفسر اختلاف شكل المسارين ؟

.....
.....

** من الشكل المقابل :



(أ)

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

الحدث :

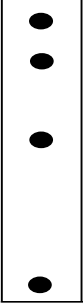
السبب :

ب) عند إسقاط الكرة لأسفل كما بالشكل :

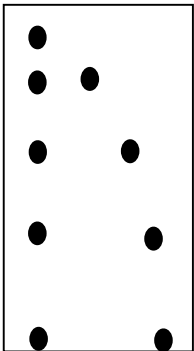
الحدث :

السبب :

(ب)



(ج)



ج) عند سقوط كرتين في اللحظة نفسها أحدهما بحيث تسقط احدهما سقوطاً حراً

والأخرى تسقط أفقياً وبإهمال مقاومة الهواء كما بالشكل :

الحدث :

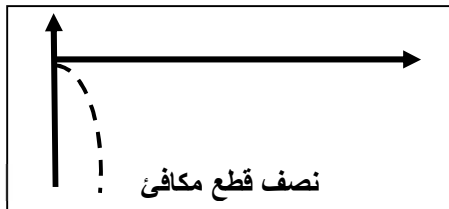
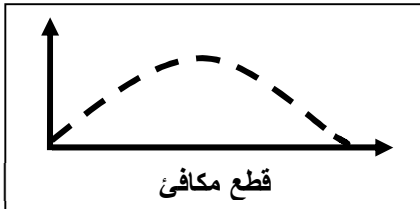
السبب :

حركة مركبة من حركة رأسية منتظمة العجلة وحركة أفقية منتظمة السرعة

حركة القذيفة

تتبع المقذوفات المسار المنحني بعد انطلاقها .

علل :



زاوية إطلاق بين (0 - 90°)

زاوية إطلاق القذيفة = 0

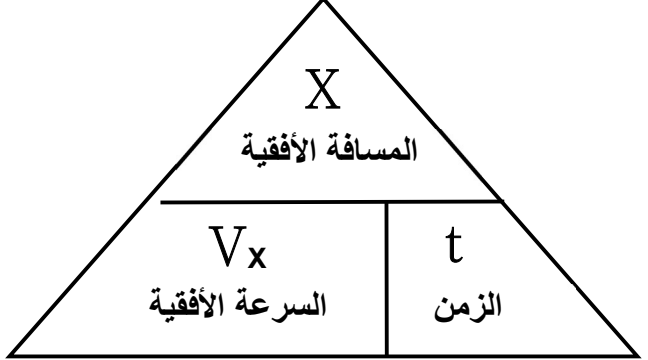
زاوية إطلاق القذيفة = 90°

شكل المسار

شكل المسار

شكل المسار

معادلات الحركة للمقذوف الأفقي ($\theta = 0$)

** 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 :

.....

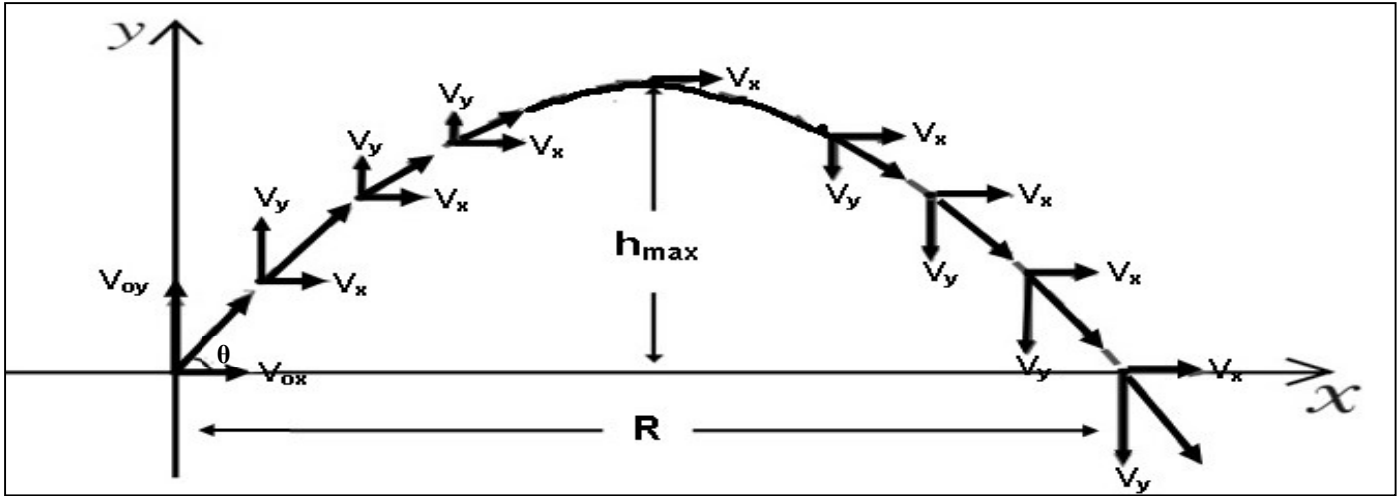
.....

.....

