UULA
الفيزياء
الكورس الأول
11
2022 - 2021
UULA.COM

UULA

الـفـيـزيـاء

الـكـورس الأول

11

KuwaitTeacher.Com

2022 - 2021

UULA.COM

قائمة المحتوى

01 حركة المقذوفات

3 الكميات العددية و الكميات المتجهة

34 تحليل المتجهات

49 حركة القذيفة

02 الحركة الدائرية

76 وصف الحركة الدائرية

104 القوة الجاذبة المركزية

03 مركز الثقل و مركز الكتلة

122 مركز الثقل

143 انقلاب الأجسام

153 الاتزان - الثبات

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

الكميات العددية و الكميات المتجهة

تنقسم الكميات الفزيائية الي نوعان اساسيان وهما :

الكميات القياسية (العددية)

هي الكميات التي يكفي لتحديدها عدد يحدد مقدارها ووحدة فيزيائية تميز مقدارها.

- **مثال :** الطول – الزمن – الكتلة – درجة الحرارة – السرعة العددية .
- حيث لا تحتاج هذه الكميات الي اتجاه لوصفها بصورة دقيقة .
- يطبق علي هذه الكميات الجبر الحسابي (العددي)

الكميات المتجهة

هي كميات التي تحتاج في تحديدها الي الاتجاه الذي تأخذه بالإضافة الي العدد الذي يحدد مقدارها ووحدة القياس التي تميزها .

- **مثال :** الإزاحة – القوة – السرعة المتجهة – العجلة .
- و يطبق علي هذه الكميات جبر المتجهات .
(و هي طرق جديدة سندرسها بالتفصيل)

ملاحظات علي الكمية المتجهة :

- تتميز الكمية المتجهة بوضع علامة الاتجاه أعلي الرمز $\vec{A}$
- تمثل الكمية المتجهة علي صورة شعاع له رأس و ذيل
- التعبير الرياضي للمتجهة بواسطة (زاوية , مقدار) و تبدأ الزاوية من محور الاسناد الموجب .

أمثلة علي الكميات المتجهة :

الإزاحة $\vec{D}$

هي أقصر مسافة بين نقطتي بداية ونهاية الحركة , و هي كمية متجهة .

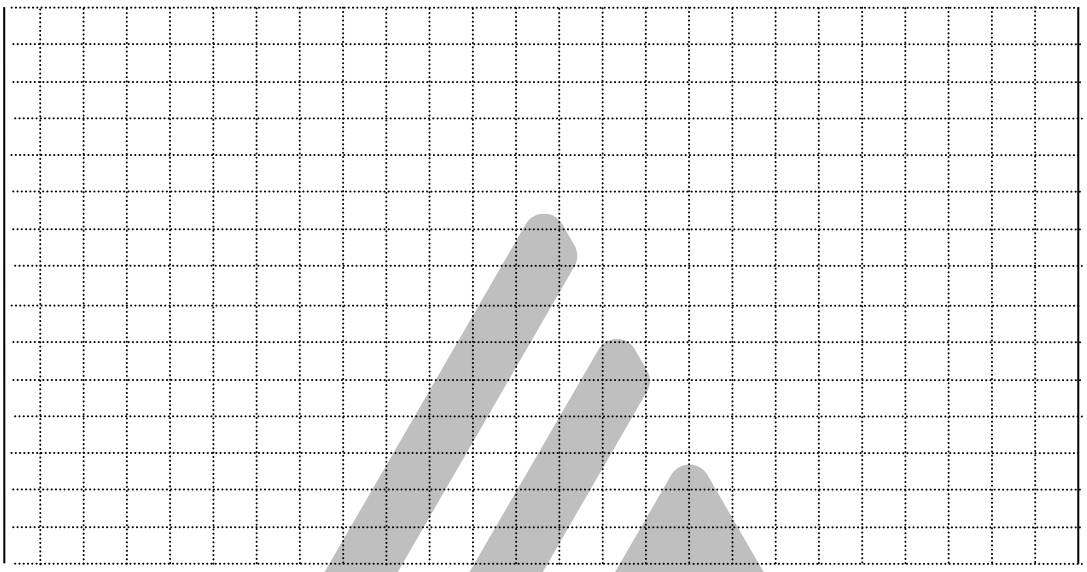
السرعة المتجهة $\vec{V}$

هي السرعة في اتجاه محدد و تختلف عن السرعة العددية في الاتجاه .

معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

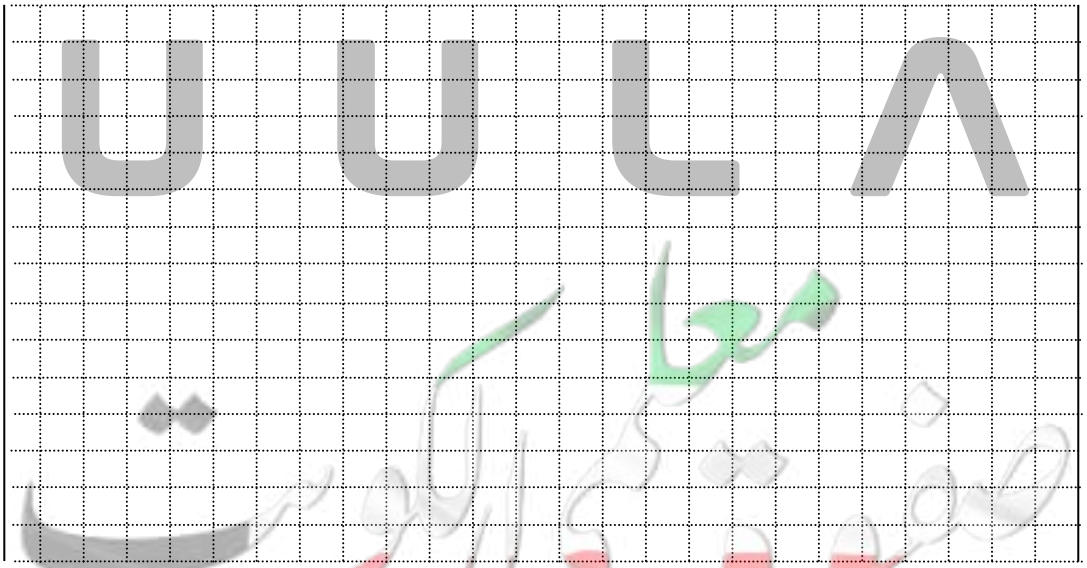
س عبر هندسيا عن المتجهة $\vec{A}$ اذا كان التعبير الرياضي للمتجهة

$\vec{A}$ = (3 Km , 30^0)



س عبر هندسيا عن المتجهة $\vec{A}$ اذا كان التعبير الرياضي للمتجهة

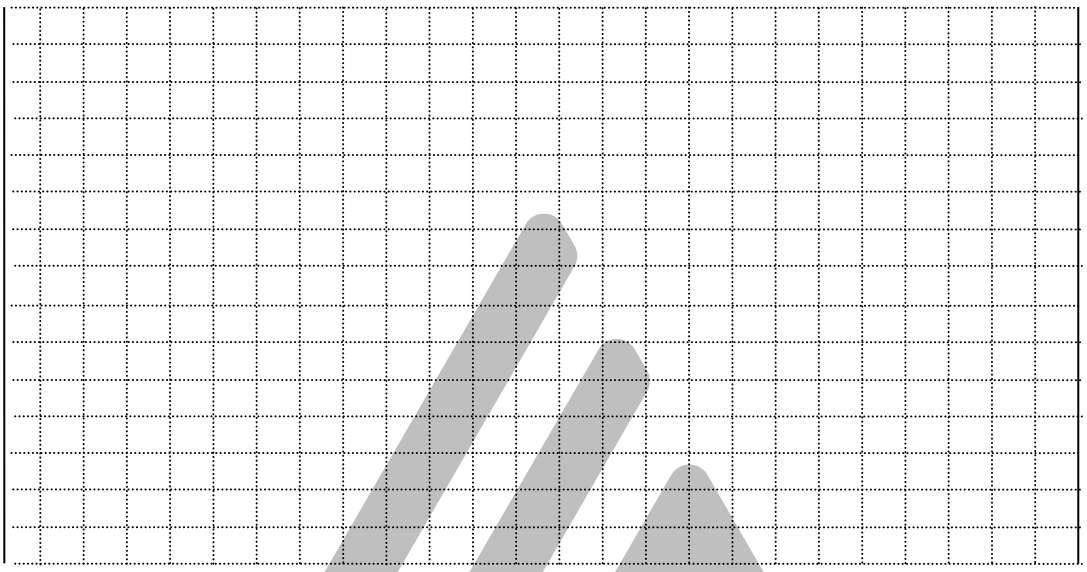
$\vec{A}$ = (10 Km , 120^0)



UULA
معا نحو التميز
KuwaitTeacher.Com

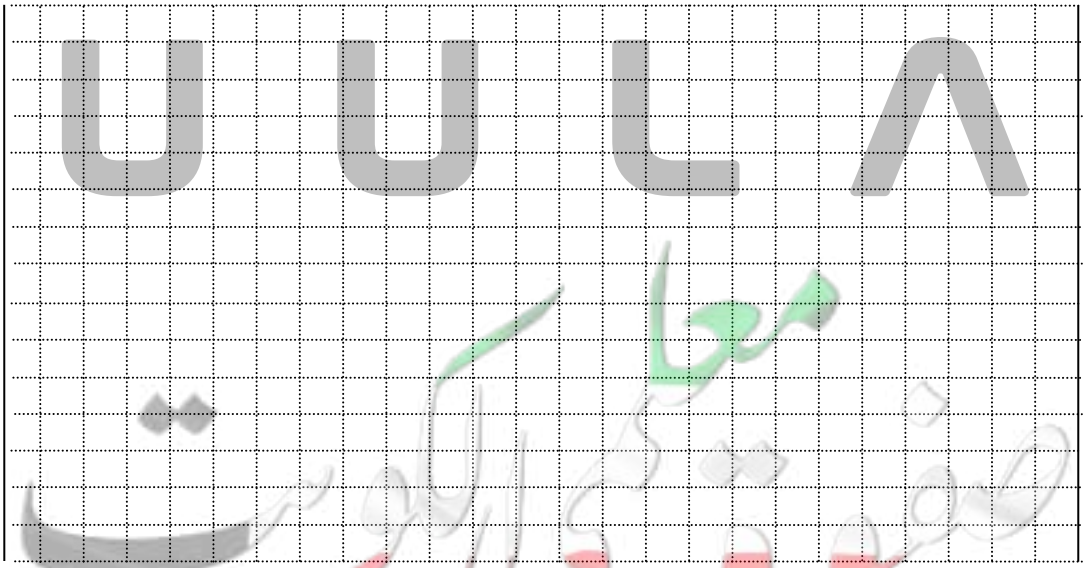
س مثل المتجه $\vec{A}$ بيانيا أذا كان التعبير الرياضي للمتجهة

$\vec{A}$ = (60 Km , 180^0)



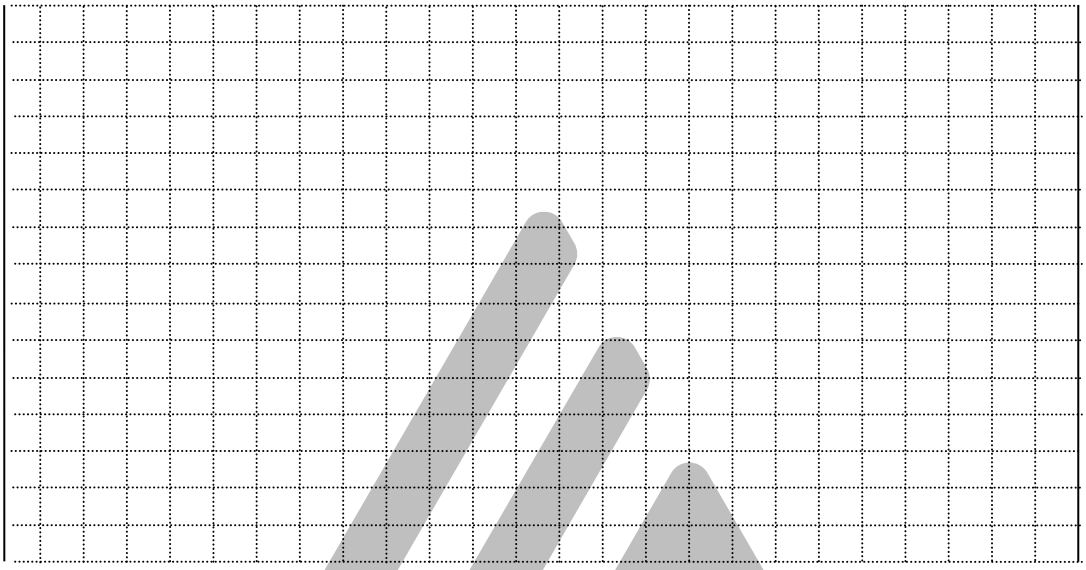
س عبر هندسيا عن المتجهة $\vec{A}$ اذا كان التعبير الرياضي للمتجهة

$\vec{A}$ = (300 N , 250^0)

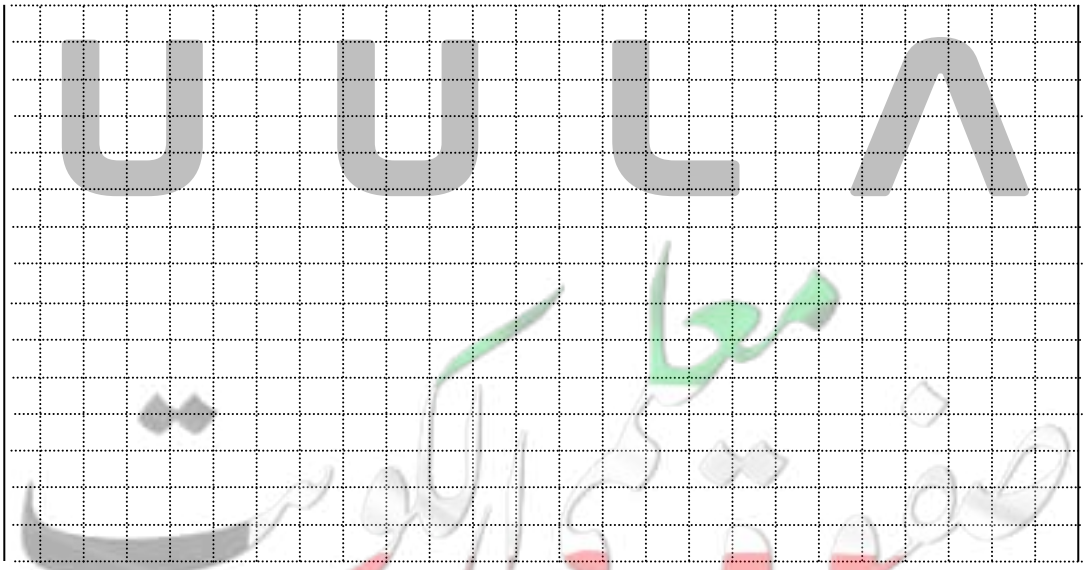


UULA
معا نحو التميز
KuwaitTeacher.Com

س عبر هندسيا عن المتجهة $\vec{A}$ الذي يساوي مقداره **5 N** و اتجاهه شرقا . ثم أكتب التعبير الرياضي للمتجه .

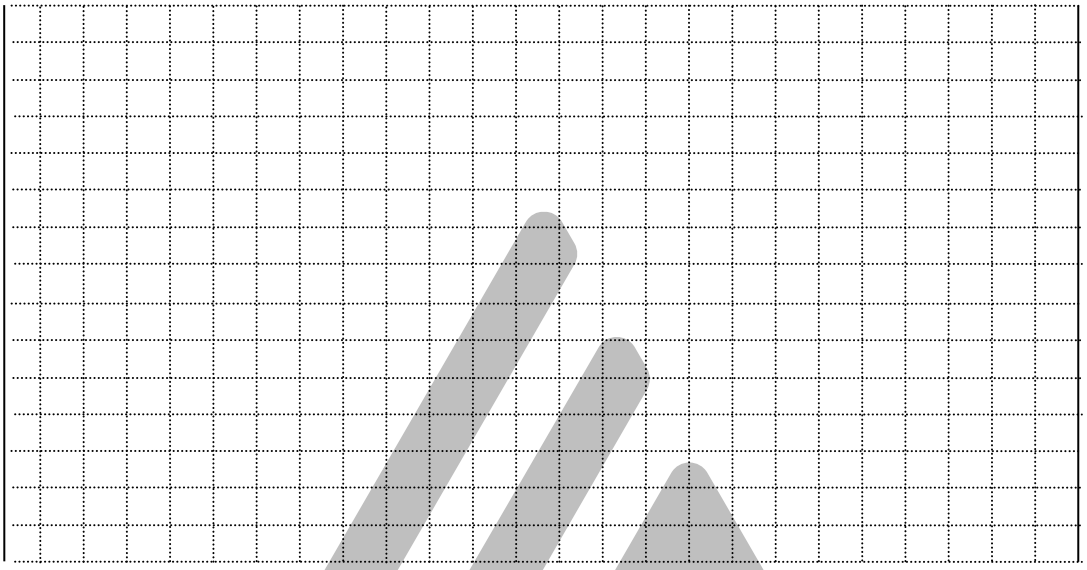


س عبر هندسيا عن المتجهة $\vec{A}$ الذي يساوي مقداره **5 N** و اتجاهه غربا . ثم أكتب التعبير الرياضي للمتجه .

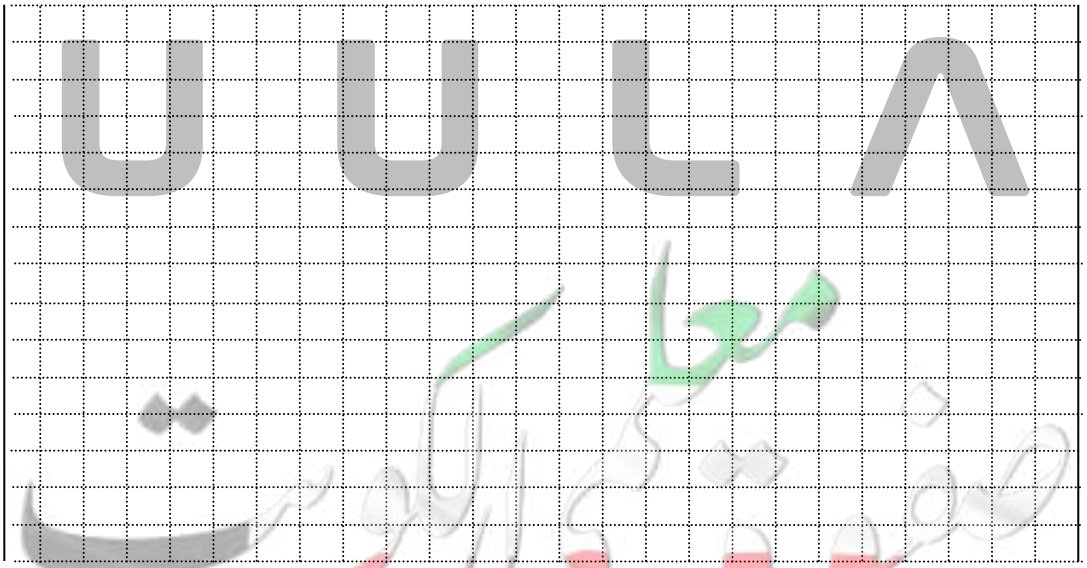


UULA
معا
KuwaitTeacher.Com

س ارسم المتجهة $\vec{A}$ الذي مقداره **60 Km/h** واتجاهه $\theta = 60^0$ شمال الشرق . و عبر رياضيا عن المتجهة .



س ارسم المتجهة $\vec{A}$ الذي مقداره **60 Km/h** و اتجاهه $\theta = 60^0$ شرق الشمال . وعبر رياضيا عن المتجهة .



UULA
معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

خصائص المتجهات :

1. التساوي

يتساوى المتجهان عندما يكون لهما نفس المقدار و الاتجاه .

اذا كان المتجهان متعاكسان في الاتجاه و متساويان في المقدار يكون

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

2. النقل

تقسم المتجهات الي نوعان اساسيان وهما

متجه حر (متجه منزلق)	متجه مقيد بنقطة التأثير
هو متجه يمكن نقلة من مكان الي اخر شرط الحفاظ علي مقداره و اتجاهه	هو متجه مقيد بنقطة التأثير ولا يمكن نقله من مكان الي أخر
مثال : السرعة – الإزاحة – العجلة	**مثال :** القوة

أمثلة علي الكميات المتجهة :

الإزاحة $\vec{D}$

هي أقصر مسافة بين نقطتي بداية ونهاية الحركة , و هي كمية متجهة .

السرعة المتجهة $\vec{V}$

هي السرعة في اتجاه محدد و تختلف عن السرعة العددية في الاتجاه .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

جمع المتجهات

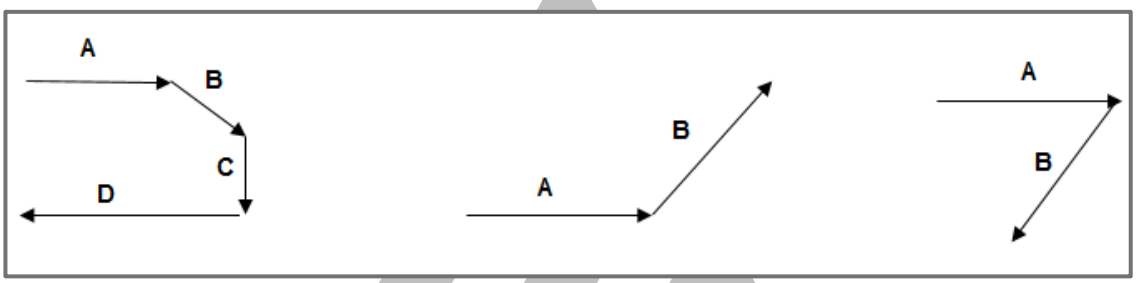
هي عملية تركيب متجهات , هي عملية يتم فيها الاستعاضة عن عدة متجهات بمتجه مفرد (يسمي **المحصلة R**)

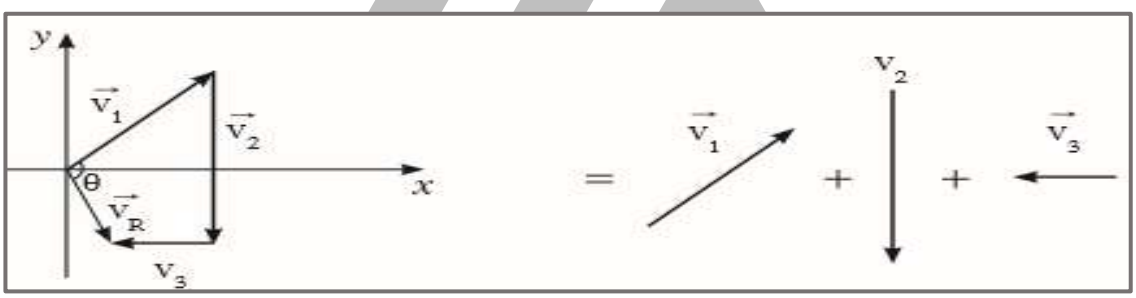
طرق جمع المتجهات :

1. **الطريقة الهندسية :عند اتصال المتجهان رأس بذيل :**

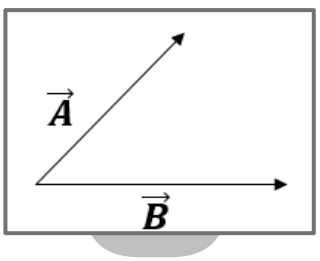
يكون المتجهة المحصلة هو المتجهة الواصل بين نقطتي بداية و نهاية المتجهات , من ذيل المتجهة الأول الي رأس المتجهة الأخير .

يمكن اعادة ترتيب المتجهات الحرة لجمعهم كما بالشكل التالي





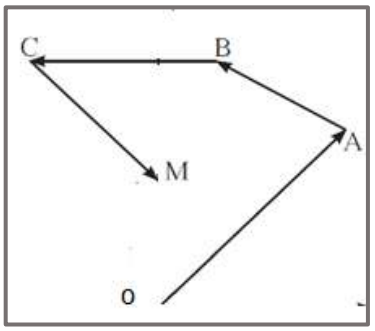
عند اتصال المتجهات ذيل بذيل :



نقوم بإكمال متوازي الأضلاع ثم نأخذ المحور لمتوازي الأضلاع ليصبح هو المحصلة

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س قام أحد المستكشفين برحلة منطلقا من النقطة **O** حتي وصل الي النقطة **M** و فقا لمقياس رسم محدد كل **1 cm** يمثل **1500 m** , باستخدام المسطرة أحسب مقدار و اتجاه الإزاحة المحصلة .

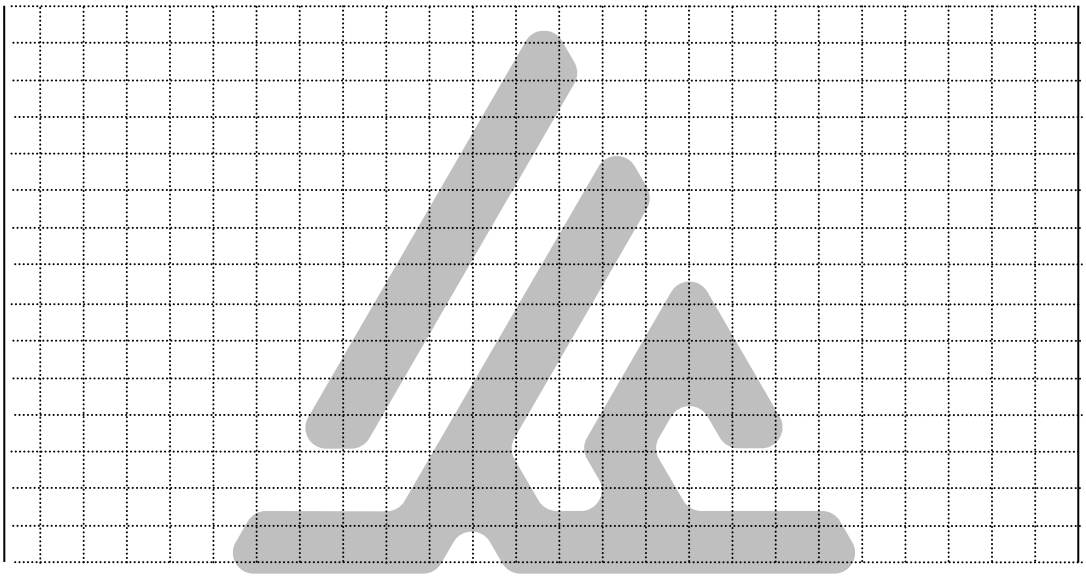


س تحرك قارب صيد ليقطع مسافة **10 Km** باتجاه **30^0** شرق الشمال , ثم الي **4 Km** الي الجنوب , أحسب باستخدام الرسم البياني و مقياس الرسم المناسب الازاحة المحصلة و اتجاها.

UULA
معا نحو الكويت
KuwaitTeacher.Com

س تحركت سيارة بسرعة $V_1 = 30\ m/s$ بزاوية مقدارها 37^0 شمال الشرق ثم غيرت اتجاهها و تحركت بسرعة $V_2 = 40\ m/s$ جنوبا :

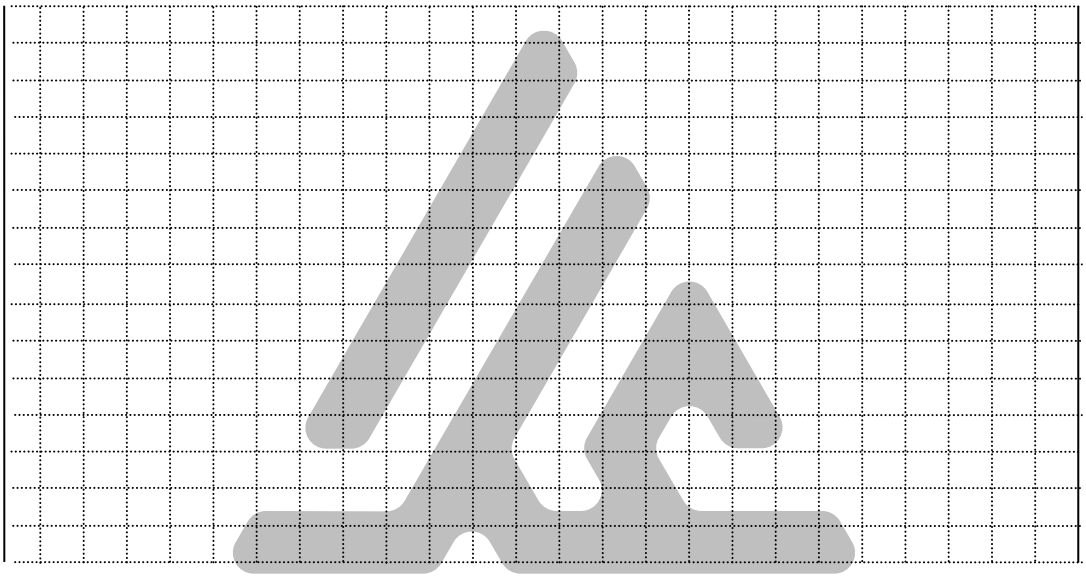
- مثل المتجهين بيانيا
- احسب المحصلة بيانيا



UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س سيارة مشدودة بحبلين قوة الشد في الحبل الأول $F_1 = 30\ N$ بزاوية مقدارها 37^0 شمال الشرق , وقوة الشد في الحبل الثاني $F_2 = 40\ N$ جنوبا :

- مثل المتجهين بيانيا
- احسب المحصلة بيانيا



UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

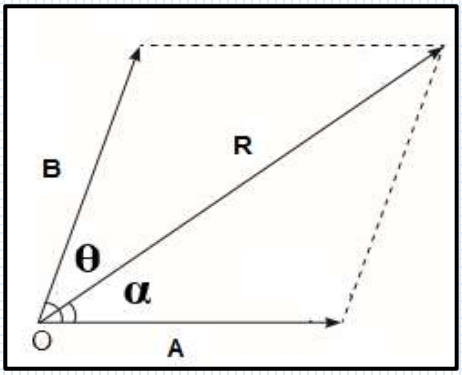
2. الطريقة الحسابية :

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

يمثل المتجهة $\vec{R}$ بمقدار و اتجاه

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

الاتجاه $\alpha = \sin^{-1}\dfrac{B\,\sin\theta}{R}$



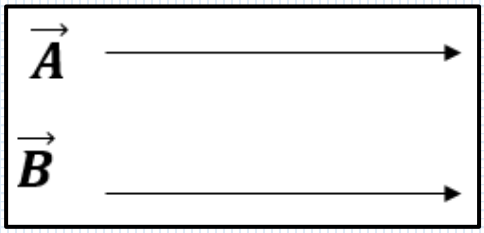
الاسم	متغير
الزاوية بين المتجهة A , B	θ
الزاوية بين المتجهة A و المحصلة R	α

س قوتان مقدارهما $F_2 = 10\ N$ و $F_1 = 15\ N$ علي التوالي , تحصران بينهما زاوية 60^0 تؤثران في جسم نقطي , أحسب مقدار محصلة القوتان و اتجاههما .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س قوتان مقدارهما $F_2 = 10\ N$ و $F_1 = 15\ N$ علي التوالي , تحصران بينهما زاوية 30^0 تؤثران في جسم نقطي , أحسب مقدار محصلة القوتان و اتجاههما .