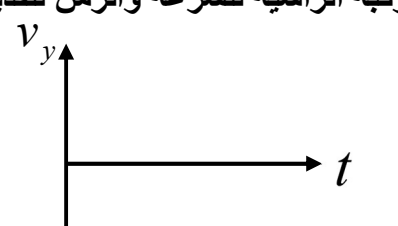
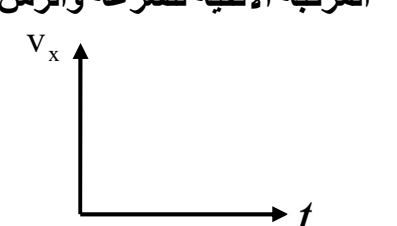
.....

.....

حركة قذيفة أطلقت بزاوية



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

** معادلات الحركة على المحور الرأسي (y)		** معادلات الحركة على المحور الأفقي (x)	
$V_y = (V_0 \sin \theta) - gt$	السرعة الرأسية		
$V_y^2 = (V_0 \sin \theta)^2 - 2gy$	السرعة الرأسية		
$y = (V_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2$	الارتفاع الرأسي		
الاتجاه الرأسي	الاتجاه الأفقي	حركة القذيفة	
$\vec{F}_y = mg$ (قوة جذب الأرض (وزن الجسم))	$\vec{F}_x = 0$ لا توجد قوة في الاتجاه الأفقي	القوة واتجاهها	
حركة بسرعة متناقصة ثم متزايدة (العجلة الرأسية منتظمة $g = 10$)	حركة بسرعة منتظمة (العجلة الأفقية صفر $a = 0$)	نوع الحركة	
$t = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$ زمن أقصى ارتفاع	$t' = 2t$ (التحليق) زمن الوصول للمدى	معادلة الزمن	
$h_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$ أقصى ارتفاع	$R = \frac{V_0^2 \sin (2\theta)}{g}$ المدى الأفقي	معادلة المدى وأقصى ارتفاع	
$y = (\tan \theta)X - (\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \theta})X^2$		معادلة المسار	
المركبة الرأسية للسرعة والزمن للقذيفة 	المركبة الأفقية للسرعة والزمن للقذيفة 	شكل منحني (v - t)	

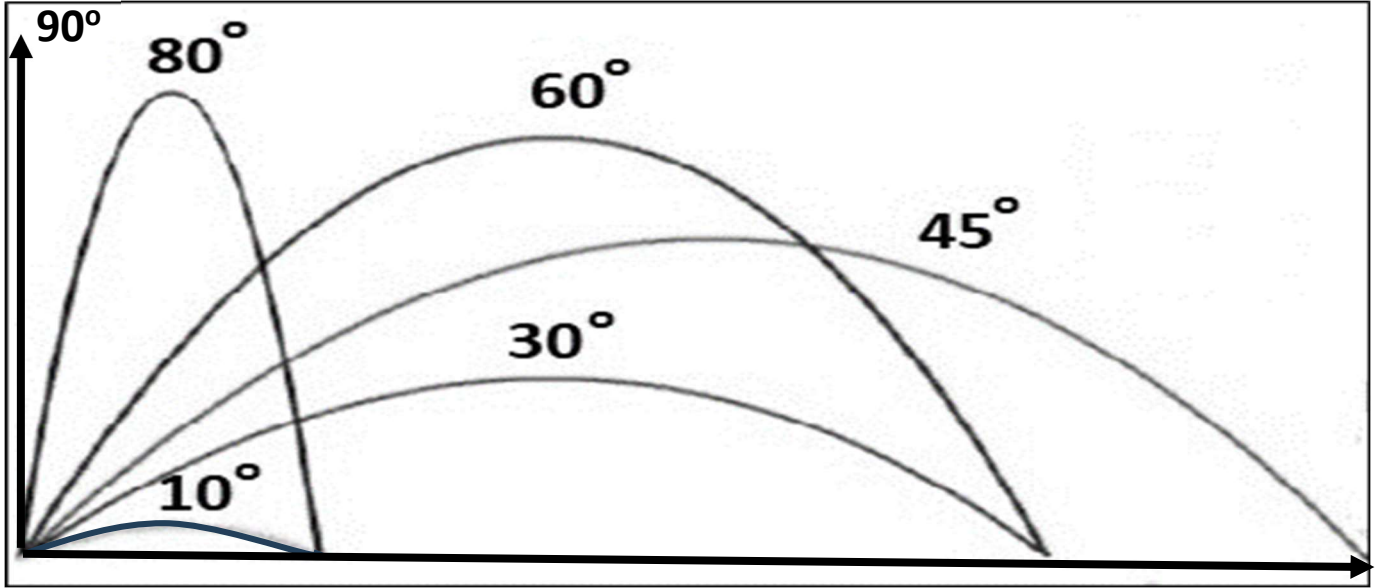
المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول على المحور الأفقي

المدى الأفقي

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

معادلة المسار

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 ($2m$) أطلقت كل منهما بزاوية (θ)

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

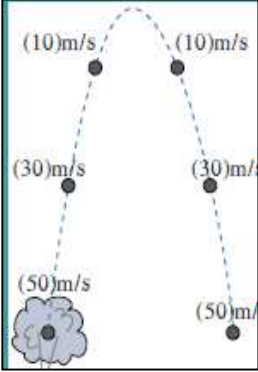
** زمن الوصول للمدى يساوي زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع .

تابع حركة قذيفة أطلقت بزاوية

ماذا يحدث :

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

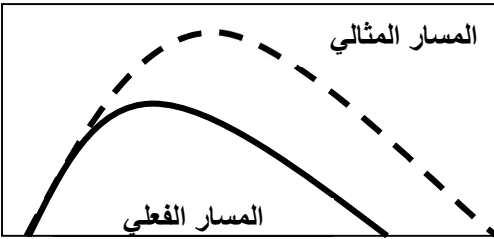
1- إذا قذف جسمان بالسرعة نفسها أحدهما بزاوية (60°) والآخر بزاوية (30°) . (مجموعهما 90°)



2- لعجلة القذيفة أثناء صعودها وأثناء هبوطها .

3- لسرعة اصطدام القذيفة بالأرض .

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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 .

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 :

.....

ص) اوجد موقع الجسم (الإحداثيات) بعد ثانية :

.....

.....

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 إحدى مسابقات المبارزة بسرعة ابتدائية مقدارها (40 m/s) ليصل إلى هدفه

الموجود على مسافة (60 m) بإهمال مقاومة الهواء . المطلوب :

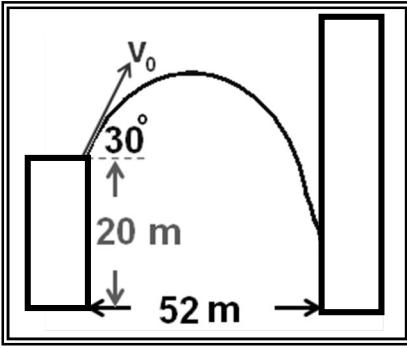
أ) حدد قيمة الزاوية بالنسبة للمحور الأفقي حتي يتمكن الشخص من إصابة الهدف :

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

ج) هل يصل السهم الذي يطلقه الشخص إلى الهدف ؟ ولماذا ؟

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

اوجد ارتفاع النقطة التي تصطم عندها الكرة بالجدار .



مثال 4 : يطلق صنوبر ملقى على الأرض تياراً مائياً نحو الأعلى بزاوية (60°) مع المستوى الأفقي ، فإذا كانت

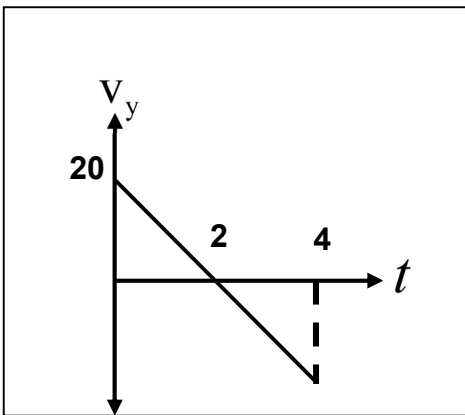
سرعة الماء عند مغادرته للصنوبر (20 m/s) على أي ارتفاع يصدم الماء جداراً يقع على مسافة (5 m) .

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 :



الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثاني : الحركة الدائرية

الدرس (2- 1) : وصف الحركة الدائرية

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

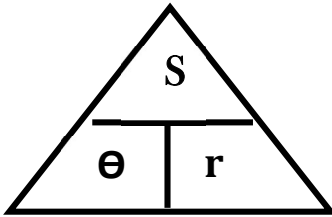
الحركة الدائرية المنتظمة : حركة جسم يقطع أقواسا متساوية خلال أزمنة متساوية (سرعة منتظمة)

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

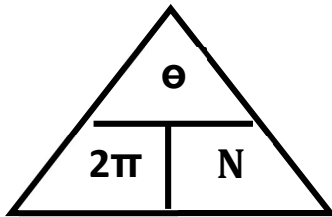
** هل دوران الطفل الجالس على الخيل في لعبة دَوّارة الخيل هو دوران محوري أم مداري ؟ علّل

الإزاحة الزاوية



$$\theta = \frac{S}{r}$$

** لحساب الإزاحة الزاوية (θ) بدلالة طول القوس (S) :

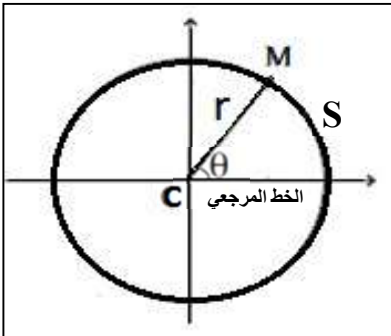


$$\theta = 2\pi \cdot N$$

** لحساب الإزاحة الزاوية (θ) بدلالة عدد الدورات (N) :

$$L = 2\pi \cdot r$$

** لحساب محيط الدائرة (L) بدلالة نصف القطر (r) :



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

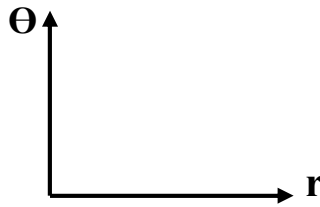
(s) تمثل (r) تمثل (N) تمثل

** تقاس الإزاحة الزاوية (θ) بوحدة

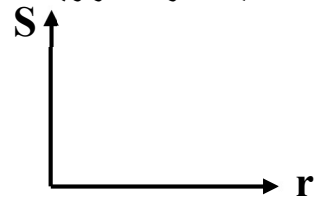
الإزاحة الزاوية وطول القوس
عند ثبات نصف القطر