حـالات خـاصـــة في جمع المتجهات :



اذا كان المتجهان في نفس الاتجاه .

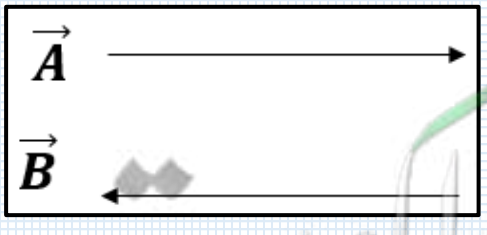
$\theta = zero$

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

والاتجاه نفس اتجاه المتجهين

س قوتان مقدارهما $F_2 = 10\ N$ و $F_1 = 15\ N$, تحصران بينهما زاوية 0^0 (في نفس الاتجاه) تؤثران في جسم نقطي , أحسب مقدار محصلة القوتان و اتجاههما .

حـالات خـاصـــة في جمع المتجهات :



اذا كان المتجهان متعاكسان .

$\theta = 180^0$

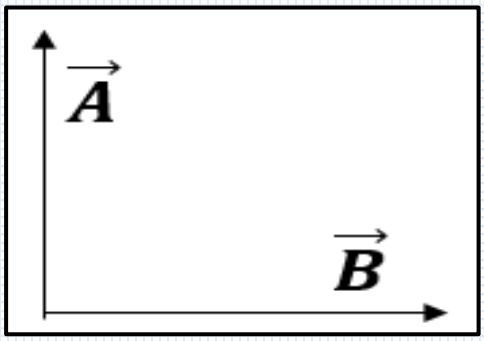
$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$

والاتجاه نفس اتجاه المتجه الأكبر .

KuwaitTeacher.Com

س قوتان مقدارهما $F_2 = 10\ N$ و $F_1 = 15\ N$, تحصران بينهما زاوية 180^0 (في عكس الاتجاه) تؤثران في جسم نقطي , أحسب مقدار محصلة القوتان و اتجاههما .

حـالات خـاصـــة في جمع المتجهات :



اذا كان المتجهان متعامدان .

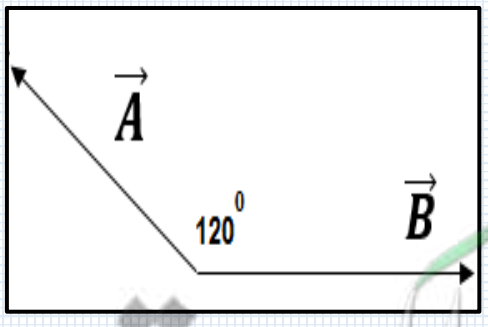
$$\theta = 90^0$$

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

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{B \sin\theta}{R}$$

س قوتان مقدارهما $F_2 = 10\ N$ و $F_1 = 15\ N$, تحصران بينهما زاوية 90^0 (متعامدان) تؤثران في جسم نقطي , أحسب مقدار محصلة القوتان و اتجاههما .

حـالات خـاصـــة في جمع المتجهات :



اذا كان

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

$$\theta = 120^0$$

يكون

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

$$\alpha = 60^0$$

KuwaitTeacher.Com

س قوتان مقدارهما $F_2 = 15\ N$ و $F_1 = 15\ N$, تحصران بينهما زاوية 120^0 تؤثران في جسم نقطي , أحسب مقدار محصلة القوتان و اتجاههما .

س أحسب **مقدار** محصلة المتجهين $\vec{A} = 6\ unit$, $\vec{B} = 8\ unit$ اذا كانت الزاوية بينهم تساوي $\theta = 0^0 , 60^0 , 90^0 , 180^0$

ملاحظات :

- أكبر قيمة لمحصلة متجهين عندما يكونان في نفس الأتجاه

$\theta = zero$

فتكون المحصلة مجموع المتجهين

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

- أقل قيمة لمحصلة متجهين عندما يكون المتجهين متعاكسان في الأتجاه

$\theta = 180^0$

فتكون المحصلة الفرق بين المتجهين

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

- تختلف قيمة المحصلة بأختلاف الزاوية بين المتجهين بحيث تقل قيمة المحصلة بزيادة الزاوية بين المتجهين.
- يمكن الحصول علي قيم متعددة لمحصلة أي متجهين رغم ثبات مقداريهما بسبب أختلاف الزاوية بين المتجهين .
- تنعدم محصلة متجهين أذا كان لهما نفس المقدار و متعاكسان في الأتجاة
- عملية جمع المتجهات عملية أبدالية , بحيث

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

Kuwaitteacher.Com

س من القيم التالية لايمكن أن يكون قيمة محصلة المتجهين :

$\vec{A}$ **= 3 unit ,** $\vec{B}$ **= 10 unit**

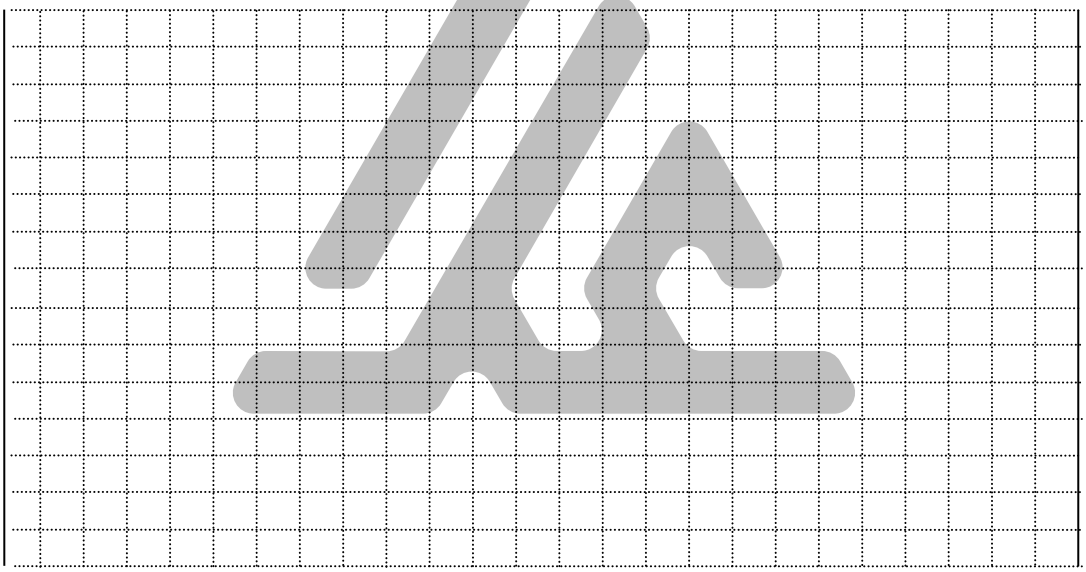
❑ 1 ❑ 2 ❑ 23 ❑ 5 ❑ 13 ❑ 10 ❑ 8 ❑ 7

ضرب المتجهات

أولا : ضرب كمية متجهة بكمية عددية :

س أرسم المتجهة $\vec{A}$ الذي مقداره **20 m** واتجاهه شمالا , ثم ارسم

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

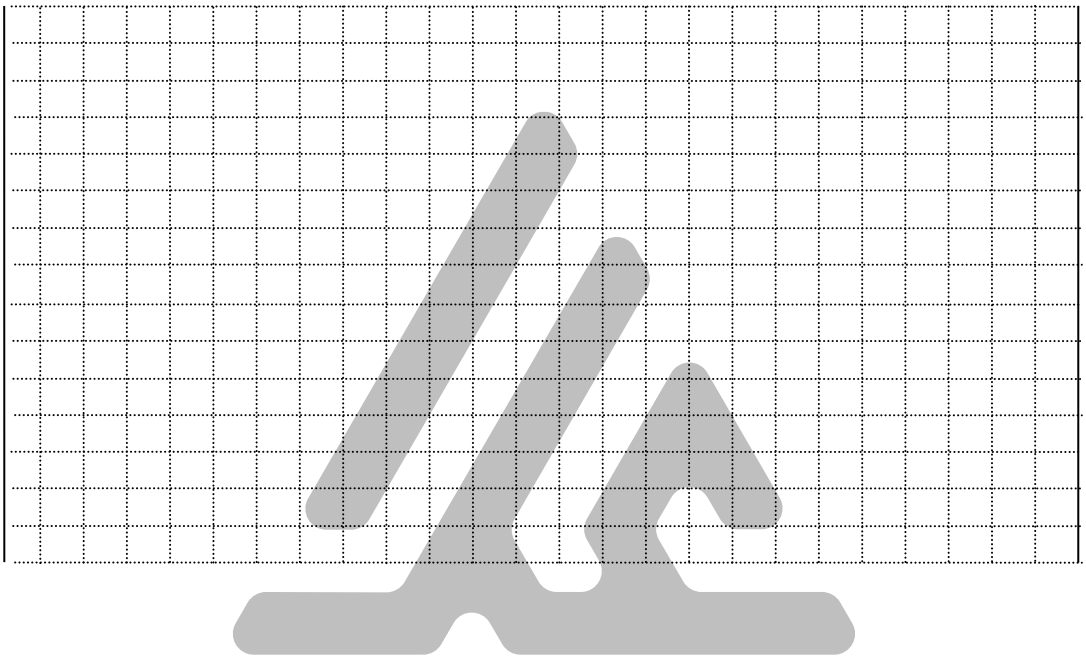


ملاحظات :

- ينتج عن ضرب كمية عددية (قياسية) في كمية متجهة كمية متجهة
- ضرب المتجه بكمية عددية (قياسية) موجبة , يتغير مقدار المتجه فقط ولا يتغير اتجاهه
- ضرب المتجه بكمية عددية (قياسية) سالبة , يغير مقدار المتجه و يعكس اتجاهه .

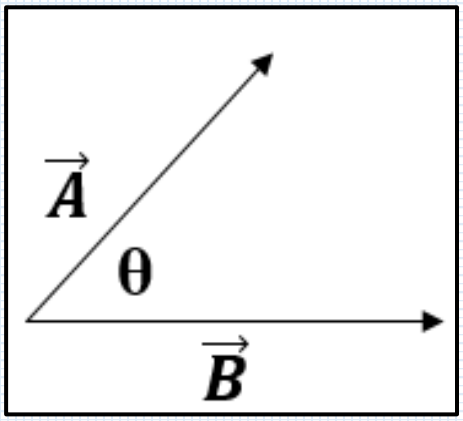
KuwaitTeacher.Com

س $\overrightarrow{V_1}$ سرعة متجهة مقدارها **5 m/s** باتجاه يصنع زاوية مقدارها 25^0 بدءا من محور السينات , مثل المتجه بيانيا مستخدما مقياس رسم **1 cm** لكل **2 m/s** , ثم عبر عن المتجه $\overrightarrow{V'} = -3\ \overrightarrow{V_1}$



UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

ثانيا : ضرب كمية متجهة بكمية متجهة :



1. الضرب العددي (القياسي) :

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

كمية عددية

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

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

ملاحظات :

- حاصل الضرب العددي يكون كمية عددية وليست متجهة
- مقدار ناتج (حاصل) الضرب العددي = $AB \cos \theta$
- أكبر قيمة لحاصل الضرب العددي لمتجهين عندما يكون المتجهان في نفس الأتجاه

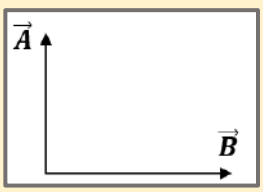
$$\theta = zero \ , \ \theta = 360^0$$

(المتجهين متوازيين)

$$\cos \theta = 1$$

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

- تنعدم قيمة حاصل الضرب العددي لمتجهين عندما يكون المتجهين متعامدين



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

$$\cos \theta = zero$$

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

- الضرب العددي (القياسي) عملية أبدالية

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

صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س المتجهان $F_1 = 5\ N\ ,\ F_2 = 4\ N$ يحصران بينهما زاوية مقدارها 120^0 أحسب حاصل الضرب العددي للمتجهين .

ملاحظات :

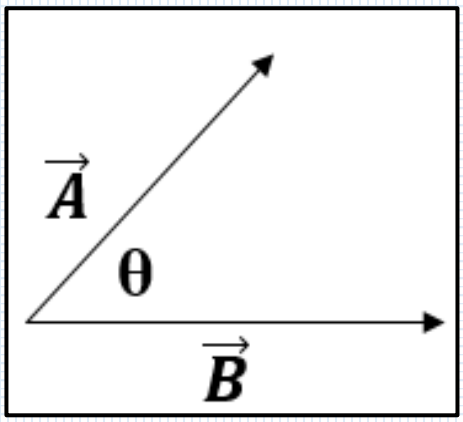
- من أمثلة الكميات الناتجة عن الضرب العددي (القياسي) لمتجهين هي الشغل , الشغل كمية عددية لانه ناتج عن الضرب العددي لمتجهي القوة و الأزاحة

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

س أستخدم الضرب القياسي لحساب الشغل الناتج عن قوة مقدارها **50 N** تصنع زاوية مقدارها 60^0 مع متجه الازاحة اذا كانت ازاحة الجسم **10 m** .

س اذا كان $\vec{A} = 10\ unit$, $\vec{B} = 20\ unit$ وكان حاصل الضرب القياسي لهم $100\ unit^2$ احسب قيمة الزاوية المحصورة بين المتجهين .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com



2. الضرب الاتجاهي : [التقاطعي]

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

كمية متجهة

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

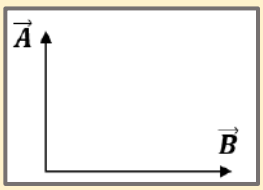
ملاحظات :

- حاصل الضرب الأتجاهي يكون كمية متجهة
- يحد اتجاه المتجه الناتج عن عملية الضرب بقاعدة اليد اليمني . R.H.R
- يكون المتجهة الناتج عن حاصل الضرب الأتجاهي في اتجاه عمودي علي مستوي المتجهين (داخل او خارج من الورقة)
- عملية الضرب الأتجاهي عملية ليست ابدالية .

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

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

- أكبر قيمة حاصل الضرب الأتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهين متعامدين



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

$$\sin \theta = 1$$

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

- تنعدم قيمة حاصل الضرب الأتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهان في نفس الأتجاه

$$\theta = zero , \theta = 360^0$$

(المتجهين متوازيين)

$$\sin \theta = zero$$

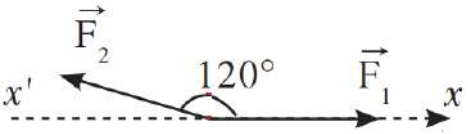
$$\vec{A} \times \vec{B} = zero$$

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

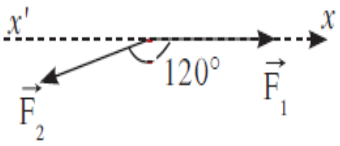
$$\sin 45 = \cos 45$$

معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

س المتجهان $F_1 = 5\ N\ ,\ F_2 = 4\ N$ يحصران بينهما زاوية مقدارها 120^0 كما بالشكل , أحسب حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين .



س المتجهان $F_1 = 5\ N\ ,\ F_2 = 4\ N$ يحصران بينهما زاوية مقدارها 120^0 كما بالشكل , أحسب حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين .

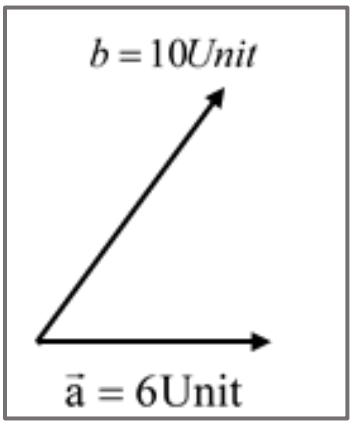


ملاحظات :

- مقدار ناتج (حاصل) الضرب الأتجاهي = $AB \sin \theta$ وهي تساوي مساحة متوازي الأضلاع الناتج عن المتجهين

س أحسب مساحة متوازي الأضلاع الناشئ عن المتجهين $D_1 = 4\ m$ و $D_2 = 6\ m$, علما انهما يحصران بينهم زاوية 150^0 .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com



س الشكل المقابل يمثل متجهان $(\vec{a}, \vec{b})$ يحصران بينهما زاوية (60^0) والمطلوب حساب

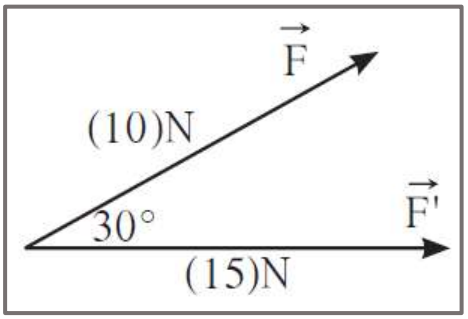
- $(\vec{a} + \vec{b})$ مقدارا" واتجاها" .

- $(\vec{a} \cdot \vec{b})$

- $(\vec{a} \times \vec{b})$ مقدارا , وبين كيف يمكن تحديد اتجاه المتجه الناتج (احسب مساحة متوازي الأضلاع الناشئ عن المتجهين)

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س في الشكل القوتان $\vec{F}$, $\vec{F'}$ يحصران بينهما زاوية 30^0 أحسب مستخدما الطريقة الحسابية لجبر المتجهات كلا من :



- $\vec{F} + \vec{F'}$

- $\vec{F} \cdot \vec{F'}$

- $\vec{F} \times \vec{F'}$

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات على درس الكميات المتجهة

اكتب المصطلحات العلمية الاتية :

س كميات يكفي لتحديدها معرفة عدد يحدد مقدارها و وحدة فيزيائية تميز هذا المقدار . ( )

س كميات تحتاج الي الاتجاه الذي تأخذه بالأضافة الي العدد الذي يحدد مقدارها ووحدة القياس التي تميزها. ( )

س المسافة الاقصر بين نقطة بداية الحركة و نقطة نهايتها و باتجاه من نقطة البداية الي نقطة النهاية ( )

س المتجهات التي يمكن نقلها من مكان الي اخر بدون ان تتغير قيمتها او اتجاها . ( )

س عملية يتم فيها الاستعاضة عن متجهين أو اكثر بمتجه واحد. ( )

ضع علامة صح او خطأ امام العبارات الاتية :

س الكميات العددية (القياسية) هي الكميات التي يلزم لتحديدها معرفة مقدارها و اتجاهها . ( )

س يلزم لتحديد الكمية المتجهة معرفة مقدارها ووحدة القياس فقط . ( )

س الإزاحة كمية متجهة . ( )

س يمكن نقل المتجه الحر من مكان لآخر بشرط المحافظة على مقداره و اتجاهه ( )

س عند إجراء عمليات جمع أو طرح المتجهات يستخدم الجبر الحسابي ( )

س يمكن نقل متجه القوة بينما لا يمكن نقل متجه الازاحة لإنه متجه مقيد ( )

س محصلة متجهين دائما أكبر من مجموعهما . ( )

س محصلة متجهين متساويين في المقدار تساوى صفراً عندما تكون الزاوية المحصورة بينهما **(180°).** ( )

س أصغر قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بينهما **(صفراً)** .( )

UULA
KuwaitTeacher.Com

س إذا كان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ متجهان , فان : $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$ ( )

س المتجهان المتساويان بالمقدار واللذان يحصران بينهما زاوية مقدارها (120^0) محصلتهما صفرا. ( )

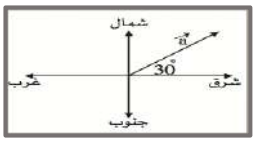
س يتساوى مقدار محصلة متجهين متساويين مع قيمة كل من هذين المتجهين إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين تساوي (120°) . ( )

س متجهان مقدارهما $\vec{B} = 6$ units $\vec{A} = 4$ units يمكن أن تكون محصلتهما 24 units. ( )

س مقدار القوة المحصلة لأي قوتين لا تتغير بتغير الزاوية بينهم. ( )

س يتساوى المجموع العددي والمجموع الاتجاهي لأي متجهين عندما يكونا في اتجاه واحد. ( )

س المتجه $\vec{A}$ الموضح بالشكل يميل بزاوية 30^0 شمال الشرق . ( )



أكمل العبارات الاتية بما يناسبها علميا :

س أكبر قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بينهما تساوي _____

س تتميز الكميات العددية بأنها تتحدد بـ _____ ووحدة القياس فقط , بينما تتحدد الكميات المتجهة بـ _____ و _____ و وحدة القياس .

س من الخواص الهندسية المهمة لبعض المتجهات خاصية _____

س أقل قيمة لمحصلة متجهان عندما تكون الزاوية بينهما _____

س كلما زادت الزاوية بين المتجهين فأن مقدار محصلتهما _____

س إذا انعدمت محصلة متجهين , فإنهما يكونان _____ في المقدار و _____ في الاتجاه.

س اذا كان المتجهان $(\vec{X})$, $(\vec{Y})$ متساويان بالمقدار ومتعاكسان بالاتجاه , فإن المتجه $\vec{X}$ (= __) و ($\vec{X} + \vec{Y}$ = _____).

UULA
معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

س يصبح مقدار محصلة القوتين $(\overrightarrow{F_1} = 5\ N, \overrightarrow{F_2} = 3\ N)$ مساوياً **(8) N** عندما تساوي الزاوية المحصورة بينهما _____

س يصبح مقدار محصلة القوتين $(\overrightarrow{F_1} = 5\ N, \overrightarrow{F_2} = 3\ N)$ مساوياً **(2) N** عندما تساوي الزاوية المحصورة بينهما _____

س عند إيجاد محصلة متجهات متصلة رأسا بذيل يحدد اتجاه المحصلة بالزاوية بين _____ و _____

س حاصل الضرب القياسي لمتجهين ينعدم عندما تكون الزاوية بينهما ___ ويصبح أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما _____

س حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين يكون أصغر ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهما _____ ويصبح أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما ___

س الشغل **(W)** كمية _____ لأنه حاصل الضرب _____ لمتجها القوة × متجه الإزاحة .

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

س حاصل جمع متجهين .

س حاصل الضرب العددي لمتجهين .

س مقدار حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين .

علل لما يأتي :

س يمكن نقل متجه الإزاحة ولكن لا يمكن نقل متجه القوة.

س يمكن الحصول على قيم متعددة لمحصلة أي متجهين رغم ثبات مقداريهما .

UULA
معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

س تكون محصلة قوتين أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهم تساوي صفر.

س الشغل كمية عددية وليست متجهة .

س الضرب الاتجاهي لمتجهين عملية ليست إبداليه .

قارن بين كلا مما يلي :

وجه المقارنة	الكميات القياسية	الكميات المتجهة
التعريف		
مثال		

وجه المقارنة	الضرب العددي	الضرب الاتجاهي
نوع الكمية الناتجة		
القانون		
الخاصية الإبداليه		

وجه المقارنة	متجه حر	متجه مقيد
مثال		

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س تكون محصلة متجهين أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية المحصورة بينهما (بالدرجات) تساوي

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س تكون محصلة متجهين أصغر ما يمكن عندما تكون الزاوية المحصورة بينهما (بالدرجات) تساوي

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س حاصل الضرب العددي لمتجهين يكون أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية بين المتجهين تساوي

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين يكون أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية بين المتجهين تساوي

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س محصلة متجهين متساويين مقداراً تساوي مقدار أي منهما إذا كانت الزاوية المحصورة بينهما (بالدرجات) تساوي

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س إذا كان حاصل الضرب القياسي لمتجهين متساويين يساوي مربع أي منهما , فإن الزاوية المحصورة بينهما تساوي بالدرجات

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س إذا كان حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين متساويين يساوي مربع أي منهما , فإن الزاوية المحصورة بينهما تساوي بالدرجات

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 120

س إذا كان مقدار حاصل الضرب القياسي لمتجهين يساوي مقدار حاصل الضرب الاتجاهي لنفس المتجهين , فإن الزاوية المحصورة بينهما تساوي بالدرجات

○ صفر ○ 90 ○ 180 ○ 45

س إذا كان المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ لهما نفس المقدار ونفس الاتجاه فإنهما يكونا

○ $\vec{A} = \vec{B}$ ○ $\vec{A} \neq \vec{B}$ ○ $\vec{A} = -\vec{B}$ ○ $-\vec{A} = \vec{B}$

KuwaitTeacher.Com

س واحدة فقط من الكميات الفيزيائية التالية تُصنف ككمية قياسية وهي

○ الإزاحة ○ المسافة ○ القوة ○ العجلة

س واحدة فقط من الكميات الفيزيائية التالية تُصنف كمتجه حر و هي

○ الإزاحة ○ المسافة ○ القوة ○ الزمن

س واحدة فقط من الكميات الفيزيائية التالية تُصنف كمتجه مقيد و هي

○ الإزاحة ○ المسافة ○ القوة ○ الزمن

س متجهان متماثلان مقدار كل منهما **(10) Unite** فاذا كان حاصل ضربهما الاتجاهي **(50) Unite²** فان الزاوية بينهما بالدرجات تساوي

○ صفر ○ 30 ○ 45 ○ 60

س دفع لاعب الكرة باتجاه المرمي في إحدى مباريات كرة القدم بسرعة **(80) km/h** و لكن الكرة وصلت لحارس المرمي بسرعة **(90) km/h** , ومن ذلك نستنتج أن

○ الكرة تتحرك في عكس اتجاه الريح بسرعة (10) km/h
○ الكرة تتحرك في اتجاه الريح بسرعة (10) km/h
○ الكرة تتحرك عمودية علي اتجاه الريح بسرعة (10) km/h
○ الكرة تتحرك في عكس اتجاه الريح بسرعة (70) km/h

س متجهان متساوين في المقدار و متعاكسان في الاتجاه , يكون محصلتهما تساوي

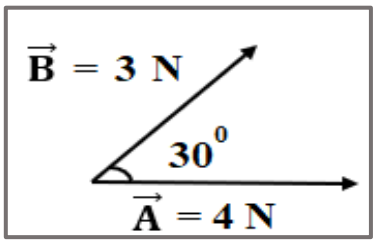
○ أكبر ما يمكن
○ صفر
○ مقدار أحدي المتجهان
○ نصف مقدار أحدى المتجهان

س اذا كان المتجهان في نفس الاتجاه يكون جميع العبارات التالية صحيحة ماعدا

○ محصلتهما تساوي مجموعهم
○ حاصل ضربهم العددي يساوي أكبر ما يمكن
○ ينعدم حاصل ضربهم الاتجاهي
○ ينعدم حاصل ضربهم العددي

UULA
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س محصلة المتجهين الموضحين بالشكل المقابل تساوي



- 6.76 ○
- 7 ○
- 5 ○
- 13 ○

س واحدة فقط من القيم التالية يستحيل أن تمثل محصلة متجهين, $\vec{A} = 6$ unit, $\vec{B} = 3$ unit

3 ○ 4 ○ 5 ○ 1 ○

س عند ضرب متجهين ضربا اتجاهيا ينشأ متجه جديد يكون

- في نفس اتجاه المتجه الأول ○
- في نفس اتجاه المتجه الثاني ○
- في نفس المستوي الذي يجمع المتجهين ○
- عمودي علي المستوي الذي يجمع المتجهين ○

س أحد هذة الكميات المتجهة لا يمكن نقلها

الإزاحة ○ السرعة ○ العجلة ○ القوة ○

س تتساوى أي إزاحتين إذا كان لهما نفس

- المقدار و الاتجاه ○
- موضع البداية ○
- موضع النهاية ○
- المقدار فقط ○

س قوتان متعامدتان ومقدارهما **(8)N** و **(6)N** فان محصلتهما بوحدة النيوتن تساوى

صفر ○ 2 ○ 10 ○ 14 ○

س مقدار حاصل الضرب العددي لمتجهين $\vec{B}$, $\vec{A}$ يحصران بينهما زاوية θ تساوي

AB sin θ ○ AB cos θ ○ AB tan θ ○ A cos θ ○

س متجهين متساويان و متعامدان , حصل ضربهم الأتجاهي يساوي **100 Units** يكون مقدار محصلتهما يساوي