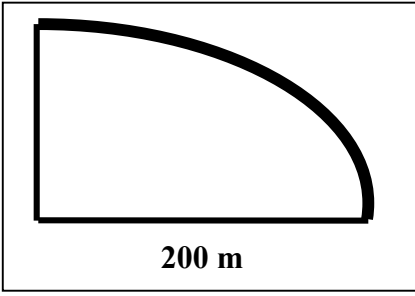


الإزاحة الزاوية ونصف القطر



طول القوس ونصف القطر
عند ثبات الإزاحة الزاوية





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

عدد الدورات في وحدة الزمن

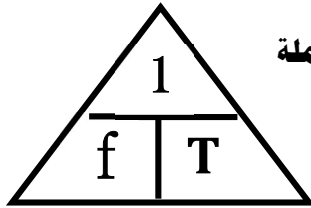
التردد

الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل دورة كاملة

الزمن الدوري

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

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



1- (N) هي و (t) هي

2- العلاقة بين التردد والزمن الدوري علاقة

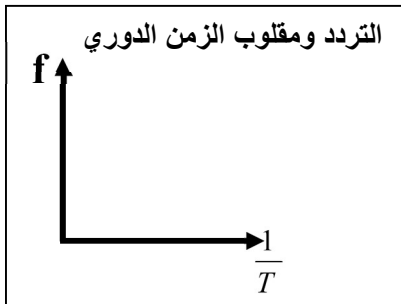
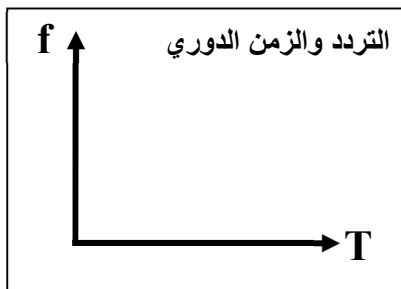
3- حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوي

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		

$$V = \omega \cdot r$$

العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية

السرعة الخطية وطول القوس V ↑ S →	السرعة الخطية ونصف القطر V ↑ r →	السرعة الخطية والتردد V ↑ f →	السرعة الخطية والزمن الدوري V ↑ T →
السرعة الزاوية والازاحة الزاوية ω ↑ θ →	السرعة الزاوية ونصف القطر ω ↑ r →	السرعة الزاوية والتردد ω ↑ f →	السرعة الزاوية والزمن الدوري ω ↑ T →
السرعة الخطية والسرعة الزاوية V ↑ ω →			

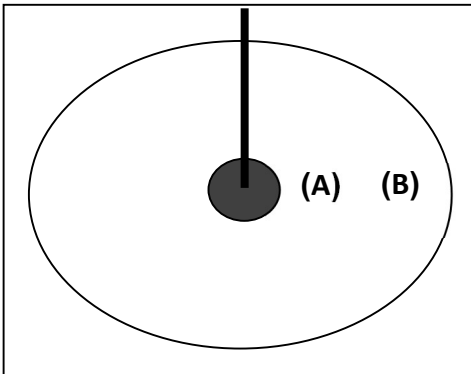
ماذا يحدث :

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 وحافته . ماذا سيحدث لسرعة النقطة الخطية :
أ) إذا تضاعفت السرعة الزاوية ؟

ب) إذا وجدت النقطة عند حافة القرص المدمج ؟

ج) إذا تضاعفت السرعة الزاوية ووجدت النقطة عند حافة 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

** يتحرك قطار على قضيبين . أي قضيب يكون أكبر عند مسار منحني ، القضيب الداخلي أم الخارجي ؟ اشرح.

علل لما يأتي :

1- تسمى السرعة الخطية بالسرعة المماسية .

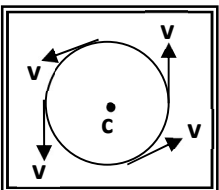
2- في أي نظام دائري تكون لجميع الأجزاء السرعة الدائرية نفسها على الرغم من تغير السرعة المماسية .

3- كلما زادت سرعة دوران لعبة الساقية الدوارة في المدينة الترفيهية زادت السرعة المماسية .

4- يكون لكل أجزاء دوران المنضدة الدوارة معدل الدوران نفسه .

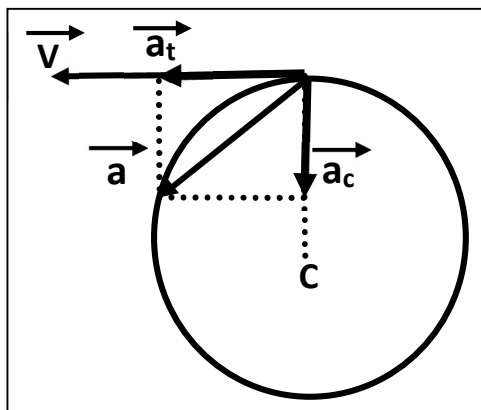
5- تنعدم السرعة الخطية لجسم يدور عند مركز الدائرة ولا تنعدم السرعة الزاوية .

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



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.

2- العجلة الخطية (العجلة المماسية) في الحركة الدائرية المنتظمة تساوي صفراً.

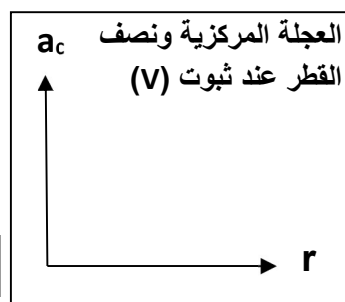
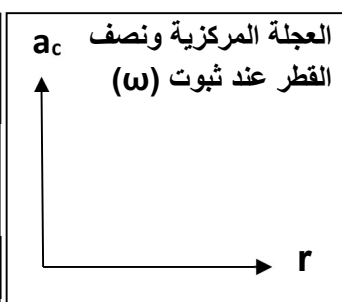
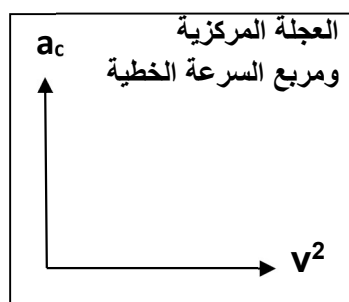
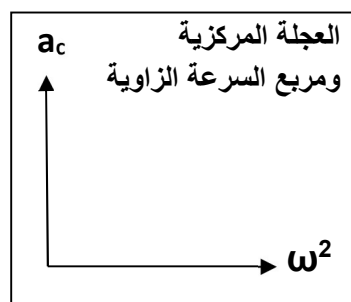
3- الحركة الدائرية معجلة (بعجلة مركزية) بالرغم من ثبوت السرعة الخطية.

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

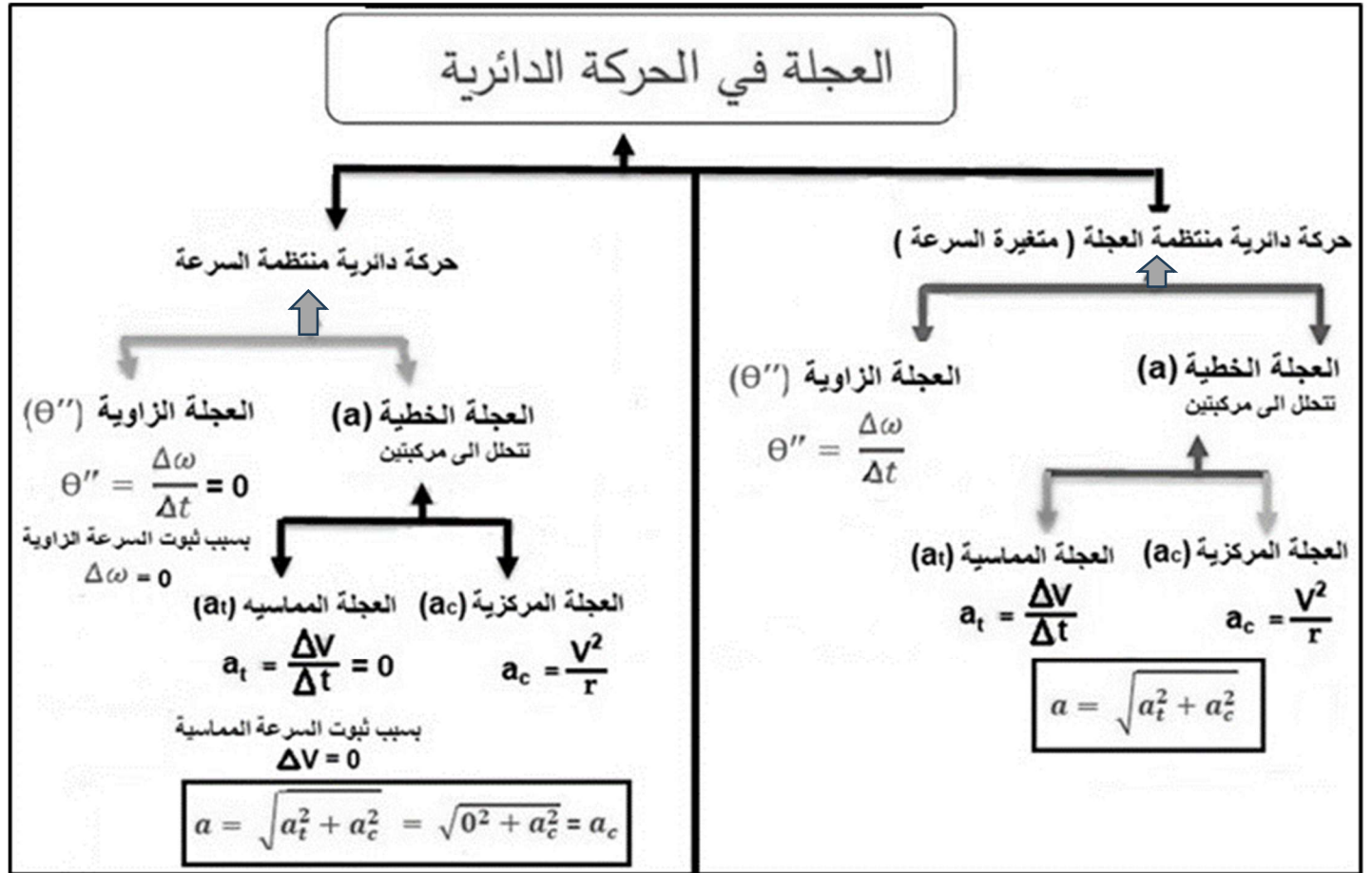
العجلة في الحركة الدائرية المنتظمة

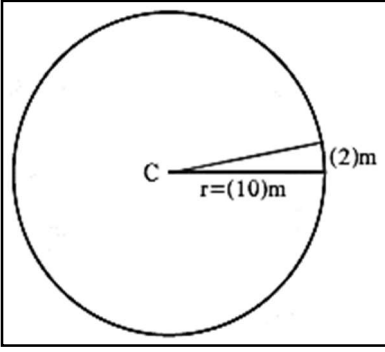
** العجلة في الحركة الدائرية المنتظمة لا تساوي ولكن تساوي مقدار