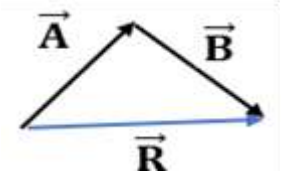
14.14 ○ 10 ○ 20 ○ 100 ○

UULA
معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س متجهين متساويان و في نفس الاتجاه , حصل ضربهم القياسي يساوي **100 Units** يكون مقدار محصلتهما يساوي

○ صفر ○ 20 ○ 100 ○ 50

س الشكل المقابل يمثل مثلث متجهات , والمعادلة التي تصف العلاقة الصحيحة بين هذه المتجهات هي

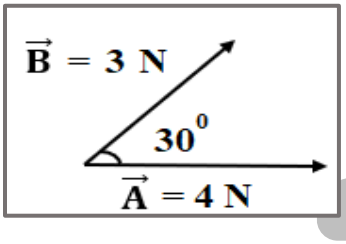


○ $\vec{A} \times \vec{B} = \vec{R}$
○ $\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$
○ $A + B = \vec{R}$
○ $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{R}$

س ذهبت إلى المدرسة صباحا فقطعت مسافة **Km (3)** ثم عدت بعد انتهاء الدوام إلى المنزل من الطريق نفسه فإن إزاحتك الكلية بوحدة الكيلومتر **(Km)** تساوي

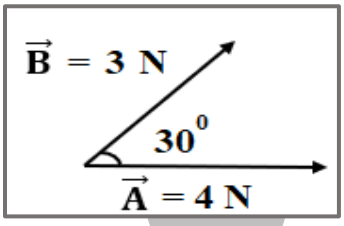
○ صفر ○ 1.5 ○ 3 ○ 6

س مقدار حاصل الضرب العددي للمتجهين الموضحين بالشكل المقابل تساوي بوحدة N^2 :



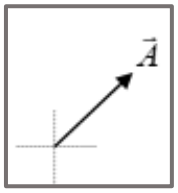
○ 12
○ 7
○ 10.39
○ صفر

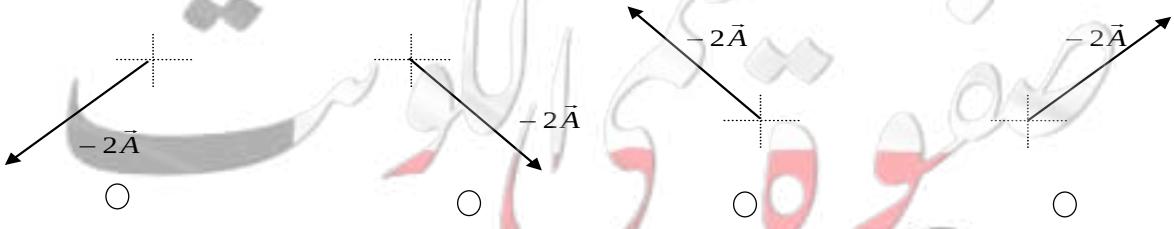
س مقدار حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين الموضحين بالشكل المقابل تساوي بوحدة N^2 :



○ 6
○ 12
○ 7
○ صفر

س إذا كان الشكل المقابل يمثل المتجه $\vec{A}$, فإن الشكل الصحيح الذي يمثل المتجه $-2\vec{A}$ هو :





UULA
KuwaitTeacher.Com

س بزيادة الزاوية المحصورة بين المتجهين , فأن مقدار محصلة المتجهين

○ لا تتغير ○ تزداد ○ تقل ○ تزداد ثم تقل

س من أمثلة الكميات العددية الناتجة عن الضرب العددي لمتجهين هي كمية

○ الازاحة ○ العجلة ○ القوة ○ الشغل

س يكون مقدار الشغل الناتج عن قوة مقدارها **20 N** تصنع زاوية مقدارها 60^0 اذا كانت ازاحة الجسم **5 m** بوحدة الجول يساوي :

○ صفر ○ 100 ○ 50 ○ 25

س متجهان $\overrightarrow{D_1} = 4\ m$, $\overrightarrow{D_2} = 6\ m$ يحصران بينهما زاوية 120^0 , يكون مساحة متوازي الاضلاع الناشئ عن المتجهين بوحدة m^2 يساوي :

○ 20.7 ○ 12 ○ 24 ○ -12

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

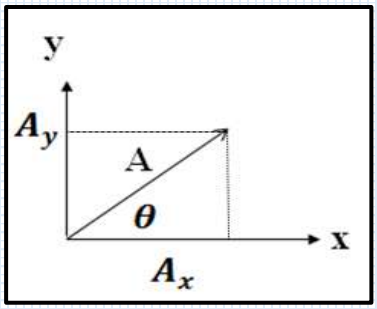
تحليل المتجهات

تحليل المتجهات

- هو عملية يتم فيها الاستعاضة عن متجه مفرد بمتجهين متعامدين

أي اننا سنقوم بفك متجه واحد الي متجهين متعامدين , أحدهم علي محور **x** و يسمي المركبة الأفقية A_x و الاخر علي محور **y** و يسمي المركبة الرأسية A_y .

يمكن حساب المركبتين كما يلي :

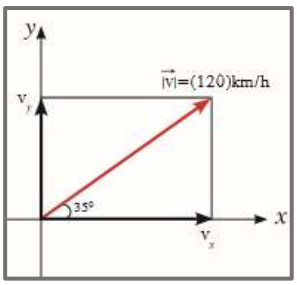


المركبة الافقية $A_x = A \cos \theta$

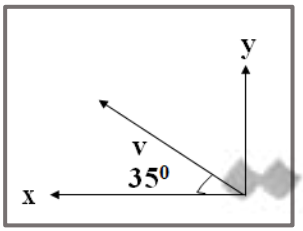
المركبة الرأسية $A_y = A \sin \theta$

الاسم	متغير
هي الزاوية المحصورة بين المتجهة $\vec{A}$ ومحور X .	θ

س أوجد مركبتي السرعة المتجهة لطائرة مروحية تطير بسرعة **120 Km/h** , بزاوية 35^0 مع سطح الأرض .

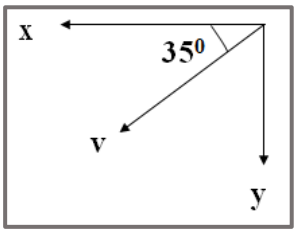


س أحسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل .

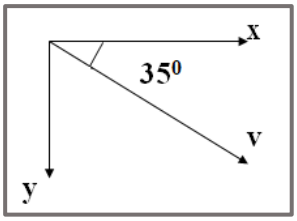


ULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

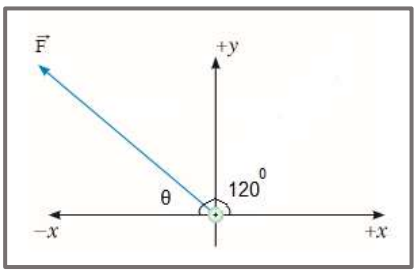
س أحسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل .



س أحسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل .



س أوجد مركبتي القوة **F = 50 N** , التي تميل بزاوية **120⁰** عن المحور **x**



العملية المعاكسة لتحليل المتجهات:

- العملية المعاكسة لعملية جمع المتجهات هي عملية تحليل المتجهات وليس طرح المتجهات

وبالتالي مجموع A_x , A_y يساوي المتجه الأصلي A

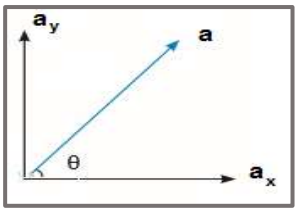
$$\vec{A} = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$$

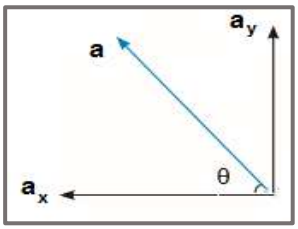
UULA
KuwaitTeacher.Com

احسب مقدار العجلة واتجاهها في كل من الحالات الاتية :

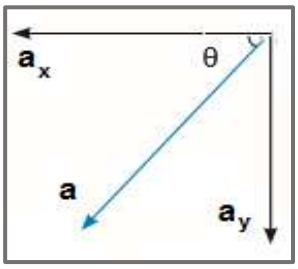
س اذا كان مركبتي العجلة $a_x = 3\ m/s^2$, $a_y = 4\ m/s^2$



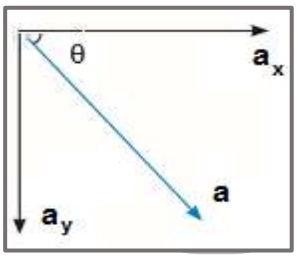
س اذا كان مركبتي العجلة $a_x = -3\ m/s^2$, $a_y = 4\ m/s^2$



س اذا كان مركبتي العجلة $a_x = -3\ m/s^2$, $a_y = -4\ m/s^2$



س اذا كان مركبتي العجلة $a_x = 3\ m/s^2$, $a_y = -4\ m/s^2$



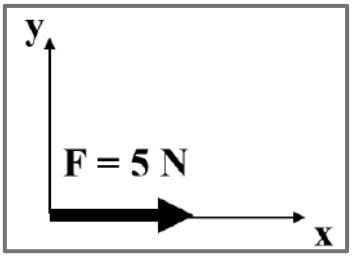
تحليل المتجهات:

- هو استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يسمان مركبتي المتجه , بحيث يمثل المتجه المراد تحليله محصلة هذين المتجهين و يكون متحدا معهما في نقطة البداية .

KuwaitTeacher.Com

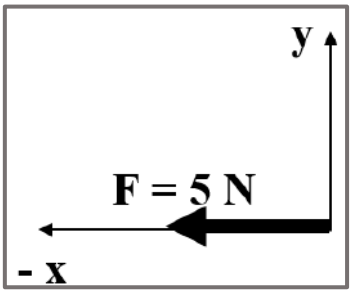
حالات خاصة في تحليل المتجهات

س حلل المتجهات التالية (أوجد المركبة الأفقية و الرأسية)



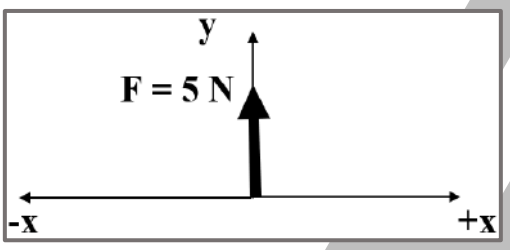
$F_x =$

$F_y =$



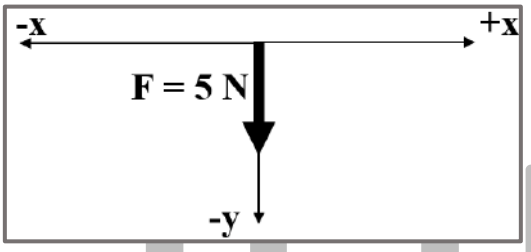
$F_x =$

$F_y =$



$F_y =$

$F_x =$



$F_x =$

$F_y =$

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

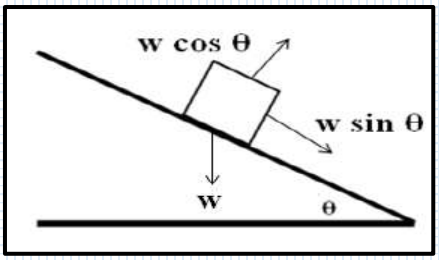
حركة جسم علي سطح مائل

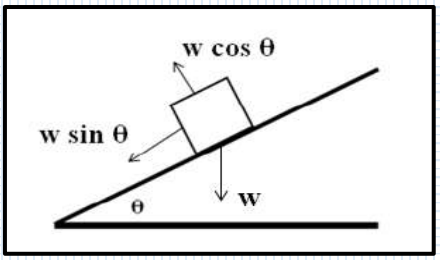
عندما يتحرك جسم علي سطح مائل بزاوية θ فأن حركته تحت تأثير الوزن من الممكن ان تحلل الى مركبيتين كما يلي:

المركبة الافقية $W \sin \theta$

المركبة الرأسية $W \cos \theta$

وحدة		الاسم	متغير
نيوتين	N	وزن الجسم	w





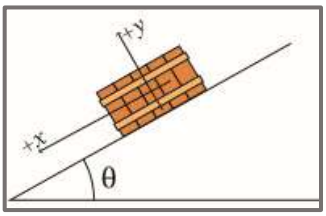
يمكن حساب وزن الجسم من المعادلة التالية :

$$W = m\ g$$

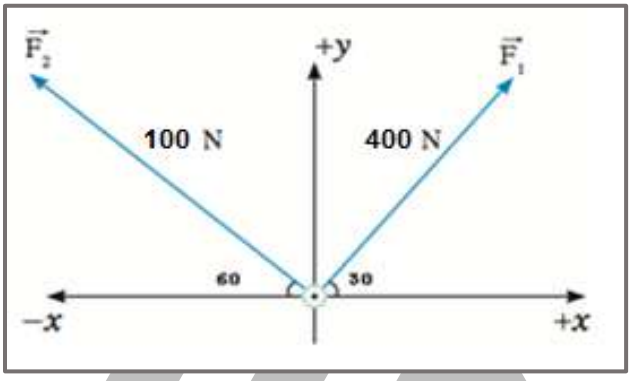
وحدة		الاسم	متغير
نيوتين	N	وزن الجسم	w
كيلو جرام	Kg	الكتلة	m
$10\ m/s^2$		عجلة الجاذبية الأرضية	g

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س يستقر جسم كتلته **50 Kg** علي سطح مائل بزاوية **30^0** مع الخط الأفقي , أحسب مركبتي الوزن للجسم .



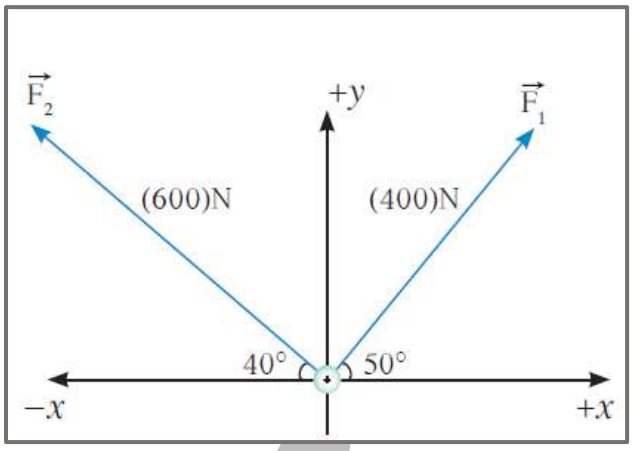
س أحسب محصلة القوتين المبينتين بالرسم.



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

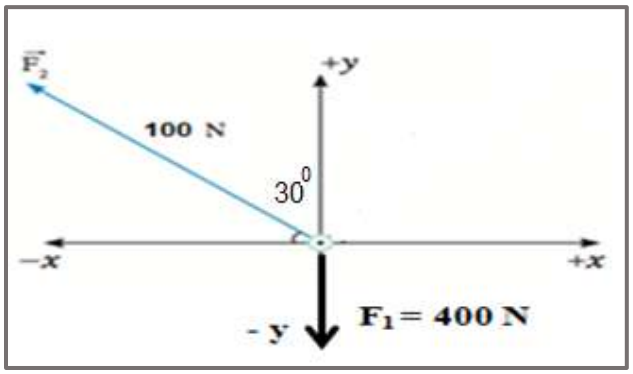
س تؤثر قوتان $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ في حلقة كما هو موضح بالشكل , أحسب مقدار و اتجاه القوى المؤثرة علي الحلقة



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

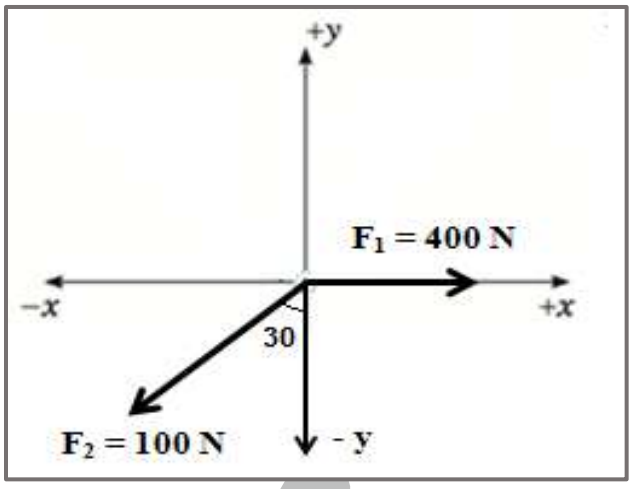
س احسب محصلة المتجهات الموضحة بالشكل .



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

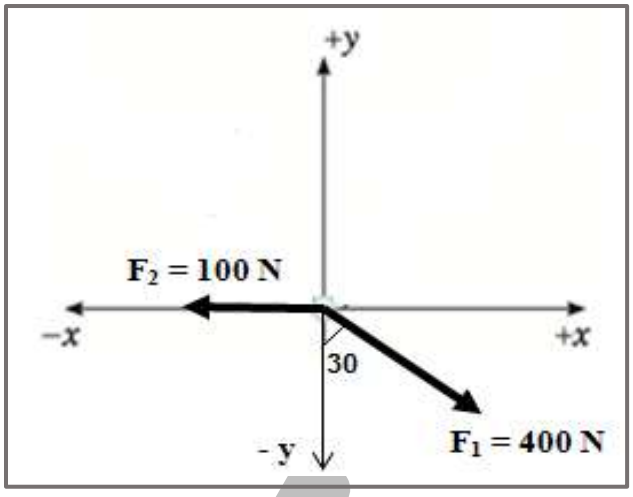
س احسب محصلة المتجهات الموضحة بالشكل .



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

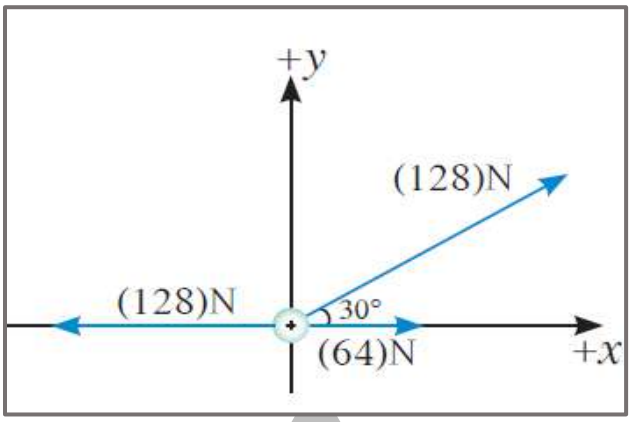
س احسب محصلة المتجهات الموضحة بالشكل .



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_R		

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س أستخدم تحليل المتجهات لحساب محصلة القوى المؤثرة على الحلقة في الشكل المقابل .



	F_x	F_y
F_1		
F_2		
F_3		
F_R		

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات على درس تحليل المتجهات

اكتب المصطلحات العلمية الاتية :

س استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يسميان مركبتي المتجه. ( )

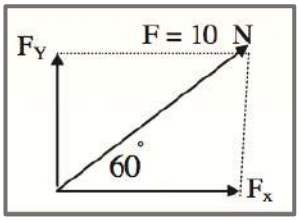
س العملية المعاكسة لجمع المتجهات. ( )

ضع علامة صح او خطأ امام العبارات الاتية :

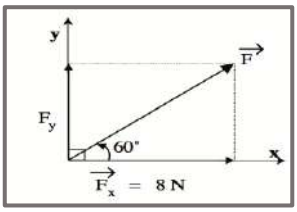
س العملية المعاكسة لعملية جمع المتجهات هي طرح المتجهات ( )

أكمل العبارات الاتية بما يناسبها علميا :

س مركبة المتجه $\vec{F}$ باتجاه محور السينات $\vec{F}_x$ يساوي _____



س في الشكل الموضح يكون مقدار المتجه $\vec{F}$ يساوي _____
بينما مقدار المركبة الرأسية للمتجه $\vec{F}_y$ يساوي _____



س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي _____

س تتساوي المركبة الرأسية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي _____

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي وتعاكسها في الاتجاه عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي _____

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المركبة الرأسية عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي _____

س العملية المعاكسة لعملية جمع المتجهات هي _____

UULA
معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

علل لما يأتي :

س مقدار مركبة المتجه الرأسية و الأفقية أقل من مقدار المتجه نفسه .

أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س العملية المعاكسة لعملية جمع المتجهات تسمى

- ○ طرح المتجهات
- ○ جمع المتجهات
- ○ تحليل المتجهات
- ○ ضرب المتجهات

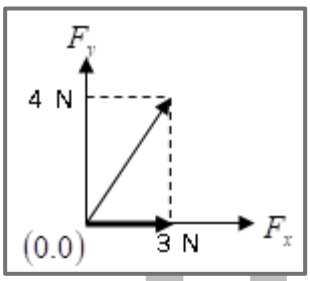
س إذا كان متجه (**a**) يصنع مع الأفق زاوية (**θ**) فإن مركبته بالاتجاه الرأسي ($\mathbf{a_y}$) تساوي

○ $a_x \tan\theta$ ○ $a \tan\theta$ ○ $a \cos\theta$ ○ $a \sin\theta$

س إذا كان متجه (**a**) يصنع مع الأفق زاوية (**θ**) فإن مركبته بالاتجاه الأفقي ($\mathbf{a_x}$) تساوي

○ $a_x \tan\theta$ ○ $a \tan\theta$ ○ $a \cos\theta$ ○ $a \sin\theta$

س القوة (**F**) في الشكل المقابل بوحدة (**N**)تساوي

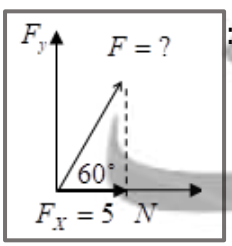


- ○ 7
- ○ 12
- ○ 5
- ○ 1

س إذا كانت محصلة متجهين متعامدين تساوي **N** (**20**) والمركبة الأفقية لهذه المحصلة تساوي **N** (**10**) فتكون الزاوية المحصورة بين المركبة الرأسية والمحصلة بوحدة الدرجات تساوي :

○ 30 ○ 60 ○ 90 ○ 120

س تكون قيمة القوة (F) بوحدة النيوتن في الشكل المقابل تساوي :



- ○ 5
- ○ 10
- ○ 20
- ○ 40

KuwaitTeacher.Com

س إذا كانت قيمة المركبة الأفقية لقوة تصنع زاوية **(45°)** مع محور الإسناد **(X)** تساوي **(10)N** فإن قيمة المركبة الراسية للقوة بوحدة النيوتن تساوى :

○ 10 ○ 20 ○ 30 ○ 40

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي :

○ 0 ○ 90 ○ 180 ○ 270

س تتساوي المركبة الرأسية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي :

○ 0 ○ 90 ○ 180 ○ 270

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي وتعاكسها في الاتجاه عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي :

○ 0 ○ 90 ○ 180 ○ 270

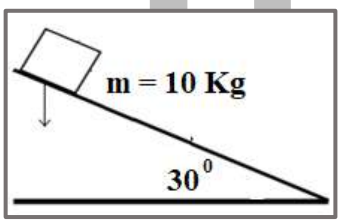
س تتساوي المركبة الرأسية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي وتعاكسها في الاتجاه عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي :

○ 0 ○ 90 ○ 180 ○ 270

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المركبة الرأسية للمتجه عندما تكون الزاوية مع المحور الافقي تساوي :

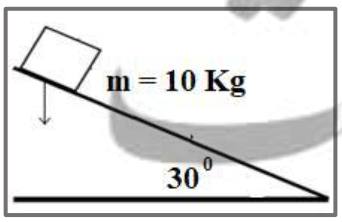
○ 30 ○ 60 ○ 45 ○ 90

س جسم كتلته **10 Kg** ينزلق على مستوي أملس مائل يميل بزاوية مقدارها **30^0**, يكون مقدار مركبة وزنه الأفقية , بوحدة النيوتن تساوي :



○ 50
○ 86.6
○ 100
○ 10

س جسم كتلته **10 Kg** ينزلق على مستوي أملس مائل يميل بزاوية مقدارها **30^0**, يكون مقدار مركبة وزنه الرأسية , بوحدة النيوتن تساوي :



○ 50
○ 86.6
○ 100
○ 10

معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي عندما ينطبق المتجه على محور :

○ +X ○ -X ○ +Y ○ -Y

س تتساوي المركبة الأفقية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي ولكن بعكس الاشارة عندما ينطبق المتجه على محور :

○ +X ○ -X ○ +Y ○ -Y

س تتساوي المركبة الرأسية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي عندما ينطبق امتجه على محور :

○ +X ○ -X ○ +Y ○ -Y

س تتساوي المركبة الرأسية للمتجه مع مقدار المتجه الاصلي ولكن بعكس الاشارة عندما ينطبق المتجه على محور :

○ +X ○ -X ○ +Y ○ -Y

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

حركة القذيفة

الحركة في خط مستقيم

السـرعــة

هي المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن

$$V = \frac{d}{t}$$

اذا تحرك جسم بسرعة منتظمة فأن الجسم يقطع مسافات متساوية خلال ازمنة متساوية .

العـجـلــة

هي التغير في السرعة خلال وحدة الزمن.

$$a = \frac{V - V_0}{t} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

- اذا تحرك الجسم بسرعة **متزايدة** فأن الجسم يتحرك بعجلة تسارع تكون العجلة **موجبة**

$$a = +$$

- اذا تحرك الجسم بسرعة **متناقصة** فأن الجسم يتحرك بعجلة تباطؤ تكون العجلة **سالبة**

$$a = -$$

- اذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة فأن العجلة = صفر

$$a = zero$$

صفوة معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

- **علي المحور الأفقي**

$$V = V_0 + at$$

$$x = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2ax$$

متغير	الاسم	وحدة	
V	السرعة النهائية	m/s	متر/ ثانية
V_0	السرعة الابتدائية	m/s	متر/ ثانية
a	العجلة	m/s^2	متر/ ثانية^2
t	الزمن	s	ثانية
d	الازاحة	m	متر

- **علي المحور الرأسي (السقوط الحر) :**

$$V = V_0 + gt$$

$$y = V_0 t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2gy$$

متغير	الاسم	وحدة	
g	عجلة الجاذبية الأرضية	m/s^2	متر/ ثانية^2

ملاحظات علي السقوط الحر :

- اذا **سقط** الجسم من أعلي تصبح عجلة تسارع **موجبة**

$$g = 10\ m/s^2$$

- اذا **قذف الجسم لأعلي** تصبح عجلة تباطؤ **سالبة**

$$g = -10\ m/s^2$$

KuwaitTeacher.Com

المقذوفات

هي الأجسام التي تقذف أو تطلق في الهواء و تتعرض لقوة جاذبية الأرض

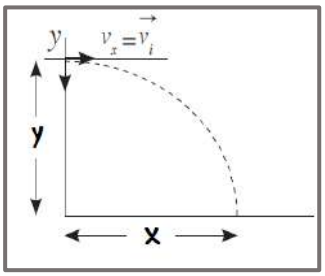
أمثلة على المقذوفات

- قذيفة أطلقت من مدفع
- حجر قذف في الهواء
- سفينة فضاء تدور حول الأرض

حركة القذيفة

هي حركة مركبة من حركتين أحدهما منتظمة السرعة علي المحور الأفقي و الأخري منتظمة العجلة علي المحور الرأسي .

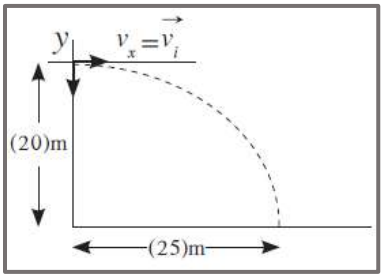
اولا: حركة القذيفة من أعلي نقطة (بزاوية تساوي صفر) :



- تتخذ القذيفة مسار نصف قطع مكافئ
- و تنقسم حركة القذيفة الي محورين كما يلي :

المحور الأفقي x	المحور الرأسي y
تنعدم القوة المؤثرة علي الجسم و بالتالي تصبح عجلة الحركة = صفر لذلك يتحرك الجسم بسرعة ثابتة $V_x = \frac{x}{t}$ يكون سرعة الجسم الكلية V_0 عند أقصي ارتفاع تساوي V_x .	يتحرك الجسم تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية g , بتأثير الوزن و يطبق علي الجسم معادلات الحركة في خط مستقيم . **و حيث أن الجسم يسقط من أقصي ارتفاع** $V_{oy} = zero$ **بالتالي تتحول القوانين الي الشكل و التالي :** $V_y = gt$ $y = \frac{1}{2} gt^2$ $V_y^2 = 2gy$

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com



س رمي جسم من ارتفاع **20 m** و بسرعة أفقية مقدارها **V** , علما أن ازاحة الجسم الأفقية تساوي **25 m** , أحسب كلا مما يلي:

- الزمن الذي يستغرقه الجسم ليصل سطح الأرض .

- سرعة القذيفة الابتدائية (عند أقصي ارتفاع)

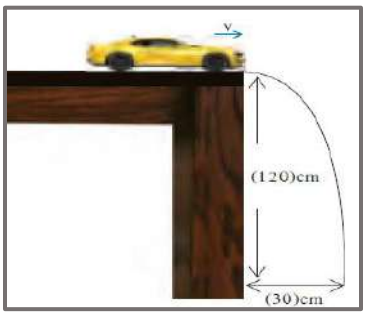
- السرعة التي تصطدم بها القذيفة في الأرض ؟

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

- سرعة القذيفة بعد مرور زمن **1 s**

- سرعة الجسم علي ارتفاع **10 m**

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com



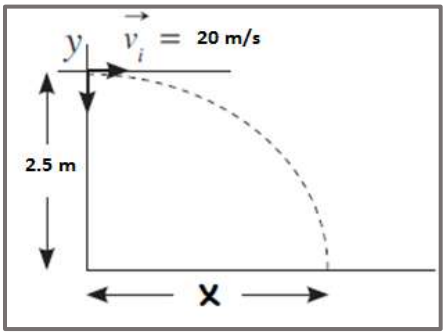
س دفع ولد سيارته علي حافة طاولة ارتفاعها **120 cm** لتسقط و تصطدم بالأرض عند نقطة تبعد أفقيا **30 cm** عن الطاولة , أحسب :

- الزمن الذي تحتاجه السيارة لتصطدم بالأرض .