** العوامل التي تتوقف عليها مقدار العجلة المركزية :



تابع العجلة في الحركة الدائرية





مثال 1 : جسم يتحرك بسرعة منتظمة على مسار دائري قطره (2 m)

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

أ (الإزاحة الزاوية للجسم بالراديان وبالدرجات :

.....

.....

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 الخطية :

.....

د) الإزاحة الزاوية :

.....

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

.....

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

.....

.....

.....

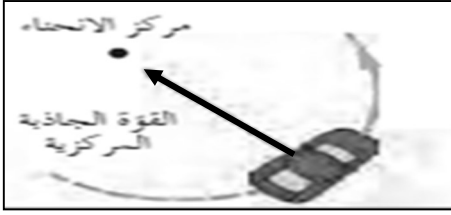
الدرس (2-2) : القوة الجاذبة المركزية

القوة التي تسبب الحركة الدائرية ويكون اتجاهها دائماً نحو مركز الدائرة

القوة الجاذبة المركزية

أو محصلة عدة قوى مؤثرة على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة

** من أمثلة القوة الجاذبة المركزية :



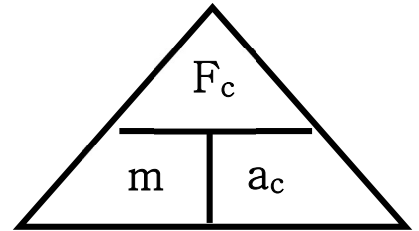
** من الشكل المقابل بما تفسر :

1- دوران السيارة في المنحنى في الشكل الأول .

2- انزلاق السيارة بعيداً عن المنحنى في الشكل الثاني .



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



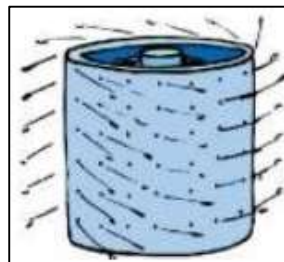
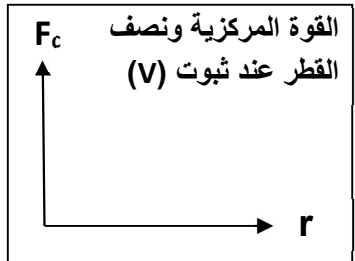
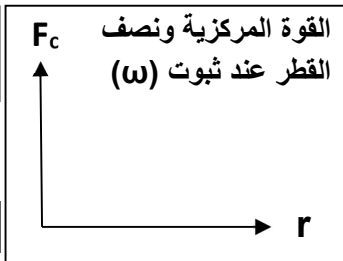
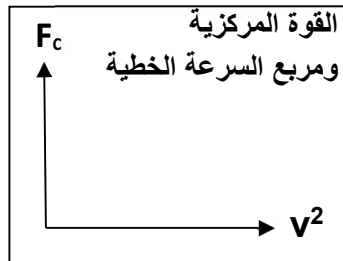
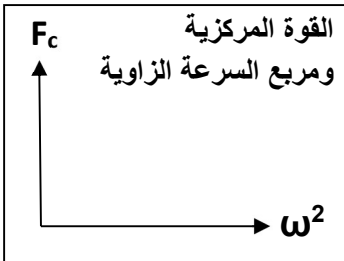
1- العوامل التي تتوقف عليها القوة المركزية :

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 .

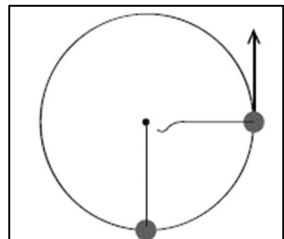
5- إذا كان اتجاه القوة المؤثرة على الجسم المتحرك عمودية على اتجاه مساره فإن هذا المسار يكون



علل لما يأتي :

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

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



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

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 :

.....

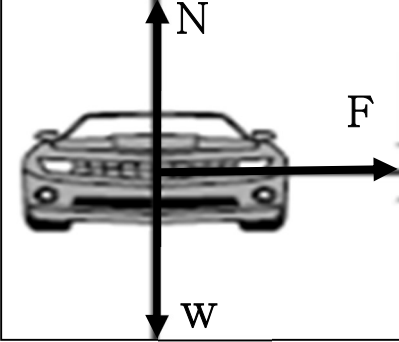
تطبيقات على القوة الجاذبة المركزية

1- المنعطفات الأفقية

علل لما يأتي :

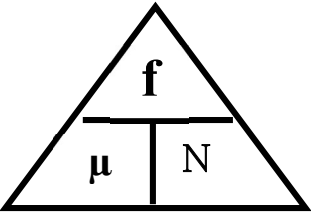
1- يجب وجود قوة احتكاك بين عجلات السيارة والطريق الدائري .

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



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

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



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

نسبة قوة الاحتكاك على قوة رد الفعل

معامل الاحتكاك

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 ($\mu = 0.5$) :

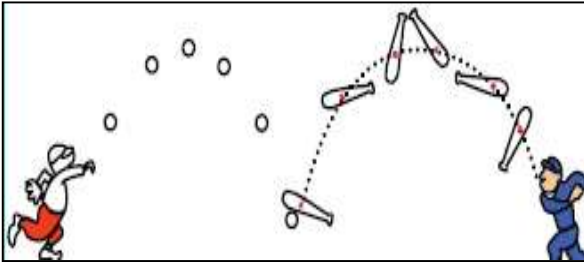
د- هل يحدث انزلاق للسيارة أم لا إذا كان معامل الاحتكاك ($\mu = 0.25$) :

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثالث : مركز الثقل

الدرس (3 - 1) : مركز الثقل

- ** عند إلقاء الكرة تتبع مسار ومضرب الكرة يتأرجح حول نقطة ترسم
- ** حركة مضرب الكرة هي محصلة حركتين هما بينما حركة الكرة هي



قوة جذب الأرض للجسم

وزن الجسم

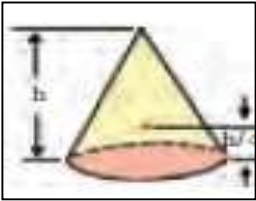
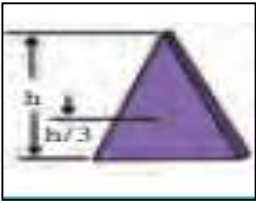
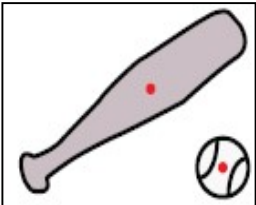
الموضع المتوسط لثقل الجسم الصلب المتجانس

مركز الثقل

أو هو نقطة تأثير ثقل الجسم

ماذا يحدث :

- 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 .
- 2- لا يقع مركز ثقل مضرب كرة القاعدة على نقطة الوسط للمضرب .
- 3- عند إلقاء الكرة تتبع مسار قطع مكافئ وعند إلقاء مضرب الكرة يتأرجح حول نقطة ترسم قطعاً مكافئاً .
- 4- يعتبر مركز ثقل الجسم نقطة توازن له .

الدرس (3 - 2) : مركز الكتلة

مركز الكتلة (مركز العطالة) الموضع المتوسط لكل 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 .
- 2- لا يتطابق مركز الثقل ومركز الكتلة عندما يكون الجسم كبيراً .
- 3- مركز الثقل للمباني المرتفعة مثل مركز التجارة العالمي ارتفاعه (541 m) يقع أسفل مركز كتلته بـ (1 mm) .
- 4- لا ينطبق مركز الثقل مع مركز الكتلة في بعض الحالات .

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**

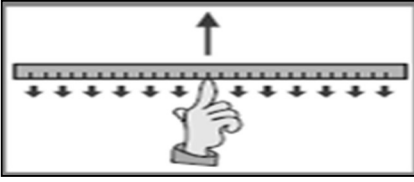
- 1- ماذا يحدث : إذا كانت الكواكب مبعثرة حول الشمس في جميع الجهات ؟

- 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 .

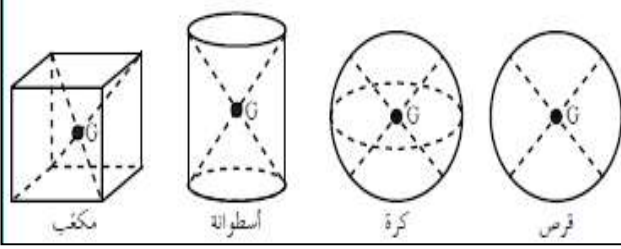
الدرس (3-3) : تحديد موضع مركز الكتلة

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 الفئجان والوعاء يقع في بينما مركز ثقل الكرسي يقع في

مركز ثقل الأجسام المجوفة

مجموعة نقاط تشكل محور التناظر

علل لما يأتي

1- يمكن وجود أكثر من مركز ثقل لجسم واحد .

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

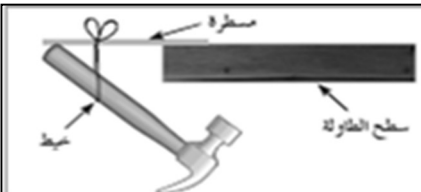


3- الشكل المقابل يمثل كتلتين نقطيتين تقعان على محور السينات فإذا حلت

كل منهما محل إلى أخرى فإن مركز الكتلة للمجموعة يتغير موضعه .

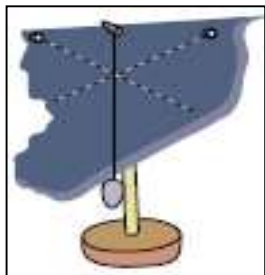


4- تكون بعض الأنواع من ألعاب الأطفال أكثر اتزاناً كما بالشكل المقابل .