- سرعة السيارة الابتدائية

- مقدار و اتجاه سرعة السيارة لحظة اصطدامها بالأرض .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com



س اطلقت قذيفة من اقصي ارتفاع بسرعة ابتدائية مقدارها **20 m/s** , اذا كان الارتفاع الذي اطلقت منه القذيفة يساوي **2.5 m** أحسب :

- الزمن الذي تستغرقة القذيفة للوصول الى الأرض

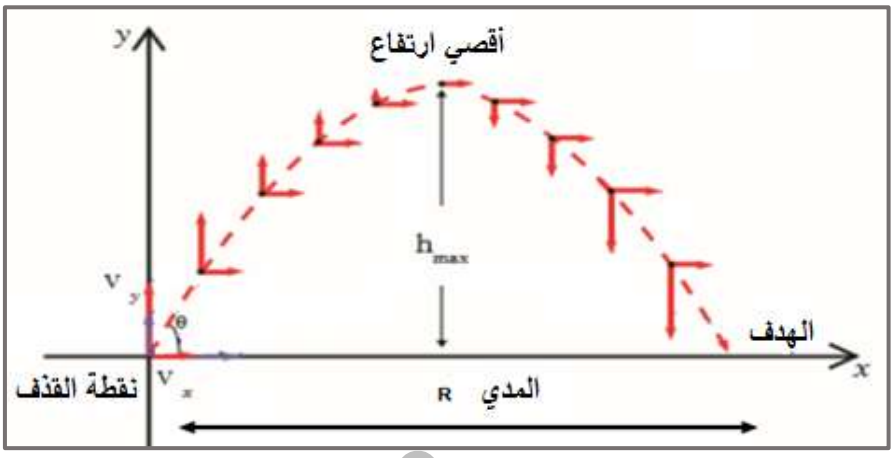
- المدي الأفقي للقذيفة .

- سرعة القذيفة لحظة اصطدامها بالأرض .

- سرعة القذيفة بعد إزاحة مقدارها **1.5 m**

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

ثانيا- حركة القذيفة من نقطة القذف (0 , 0) . (قذيفة أطلقت بزاوية)



- تنقسم حركة القذيفة الي مركبتين رأسية و أفقية .
- عند اطلاق القذيفة من النقطة (0,0) تتحرك بسرعة ابتدائية V_0 و يمكن تحليل هذة السرعة الي مركبيتن أفقية V_{0X} و مركبة رأسية V_{0Y} .
- بسبب أهمال ممانعة الهواء فأن القذيفة تتحرك علي المسار الأفقي في غياب قوة مؤثرة و بالتالي عجلة الحركة تساوي صفر , أي السرعة تكون منتظمة (ثابتة) , أي ان مقدار V_{0X} ثابت عند جميع نقاط المسار و يمكن تسمية السرعة V_X عند جميع النقاط .
- تتحرك القذيفة علي المسار الرأسي تحت تأثير قوة الوزن و بتأثير عجلة الجاذبية الأرضية.
- لذلك تختلف قيمة المركبة الرأسية للسرعة V_Y من نقطة الي أخري , فتتناقص تدريجيا حتي تصل الي أقصي ارتفاع لتصبح صفر (لأن حركتها عكس الجاذبية الأرضية) , ثم تزداد مرة أخري وهي تهبط نحو الأرض (مع الجاذبية الأرضية) .
- بالتالي سرعة الجسم الكلية عند أقصي ارتفاع تساوي V_X فقط لان $V_Y = zero$ عند أقصي ارتفاع .
- أقصي ارتفاع يصل اليه الجسم يسمي **h** .
- أقصي مسافة أفقية تتحركها القذيفة تسمي المدي **R** .

المـــدي R

هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة من نقطة القذف حتي الهدف .

تنقسم حركة القذيفة الي مركبتين رأسية و أفقية يمكن دراستهم كما يلي :

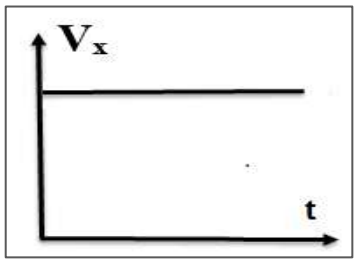
UULA
معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

المحور الأفقي x	المحور الرأسي y
▪ تتحرك القذيفة في غياب قوة مؤثرة و بالتالي تتحرك بعجلة = صفر ▪ تكون قيمة المركبة الأفقية للسرعة **ثابتة** عند جميع النقاط و تساوي V_x $$V_x = V_0 \cos\theta$$ ▪ زمن وصول القذيفة الي الهدف يساوي ضعف زمن وصول القذيفة الي اقصي ارتفاع $$t' = 2t$$ ▪ يمكن حساب مدي القذيفة من العلاقتين التاليين $$R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$ ▪ عند أقصي ارتفاع تكون سرعة الجسم مساوية للمركبة الأفقية للسرعة V_x	▪ تتحرك القذيفة الي الاعلي بتأثير عجلة الجاذبية الأرضية و تكون عجلة تباطؤ لانها تتحرك **عكس** الجاذبية الأرضية **- g** ▪ تتغير قيمة المركبة الرأسية للسرعة من نقطة الي اخري . ▪ عند نقطة القذف تكون قيمة المركبة الرأسية للسرعة تساوي V_{0y} $$V_{0y} = V_0 \sin\theta$$ ▪ تطبق معادلات الحركة المعجلة بانتظام علي حركة القذيفة علي المحور الرأسي. $$V_y = V_0 \sin\theta - gt$$ $$y = V_0 \sin\theta\, t - \frac{1}{2} gt^2$$ ▪ عند اقصي ارتفاع للقذيفة تكون المركبة الرأسية للسرعة تساوي صفر $$V_y = \text{zero}$$ ▪ يمكن حساب الزمن الازم لوصول القذيفة الي أقصي ارتفاع كما يلي : $$t = \frac{V_0 \sin\theta}{g}$$ ▪ يمكن حساب أقصي أرتفاع تصل اليه القذيفة كما يلي : $$h = \frac{V_0^2 \sin^2\theta}{2g}$$

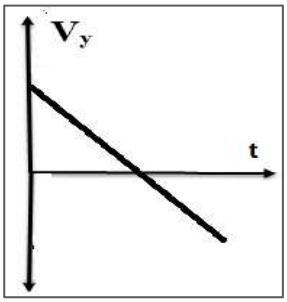
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

العلاقات البيانية :

المركبة الأفقية لسرعة القذيفة - الزمن



المركبة الرأسية لسرعة القذيفة - الزمن



س مدفع يطلق قذائفه بسرعة **20 m/s** فإذا كانت ماسورة المدفع تميل بزاوية **60^0** على الأفق بإهمال مقاومة الهواء أحسب :

- زمن وصول القذيفة الى أقصى ارتفاع .
- الزمن اللازم لإصابة الهدف .
- سرعة القذيفة عند أقصى ارتفاع .
- المدي الأفقي
- أقصي ارتفاع للقذيفة
- السرعة التي تصطدم بعا القذيفة بالهدف .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س قذف جسم من سطح الأرض بسرعة ابتدائية **25 m/s** بزاوية 53^0 مع المحور الأفقي من النقطة **(0 , 0)** أحسب :

- أقصى ارتفاع للقذيفة .

- المدي الأفقي

- موضع الجسم بعد ثانية .

- سرعة الجسم بعد ثانية

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

معادلة المسار

علاقة بين مركبة الحركة الأفقية و مركبة الحركة الرأسية خالية من متغير الزمن .

س أستنتج رياضيا معادلة المسار لقذيفة أطلقت بزاوية تميل علي الأفق بزاوية θ؟

س أطلقت قذيفة بزاوية 30^0 مع المحور الأفقي من النقطة **(0,0)** بسرعة ابتدائية **30 m/s**. أكتب معادلة المسار ثم أحسب :

- الزمن الازم للوصول الي أقصي ارتفاع

- الزمن الازم للوصول الى الهدف

UULA
معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

- أقصي ارتفاع للقذيفة

- المدي الأفقي

- موضع القذيفة بعد مرور زمن **0.3 S** .

- ارتفاع القذيفة عندما تبعد عن نقطة القذف مسافة أفقية مقدارها **10 m**.

س مدفع يطلق قذائفه بسرعة **(400) m/s** فإذا كانت ماسورة المدفع تميل بزاوية مقدارها **(30˚)** على الأفق. احسب:

- اكتب معادلة المسار للقذيفة .

- زمن وصول القذيفة إلى أقصى ارتفاع.

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

- الزمن اللازم لإصابة الهدف.

- سرعة القذيفة عند أقصى ارتفاع

- المدى الأفقي للقذيفة.

- أقصي ارتفاع للقذيفة :

- السرعة التي تصطدم بها القذيفة بالهدف .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س قذفت كرة بسرعة ابتدائية مقدارها **$(100\sqrt{2})$ m/s** وباتجاه يصنع مع المستوى الأفقي زاوية **(45°)** أكتب معادلة المسار للقذيفة : ثم احسب :

- الزمن اللازم لكي تصل القذيفة إلى اعلي نقطة في مسارها وإلى نقطة الهدف.
- المدى الأفقي للقذيفة .
- أقصي ارتفاع للقذيفة .
- سرعة الجسم عند أقصى ارتفاع
- السرعة التي يصطدم بها الكرة بالأرض .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

ملاحظات :

- تتخذ القذيفة مسار منحني (قطع مكافئ) وذلك في حالة **غياب الهواء** . اما في حالة وجود الهواء فأنه يتغير شكل المسار ويصبح قطع مكافئ غير حقيقي و يقل مدى القذيفة .
- يتغير شكل مسار القذيفة بتغير زاوية الاطلاق :
  - عند اطلاق قذيفة بزاوية **صفر** تتخذ مسار نصف قطع مكافئ
  - عند اطلاق قذيفة بزاوية θ تتخذ مسار قطع مكافئ
  - عند اطلاق قذيفة بزاوية 90^0 تتخذ القذيفة مسار خط مستقيم
- الحركة الافقية و الحركة الرأسية للقذيفة حركة **غير مترابطة** .
  - الحركة علي المحور **x** حركة بسرعة منتظمة (ثابتة)
  - الحركة علي المحور **y** حركة بعجلة منتظمة (ثابتة)
- تتحرك القذيفة علي المحور الرأسي y بتأثير الوزن فقط , اي تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية .
- **لا** توجد علاقة بين مسافة السقوط و المركبة الأفقية للسرعة .
- في حالة غياب الهواء فأنه عند اطلاق قذيفتين ذو كتلتين مختلفتين , m_1 m_2 فأن كلا منهم له نفس المدي و نفس الارتفاع اذا تساوت زاوية الأطلاق و السرعة الابتدائية لكل منهما (V_0 , θ) .
- السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود تساوي السرعة التي تكتسبها القذيفة أثناء الهبوط (بأهمال مقاومة الهواء) لان القذيفة تتحرك تحت تأثير نفس العجلة (عجلة الجاذبية الأرضية) . لذلك فأن زمن وصول القذيفة الي الهدف يساوي **ضعف** زمن وصول القذيفة الي اقصي ارتفاع .

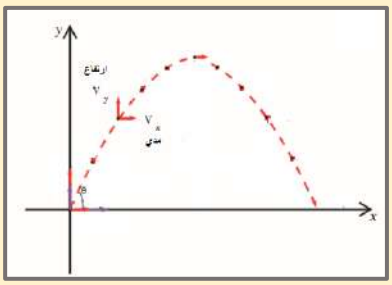
UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

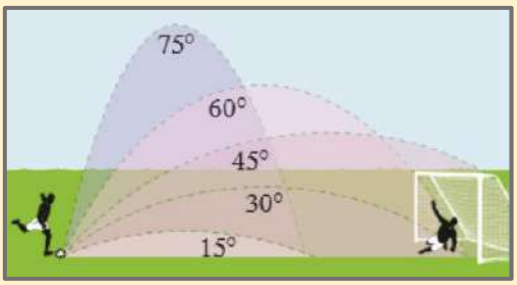
ملاحظات :

- بزيادة مركبة السرعة الرأسية يزداد مقدار ارتفاع القذيفة و بالتالي يزداد مقدار أقصي ارتفاع يصل اليه القذيفة. لذلك بزيادة زاوية الأطلاق من 0^0 الي 90^0 يزداد المركبة الرأسية للسرعة و يزداد الأرتفاع
- بزيادة المركبة الأفقية للسرعة يزداد مدي القذيفة , حتي نصل الي الزاوية 45^0بعدها بزيادة زاوية الأطلاق يقل مدي القذيفة .
- أكبر مدي للقذيفة عند الزاوية 45^0 .
- اي زاويتين مجموعهم يساوي **90** يكون لهم نفس المدي الأفقي .

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

- مثال : القذيفة **(30 و 60)** تكون الزاوية الاكبر زمنها في الهواء أكبر لان ارتفاعها يكون اكبر .





المركبة الأفقية للسرعة V_x	المركبة الرأسية للسرعة V_{0y}
$V_{0x} = V_0 \cos\theta$ بزيادة المركبة الأفقية للسرعة يزداد مدي القذيفة , حتي نصل الي الزاوية 45^0 بعدها بزيادة زاوية الأطلاق يقل مدي القذيفة R R 0 ← 45 ← 90 تزداد تقل	$V_{0y} = V_0 \sin\theta$ بزيادة مركبة السرعة الرأسية يزداد مقدار ارتفاع القذيفة و بالتالي يزداد مقدار أقصي ارتفاع يصل اليه القذيفة . h 0 → 90 تزداد

معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات على درس حركة المقذوفات

اكتب المصطلحات العلمية الاتية :

س حركة مركبة من حركة منتظمة السرعة علي المحور الأفقي و حركة منتظمة العجلة علي المحور الرأسي. ( )

س علاقة بين مركبة الحركة الأفقية و مركبة الحركة الرأسية خالية من متغير الزمن ( )

س المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق و نقطة الوصول علي الخط الأفقي المار بنقطة الإطلاق. ( )

ضع علامة صح او خطأ امام العبارات الاتية :

س الحركة الأفقية للقذيفة والحركة الرأسية غير مترابطتين. ( )

س تتحرك القذيفة مسافة أفقية ثابتة خلال نفس الفترة الزمنية. ( )

س تتحرك القذيفة علي المحور الرأسي بتأثير عجلة الجاذبية الأرضية. ( )

س لا توجد علاقة بين مسافة السقوط والمركبة الأفقية لحركة القذيفة. ( )

س يتغير مسار القذيفة بتغير زاوية الإطلاق بالنسبة للمحور الأفقي. ( )

س كلما كانت المركبة الأفقية أقل كان المدى أقل حتى الزاوية **45^0**. ( )

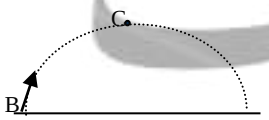
س عجلة الجسم المقذوف بسرعة ($\vec{V}$) مائلاً على الأفقي بزاوية (θ) تساوي صفراً عند ذروة مساره. ( )

س حركة المقذوف باتجاه مائل في مجال الأرض تكون معجلة بانتظام في الاتجاه الأفقي وبسرعة منتظمة في الاتجاه الرأسي . ( )

س يحسب المدى الأفقي **(x)** الذي يقطعه مقذوف خلال فترة زمنية **(t)** من العلاقة **[$X = V_0 \sin\theta \cdot t$]** . ( )

س بإهمال تأثير الهواء يختلف المدى الأفقي للقذيفة باختلاف كتلتها ( )

س الشكل المرسوم يوضح مسار جسم يقذف في مجال الجاذبية الأرضية بسرعة ابتدائية **(V)** , فإن المركبة الأفقية للسرعة **(V_x)** عند النقطة **(B)** تكون أكبر منها عند النقطة **(C)** . ( )



KuwaitTeacher.Com

أكمل العبارات الاتية بما يناسبها علميا :

س تتبع المقذوفات مسار _____ بالقرب من سطح الأرض .

س في غياب الاحتكاك مع الهواء يكون مسار القذيفة علي شكل _____ و لكن في حالة وجود هواء فان سرعة القذيفة _____ ويتغير شكل المسار .

س الزمن الذي تستغرقه القذيفة للوصول إلي المدى يساوي _____ الزمن اللازم لوصول القذيفة إلي أقصي ارتفاع .

س القذيفة التي تطلق بزاوية اكبر يكون لها مركبة رأسية _____ و هذا يؤدي إلي ارتفاع _____

س يقطع المقذوف أبعد مدى علي المحور الأفقي عندما تكون زاوية إطلاقه تساوي _____

س سرعة القذيفة التي اطلقت بزاوية θ عند أعلي نقطة لها تساوي _____

علل لما يأتي :

س القذيفة التي تطلق بزاوية مقدارها 75^0 يكون مداها الأفقي مساوي للقذيفة التي زاوية إطلاقها 15^0

س عند دحرجة كرة علي سطح أفقي عديم الاحتكاك تبقي سرعتها ثابتة .

س عدم وجود عجلة أفقية للجسم المقذوف بزاوية مع المحور الأفقي .

س أطلقت قذيفتان بسرعة ابتدائية متساوية فيكون للقذيفة التي أطلقت بزاوية إطلاق اكبر ارتفاع أكبر

UULA
صفوة معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

س السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء صعودها هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط .

س حركة المقذوف المائل هي محصلة حركتين بآن واحد .

قارن بين كلا مما يلي :

وجه المقارنة	حركة القذيفة علي المحور الأفقي	حركة القذيفة علي المحور الرأسي
قيمة السرعة		
قيمة العجلة		

وجه المقارنة	قذيفة بزاوية 30^0	قذيفة بزاوية 60^0
قيمة المدى		
الزمن في الهواء		
أقصي ارتفاع للقذيفة		

وجه المقارنة	قذيفة بزاوية 30^0	قذيفة بزاوية 45^0
قيمة المدى		
أقصي ارتفاع للقذيفة		

صفوة معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

وجه المقارنة	قذيفة بزاوية 50^0	قذيفة بزاوية 60^0
مقدار المدى		
أقصي ارتفاع للقذيفة		

وجه المقارنة	المحور الأفقي	المحور الرأسي
نوع حركة القذيفة		

وجه المقارنة	قذيفة من أعلي نقطة	قذيفة تميل علي الأفق
شكل المسار		

وجه المقارنة	قذيفة في عدم وجود هواء	قذيفة في وجود هواء
شكل المسار		

وجه المقارنة	قذيفة بزاوية θ = zero	قذيفة بزاوية $\theta = 90^0$	قذيفة بزاوية $0^0 < \theta < 90^0$
شكل المسار			

وجه المقارنة	قذيفة بزاوية $\theta = 90^0$	قذيفة بزاوية $\theta = 45^0$
مقدار المدى		

صفوة معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

استنتج تعبيرا رياضيا لكل مما يلي :

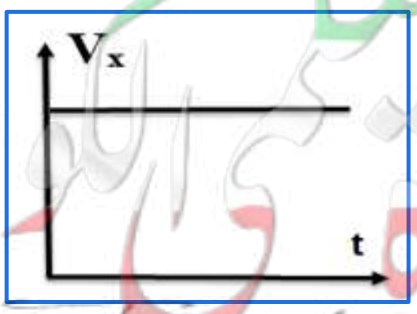
س معادلة المسار للقذيفة .

س أقصى ارتفاع للقذيفة

س مدى القذيفة .

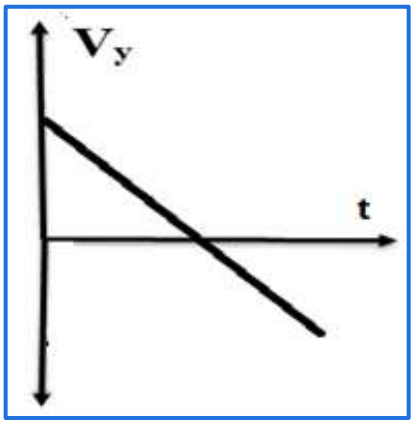
أرسم العلاقات البيانية بين كلا مما يلي :

س المركبة الأفقية لسرعة القذيفة - الزمن



UULA
صفوف الكويت
KuwaitTeacher.Com

س المركبة الرأسية لسرعة القذيفة - الزمن



أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية **30°** بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s**, فإن زمن وصول القذيفة إلى أقصى ارتفاع بوحدة الثانية **(s)** يساوي

○ 10 ○ 5 ○ 1 ○ 15

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية **30°** بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s**, فإن زمن وصول القذيفة إلى الهدف بوحدة الثانية **(s)** يساوي

○ 10 ○ 5 ○ 30 ○ 7

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية **30°** بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s** , فإن المدى الأفقي للقذيفة بوحدة المتر (**m**) يساوي

○ 425 ○ 635.7 ○ 723.2 ○ 866.02

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية **30°** بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s**, فإن أقصى ارتفاع تبلغة القذيفة بوحدة المتر (**m**) يساوي

○ 75 ○ 125 ○ 200 ○ 350

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية **30°** بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s**, فإن سرعة القذيفة عند أقصى ارتفاع بوحدة المتر/ثانية **(m/s)** تساوي

○ 86.6 ○ 50 ○ 100 ○ صفر

UULA
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية **30°** بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s** إن سرعة القذيفة الرأسية عند أقصى ارتفاع بوحدة المتر/ثانية (**m/s**) تساوي

○ 86.6 ○ 50 ○ 100 ○ صفر

س أطلقت قذيفة من ماسورة مدفع تميل على الأفق بزاوية 30° بسرعة ابتدائية مقدارها **100 m/s**, فإن سرعة القذيفة عند الهدف بوحدة المتر/ثانية **(m/s)** تساوي

○ 86.6 ○ 50 ○ 100 ○ صفر

س إذا أطلقت قذيفتين الأولي بزاوية إطلاق **30°** والثانية بزاوية إطلاق **60°** فأن المدى الذي تصل إلية القذيفة الأولي يكون

○ اكبر من مدي القذيفة الثانية
○ مساوي لمدي القذيفة الثانية
○ اقل من مدي القذيفة الثانية
○ ضعف مدي القذيفة الثانية

س إذا أطلقت قذيفتين الأولي بزاوية إطلاق **30°** والثانية بزاوية إطلاق **70°** فأن الارتفاع الذي تصل إلية القذيفة الأولي يكون

○ اكبر من ارتفاع القذيفة الثانية
○ اقل من ارتفاع القذيفة الثانية
○ مساوي لارتفاع القذيفة الثانية
○ ضعف ارتفاع القذيفة الثانية

س إذا أطلقت قذيفتين الأولي بزاوية إطلاق **20°** والثانية بزاوية إطلاق **30°** فأن السرعة الأفقية للقذيفة الأولي يكون

○ اكبر من السرعة الأفقية القذيفة الثانية
○ ضعف السرعة الأفقية القذيفة الثانية
○ مساوي للسرعة الأفقية القذيفة الثانية
○ اقل من السرعة الأفقية القذيفة الثانية

س قذيفة مدفع أطلقت في اتجاه أفقي من فوق تله مرتفعة نحو هدف معين بإهمال مقاومة الهواء تكون العجلة التي تتحرك بها القذيفة في الاتجاه الأفقي

○ m/s^2 (10), و في الاتجاه الرأسي صفراً
○ صفراً , وفي الاتجاه الرأسي m/s^2 (10)
○ صفراً و الاتجاه الرأسي m/s^2 (-10)
○ صفراً و الاتجاه الرأسي صفراً

UULA
KuwaitTeacher.Com

س عندما تكون المركبة الأفقية لقذيفة أقل بالمقارنة مع مركبة أفقية لقذيفة أخري أطلقت بالسرعة الابتدائية نفسها

- ○ يكون المدى الأفقي الذي تقطعه اقل
- ○ يكون المدى الأفقي الذي تقطعه اكبر
- ○ تصل إلي ارتفاع اقل
- ○ يكون المدى الأفقي متساوي

س زاوية إطلاق القذيفة التي يكون لها اكبر مدى أفقي تساوي

○ 0^0 ○ 30^0 ○ 45^0 ○ 90^0

س أطلقت قذيفتان لهما كتلتان مختلفتان m_1 , m_2 بنفس السرعة الابتدائية و نفس الزاوية θ و بأهمال ممانعة الهواء , فأنه يكون لهما

- ○ مدى أفقي مختلف و نفس الارتفاع
- ○ مدى أفقي متساوي و ارتفاع متساوي
- ○ مدى أفقي متساوي و ارتفاع مختلف
- ○ مدى أفقي مختلف و ارتفاع مختلف

س جسم قذف بزاوية (70^0) فإنه يصل إلي المدى نفسه الذي يصل إليه إذا تم إطلاقه بالسرعة نفسها ولكن بزاوية مقدارها

○ 20^0 ○ 40^0 ○ 30^0 ○ 70^0

س يكون شكل مسار قذيفة أطلقت بزاوية مع المحور الأفقي علي شكل مسار نصف قطع مكافئ عندما تكون الزاوية بالدرجات مساوية

○ 0^0 ○ 30^0 ○ 45^0 ○ 90^0

س أطلقت قذيفتان بسرعة ابتدائية متساوية , الأولي بزاوية (30^0) والثانية بزاوية (60^0) فتكون المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الأولي

- ○ مساوية المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية
- ○ أصغر من المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية
- ○ أكبر من المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية
- ○ مثلي المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية

س قذفت كرة بزاوية (45^0) مع المحور الأفقي وكانت مركبة سرعته الأفقية مساوية **20 m/s** , فتكون قيمة هذه السرعة علي ارتفاع **2 m** بوحدة **m/s** مساوية

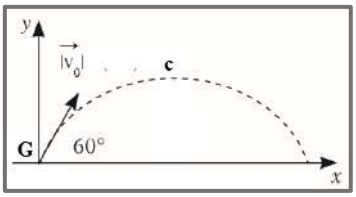
○ 0 ○ 10 ○ 20 ○ 40

UULA
KuwaitTeacher.Com

س قذفت كرة بزاوية (**30^0**) مع المحور الأفقي بسرعته ابتدائية تساوي **200 m/s** , فتكون قيمة المركبة الرأسية للسرعة بعد مرور زمن **3 s** بوحدة **m/s** مساوية

○ 0 ○ 10 ○ 70 ○ 40

س أطلقت قذيفة بزاوية **θ** مع المحور الأفقي كما في الشكل المجاور فتكون مركبة السرعة الأفقية للقذيفة عند نقطة (**c**)



○ مساوية مركبة السرعة الأفقية عند نقطة (G)
○ أكبر من مركبة السرعة الأفقية عند نقطة (G)
○ أصغر من مركبة السرعة الأفقية عند نقطة (G)
○ صفر

س تعتبر حركة المقذوف على المحور الأفقي حركة

○ بعجلة تسارع منتظمة
○ بعجلة تباطؤ منتظمة
○ بسرعة منتظمة
○ بسرعة غير منتظمة

س تعتبر حركة المقذوف على المحور الرأسي حركة

○ بعجلة منتظمة
○ بعجلة غير منتظمة
○ بسرعة منتظمة
○ دورية

س أطلقت قذيفة بزاوية (**45^0**) مع المحور الأفقي , وبسرعة ابتدائية مقدارها **10 m/s** وبإهمال مقاومة الهواء واعتبار عجلة الجاذبية الأرضية تساوي **$10\ m/s^2$** فتكون معادلة مسار القذيفة

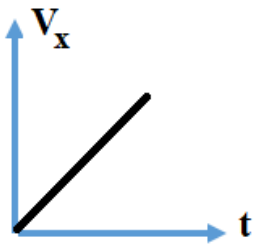
○ $y = -0.1\ x^2 + x$
○ $y = -0.2\ x^2 + x$
○ $y = -0.707\ x^2 + x$
○ $y = -0.141\ x^2 + x$

س أطلقت قذيفتان كتلتهما (**m**) , (**2m**) بالسرعة الابتدائية نفسها , و بزاويتي إطلاق مختلفتين الأولي بزاوية (**30^0**) والثانية بزاوية (**60^0**) بالنسبة إلي المحور الأفقي نفسه بأهمال مقاومة الهواء يكون المدى الأفقي للقذيفة (**m**).

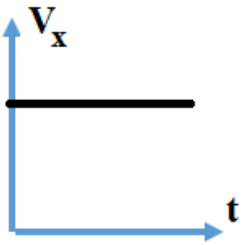
○ نصف المدى الأفقي للقذيفة (2m)
○ مساوياً المدى الأفقي للقذيفة (2m).
○ مثلي المدى الأفقي للقذيفة (2m)
○ أربعة أمثال المدى الأفقي للقذيفة (2m).

UULA
KuwaitTeacher.Com

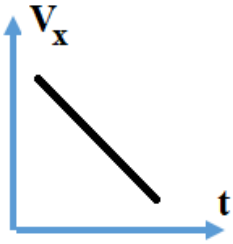
س افضل منحنى بياني يمثل العلاقة بين مركبة السرعة الأفقية للقذيفة مع الزمن هي :



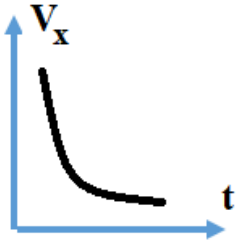
○



○

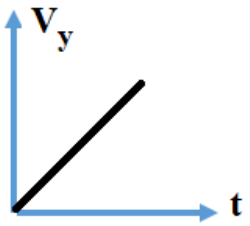


○

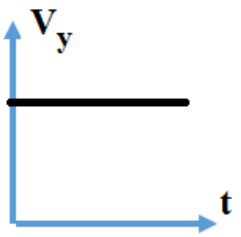


○

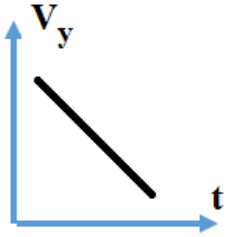
س افضل منحنى بياني يمثل العلاقة بين مركبة السرعة الرأسية للقذيفة مع الزمن هي :



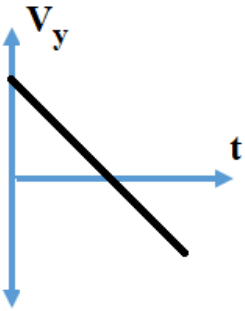
○



○



○



○

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

وصف الحركة الدائرية

الحركة الدائرية

حركة جسم علي مسار دائري مع المحافظة علي مسافة ثابتة من مركز الدوران

تنقسم الحركة الدائرية الي نوعان :

1. الدوران المحوري

هو دوران الجسم حول محور يمر بالجسم نفسه

مثال : دوران الأرض حول نفسها

2. الدوران المداري

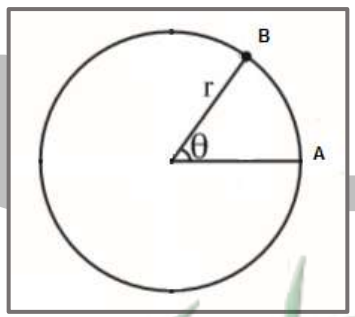
هو دوران الجسم حول محور لا يمر بالجسم .

مثال :

- دوران الأرض حول الشمس
- دوران الإلكترونات حول النواة

الحركة الدائرية المنتظمة

هي حركة الجسم عندما يقطع أقواسا متساوية في أزمنة متساوية .



معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

خصائص الحركة الدائرية :

1. الزمن الدوري T

هو الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل دورة واحدة كاملة .

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

متغير	الاسم	وحدة	
T	الزمن الدوري	s	ثانية
t	زمن الدورات	s	ثانية
n	عدد الدورات	ليس لها وحدة	

س جسم يدور بحركة دائرية منظمة , و يعمل **10 دورات** خلال **20 S** , أحسب الزمن الدوري للحركة .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

2. التردد f

هو عدد الدورات التي يعملها الجسم خلال وحدة الزمن (الثانية الواحدة 1 sec).

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

متغير	الاسم	وحدة	
f	التردد	Hz	هيرتز
t	زمن الدورات	s	ثانية
n	عدد الدورات	ليس لها وحدة	

س جسم يدور بحركة دائرية منظمة , و يعمل **10 دورات** خلال **20 S** , أحسب التردد .

العلاقة بين التردد و الزمن الدوري

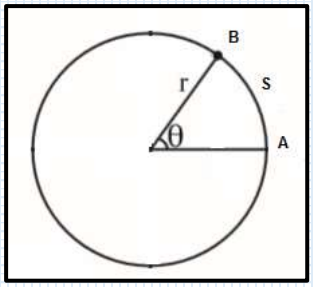
التردد هو مقلوب الزمن الدوري .

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

س جسم يدور بحركة دائرية منظمة , تردده **10 Hz** , أحسب الزمن الدوري .

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

3. الإزاحة الزاوية θ



هي الزاوية التي يمسحها الجسم خلال دورانه .

$$S = \theta\, r$$

متغير	الاسم	وحدة	
θ	الأزاحة الزاوية	Rad	راديان
S	الأزاحة	m	متر
r	نصف القطر	m	متر

وحدة الراديان هي الوحدة المستخدمة في حساب الزاوية .

و يوضح الجدول العلاقة بين الدرجة و الراديان .

θ degree	30	45	60	90	180	270	360
θ Rad	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$3\frac{\pi}{2}$	2π

التحويل بين الراديان و الدرجة :

$$1\ Rad = 57^0$$

وبالتالي **اذا دار الجسم دورة واحدة كاملة** يصبح :

$$\theta = 2\pi$$

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

$$S = 2\pi r$$

محيط الدائرة

اما اذا دار الجسم عدة دورات يصبح :

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

وحدة	الاسم	متغير
ليس لها وحدة	عدد الدورات	N

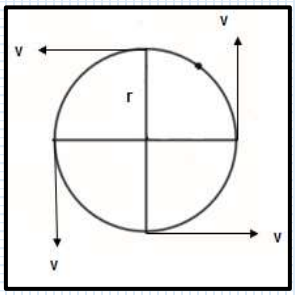
س يقف حكم مباراة في مركز المسار الدائري علي بعد **200 m** من لاعب يركض في مسار دائري , ركض الاعب علي المسار من الشرق الي الشمال , أحسب :

- المسافة التي قطعها اللاعب

- المسافة اذا أكمل اللاعب دورة كاملة .

- أحسب مسافة السباق اذا قطع اللاعب دورتين.

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com



4. السرعة الخطية (المماسية)

هي المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن .
هي طول القوس المقطوع خلال وحدة الزمن .

$$V = \frac{S}{t}$$

اذا دار الجسم دورة واحدة كاملة :

$$S = 2\pi r$$

$$t = T$$

و بالتالي :

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

متغير	الاسم	وحدة	
V	السرعة الخطية/ المماسية	m/s	متر/ ثانية
r	نصف القطر	m	متر
T	الزمن الدوري	S	ثانية

س أذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية ؟

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها **200 cm** حركة دائرية منتظمة , فإذا كان الجسم يستغرق **60 s** لعمل دورتين كاملتين , أحسب :

- الزمن الدوري و التردد :

- السرعة الخطية .

ملاحظات :

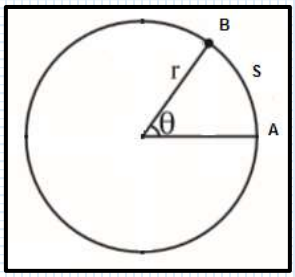
- السرعة الخطية كمية متجهة يحدد اتجاهها بالمماس عند أي نقطة
- اذا تحرك جسم حركة دائرية منتظمة فأن السرعة الخطية تكون ثابتة المقدار و متغيرة الاتجاه عند جميع النقاط التي تقع علي نفس البعد عن مركز الدوران .
- إذا تحرك جسم حركة دائرية منتظمة فإن السرعة الخطية تختلف باختلاف نصف القطر

س في لعبة دوراه الخيل التي تدور بسرعة دائرية منتظمة و زمنها الدوري **45 ثانية** , يجلس ولدان علي حصانين , الأول يبعد **2 m** عن محور الدوران و الثاني يبعد **4 m** عن مركز الدوران أحسب :

- السرعة الخطية لكل ولد

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

5. السرعة الزاوية (ω) اوميجا



هي مقدار الزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال وحدة الزمن .

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

وحدة		الاسم	متغير
راديان / ثانية	Rad/s	السرعة الزاوية	ω
راديان	Rad	الأزاحة الزاوية	θ
ثانية	S	الزمن	t

اذا دار الجسم **دورة واحدة** كاملة :

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

وحدة		الاسم	متغير
ثانية	S	الزمن الدوري	T

س اذكر العوامل التي يتوقف عليها السرعة الزاوية ؟

ملاحظات :

- السرعة الزاوية مقدار ثابت للجسم المتحرك حركة دائرية منتظمة .
- في حالة دوران الجسم عكس عقارب الساعة

$$\omega = +$$

- في حالة دوران الجسم مع عقارب الساعة

$$\omega = -$$

KuwaitTeacher.Com

س جسم يتحرك على محيط دائرة قطرها **400 cm** حركة دائرية منتظمة , فإذا كان الجسم يستغرق **20 s** لعمل دورة واحدة كاملة , أحسب :

- تردد الحركة و زمنها الدوري

- السرعة الزاوية.

- السرعة الخطية

العلاقة بين السرعة الخطية و السرعة الزاوية :

$$V = \omega r$$

متغير	الاسم	وحدة
V	السرعة الخطية	m/s
ω	السرعة الزاوية	Rad/s
r	نصف القطر	m

عندما يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة فأن سرعته الزاوية تكون ثابتة المقدار , و يتوقف قيمة سرعته الخطية علي مقدار نصف القطر فقط . بمعني كلما ازداد بعد الجسم عن مركز الدوران يزداد سرعته الخطية و تظل سرعة الدورانية ثابتة .

KuwaitTeacher.Com

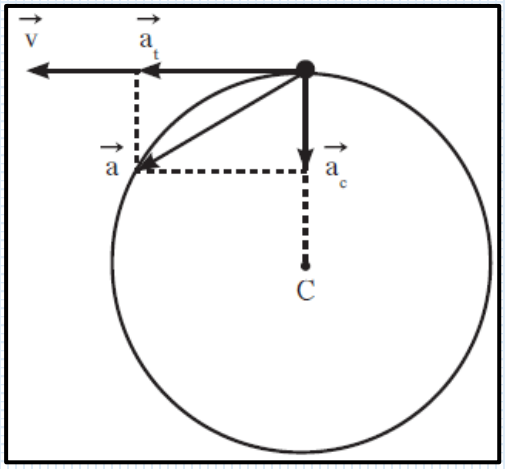
س في لعبة دوراه الخيل التي تدور بسرعة دائرية منتظمة تساوي **دورة واحدة** كل **45 ثانية** , يجلس ولدان علي حصانين , الأول يبعد **2 m** عن محور الدوران و الثاني يبعد **4 m** عن مركز الدوران أحسب :

- السرعة الدائرية لكل ولد

- السرعة الخطية لكل ولد

6. العجلة الخطية : a

يكون للجسم المتحرك حركة دائرية منتظمة عجلة خطية a



- تنشأ العجلة الخطية للجسم المتحرك حركة دائرية منتظمة نتيجة اختلاف اتجاه السرعة الخطية للجسم وليس بسبب اختلاف مقدارها.
- تتحلل قيمة العجلة الخطية الي مركبتين :

عجلة مماسية	عجلة مركزية a_c
تساوي صفر لأنها في اتجاه المماس	وتسمي مركزية لإنها في اتجاه المركز

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

Kuwaitteacher.Com

متغير	الاسم	وحدة
a_c	العجلة المركزية	m/s^2
V	السرعة الخطية	m/s
ω	السرعة الزاوية	Rad/s
r	نصف القطر	m

س جسم يدور بحركة دائرية منتظمة على مسار نصف قطره **50 cm** , يصنع الجسم **اربع دورات** في **الثانية الواحدة** , أحسب

- تردد الحركة و زمنها الدوري .

- السرعة الخطية .

- السرعة الزاوية .

- العجلة المركزية .

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

7. العجلة الزاوية θ"

هي مقدار التغير في السرعة الزاوية خلال وحدة الزمن .

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

متغير	الاسم	وحدة
θ''	العجلة المركزية	Rad/s^2
ω	السرعة الزاوية	Rad/s
t	الزمن	s

عندما يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة , تصبح سرعته الزاوية مقدار ثابت وبالتالي :

$$\omega = \text{ثابت}$$

$$\theta'' = zero$$

س كرة مربوطة بطرف خيط تدور بحركة دائرية منتظمة على مسار دائري نصف قطره **60 cm** , تصنع الكرة **دورتين** في **الثانية الواحدة** , أحسب :

- الزمن الدوري و التردد
- السرعة الخطية
- السرعة الزاوية

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

- العجلة المركزية

- العجلة الزاوية

س جسم يتحرك بحركة دائرية منتظمة على مسار دائري نصف قطره **100 cm** , تصنع الكرة **عشر دورات** في **الثانية الواحدة** , أحسب :

- الزمن الدوري .

- التردد .

- السرعة الخطية

- السرعة الزاوية

- العجلة المركزية .

- العجلة الزاوية .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

- طول القوس الذي يعمله الجسم خلال زمن **3** ثواني .

- الإزاحة الزاوية التي يعملها الجسم خلال **3** ثواني.

س تحرك جسم حركة دائرية منتظمة علي محيط دائرة بسرعة مماسية (خطية) مقدارها **125.66 m/s** فإذا كان تردد الجسيم **10 Hz** أحسب :

- الزمن الدوري للحركة .

- نصف قطر المسار الدائري .

- السرعة الزاوية للجسم .

- العجلة المركزية .

- طول القوس الذي يرسمه الجسم خلال زمن **3s** .

- الزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال زمن **3s** .

معلمي الكويت
Kuwaitteacher.Com

الحركة الدائرية منتظمة العجلة :

عندما يتحرك الجسم بعجلة منتظمة فأن سرعته الزاوية تزداد أو تقل بانتظام طبقا للمعادلات التالية :

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\theta'' t^2$$

عندما يتحرك الجسم بعجلة زاوية منتظمة

$$\theta'' = \text{ثابت}$$

ويطبق عليه القوانين السابقة .

ملاحظات :

- اذا تحرك الجسم من السكون

$\omega_0 = \text{zero}$

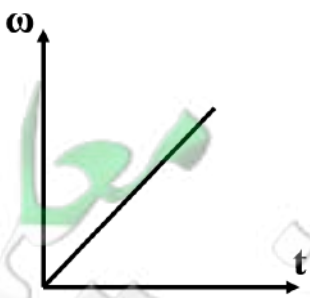
- اذا توقف الجسم عن الحركة

$\omega = \text{zero}$

- **العلاقات البيانية :**

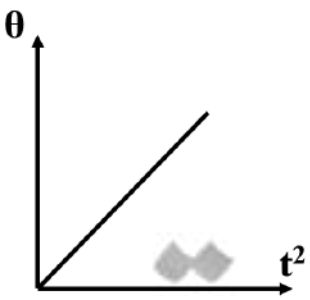
اذا تحرك الجسم من السكون و بعجلة زاوية منتظمة

العلاقة بين السرعة الزاوية النهائية و الزمن :



الميل = θ''

العلاقة بين الازاحة الزاوية و مربع الزمن :



الميل = $\frac{1}{2}\theta''$

صفوة معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

س تدور الكتلة النقطية **M** من السكون في مدار دائري , و بعجلة زاوية منتظمة مقدارها **10 rad/s²** أحسب كلا من :

- السرعة الزاوية بعد مرور زمن **10 s**

- الإزاحة الزاوية للكتلة خلال **10 s** .

- عدد الدورات التي تدورها الكتلة خلال **10 s** .

س تدور الكتلة النقطية **M** من السكون في مدار دائري و بعد مرور زمن قدره **2 s** أصبحت سرعتها الزاوية مقدارها **10 rad/s** أحسب :

- العجلة الزاوية التي تتحرك بها الكتلة .

- الازاحة الزاوية للكتلة خلال **2 s** .

- عدد الدورات التي تدورها الكتلة خلال **2 s** .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س تتحرك كتلة نقطية علي مسار دائري بسرعة زاوية مقدارها **10 rad/s** لتتوقف عن الحركة بعد مرور زمن **5 s** , أحسب :

- العجلة الزاوية للكتلة النقطية .

- الازاحة الزاوية للكتلة خلال زمن **5 s** .

- عدد الدورات التي تدورها الكتلة خلال نفس الفترة الزمنية .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات على درس وصف الحركة الدائرية

اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات التالية :

س حركة جسم علي مسار دائري حول مركز دوران , مع المحافظة علي مسافة ثابته منه ( )

س تغير الموضع بالنسبة الي الزمن . ( )

س طول القوس المقطوع خلال وحدة الزمن . ( )

س مقدار الزاوية التي يمسحها نصف قطر الدائرة خلال وحدة الزمن. ( )

س عدد الدورات في وحدة الزمن. ( )

س عدد الدورات التي يحدثها الجسم علي محيط الدائرة خلال وحدة الزمن . ( )

س الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل دورة كاملة. ( )

س تغير السرعة المتجهة خلال وحدة الزمن . ( )

س تغير السرعة الزاوية خلال وحدة الزمن. ( )

س حركة جسم عندما يدور حول محور داخل الجسم ( )

س حركة جسم عندما يدور حول محور خارج الجسم ( )

ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X) امام العبارات الغير صحيحة:

س تمثل السرعة الخطية في الحركة الدائرية المنتظمة بالزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال وحدة الزمن . ( )

س عندما يتحرك جسم في مسار دائري بسرعة دائرية ثابتة المقدار تكون حركته دائرية منتظمة. ( )

س الراديان وحدة قياس السرعة الدائرية في الحركة الدائرية المنتظمة. ( )

س في الحركة الدائرية المنتظمة كلما ازداد بعد الجسم عن مركز الدوران ازدادت سرعته المماسية . ( )

UULA
معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

س الجسم المتحرك علي مسار دائري بسرعة خطية منتظمة تكون عجلته المماسية تساوي صفر. ( )

س الزمن الدوري لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة يتناسب طرديا مع تردده. ( )

أكمل العبارات الآتية بما يناسبها علميا :

س تكون الحركة الدائرية منتظمة عندما _____

س طول المسار لدورة واحدة كاملة هو _____

س تصنف الحركة الدائرية الي نوعان هما حركة _____ عندما يدور الجسم حول محور داخلي و حركة _____ عندما يدور الجسم حول محور خارجي .

س تقاس الزوايا عادة بوحدة الدرجة او الراديان و كل واحد راديان تعادل ____ درجة .

س كلما ابتعدنا عن مركز الحركة الدائرية فأن السرعة الزاوية للجسم _____ بينما السرعة الخطية(المماسية) _____

س جسم يبعد مسافة **X** عن مركز الحركة الدائرية , كانت سرعته الخطية **10 m/s** اذا زاد البعد عن مركز الدائرة للضعف فأن سرعته الخطية تصبح _____ بينما سرعته الزاوية _____

س سرعة الجسم المماسية عند مركز المسطح الدائري تساوي _____ وكلما بعدنا عن مركز المسطح فأن السرعة المماسية _____

س اتجاه العجلة المركزية يكون _____ مركز الدائرة .

س متجهة العجلة المركزية في الحركة الدائرية يكون دائما _____ علي متجه السرعة المماسية

س يمكن تحليل العجلة الخطية في الحركة الدائرية الي مركبتين هما مركبة_____ و مركبة _____

س تسمي المركبة العمودية للعجلة الخطية في الحركة الدائرية _____

س عندما يدور الجسم من السكون بعجلة زاوية منتظمة فإن سرعته الزاوية النهائية تتناسب طرديا مع _____

UULA
KuwaitTeacher.Com

س عندما يدور الجسم من السكون بعجلة زاوية منتظمة فإن ازاحته الزاوية تتناسب طرديا مع _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من

س السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة .

س العجلة المركزية .

س السرعة الزاوية .

ما المقصود بكل من :

س جسم تردده **50 Hz** :

س جسم زمنه الدوري **3s** :

علل لما يأتي :

س تسمي سرعة الجسم الذي يتحرك علي طول مسار دائري بالسرعة المماسية .

س كلما زادت سرعة دوران لعبة الساقية الدوارة في المدينة الترفيهية زادت سرعتها المماسية .

س يكون لكل أجزاء دوران المنضدة الدوارة المعدل نفسه .

س العجلة المماسية لجسم يتحرك حركة دائرية تساوي صفر بينما العجلة المركزية ثابتة المقدار.

UULA
معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

س العجلة الزاوية في الحركة الدائرية المنتظمة تساوي صفر .

س رغم أن سرعة جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ثابتة الا انه يتحرك حركة معجلة.

س في الحركة الدائرية تكون جميع الاجزاء لها نفس السرعة الدائرية بالرغم من أن السرعة الخطية تتغير .

قارن بين كلا مما يلي :

وجه المقارنة	الدوران المحوري	الدوران المداري
مثال		

وجه المقارنة	السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة	السرعة الزاوية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة
المقدار		
وحدة القياس		

وجه المقارنة	العجلة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة	العجلة الزاوية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة
المقدار		
وحدة القياس		

معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

وجه المقارنة	العجلة المماسية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة	العجلة المركزية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة
المقدار		
اتجاه الحركة		

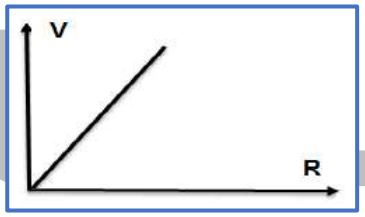
وجه المقارنة	عجلة تسارع زاوية	عجلة تباطؤ زاوية
مقدار السرعة الزاوية		

استنتج قانون لحساب كلا مما يلي :

س العلاقة الرياضية التي تربط بين السرعة الخطية و السرعة الزاوية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة.

أرسم العلاقات البيانية بين كلا مما يلي :

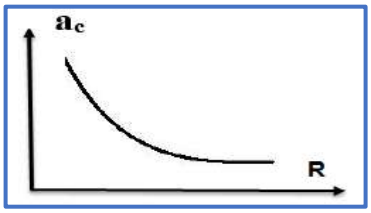
س السرعة الخطية – نصف القطر (جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة)



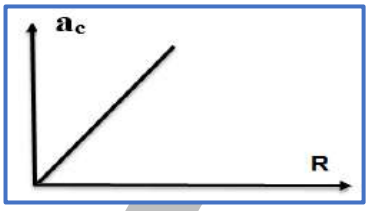
س السرعة الزاوية – نصف القطر (جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة)

KuwaitTeacher.Com

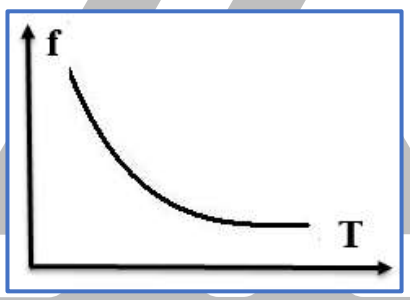
س العجلة المركزية – نصف القطر (عند ثبات السرعة الخطية)



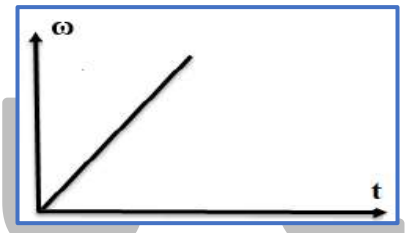
س العجلة المركزية – نصف القطر (عند ثبات السرعة الزاوية)



س التردد – الزمن الدوري



س السرعة الزاوية النهائية – الزمن لجسم يدور من السكون بعجلة تسارع زاوية منتظمة



س الازاحة الزاوية – مربع الزمن لجسم يدور من السكون بعجلة تسارع زاوية منتظمة

KuwaitTeacher.Com

أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س يعتبر دوران الأرض حول الشمس حركة دورانية :

○ غير منتظمة ○ مترددة ○ مدارية ○ محورية

س يعتبر دوران الأرض حول نفسها حركة دورانية :

○ غير منتظمة ○ مترددة ○ مدارية ○ محورية

س جسم يدور بحركة دائرية منتظمة , اذا كان تردد الجسم **0.1 Hz** , يكون زمنه الدوري بوحدة الثانية يساوي :

○ 0.01 ○ 1 ○ 10 ○ 100

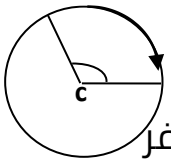
س جسم يدور بحركة دائرية منتظمة , اذا كان الجسم يعمل **120** دورة خلال زمن **دقيقة** , يكون تردد الجسم بوحدة Hz يساوي

○ 2 ○ 0.5 ○ 4 ○ 120

س إذا دار جسم علي مسار دائري , ومسح نصف قطره زاوية مقدارها 30^0 , فإن مقدار هذه الزاوية (بالراديان) يساوي

○ $\frac{\pi}{8}$ ○ $\frac{\pi}{6}$ ○ $\frac{\pi}{4}$ ○ $\frac{\pi}{2}$

س إذا كان طول القوس في الشكل المقابل **m** (**20**) , ونصف قطر المسار**m** (**2**) فإن الإزاحة الزاوية بوحدة الراديان تساوي



○ 10 ○ 20 ○ 40 ○ صفر

س لاعب يركض على مسار دائري نصف قطره **200 m** , قطع هذا اللاعب مسافة مقدارها **800π** , يكون عدد الدورات التي قطعها الاعب على المسار الدائري تساوي :

○ 2 ○ 4 ○ 6 ○ 8

س لاعب يركض على مسار دائري نصف قطره **20 m** , قطع اللاعب **10** دورات خلال ثانية واحدة , تكون سرعة اللاعب الخطية بوحدة **m/s** تساوي :

○ 400 ○ 400π ○ 200 ○ 200π

صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة المماسية للجسم

- ○ ثابتة المقدار والاتجاه
- ○ ثابتة المقدار و متغيرة الاتجاه
- ○ متغيرة المقدار والاتجاه
- ○ متغيرة المقدار وثابتة الاتجاه

س في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة الزاوية للجسم

- ○ ثابتة المقدار والاتجاه
- ○ ثابتة المقدار و متغيرة الاتجاه
- ○ متغيرة المقدار والاتجاه
- ○ متغيرة المقدار وثابتة الاتجاه

س تدور لاعبة الباليه علي الجليد في مسار دائري نصف قطره **m** (**10**) وبسرعة زاوية مقدارها **rad/s** (**0.6**) , فإن سرعتها المماسية بوحدة (**m/s**) تساوي

○ 0.06 ○ 0.6 ○ 6 ○ 16.6

س حجر مربوط في طرف خيط طوله **m**(**0.5**) ويدور في مستوي أفقي محدثاً (**25**) دورة خلال (**5**) ثواني , فإن السرعة الزاوية للحجر بوحدة (**rad/s**) تساوي

○ 0.314 ○ 3.14 ○ 31.4 ○ 314

س عندما تدور مروحة بسرعة زاوية مقدارها **Rad /s** (**60 π**) فإن زمنها الدوري بوحدة الثانية يساوي

○ 30 ○ $\frac{1}{60}$ ○ $\frac{1}{30}$ ○ $\frac{1}{20}$

س يتحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها **m**(**1**) بسرعة مماسية قدرها **m/s**(**2**) فإن عجلته المركزية بوحدة ($\mathbf{m / s^2}$) تساوي

○ $\frac{3}{2}$ ○ 4 ○ 6 ○ 9

س ربط حجر في خيط طوله **m** (**0.4**) وأدير في وضع أفقي فكان زمنه الدوري **s** (**0.2**) فإن عجلته المركزية بوحدة ($\mathbf{m / s^2}$) تساوي

○ 20π ○ 40π ○ $20\pi^2$ ○ $40\pi^2$

س عندما يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة على مسار دائري , فأنه كلما زاد بعد الجسم عن محور الدوران فأن سرعة الجسم الخطية

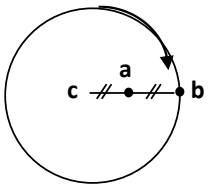
○ تزداد ○ تقل ○ لا تتغير ○ تنعدم

KuwaitTeacher.Com

س عندما يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة على مسار دائري , فأنه كلما زاد بعد الجسم عن محور الدوران فأن سرعة الجسم الزاوية

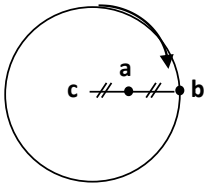
○ تزداد ○ تقل ○ لا تتغير ○ تنعدم

س النسبة بين السرعة الخطية للجسم (**a**) والسرعة الخطية للجسم (**b**) في الشكل المقابل تساوي



○ $V_a = V_b$ ○ $2\ V_a = V_b$
○ $V_a = 2\ V_b$ ○ $V_a = 3\ V_b$

س العلاقة بين السرعة الزاوية للجسم (**a**) والسرعة الزاوية للجسم (**b**) في الشكل المقابل تساوي



○ $\omega_a = \omega_b$ ○ $2\ \omega_a = \omega_b$
○ $\omega_a = 2\ \omega_b$ ○ $\omega_a = 3\ \omega_b$

س عندما يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة على مسار دائري , فأن عجلته الزاوية تساوي

○ مقدار موجب ○ صفر
○ مقدار سالب ○ مقدار متغير

س تتحرك كتلة نقطية على مسار دائري بسرعة زاوية مقدارها **10 rad/s** لتتوقف عن الحركة بعد مرور زمن **5 s** , تكون العجلة الزاوية للكتلة النقطية بوحدة $\mathbf{rad/s^2}$ تساوي

○ 2+ ○ 2- ○ 4+ ○ 4-

س يدور جسم حول محور اسطوانة نصف قطرها **m** (**0.5**) من السكون وبعجلة زاوية منتظمة مقدارها $\mathbf{rad/s^2}$ (**10**), فإن سرعته الزاوية بعد **s** (**2**) بوحدة (**rad/s**) تساوي

○ 0.25 ○ 5 ○ 10 ○ 20

س تتحرك كتلة نقطية علي مسار دائري من السكون وبعجلة زاوية منتظمة مقدارها $\mathbf{rad/s^2}$ (**2**), فإن إزاحتها الزاوية بعد **s** (**5**) من لحظة بدء الحركة بوحدة (**rad**) تساوي

○ 2.5 ○ 1 ○ 5 ○ 25

UULA
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س حجر مربوط بخيط ويدور حركه دورانية منتظمة في مستوى أفقي فإذا قطع الخيط فان الحجر

- ○ يستمر بحركته حول المركز بنفس السرعة
- ○ يستمر بحركته حول المركز بسرعة اقل
- ○ يسقط مباشرة على الأرض
- ○ يتحرك بخط مستقيم باتجاه السرعة الخطية

س أفضل مخطط يوضح العلاقة بين متجه السرعة الخطية ومتجه العجلة في الحركة الدائرية المنتظمة هو