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

** نشاط : كيف تحدد موقع مركز الثقل في جسم منتظم أو غير منتظم الشكل ؟

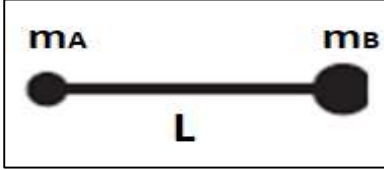


حساب موقع مركز كتلة عدة كتل نقطية موجودة في الفراغ

$$x_{c.m.} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$y_{c.m.} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

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



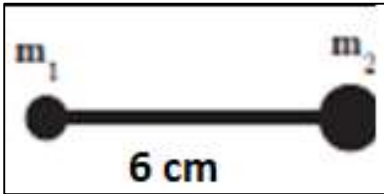
مثال 1 : الكتلتين (m_B ، m_A) يبعدان الواحدة عن الأخرى مسافة (L)
اوجد موقع مركز الكتلة بالنسبة إلى نقطة الإسناد على الكتلة (m_A) :

.....

.....

.....

مثال 2 : كتلتان نقطيتان على محور السينات قيمتهما ($m_1 = 4 \text{ kg}$) و ($m_2 = 8 \text{ kg}$) وتبعدان مسافة (6 cm) .



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

.....

.....

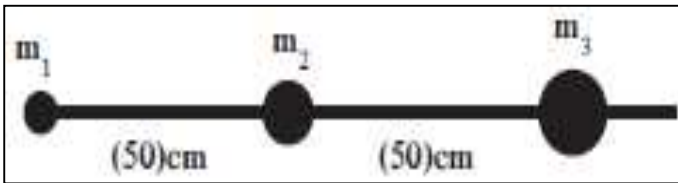
ب) احسب موقع مركز كتلة الجسمين بالنسبة إلى الجسم الثاني :

ج) قيم . هل النتيجة مقبولة :

.....

مثال 3 : احسب موقع مركز الكتلة لثلاث كتل نقطية

وضعت على خط مستقيم . حيث :



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

.....

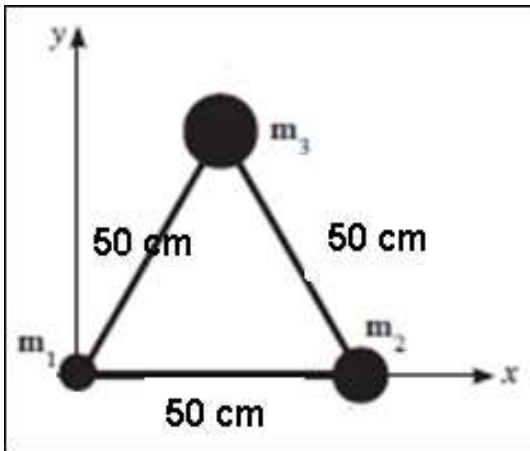
.....

.....

.....

مثال 4 : احسب موقع مركز الكتلة لثلاث كتل نقطية اذا وضعت الكتل على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع . حيث :

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



.....

.....

.....

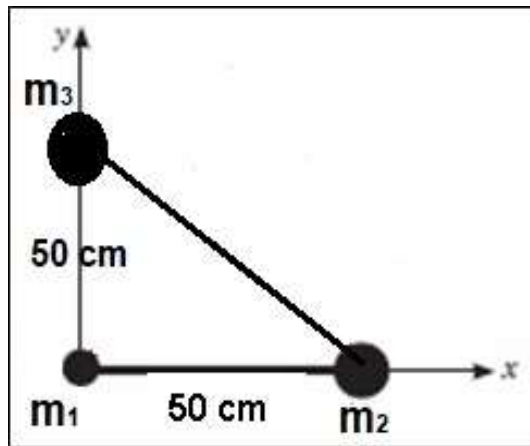
.....

.....

.....

مثال 5 : احسب موقع مركز الكتلة لثلاث كتل نقطية اذا وضعت الكتل على رؤوس مثلث قائم الزاوية . حيث :

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



.....

.....

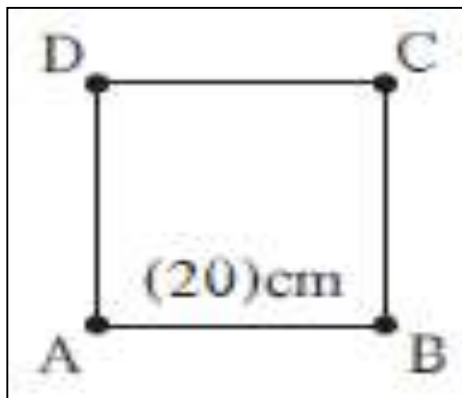
.....

.....

.....

.....

مثال 6 : نظام مؤلف من أربع كتل هي $(m_A = 1 \text{ kg})$ $(m_B = 2 \text{ kg})$ $(m_C = 3 \text{ kg})$ $(m_D = 4 \text{ kg})$ موزعة على أطراف مربع طول ضلعه (20 cm) ومهمل الكتلة . احسب موضع مركز الكتلة ؟



.....

.....

.....

.....

.....

.....

العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

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

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

معادلات الحركة للمقذوف الأفقي ($\theta = 0$)

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

معادلات الحركة للمقذوف بزاوية (θ)

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

قوانين مركز الكتلة

$X_{c.m.} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$ $Y_{c.m.} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$ $Z_{c.m.} = \frac{m_1 z_1 + m_2 z_2 + m_3 z_3}{m_1 + m_2 + m_3}$	حساب موقع مركز الكتلة
--	-----------------------

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

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

الرسوم البيانية في المنهج