○ ○ ○ ○

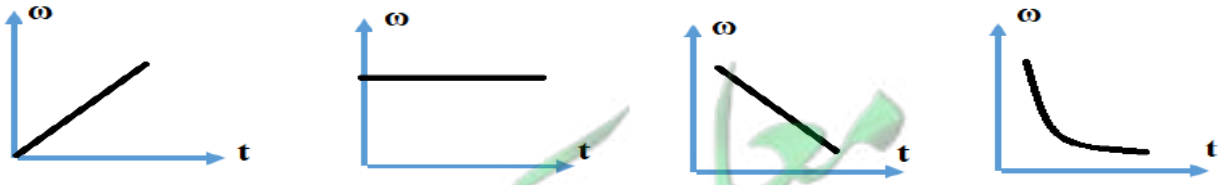
س اذا تحركت كتلة نقطية من السكون بعجلة دورانية منتظمة فإن السرعة الزاوية النهائية للكتلة تتناسب طرديا مع :

- ○ الزمن
- ○ الازاحة الزاوية
- ○ مربع الزمن
- ○ العجلة الزاوية

س اذا تحركت كتلة نقطية من السكون بعجلة دورانية منتظمة فإن الأزاحة الزاوية للكتلة تتناسب طرديا مع :

- ○ الزمن
- ○ الازاحة الزاوية
- ○ مربع الزمن
- ○ العجلة الزاوية

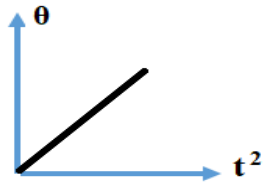
س اذا تحركت كتلة نقطية من السكون بعجلة دورانية منتظمة فإن أفضل منحنى بياني يمثل علاقة السرعة الزاوية النهائية للكتلة مع الزمن هي :



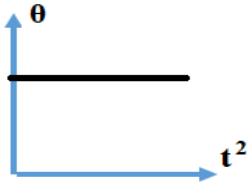
○ ○ ○ ○

UULA
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

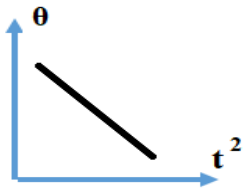
س اذا تحركت كتلة نقطية من السكون بعجلة دورانية منتظمة فإن أفضل منحنى بياني يمثل علاقة الأزاحة الزاوية للكتلة مع مربع الزمن هي :



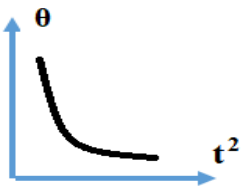
○



○



○



○

س اذا تحركت كتلة نقطية من السكون بعجلة دورانية منتظمة فإن ميل المنحنى البياني الذي يمثل العلاقة بين السرعة الزاوية النهائية للكتلة مع الزمن يمثل

○ θ'' ○ $3\theta''$ ○ $\theta'' \frac{1}{2}$ ○ $2\theta''$

س اذا تحركت كتلة نقطية من السكون بعجلة دورانية منتظمة فإن ميل المنحنى البياني الذي يمثل العلاقة بين الإزاحة الزاوية للكتلة مع مربع الزمن يمثل

○ θ'' ○ $3\theta''$ ○ $\theta'' \frac{1}{2}$ ○ $2\theta''$

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

القوة الجاذبة المركزية

القوة الجاذبة المركزية

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

أنواع القوة المركزية في الطبيعة :

1. حركة الارض حول الشمس , حيث تجذب الشمس الأرض في مسارها مسببة دوران الأرض حول الشمس .
2. حركة الألكترون حول النواة , حيث تجذب النواة الألكترون في مساره مسببه دوران الألكترون حول النواة

يمكن تحليل القوة المؤثرة علي جسم يتحرك حركة دائرية الي مركبيتن :

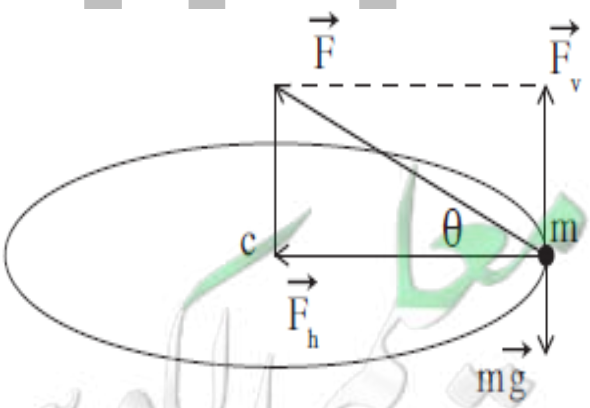
1. **مركبة رأسية F_v**

وهي تتساوي في المقدار مع وزن الجسم و تعاكسه في الأتجاه و بالتالي تكون محصلتهما صفر .

2. **مركبة افقية F_h**

وهي تعمل في أتجاه المركز و تسمي القوة الجاذبة المركزية و التي تعمل على جذب الجسم في أتجاه المركز . وتجعله يغير مساره بأستمرار و يكتسب عجلة مركزية.

وهي محصلة القوة التي تؤثر علي الجسم



KuwaitTeacher.Com

القوة الجاذبة المركزية : F_c

محصلة عدة قوي مؤثرة علي جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تكسبه تسارعا مركزيا يتناسب طرديا مع مربع السرعة و عكسيا مع نصف قطر المسار .

$$F_c = m\ a_c$$

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

$$F_c = m\ \omega^2\ r$$

متغير	الاسم	وحدة	
F_c	القوة المركزية	N	نيوتين
a_c	العجلة المركزية	m/s^2	متر/ثانية^2
V	السرعة الخطية	m/s	متر / ثانية
ω	السرعة الزاوية	Rad/s	راديان / ثانية
r	نصف القطر	m	متر
m	الكتلة	Kg	كيلوجرام

س اذكر العوامل التي يتوقف عليها القوة المركزية ؟

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س سيارة كتلتها **1.5 ton** تتحرك بسرعة منتظمة علي طريق دائري نصف قطره **50 m** ,أكملت السيارة خمس دورات في **314 s** , أحسب :

- التردد و الزمن الدوري .

- السرعة الخطية و السرعة الزاوية للسيارة .

- العجلة المركزية .

- القوة المركزية .

س طائرة تتحرك بسرعة **56.6 m/s** في مسار دائري نصف قطره **188.5 m** أحسب كتلة الطائرة اذا علمت أن القوة الجاذبة المركزية اللازمة لإبقائها علي مسارها الدائري **1.89×10^4 N**

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س ربط جسم كتلته **Kg** (**0.5**) بطرف حبل طوله (**1**) ثم أدير في مستوى أفقي بمعدل (**120**) دورة كل دقيقة احسب ما يلي :

- التردد و الزمن الدوي .

- السرعة الزاوية

- السرعة الخطية

- العجلة المركزية

- قوة شد الحبل على الجسم

س جسم كتلته **gm** (**50**) يتحرك على محيط دائرة قطرها **cm**(**400**) حركة دائرية منتظمة فإذا كان الجسيم يستغرق **s** (**65**) لعمل دورة كاملة . احسب :

- تردد الحركة و زمنها الدوري .

- السرعة الزاوية.

- السرعة الخطية.

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

- العجلة المركزية

- قوة الجذب المركزية

س مروحــة طـائرة عمـودية كتلتــها **Kg** (**50**) تتـحرك في مسـار دائـري نصف قـطره **m** (**5**) تدور بمعدل (**1500**) لفة خلال **s** (**300** π) احسب :

- التردد و الزمن الدوري .

- السرعة الزاوية.

- السرعة الخطية

- العجلة الجاذبة المركزية

- القوة الجاذبة المركزية التي تجعل الجسم محتفظ بمساره الدائري

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات علي القوة الجاذبة المركزية :

في الحوض المغزلي للغسالات يدور الحوض بسرعة كبيرة و يؤثر الجدار الداخلي للحوض علي الملابس بقوة جاذبة مركزية تجعل الملابس تلتصق بالجدار الداخلي للحوض .

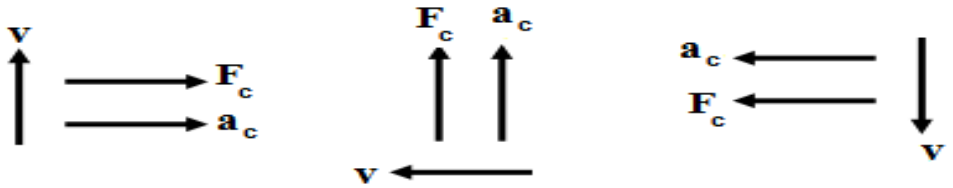
- تخرج المياه من فتحات الحوض وبالتالي تؤثر القوة الجاذبة المركزية للحوض علي الملابس فقط وليس علي الماء .
- لذلك تؤدي القوة الجاذبة المركزية الدور الأساسي في عمليات الطرد المركزي .

زوال القوة الجاذبة المركزية :

عند زوال القوة الجاذبة المركزية فأن الجسم يتحرك في خط مستقيم و في نفس اتجاه السرعة الخطية و ذلك طبقا للقانون الأول لنيوتين و بتأثير القصور الذاتي .

مخطط الحركة الدائرية المنتظمة :

تكون القوة المركزية و العجلة المركزية في نفس الأتجاه و السرعة الخطية عمودية عليهما .

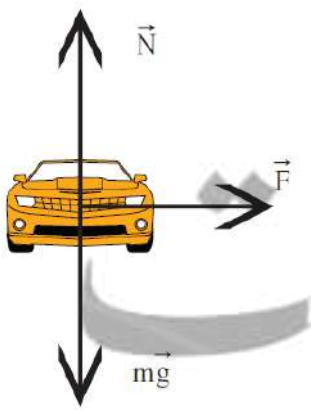


تطبيقات علي القوة الجاذبة المركزية :

1. الأنزلاق علي طريق دائري أفقي :

عندما تتحرك السيارة علي طريق دائري أفقي فأن السيارة تقع تحت تأثير ثلاث قوي وهي :

- قوة الوزن **W**
- قوة رد الفعل **N**
- قوة الأحتكاك f_s



كما هو مبين بالشكل يتساوي قوة الوزن و قوة رد الفعل للسيارة , لتصبح القوة الوحيدة المؤثرة علي السيارة هي قوة الأحتكاك .
تمثل قوة الاحتكاك بين أطارات السيارة و الأرض القوة الجاذبة المركزية . لذلك تحتاج السيارة الي قوة مركزية كافية لابقاء السيارة علي مسارها الدائري وهذا ما توفره قوة الأحتكاك بين العجلات و الطريق . فعندما لا تكون هذة القوة كافية كما يحدث في الايام الممطرة ستنزلق السيارة .

UULA
KuwaitTeacher.Com

$$f_s = \mu m g$$

متغير	الاسم	وحدة
f_s	قوة الاحتكاك	N
μ	معامل الاحتكاك	ليس له وحدة
m	الكتلة	Kg
g	عجلة الجاذبية الأرضية	m/s^2

معامل الأحتكاك μ

هو النسبة بين قوة الأحتكاك الي قوة رد الفعل .

ملاحظات :

- اذا كانت القوة الجاذبة المركزية أكبر من قوة الأحتكاك بين أطارات السايرة و الطريق فأن السايرة تنقلب بسبب سرعتها و يجب تقليل السرعة للمرور بأمان
- اذا كانت قوة الأحتكاك مساوية أو أكبر من القوة الجاذبة المركزية فأن السيارة تتحرك علي الطريق الدائري الأفقي بسرعة امنه . (دون ان تنقلب)

استنتاج قانون لحساب السرعة الامنه للسيارة علي طريق دائري افقي

$$F_c = fs$$

$$\frac{m V^2}{r} = f_s$$

$$V^2 = f_s \frac{r}{m}$$

$$V = \sqrt{\frac{f_s \ r}{m}}$$

KuwaitTeacher.Com

متغير	الاسم	وحدة
V	السرعة الامنة	m/s
f_s	قوة الاحتكاك	N
m	الكتلة	Kg
g	عجلة الجاذبية الأرضية	m/s^2

س اذكر العوامل التي يتوقف عليها السرعة الامنة للسيارة علي طريق دائري أفقي؟

س ما هي السرعة القصوى التي يمكن أن تتحرك بها سيارة كتلتها **1500 Kg** بحيث تستطيع أن تنحرف علي مسار دائري نصف قطره **70 m** علما أن معامل الاحتكاك السكوني بين العجلات و الطريق يساوي **0.8** .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س سيارة كتلتها **1350 Kg** تنعطف بسرعة **50 Km/h** علي مسار دائري أفقي قطره **400 m** أحسب :

- العجلة المركزية للسيارة

- القوة الجاذبة المركزية

- مقدار أصغر معامل احتكاك بين العجلات و الطريق يسمح للسيارة بالالتفاف بدون انزلاق

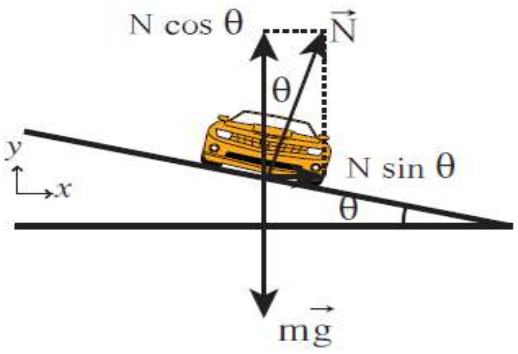
س سيارة كتلتها **1000 Kg** تتحرك علي مسار دائري قطره **100 m** علي طريق افقي بسرعة **14 m/s** هل تستطيع السيارة الالتفاف أم تنزل في كل من الحالات التالية

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

2. المنعطفات المائلة :

عند أمالة الطرق في المنعطفات الدائرية فأن القوة الموثرة علي الجسم تصبح :

- الوزن **w**
- مركبة رد الفعل **N cosθ**
- مركبة رد الفعل **N sinθ**



من الشكل يتساوي الوزن مع مركبة رد الفعل **N cosθ** في المقدار و يتعاكس في الاتجاه لذلك تلاشي كلا منهما الأخري و تصبح القوة الوحيدة المؤثرة علي الجسم هي مركبة رد الفعل **N sinθ** وبالتالي تصبح القوة المركزية ممثلة في قوة مركبة رد الفعل **N sinθ** لذلك يمكن استنتاج السرعة الامنه (سرعة التصميم) للسيارة علي الطريق المائل

$$W = N\cos\theta \rightarrow m\,g = N\cos\theta \rightarrow N = \frac{m\,g}{\cos\theta}$$

$$F_c = N\sin\theta \rightarrow \frac{m\,v^2}{r} = N\sin\theta \rightarrow V^2 = \frac{N\,r\sin\theta}{m}$$

$$V^2 = \frac{m\,g\,r\sin\theta}{m\cos\theta} = g\,r\tan\theta$$

$$V = \sqrt{r\,g\tan\theta}$$

متغير	الاسم	وحدة
V	السرعة الامنة (سرعة التصميم)	m/s
r	نصف قطر الطريق	m
θ	زاوية ميل الطريق	درجة
g	عجلة الجاذبية الأرضية	m/s^2

KuwaitTeacher.Com

س اذكر العوامل التي يتوقف عليها سرعة السيارة علي طريق مائل ؟

ملاحظات :

- يجب امالة الطرق عند المنعطفات الدائرية للتخلص من تأثير قوة الاحتكاك بين الاطارات و الطريق .
- تسمي السرعة علي الطريق المائل بسرعة التصميم لانها تحدد بواسطة تصميم الطريق دون اي تأثير لقوة الاحتكاك

س أحسب السرعة القصوى لسيارة كتلتها **1500 Kg** لتنعطف علي منحني مائل بزاوية 25^0 و نصف قطره **50 m** بدون الحاجة الي قوة احتكاك بين الاطارات و الطريق .

س أحسب الزاوية التي يجب امالة منعطف نصف قطره **50 m** ليسمح لسيارة للانعطاف بسرعة **50 km/h** دون الحاجة الي قوة احتكاك بين الاطارات و الطريق .

س يدور راكب دراجة هوائية علي مسار دائري يميل بزاوية مقدارها 15^0 علي المستوي الأفقي .إذا كان نصف قطر المسار **40 m** احسب .

- أقصي سرعة يمكن ان يتحرك بها الجسم علي هذا المسار (سرعة التصميم)

- العجلة المركزية للدراجة .

UULA
صفوة المعلمين الكويت
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات على درس القوة الجاذبة المركزية

اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات التالية :

س القوة التي تسبب الحركة الدائرية للكتلة و يكون اتجاها دائما نحو مركز الدائرة ( )

س محصلة عدة قوي مؤثرة علي جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تكسبه تسارعا مركزيا يتناسب مقداره طرديا مع مربع السرعة الخطية و عكسيا مع نصف قطر المسار . ( )

س نسبة قوة الاحتكاك علي قوة رد الفعل. ( )

س السرعة التي يحددها تصميم الطريق , بمعلومية نصف القطر و زاوية ميل الطريق ( )

ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X) امام العبارات الغير صحيحة:

س القوة الجاذبة المركزية تكون عمودية علي متجه السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ( )

س في الحوض المغزلي للغسالة تؤثر القوة الجاذبة المركزية علي الملابس و علي الماء ( )

س قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة و المسار الدائري تعتبر قوة جاذبة مركزية ( )

س عند إمالة الطرق عند المنعطفات الدائرية تنشأ قوة جذب مركزية هي المركبة **N sinθ** ( )

أكمل العبارات الآتية بما يناسبها علميا :

س اتجاه القوة المركزية يكون _____ متجه السرعة.

س تعمل القوه المركزية في الحركة الدائرية المنتظمة على جذب الجسم المتحرك نحو _____

س من أمثلة القوة الجاذبة المركزية في الطبيعة _____ و _____

س تؤثر القوة الجاذبة المركزية علي حركة الجسم في كل نقطة وتجعله يغير _____ و يكتسب _____

UULA
KuwaitTeacher.Com

س يمكن تحليل القوة المؤثرة علي جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة الي مركبتين , مركبة رأسية وهي تتساوي في المقدار مع _____ و لكن اتجاها يكون _____

س يمكن تحليل القوة المؤثرة علي جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة الي مركبتين , مركبة أفقية تسمي _____ ويكون اتجاها نحو _____

س عندما تسير سيارة علي طريق أفقي دائري فأن القوة الجاذبة المركزية ناتجة عن _____

س كلما زاد مقدار نصف قطر الطريق الدائري المائل _____ مقدار الميل اللازم للطريق عند ثبات السرعة الخطية المسموح بها عليه .

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من

س القوة الجاذبة المركزية .

س سرعة جسم علي طريق دائري افقي

س سرعة جسم علي طريق دائري مائل (سرعة التصميم)

ما المقصود بكل من :

س القوة الجاذبة المركزية

س معامل الاحتكاك بين عجلات سيارة و الطريق **0.6**

س سرعة التصميم في المنعطفات المائلة .

معلمة الكويت
Kuwaitteacher.Com

علل لما يأتي :

س تسمي قوه شد الخيط للجسم الذي يتحرك حركه دائرية بالقوة المركزية

س في الحوض المغزلي للغسالة تكون القوة المركزية مؤثرة فقط علي الملابس ولا تؤثر علي المياه .

س عندما ينقطع الخيط المربوط بجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة فأن الجسم يتخذ مسار خط مستقيم .

س تنزلق السيارات علي المسارات الدائرية في الأيام الممطرة

س إمالة الطرق عند المنعطفات الدائرية يقلل من احتمال انزلق السيارة .

س يجب إمالة الطرق عند المنعطفات الدائرية

استنتج ما يلي :

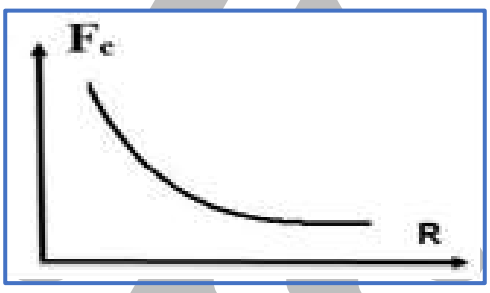
س سرعة الطريق الامنة علي طريق دائري مائل :

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

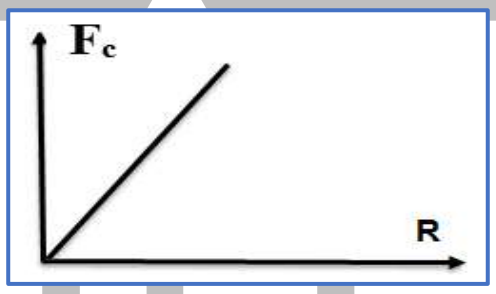
س استنتاج قانون لحساب السرعة الامنه للسيارة علي طريق دائري افقي

أرسم العلاقات البيانية بين كلا مما يلي :

س القوة المركزية – نصف القطر (عند ثبات السرعة الخطية)



س القوة المركزية – نصف القطر (عند ثبات السرعة الزاوية)



أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س حجر مربوط بخيط ويدور حركة دورانية منتظمة في مستوى أفقي فإذا قطع الخيط فإن الحجر

- ○ يستمر بحركته حول المركز بنفس السرعة
- ○ يتحرك بخط مستقيم باتجاه السرعة الخطية
- ○ يستمر بحركته حول المركز بسرعة أقل
- ○ يسقط مباشرة على الارض

UULA
معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

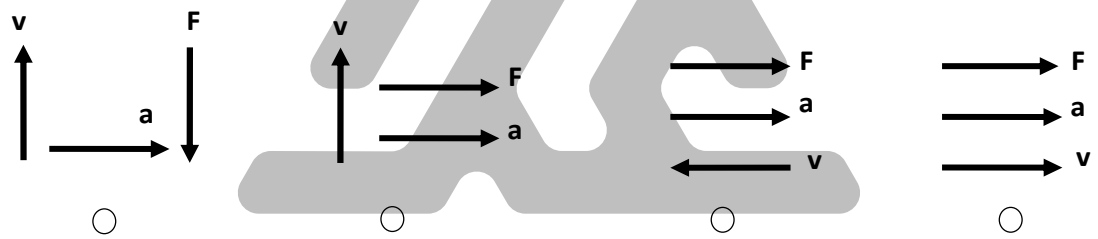
س القوة الجاذبة المركزية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة بسرعة زاوية ثابتة المقدار تتناسب تناسبا

- ○ طرديا مع نصف قطر المسار
- ○ طردياً مع مربع نصف قطر المسار
- ○ عكسياً مع نصف قطر المسار
- ○ عكسياً مع مربع نصف قطر المسار

س القوة الجاذبة المركزية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة بسرعة خطية ثابتة المقدار تتناسب تناسبا

- ○ طرديا مع نصف قطر المسار
- ○ طردياً مع مربع نصف قطر المسار
- ○ عكسياً مع نصف قطر المسار
- ○ عكسياً مع مربع نصف قطر المسار

س أحد المخططات التالية يمثل العلاقة بين اتجاهات كل من السرعة الخطية والعجلة الجاذبة المركزية والقوة الجاذبة المركزية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة



○ ○ ○ ○

س ربط جسم كتلته **0.2 Kg** بطرف خيط طوله **0.4 m** وأمسك من نهايته وأدير بحيث كانت سرعته **2 m/s** فأن مقدار القوة المركزية المؤثرة علي الجسم بوحدة النيوتن تساوي

1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○

س عندما تدور لعبة أطفال نصف قطرها **2 m** بسرعة زاوية مقدارها **1 rad/sec** فأن القوة المركزية المؤثرة علي ولد كتلته **25 Kg** مقدارا بوحدة النيوتن تساوي

100 ○ 75 ○ 50 ○ 25 ○

س طائرة تتحرك بسرعة **56.6 m/s** في مسار دائري نصف قطره **188.5 m** أحسب كتلة الطائرة اذا علمت أن القوة الجاذبة المركزية اللازمة لإبقائها علي مسارها الدائري **1.89×10^4 N**

750 ○ 800 ○ 1040 ○ 1112 ○

KuwaitTeacher.Com

س سيارة كتلتها **1.5 ton** , تتحرك بسرعة خطية مقدارها **5 m/s** , على طريق دائري أفقي نصف قطره **50 m** , يكون مقدار القوة الجاذبة المركزية المؤثرة بوحدة N تساوي :

○ 250 ○ 500 ○ 750 ○ 1000

س جسم يتحرك حركة دائرية و سرعته الخطية تساوي **V** , اذا زادت سرعة الجسم الي مثلي قيمتها , فأن مقدار القوة الجاذبة المركزية تصبح

○ نصف قيمتها
○ ربع قيمتها
○ مثلي قيمتها
○ اربع اضعاف قيمتها

س تنتج قوة الجذب المركزية المؤثرة على سيارة تسير على طريق أفقي دائري منحنى عن

○ وزن السيارة وقوة الفرامل
○ القصور الذاتي للسيارة
○ قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق
○ جميع ما سبق

س سيارة كتلتها **1500 Kg** تستطيع أن تنحرف علي مسار دائري نصف قطره **70 m** اذا كان معامل الاحتكاك السكوني بين العجلات و الطريق يساوي **0.8**, تكون السرعة القصوى التي يمكن أن تتحرك بها السيارة بوحدة **m/s** :

○ 20.3 ○ 23.6 ○ 25.6 ○ 27.4

س السرعة الخطية القصوى الامنة لجسم متحرك على منعطف دائري مائل تتوقف على

○ نصف قطر المنعطف وكتلة الجسم
○ نصف قطر المنعطف وزاوية ميل المنعطف
○ زاوية ميل المنعطف وكتلة الجسم
○ عجلة الجاذبية وكتلة الجسم

س السرعة الخطية علي منعطف دائري مائل لا تتوقف علي

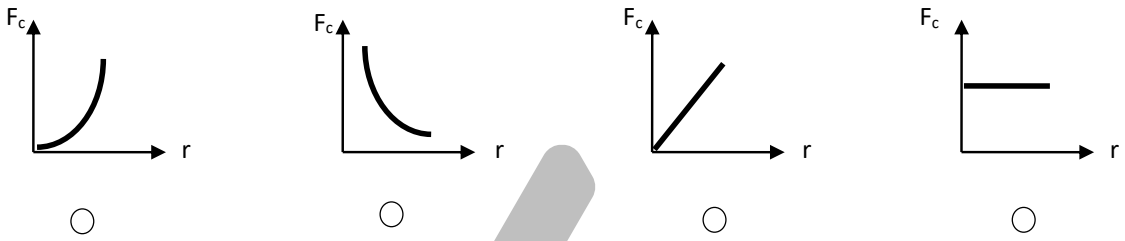
○ نصف قطر المنعطف المائل
○ كتلة الجسم المتحرك علي المنعطف الدائري
○ زاوية ميل المنعطف الدائري
○ مقدار عجلة الجاذبية الأرضية

UULA
معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س يدور راكب دراجة هوائية علي مسار دائري يميل بزاوية مقدارها **15^0** علي المستوي الأفقي. إذا كان نصف قطر المسار **40 m** تكون سرعة التصميم للطريق المائل بوحدة **m/s** :

○ 5.6 ○ 10.3 ○ 17.2 ○ 18.3

س أفضل خط بياني يوضح العلاقة بين متجه القوة الجاذبة المركزية ونصف قطر المسار الدائري عند ثبات السرعة الخطية :



○ ○ ○ ○

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

مركز الثقل

الوزن

هو مقدار جذب الأرض للأجسام

$$W = m\,g$$

متغير	الاسم	وحدة	
w	الوزن	N	نيوتين
m	الكتلة	Kg	كيلو جرام
g	عجلة الجاذبية الأرضية	m/s^2	متر/ ثانية^2

يعتبر الوزن أحد أشكل القوة لذلك يحدد بالمقدار والاتجاه و نقطة التأثير .

مركز الثقل

هو نقطة تأثير ثقل الجسم (وزن الجسم)

عند التاثير على الجسم بقوة تساوي مقدار الوزن و تعاكسه في الأتجاه و عند نقطة مركز الثقل فأن الجسم يتزن , (تصبح القوة المؤثرة عليه = صفر)

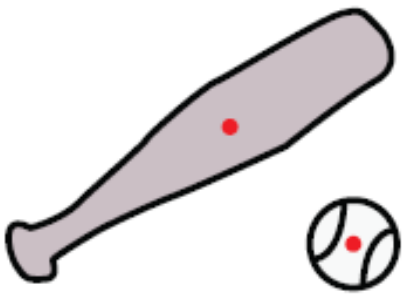
مركز الثقل

النقطة التي تقع عند الموضع المتوسط للجسم الصلب المتماسك و المتجانس

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

تحديد موضع مركز الثقل :

مركز الثقل	
جسم منتظم الشكل الهندسي (متجانس)	جسم غير منتظم الشكل الهندسي
يقع مركز الثقل عند المركز الهندسي للشكل	يقع مركز الثقل عند الطرف الثقل
مثال : الكرة – الحلقة – المثلث – المستطيل – المخروط	مثال : المضرب – المطرقة



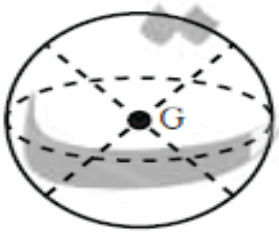
ملاحظة :

اذا كان الجسم منتظم الشكل لكن غير متجانس , فأن مركز الثقل لا يصبح عند المركز الهندسي للشكل , بل يصبح اقرب للطرف الاثقل .

مثال : اذا ملئ جزء من كرة مجوفة بالرصاص يصبح مركز ثقلها عند الطرف الممتلئ بالرصاص وليس عند مركز الكرة .

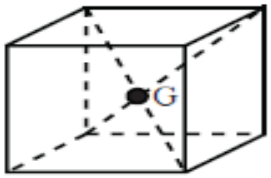
تحديد مركز الثقل لجسم منتظم الشكل الهندسي :

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



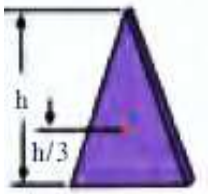
UULA.COM
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

- **المستطيل (المربع):** يقع مركز الثقل عند تقاطع وتري المستطيل .



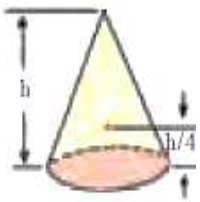
مكعب

- **المثلث :**



يقع مركز الثقل علي الخط الواصل بين رأس المثلث و قاعدته و علي ارتفاع مقداره $\frac{h}{3}$ من قاعدة المثلث .

- **مخروط :**

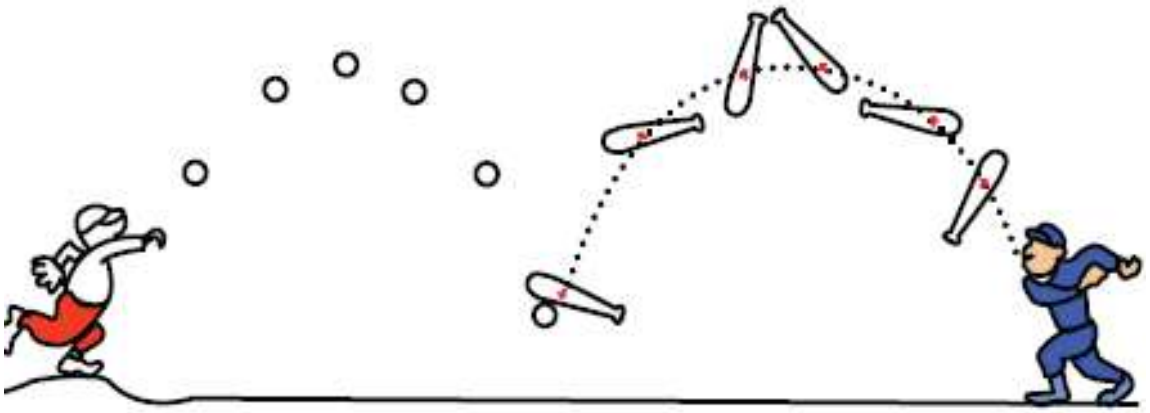


يقع مركز الثقل علي الخط الواصل بين رأس المخروط و قاعدته وعلي ارتفاع $\frac{h}{4}$ من قاعدة المخروط .

حركة الاجسام علي سطح أفقي أملس		
جسم غير منتظم الشكل		جسم منتظم الشكل
مركز الثقل	باقي اجزاء الجسم	
يتحرك في خط مستقيم و بسرعة ثابتة بسبب غياب قوة الاحتكاك	يتحرك حركة دائرية حول مركز الثقل للجسم	يتحرك الجسم في خط مستقيم و بسرعة ثابتة بسبب غياب قوة الاحتكاك

KuwaitTeacher.Com

حركة الاجسام في الهواء		
جسم غير منتظم الشكل		جسم منتظم الشكل
مركز الثقل	باقي اجزاء الجسم	
يتحرك في مسار قطع مكافئ بسبب غياب قوة الاحتكاك مع الهواء	يتحرك حركة دائرية حول مركز الثقل للجسم	يتحرك في مسار قطع مكافئ بسبب غياب قوة الاحتكاك



ملاحظة :

لن يتأثر حركة مركز الثقل للالعاب النارية قبل الانفجار او بعده و يتخذ مسار قطع مكافئ ولا يتاثر بالانفجار , بل باقي أجزاء الجسم تبتعد بتاثير الانفجار وبالتالي (الانفجار لن يغير موضع مركز الثقل)

معلمة الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

مركز الـكـتـلـة

مركز الكتلة (مركز العطالة)

هو الموضع المتوسط لكتل جميع الجزيئات التي يتكون منها الجسم .

- يعتبر مركز الكتلة ومركز الثقل مفهوم واحد للأجسام الصغيرة أو القريبة من الأرض .
- مركز الكتلة ثابت لا يتغير بالنسبة لجميع الاجسام القريبة او البعيدة عن سطح الأرض .
- لكن مركز الثقل يختلف في الاجسام الكبيرة ذات الارتفاعات الشاهقة نتيجة اختلاف قوي الجاذبية الارضية عند اجزاء الجسم المختلفة .

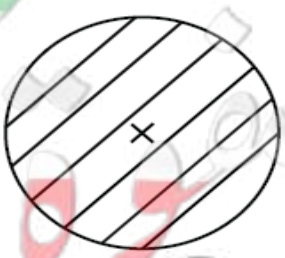
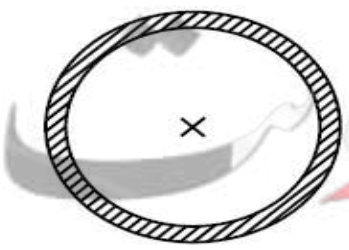
وبالتالي :

- يكون موضع مركز الكتلة هو نفسه موضع مركز الثقل في الاجسام الصغيرة والقريبة من سطح الأرض .
- يختلف موضع مركز الكتلة عن موضع مركز الثقل في الاجسام الشاهقة الارتفاع والبعيدة عن سطح الأرض .

مثال :

- يقع مركز ثقل مبني مركز التجارة العالمي اسفل مركز كتلته بحوالي **1 mm** وبالتالي يختلف موضع مركز الكتلة عن مركز الثقل بسبب اختلاف قوي الجاذبية الارضية عند اجزاء المبني المختلفة .

موضع مركز الكتلة :

مركز الكتلة	
يقع في نقطة مادية في الجسم	يقع في نقطة غير مادية خارج الجسم
مثال : قرص من المعدن ينطبق مركز الكتلة علي مركز القرص	**مثال :** حلقة من المعدن ينطبق مركز الكتلة علي مركز الحلقة
	

KuwaitTeacher.Com

حركة مركز الكتلة (جسم غير منتظم)			
علي سطح افقي		في الهواء	
مركز الكتلة	باقي اجزاء الجسم	مركز الكتلة	باقي اجزاء الجسم
خط مستقيم	حركة دائرية حول مركز الكتلة	قطع مكافئ	حركة دائرية حول مركز الكتلة

ملاحظة :

في الالعاب النارية يتحرك مركز الكتلة قبل انفجارها علي مسار القطع المكافئ و بعد الانفجار تتحرك الشظايا في كل الاتجاهات راسمة قطوع مكافئة في حين يكمل مركز الكتلة حركته علي مساره القديم .

تأرجح النجوم :

تدور كواكب المجموعة الشمسية و الشمس حول مركز كتلة المجموعة الشمسية .

- اذا كانت الكواكب تقع علي خط مستقيم يكون مركز الكتلة للمجموعة الشمسية خارج الشمس و علي بعد **800** الف كيلو متر من سطح الشمس .
- لكن وجود الكواكب مبعثرة حول الشمس يجعل مركز كتلة المجموعة الشمسية داخل الشمس و أقرب لمركزها .
- لذلك تدور الشمس حول مركز كتلة المجموعة الشمسية الذي يقع داخلها فتبدو الشمس من بعيد كما لو انها تتأرجح .

صفوة معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

تحديد موضع مركز الـكـتـلـة (مركز الثقل)

سنتعامل في هذا الجزء مع الاجسام الصغيرة نسبيا لذلك يعتبر مفهوم مركز الكتلة ومركز الثقل مفهوم واحد .

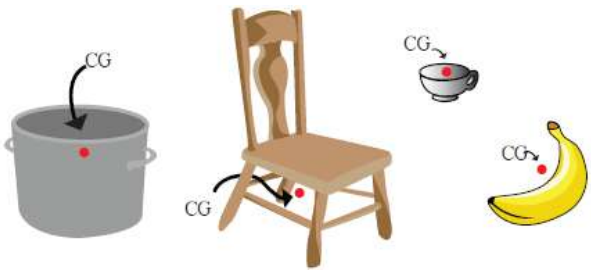
تحديد موضع مركز الثقل للأجسام الغير منتظمة الشكل (عمليا)

1. يتم تعليق الجسم من أحد اطرافه
2. عند اتزان الجسم (ثباته) يتم رسم خط من نقطة التعليق الي أسفل الجسم
3. يعلق الجسم من نقطة أخري ونكرر الخطوة رقم 2
4. نقطة تقاطع الخطوط هي مركز الثقل .

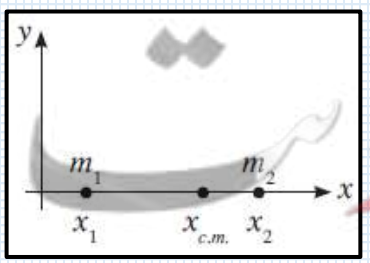
موضع مركز الثقل لبعض الأجسام :

- نلاحظ أن مركز الثقل يقع اسفل الكرسي .
- نلاحظ أن مركز الثقل يقع في التجويف داخل الوعاء و الفنجان .
- نلاحظ أن مركز الثقل يقع خارج الموزة

اي ان مركز الثقل في الأجسام كلها في نقطة ليست موجودة علي الجسم .



حساب موضع مركز كتلة جسمين نقطيين :



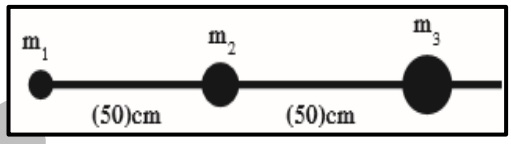
1. **علي المحور السيني (الأفقي) X**

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

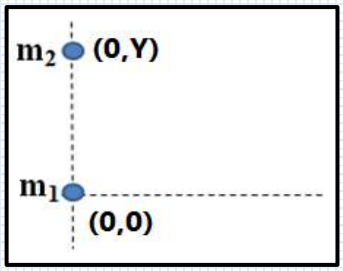
KuwaitTeacher.Com

س كتلتان نقطيتان $m_1 = 2\ Kg\ ,\ m_2 = 8\ Kg$ تقعان علي محور السينات تبعدان عن بعضهما **6 cm** , أحس أين يقع مركز كتلة الجسمين .

س ثلاث كتل نقطية $m_1 = 10\ g\ ,\ m_2 = 20\ g\ ,\ m_3 = 30\ g$, أحسب موضع مركز كتلتها اذا وضعوا كما بالشكل .

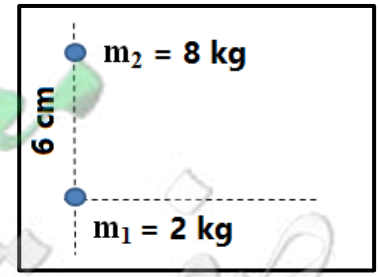


2. علي المحور الرأسي (y)



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

س كتلتان نقطيتان $m_1 = 2\ Kg\ ,\ m_2 = 8\ Kg$ تقعان علي محور الصادات تبعدان عن بعضهما **6 cm** , أحس أين يقع مركز كتلة الجسمين .



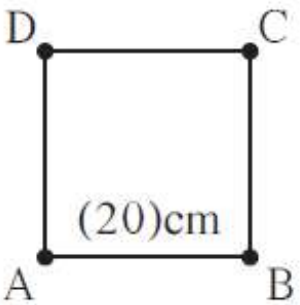
UULA.COM
Kuwaitteacher.Com

3. جسم نقطي علي محوري X,Y

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

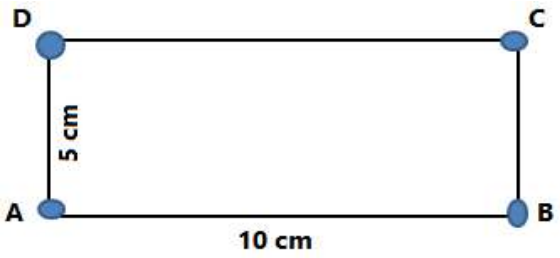
$$Y_{cm} = \frac{(m_1 y_1) + (m_2 y_2)}{(m_1 + m_2)}$$

س أحسب موضع مركز الكتلة لنظام مؤلف من أربع كتل , $m_A = 1\ Kg$ $m_B = 2\ Kg$ $m_C = 3\ Kg$, $m_D = 4\ Kg$ موزعة علي أطراف مربع طول ضلعه **20 cm** و مهمل الكتلة كما بالشكل .

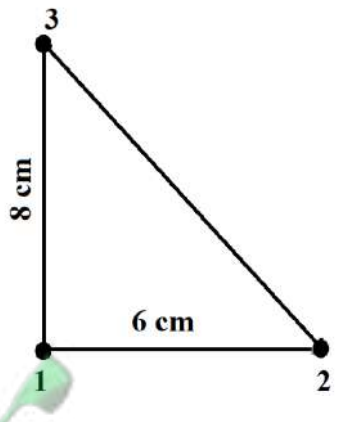


UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س مستطيل طوله **10 cm** وعرضه **5 cm** موضوع علي رؤسه كتل مقدارها
$m_A = 1\ Kg\ ,\ m_B = 2\ Kg\ ,\ m_C = 3\ Kg\ ,\ m_D = 4\ Kg$
أحسب موضع مركز الثقل للكتل النقطية .

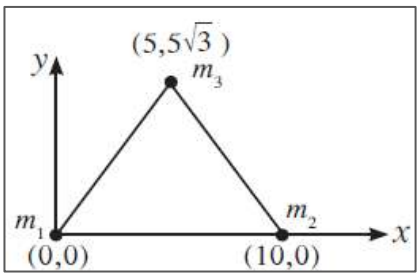


س اوجد موضع مركز كتلة ثلاث كتل $m_1 = 1\ Kg\ ,\ m_2 = 2\ Kg\ ,\ m_3 = 3\ Kg$ موضوعة على رأس مثلث كما بالشكل .

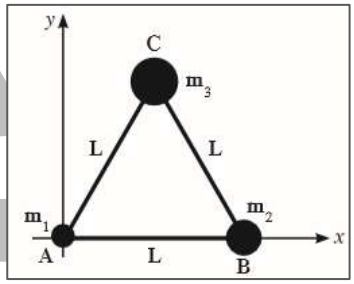


UUL
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س أوجد موضع مركز كتلة ثلاث كتل $m_1 = 1\ Kg\ ,\ m_2 = 2\ Kg\ ,\ m_3 = 3\ Kg$, موضوعة علي رأس مثلث متساو الاضلاع طول ضلعه **10 cm** .



س ثلاث كتل نقطية $m_1 = 10\ g\ ,\ m_2 = 20\ g\ ,\ m_3 = 30\ g$, أحسب موضع مركز كتلتها اذا وضعوا كما بالشكل , علما أن النقطة A هي نقطة الارتكاز



UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

4. جسم ذو كتل نقطية علي محاور (X,Y,Z) :
(عدة كتل نقطية موجودة في الفراغ)

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

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

$$Z_{cm} = \frac{(m_1 z_1) + (m_2 z_2)}{(m_1 + m_2)}$$

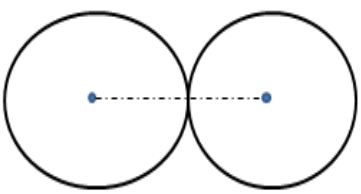
س أوجد مركز كتلة الكتل الموزعة علي الشكل التالي

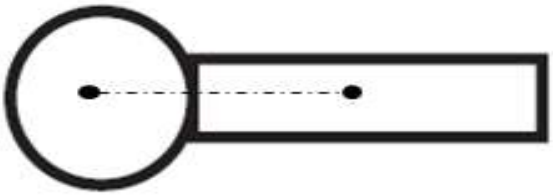
الكتلة	الأبعاد
m_1 = 1 Kg	(1,1,0)
m_2 = 0.5 Kg	(0,0,1)
m_3 = 2 Kg	(-1,2,2)

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

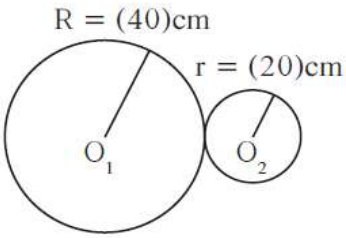
حساب مركز كتلة عدة أجسام متصلة ببعض :

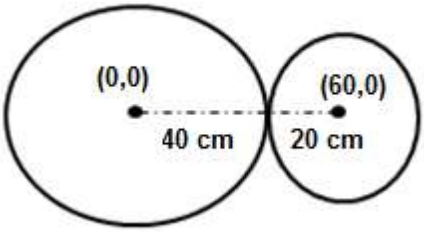
يتم حساب الأبعاد استناد علي مركز كتل الأجسام .



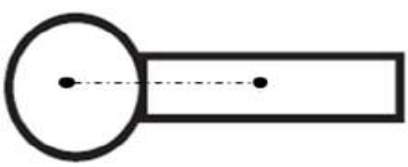


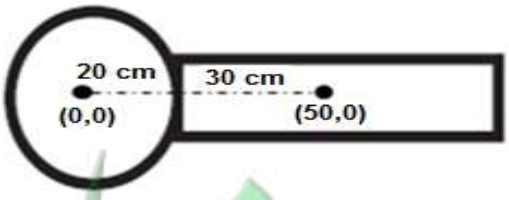
س قرص من الحديد كتلته **500 gm** و نصف قطره **40 cm** تم وصله بقرص من النحاس كتلته **200 g** و نصف قطره **20 cm** كما بالشكل , أحسب موضع مركز كتلة القرصين .





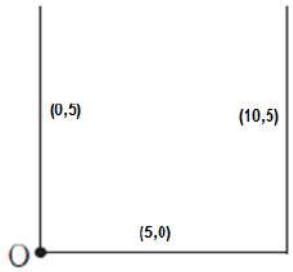
س أوجد مركز الكتلة للنظام المؤلف من الكرة و العصا علما بأن كتلة الكرة **m_1 = 2 Kg** , و نصف قطرها **20 cm** , وكتلة العصا **m_2 = 1Kg** و طولها **60 cm**





معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س جسم صلب مكون من ثلاث قضبان متساوية و مستقيمة و متجانسة ملتصقة بعضها ببعض كما بالشكل , حدد بالنسبة لموضع مركز الاحداثيات **O** موضع مركز الكتلة , علما أن طول كل قضيب **10 cm** .



تطبيقات على درس القوة الجاذبة المركزية

اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات التالية :

س القوة التي يخضع لها الجسم بسبب جذب الأرض له. ( )

س نقطة تأثير ثقل الجسم. ( )

س النقطة التي تقع عند الموضع المتوسط لثقل الجسم الصلب المتجانس ( )

س الموضع المتوسط لكتل جميع الجزيئات التي يتكون منها الجسم. ( )

ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X) امام العبارات الغير صحيحة:

س في الاجسام غير منتظمة الشكل يكون مركز ثقلها عند الطرف الأثقل ( )

س يقع مركز ثقل قطعة رخام مثلثة علي الخط الواصل بين مركز المثلث ورأسه وعلي بعد من القاعدة يساوي ربع الارتفاع. ( )

س يقع مركز ثقل شكل مخروطي علي الخط الواصل بين مركز المخروط ورأسه وعلي بعد من القاعدة يساوي ربع الارتفاع. ( )

س يكون مركز ثقل جسم يتركب من أكثر من مادة مختلفة الكثافة بعيدا عن مركزها الهندسي. ( )

س في الالعاب النارية يتخذ المقذوف مسار القطع المكافئ نفسه قبل وبعد الانفجار ( )

س عندما يتحرك جسم غير منتظم الشكل علي مستوي افقي أملس فأن مركز الثقل يتخذ مسار خط مستقيم و بسرعة منتظمة ( )

UULA
KuwaitTeacher.Com

س يعتبر مركز الكتلة و مركز الثقل مفهوم واحد للأجسام ذات الارتفاعات الشاهقة ( )

س في الاجسام شاهقة الارتفاع يختلف مركز الكتلة عن مركز الثقل نتيجة اختلاف قوة الجاذبية الارضية في الاجزاء المختلفة للجسم ( )

س في الالعاب النارية قبل وبعد الانفجار يتحرك مركز الكتلة علي شكل قطع مكافئ ( )

س من الممكن ان يقع مركز الكتلة للجسم عند نقطة خارج الجسم ( )

س لا يقع مركز الكتلة بالضرورة في أحدي نقاط الجسم ( )

أكمل العبارات الآتية بما يناسبها علميا :

س يقع مركز ثقل الاجسام المنتظمة الشكل الهندسي عند _____

س يقع موقع مركز الثقل لكرة مجوفة تمتلئ حتي منتصفها بالرصاص عند _____

س عندما يتحرك جسم غير منتظم الشكل في الهواء فأن حركته تكون محصلة حركتين هما _____ و _____

س يتطابق مركز الكتلة و مركز الثقل عندما تكون _____

س لا يتطابق مركز الكتلة و مركز الثقل عندما تكون _____

س اذا كان الجسم متجانس سيكون مركز الثقل عند _____ بينما عندما يكون الجسم غير متجانس يكون مركز الكتلة أقرب الي _____

س من أمثلة الحالات التي لا ينطبق فيها مركز الكتلة علي مركز الثقل _____

س من الامثلة التي يقع فيها مركز الكتلة عند نقطة مادية موجودة في الجسم _____

س من الامثلة التي يقع فيها مركز الكتلة عند نقطة مادية غير موجودة في الجسم _____

س يقع مركز الكتلة لاطار مستطيل عند _____

UULA
معلم الكويت
KuwaitTeacher.Com

علل لما يأتي :

س يتزن الجسم عند تطبيق قوة عليه في مركز ثقله بحيث تكون مساوية لوزنه بالمقدار وتعاكسه في الاتجاه

س لا يقع مركز ثقل مضرب البيسبول عند منتصف المضرب .

س يقع مركز ثقل مسطرة منتظمة المقطع في منتصفها تماما.

س يتحرك مركز ثقل الأجسام في خط مستقيم بسرعة ثابتة علي السطح الأفقي .

س لا يتغير مسار الألعاب النارية بعد انفجارها .

س مركز الثقل يقطع مسافات متساوية في ازمنة متساوية وفي خط مستقيم عندما يتحرك الجسم علي سطح افقي املس

س لا ينطبق مركز الثقل علي المركز الهندسي للجسم دائما .

س يتطابق مركز الكتلة و مركز الثقل للأجسام الصغيرة

س يختلف مركز الثقل عن مركز الكتلة للأجسام ذات الارتفاعات الشاهقة .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س مركز ثقل مبني مركز التجارة العالمي الجديد يقع اسفل مركز الكتلة بحوالي **1 mm**.

س مركز كتلة المطرقة الحديدة يكون أقرب للرأس الحديدي .

س ينطبق مركز الثقل للقرص علي مركزه الهندسي .

س تبدو حركة الشمس للمراقب البعيد علي شكل تأرجح بسيط.

ما المقصود بكل من :

س مركز الثقل :

س مركز الكتلة :

ماذا يحدث في الحالات التالية :

س عند التأثير علي جسم بقوة في مركز ثقلة مساوية لمقدار وزن الجسم و معاكسة لها في الاتجاه.

س لمسار مركز ثقل الجسم عندما يقذف في الهواء .

س لمركز كتلة المجموعة الشمسية اذا كانت الكواكب حول الشمس في خط مستقيم.

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س لمركز كتلة المجموعة الشمسية اذا كانت الكواكب حول الشمس مبعثرة في جميع الاتجاهات .

قارن بين كلا مما يلي :

وجه المقارنة	الاجسام منتظمة الشكل	الأجسام غير منتظمة الشكل
موضع مركز الثقل		

وجه المقارنة	جسم مثلث الشكل	جسم كروي	جسم مخروط الشكل
موضع مركز الثقل			

وجه المقارنة	جسم غير منتظم الشكل علي سطح أفقي	جسم غير منتظم الشكل يتحرك في الهواء
مسار مركز الثقل		
مسار باقي اجزاء الجسم		

وجه المقارنة	جسم منتظم الشكل علي سطح أفقي	جسم منتظم الشكل يتحرك في الهواء
مسار مركز الثقل		
مسار باقي اجزاء الجسم		

معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س عند تطبيق قوة علي جسم ما في مركز ثقله بحيث تكون معاكسة في الاتجاه لقوة ثقله ومساوية لها في المقدار فإن الجسم

- ○ يتحرك حركة دورانية
- ○ يتحرك حركة دورانية وأخري انتقالية
- ○ يتحرك حركة انتقالية
- ○ يتزن

س مركز ثقل الجسم المنتظم الشكل الهندسي و المتجانس يقع عند

- ○ عند مركزه الهندسي
- ○ أقرب إلي الجزء الأثقل
- ○ أقرب إلي الجزء الأقل وزن
- ○ عند منتصف الجسم

س مركز ثقل الجسم المنتظم الشكل الهندسي و الغير متجانس يقع عند

- ○ عند مركزه الهندسي
- ○ أقرب إلي الجزء الأثقل
- ○ أقرب إلي الجزء الأقل وزن
- ○ عند منتصف الجسم

س مركز ثقل مضرب كرة القاعدة يكون

- ○ عند مركزه الهندسي
- ○ أقرب إلي الجزء الأثقل
- ○ أقرب إلي الجزء الأقل وزن
- ○ عند منتصف الجسم

س مركز ثقل مخروط مصمت الشكل يكون علي الخط المار بالمركز ورأس المخروط وعلي بعد يساوي

- ○ $\frac{h}{6}$ الارتفاع من قاعدته
- ○ $\frac{h}{3}$ الارتفاع من قاعدته
- ○ $\frac{h}{4}$ الارتفاع من قاعدته
- ○ $\frac{h}{2}$ الارتفاع من قاعدته

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س مركز ثقل مثلث مصمت الشكل يكون علي الخط المار بالمركز ورأس المثلث وعلي بعد يساوي

- ○ $\frac{h}{6}$ الارتفاع من قاعدته
- ○ $\frac{h}{3}$ الارتفاع من قاعدته
- ○ $\frac{h}{4}$ الارتفاع من قاعدته
- ○ $\frac{h}{2}$ الارتفاع من قاعدته

س مركز ثقل جسم يتحرك على سطح أفقي أملس (عديم الاحتكاك) يتبع مساراً

- ○ منحنياً
- ○ مستقيماً
- ○ علي شكل قطع مكافئ
- ○ علي شكل نصف قطع مكافئ

س مركز ثقل جسم يتحرك في الهواء يتبع مساراً

- ○ منحنياً
- ○ مستقيماً
- ○ علي شكل قطع مكافئ
- ○ علي شكل نصف قطع مكافئ

س مركز كتلة حلقة دائرية يكون

- ○ في مركز الدائرة وينطبق مع المركز الهندسي
- ○ أقرب إلي المنطقة التي تحتوي كتلة أكبر
- ○ في مركز الدائرة ولا ينطبق مع المركز الهندسي
- ○ أقرب إلي المنطقة التي تحتوي كتلة أصغر

س مركز كتلة جسم كتلته غير متجانسة يكون

- ○ في مركز كتلة الجسم وينطبق مع المركز الهندسي
- ○ أقرب إلي المنطقة التي تحتوي كتلة أكبر
- ○ في مركز كتلة الجسم ولا ينطبق مع المركز الهندسي
- ○ أقرب إلي المنطقة التي تحتوي كتلة أصغر

س يتحرك مركز كتلة القذيفة التي تنفجر في الهواء مثل الألعاب النارية في مسار علي هيئة

- ○ نصف دائرة
- ○ قطع ناقص
- ○ نصف قطع مكافئ
- ○ قطع مكافئ

UULA
معلمة الكويت
Kuwaitteacher.Com

س في الاجسام الشاهقة الارتفاع يكون

- ○ مركز الكتلة و مركز الثقل في نفس الموضع
- ○ ينخفض مركز الكتلة عن موضع مركز الثقل
- ○ ينخفض مركز الثقل عن موضع مركز الكتلة
- ○ يتلاشي مركز الكتلة

س في الاجسام القريبة من سطح الأرض يكون

- ○ مركز الكتلة و مركز الثقل في نفس الموضع
- ○ ينخفض مركز الكتلة عن موضع مركز الثقل
- ○ ينخفض مركز الثقل عن موضع مركز الكتلة
- ○ يتلاشي مركز الكتلة

س تحدث ظاهرة تأرجح النجوم بسبب

- ○ اهتزاز الكواكب حول الشمس
- ○ دوران الكواكب حول مركز كتلة المجموعة الشمسية و الذي يقع خارج الشمس
- ○ دوران الكواكب حول مركز كتلة المجموعة الشمسية و الذي يقع داخل الشمس
- ○ تلاشي موضع مركز الكتلة

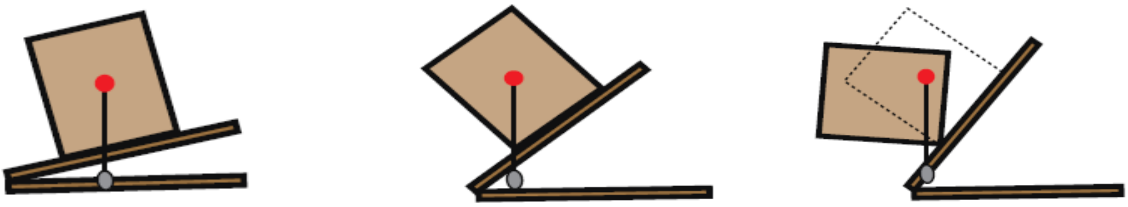
س كتلتان نقطيتان $m_1 = 1\ Kg$ و $m_2 = 3\ Kg$ تبعدان الواحدة عن الأخرى مسافة **8 cm** فإن موضع مركز الكتلة يقع علي محور السينات في الموضع

○ (6 , 0)　○ (4 , 0)　○ (2 , 0)　○ (6,6)

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

انقلاب الأجسام

س متي يكون الجسم متزن و متي يحدث للجسم انقلاب ؟



تـطـبـيـقـات :

- باص لندن الشهير يكون مائل بزاوية **28°** ولا ينقلب .
لان ميل الباص لا يرفع مركز الثقل لان مركز ثقل الباص في الطابق السفلي وبالتالي
يظل **CG** داخل مساحة القاعدة الحاملة للباص و يظل متزن.

- برج بيزا المائل لا يسقط .
لان مركز ثقله يقع داخل المساحة الحاملة للبرج ولكن اذا مال البرج أكثر فانه سينهار
لانه يصبح CGخارج المساحةالحاملة للبرج .
يمكن وضع دعامات للبرج من جانبه لزيادة مساحة القاعدة الحاملة له و بالتالي يبقي **CG** داخل المساحة الحاملة و نحافظ علي البرج من الانهيار .

- يصنع الكرسي علي صورة مستطيلة من اسفل .
لزيادة مساحة القاعدة الحاملة له و بالتالي زيادة اتزانه
لكن عند ازالة أحد رجلي الكرسي تقل المساحة الحاملة له (من مربع الي مثلث) و يصبح أكثر عرضه للأنقلاب .

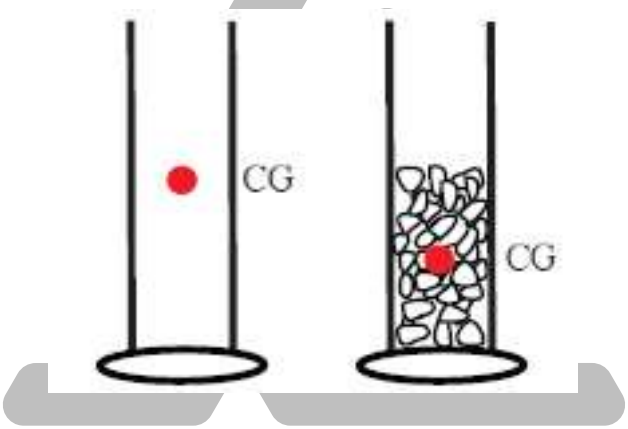
UULA
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

قرب مركز الثقل من مساحة القاعدة الحاملة للجسم :

- كلما كان **CG** للجسم أقرب للمساحة الحاملة للجسم كان الجسم أكثر ثباتا و أقل عرضة للأنقلاب .
- كلما كان **CG** للجسم أعلي للمساحة الحاملة للجسم كان الجسم أقل ثباتا و أكثر عرضة للأنقلاب .

تجربة :

- نحضر مخبارين (أ , ب) المخبار أ فارغ فيكون **CG** في منتصف المخبار
- وبعيدة عن المساحة الحاملة للمخبار .
- المخبار ب مملؤ بالحصي فيكون **CG** اقرب للمساحة الحاملة .
- عند التأثير علي المخبارين بقوة متساوية من الجنب فأن المخبار أ ينقلب بسهولة
- و المخبار ب يعود الي وضع اتزانه بسهولة .



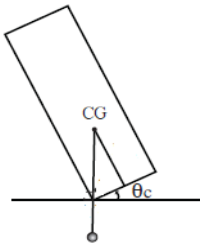
تطبيقات علي قرب مركز الثقل من المساحة الحاملة للجسم .

- يقوم المصارع بفتح قدمية وخفض ظهره ليقاوم الانقلاب عن طريق زيادة المساحة الحاملة للجسم و تقريب مركز ثقله **CG** من المساحة الحاملة له فيكون أكثر قدرة علي الثبات و مقاومة الانقلاب .
- تصنع سيارات السباق بحيث يكون ارتفاعها صغير لتقريب **CG** من المساحة الحاملة للسيارة وبالتالي تصبح السيارة أكثر اتزان و اقل عرضة للانقلاب .
- في الشكل المقابل يكون الكوب أ غير مستقر و يمكن أن ينقلب لان مركز ثقله يقع خارج الارتكاز

UULA
معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

زاوية الانقلاب الحدية θ_c

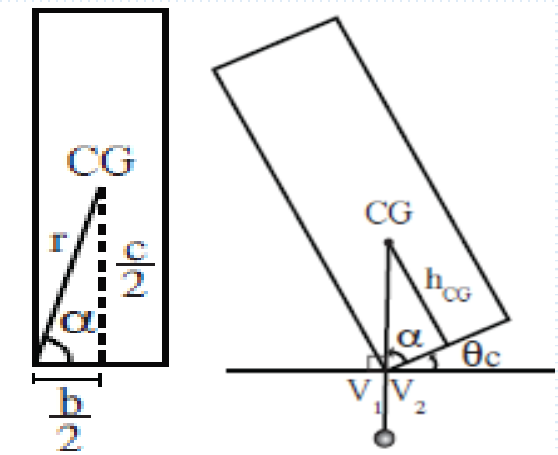
هي الزاوية التي يكون فيها مركز ثقل الجسم في أعلي نقطة .



- اذا مال الجسم بزاوية أكبر من الزاوية الحدية فأن الجسم ينقلب.
- اذا مال الجسم بزاوية اقل من الزاوية الحدية فأن الجسم يعود الي وضع الاتزان .

حساب الزاوية الحدية :

لحساب الزاوية الحدية سنقوم بتعريف الزاوية **α** و هي الزاوية بين الضلع **b** والخط العمودي المار بمركز الثقل .



$$\tan \alpha = \frac{h_{CG}}{b/2}$$

$$\tan \alpha = \frac{2h_{CG}}{b}$$

عند امالة الجسم للزاوية الحدية θ_c ومن الشكل نجد ان

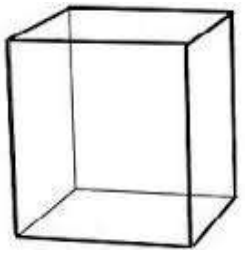
$$\theta_c = 90 - \alpha$$

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

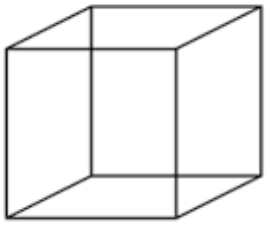
متغير	الاسم	وحدة
θ_c	الزاوية الحدية	درجة
h_{CG}	ارتفاع مركز الثقل	cm , m
b	طول قاعدة الجسم	cm , m

معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س صندوق على شكل متوازي مستطيلات له الابعاد التالية
a = 5 cm , b = 5 cm , c = 20 cm , موضوع على سطح أفقي أملس بحيث الضلع c عمودي علي السطح الأفقي أحسب مقدار الزاوية الحدية



س مكعب من الخشب طول ضلعه **10 cm** موضوع علي سطح أفقي , أحسب مقدار الزاوية الحدية للمكعب .



ملاحظات :

- كلما كانت الزاوية الحدية θ_c للجسم أكبر كلما كان الجسم اكثر ثباتا و اقل عرضة للانقلاب . ويحدث ذلك اذا كان $b > h_{CG}$
- كلما كانت الزاوية الحدية للجسم صغير يكون الجسم أقل ثاتا وأكثر عرضة للأنقلاب .ويحدث ذلك اذا كان $b < h_{CG}$

معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

تطبيقات على درس (الانقلاب)

اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات التالية :

س الزاوية التي يكون فيها مركز ثقل الجسم في أعلى نقطة ( )

ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X) امام العبارات الغير صحيحة:

س عندما يكون مركز ثقل الجسم خارج مساحة القاعدة الحاملة للجسم فأن الجسم يصبح متزن. ( )

س عندما يكون مركز ثقل الجسم فوق المساحة الحاملة للجسم يبقي الجسم متزن ولا ينقلب. ( )

س الجسم الذي له مركز ثقل منخفض يكون أكثر استقرار من الجسم الذي له مركز ثقل أعلي . ( )

س كلما كانت المساحة الحاملة للجسم أقل كان الجسم أكثر اتزان . ( )

أكمل العبارات الآتية بما يناسبها علميا :

س عندما يكون مركز ثقل الجسم فوق المساحة الحاملة للجسم يبقي الجسم _____ ولا_____

س عندما يكون مركز ثقل الجسم خارج مساحة القاعدة الحاملة للجسم فأن الجسم _____

س الأجسام التي لها زاوية حدية_____ تكون أكثر استقرار من التي لها زاوية حدية _____

س الجسم الذي له مركز ثقل منخفض يكون أكثر _____ من الجسم الذي له مركز ثقل _____

ما العوامل التي يتوقف عليها كلا من :

س زاوية الانقلاب الحدية :

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

علل لما يأتي :

س لا ينقلب باص لندن رغم ان زاوية ميله **28** درجة والركاب في الطابق العلوي .

س لا يسقط برج بيزا المائل

س يمكن حماية برج بيزا المائل عن طريق وضع أعمدة إسناد له .

س تصمم السيارات الرياضية بحيث تصبح ذات ارتفاع صغير .

س يمد الإنسان زراعيه أفقيا عندما يحمل شيئا ثقيلا في اليد الأخرى .

س يبعد المصارع قدميه الواحدة عن الأخرى ويثني ركبتيه أثناء اللعب .

س يستطيع القرد أن يمد جسمه لمسافات أكبر من الإنسان دون أن ينقلب .

س ذيل الحيوانات الضخمة (مثل الديناصورات) يمكنها من مد رقبتها بعيدا عنها دون أن تنقلب .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

س إذا مال برج بيزا وأصبح الخط العمودي من مركز الثقل خارج المساحة الحاملة

س إذا مال برج بيزا أكثر ماذا نفعل لكي لا يسقط .

معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

س لاتزان الكرسي إذا تمت إزالة أحدي رجلي الكرسي الأماميتين .

س لمقدار زاوية الانقلاب الحدية إذا كان ارتفاع مركز الثقل بالنسبة لقاعدة الجسم أصغر بكثير من طول ضلع القاعدة.

س لمقدار زاوية الانقلاب الحدية إذا كان ارتفاع مركز الثقل بالنسبة لقاعدة الجسم أكبر بكثير من طول ضلع القاعدة.

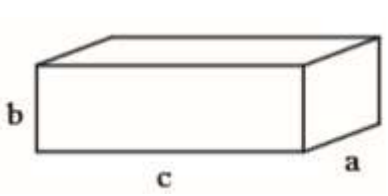
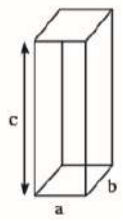
قارن بين كلا مما يلي :

وجه المقارنة	جسم مركز ثقله مرتفع	جسم مركز ثقله منخفض
اتزان الجسم (امكانية انقلاب الجسم)		

وجه المقارنة	قلم رصاص طويل	قلم رصاص قصير
اتزان الجسم (امكانية انقلاب الجسم)		

وجه المقارنة	جسم ارتفاع مركز ثقله أكبر من طول قاعدته	جسم ارتفاع مركز ثقله أصغر بكثير من طول قاعدته
مقدار الزاوية الحدية		
امكانية انقلاب الجسم		

معلمة الكويت
KuwaitTeacher.Com

وجه المقارنة		
مقدار الزاوية الحدية		
امكانية انقلاب الجسم		

وجه المقارنة	جسم زاويته الحديه صغيرة	جسم زاويته الحدية كبيرة
اتزان الجسم		
انقلاب الجسم		

أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س عندما يكون مركز ثقل جسم ما فوق مساحة القاعدة الحاملة له فإنه

- ○ ينقلب ولا يبقي ثابتاً
- ○ يبقي ثابتاً ولا ينقلب
- ○ ينقلب ولا يدور
- ○ يدور، ثم يتزن

س عندما يكون مركز ثقل جسم ما خارج مساحة القاعدة الحاملة له فإنه

- ○ ينقلب
- ○ لا ينقلب
- ○ يدور،ثم يتزن
- ○ يميل ،ثم يتزن

س برج بيزا المائل لا يسقط لأن :

- ○ مركز ثقله خارج المساحة الحاملة للبرج
- ○ زاوية ميله أكبر من زاوية الانقلاب
- ○ مركز ثقله داخل المساحة الحاملة للبرج
- ○ مركز كتلته منعدم

UULA
صفوة الكويت
KuwaitTeacher.Com

س يقوم المصارع بفتح قدميه و خفض ظهره لكي :

- ○ يزيد من مساحة القاعدة و يزيد من ارتفاع مركز الثقل و يقاوم الانقلاب
- ○ يزيد من مساحة القاعدة و يقلل من ارتفاع مركز الثقل و يقاوم الانقلاب
- ○ يصبح أقل اتزان و لا يقاوم الانقلاب
- ○ يقلل من زاوية انقلابه الحدية

س يقوم المصارع بفتح قدميه و خفض ظهره لكي :

- ○ يصبح أكثر اتزان ولا يقاوم الانقلاب
- ○ يصبح أكثر اتزان و يقاوم الانقلاب
- ○ يصبح أقل اتزان و يقاوم الانقلاب
- ○ يقلل من زاوية انقلابه الحدية

س قرب مركز ثقل جسم من المساحة الحاملة

- ○ يقلل من ثبات الجسم ويسمح بانقلابه
- ○ يزيد من ثبات الجسم ويمنع انقلابه
- ○ يقلل من ثبات الجسم ولا يسمح بانقلابه
- ○ يزيد من ثبات الجسم ولا يمنع انقلابه

س إذا أميل جسم بزاوية أكبر من الزاوية الحدية فإنه

- ○ يعود إلي وضع اتزانه
- ○ ينقلب
- ○ يدور , ثم يعود إلي وضع اتزانه
- ○ يبقي ثابتاً ولا ينقلب

س عندما تكون الزاوية الحدية لجسم صغيرة جداً أو تساوي الصفر تقريباً , فإن ذلك يعني أن الجسم

- ○ يستطيع مقاومة الانقلاب
- ○ يزيد من ثباته و يمنع انقلابه
- ○ لا يستطيع مقاومة الانقلاب
- ○ يقلل من ثباته و يمنع انقلابه

س كلما كان مقدار الزاوية الحدية يقترب من **90^0** معنى ذلك أن الجسم

- ○ يزداد اتزانه و يقاوم الانقلاب
- ○ يقل اتزانه و يقاوم الاتزان
- ○ يقل اتزانه و لا يقاوم الانقلاب
- ○ يزداد اتزانه و لا يقاوم الانقلاب

UULA
معلمي الكويت
KuwaitTeacher.Com

س كلما كان ارتفاع مركز الثقل h_{CG} أكبر من مقدار طول قاعدة الجسم **b** معنى ذلك أن الزاوية الحدية للجسم تصبح

- ○ أكبر و الجسم لا قاوم الانقلاب
- ○ أصغر و الجسم يقاوم الانقلاب
- ○ أكبر و الجسم يقاوم الانقلاب
- ○ أصغر و الجسم لا يقاوم الانقلاب

س كلما كان ارتفاع مركز الثقل h_{CG} أقل من مقدار طول قاعدة الجسم **b** معنى ذلك أن الزاوية الحدية للجسم تصبح

- ○ أكبر و الجسم لا قاوم الانقلاب
- ○ أصغر و الجسم يقاوم الانقلاب
- ○ أكبر و الجسم يقاوم الانقلاب
- ○ أصغر و الجسم لا يقاوم الانقلاب

س مكعب من الخشب طول ضلعه **10 cm** موضوع علي سطح أفقي , يكون مقدار الزاوية الحدية للمكعب بالدرجات :

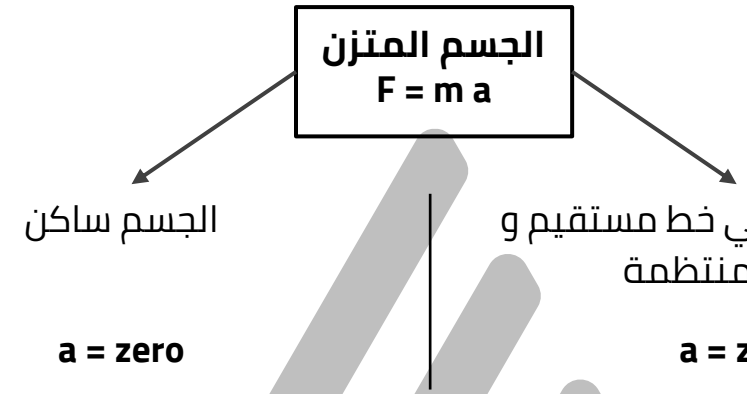
○ 30^0 ○ 60^0 ○ 45^0 ○ 90^0

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

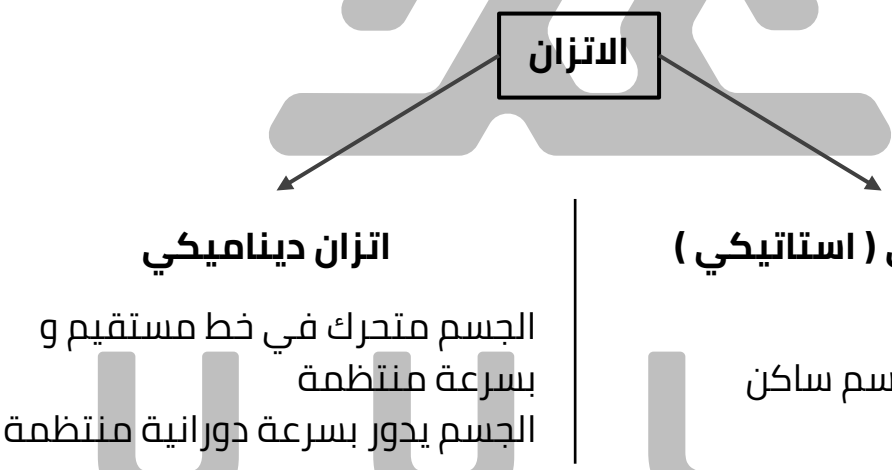
الاتزان - الثبات

الجسم المتزن

هو الجسم الذي يكون محصلة القوة المؤثرة عليه تساوي صفر .

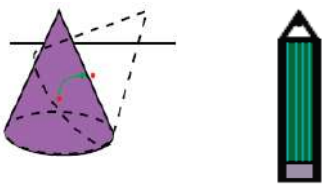
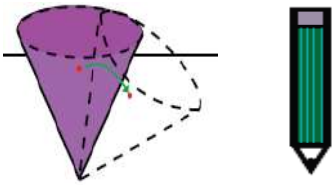
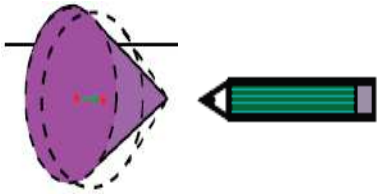


ينقسم الاتزان الي نوعان اساسيان :



UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

ينقسم الاتزان السكوني (الاستاتيكي) الي ثلاث أنواع

الاتـــزان الـــســـكـــونـــي		
اتزان مستقر	**اتزان غير مستقر (قلق)**	**اتزان محايد (متعادل)**
هو الاتزان الذي يتسبب اي ازاحة فيه في رفع مركز الثقل	هو الاتزان الذي يتسبب اي ازاحة فيه في خفض مركز الثقل	هو الاتزان الذي لا تسبب اي ازاحة فيه في خفض او رفع مركز الثقل
عند ازاحة الجسم ازاحة بسيطة فأنه يعود الي وضع الاتزان	عند ازاحة الجسم ازاحة بسيطه فأن الجسم ينقلب	عند ازاحة الجسم فأنه يتحرك من حالة اتزان الي حالة اتزان أخري
مثال : ▪ مخروط موضوع علي قاعدته ▪ قلم رصاص موضوع علي قاعدته.	**مثال :** ▪ مخروط موضوع علي رأسه ▪ قلم رصاص موضوع علي رأسه.	**مثال :** ▪ مخروط موضوع علي جانبه ▪ قلم رصاص علي جانبه
		

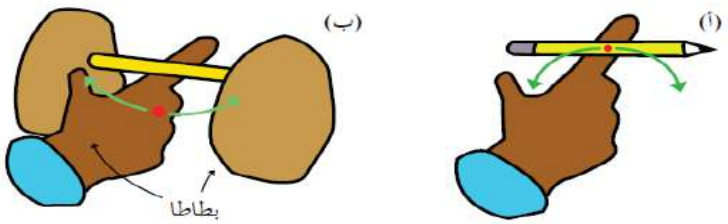
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

العلاقة بين استقرار الأجسام ومركز الثقل :

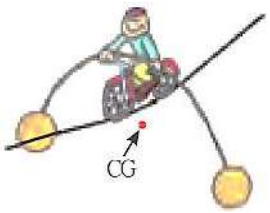
- كلما كان مركز الثقل للجسم منخفض كلما كان الجسم أكثر استقرار.
- وبالتالي لجعل الجسم أكثر استقرار يصمم الجسم بحيث يكون مركز ثقلة أسفل نقطة الارتكاز .

امـثـــلة :

- اتزان القلم في الحالة أ اتزان غير مستقر لان مركز الثقل ينخفض عن امالته لكن في الشكل (ب) عند وضع ثمرتي بطاطا علي طرفي القلم يصبح توازن الجسم مستقر لان مركز ثقله ينخفض ويصبح أسفل نقطة ارتكازه

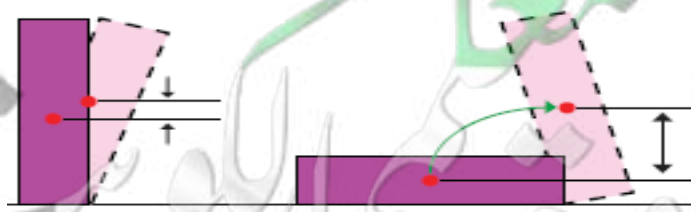


- تصمم العاب الاطفال بحيث يصبح مركز ثقلها أسفل نقطة ارتكازها ليصبح اتزانها مستقر .



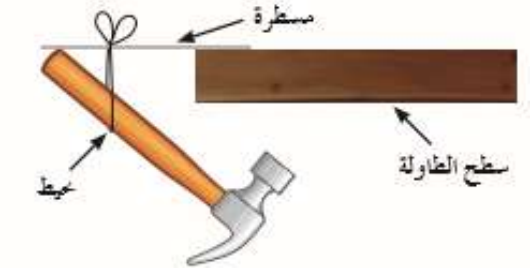
- مبني سياتل سبيس في الولايات المتحدة الامريكية مصمم بحيث يقع مركز ثقله أسفل سطح الأرض , لذلك فهو مستقر و متزن ولا يمكن ان يسقط كاملا .

- قلب الكتاب وهو علي حافته يحتاج الي رفع مركز الثقل قليلا بينما قلب الكتاب وهو علي جانبه يحتاج الي رفع مركز الثقل أكثر

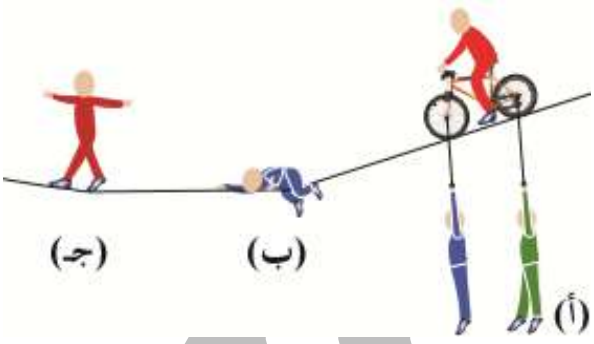


UULA
صفوة المعلمين الكويت
KuwaitTeacher.Com

- اذا علقنا مطرقة في مسطرة غير مثبته بالشكل الموضح , لن تسقط المطرقة و المسطرة لان مركز الثقل يقع تماما أسفل نقطة التعليق .



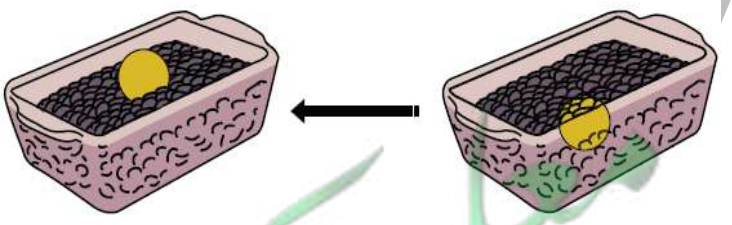
- في الشكل الموضح يكون اللاعب (أ) في حالة اتزان مستقر لأن أمالته ترفع مركز الثقل , و الشكل (ج) يمثل اتزان غير مستقر لان مركز الثقل ينخفض عند امالته , بينما الشكل (ب) يمثل اتزان متعادل لعدم تغير موضع مركز الثقل عند امالته



يميل مركز الثقل الي اتخاذ مواضع في الأسفل دائما لكي يصبح الجسم أكثر استقرارا .

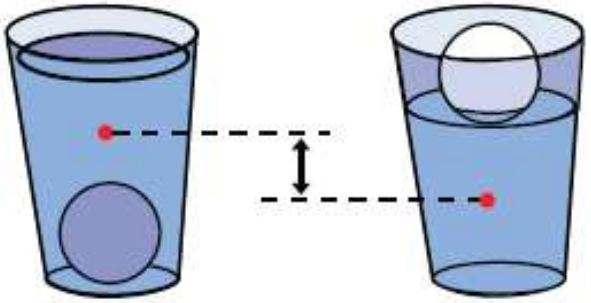
تطبيقات :

- عند وضع كرة تنس طاولة في قاع صندوق يحتوي علي حصي , فانه عند رج الصندوق نجد ان الحصي ينخفض الي الاسفل و ترتفع الكرة للأعلي و بذلك يصبح مركز الثقل للصندوق في أسفل مستوي ممكن .



- يستخدم تجار الزيتون و التوت المبدأ نفسه لفصل الثمار الكبيرة عن الصغيرة لان الثمار الأكبر ترتفع الي أعلي فيمكن فصلها ببساطة .

KuwaitTeacher.Com



- عند وضع مكعب من الثلج في كوب ماء (كثافه الثلج منخفضه عن الماء) فأن مكعب الثلج يطفو لأعلي وبالتالي مركز ثقل المجموعة ينخفض الي أسفل. لان ارتفاع الثلج يحتم انخفاض حجم مساوي من الماء الي أسفل .

- كذلك عند وضع كرة تنس طاولة فأن الماء يدفعها لأعلي ليصبح مركز الثقل منخفض .

- عند وضع حجر ثقيل في الماء (كثافة الحجر اكبر من الماء) فأن الحجر يغوص لأسفل وبالتالي ينخفض مركز ثقل المجموعة الي أسفل . لان الجزء الاسفل أصبح ثقيل بسبب الحجز

- اذا كان مركز كثافة الجسم في الماء مساوية لكثافة الماء فأن مركز الثقل لا يرتفع ولا ينخفض .
مثال الاسماك في الماء تستطيع التحرك بحرية لان كثافتها مساوية لكثافة الماء . والا دفعتها المياه لاعلي مثل الثلج أو لاسفل مثل الحجر .

تطبيقات على درس (الاتزان)

اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات التالية :

س اتزان الجسم عند يتسبب أي إزاحة صغيرة في انخفاض مركز الثقل
( )

س اتزان الجسم عندما تتسبب أي إزاحة صغيرة في ارتفاعا في مركز الثقل
( )

س اتزان الجسم عندما لا تتسبب أي إزاحة في ارتفاع أو انخفاض مركز ثقله
( )

س اتزان يكون فيه الجسم ساكن . ( )

س اتزان يكون فيه الجسم متحرك في خط مستقيم و بسرعة منتظمة .
( )

س اتزان يكون فيه الجسم يدور بسرعة دورانية منتظمة . ( )

KuwaitTeacher.Com

ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X) امام العبارات الغير صحيحة:

س اذا تحرك الجسم بعجلة منتظمة فانه يكون في حالة اتزان ديناميكي ( )

س يكون الجسم في حالة اتزان سكوني اذا كان ساكن . ( )

س يميل مركز الثقل دائما الي البقاء في موضع مرتفع . ( )

علل لما يأتي :

س الجسم المتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم يكون متزن .

س لا يتزن القلم الرصاص علي رأسه المدبب ولكن يتزن علي قاعدته المستوية .

س أتزان القلم الرصاص الطويل أقل من اتزان القلم الرصاص القصير .

س عند وضع جسم مخروطي علي رأسه فأن اتزانه يصبح غير مستقر .

س عند وضع المخروط علي قاعدته فأن اتزانه يصبح اتزان مستقر .

س يقوم تجار الفواكه بهز الصناديق التي تحتوي علي الفواكه يمينا و يسارا

س ترتفع كرة التنس لأعلي و يهبط الحصى لأسفل عند رج الصندوق الذي يحتوي علي كليهما .

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com

س تستطيع السمكة التواجد علي أي ارتفاع تحت سطح البحر .

س لا تنقلب العاب الأطفال التي تتحرك علي الأسلاك .

س عند مد جسمك تماما حينما تكون متعلقا بيديك في سلك أسهل من مده متزنا بينما تقف علي قدميك

س يوضع قطع من الرصاص في الجزء المعدني من إطارات السيارات .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

س وضعت مجموعة من الأحجار (الفواكه) مختلفة الأحجام في صندوق عند هز الصندوق يمينا و يسارا .

قارن بين كلا مما يلي :

وجه المقارنة	قلم رصاص مرتكز علي قاعدته	قلم رصاص مرتكز علي رأسه المدبب
اتزان الجسم (امكانية انقلاب الجسم)		

وجه المقارنة	اتزان استاتيكي (سكوني)	اتزان ديناميكي
التعريف		
مثال		

KuwaitTeacher.Com

وجه المقارنة	توازن مستقر	توازن محايد	توازن غير مستقر
التعريف			
مثال			

وجه المقارنة	جسم متزن	جسم غير متزن
محصلة القوة المؤثرة على الجسم		

أختار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

س الجسم الساكن يكون في حالة اتزان

○ استاتيكي ○ محايد ○ قلق ○ ديناميكي

س الجسم الذي يدور بسرعة دورانية ثابتة يكون في حالة اتزان

○ استاتيكي ○ محايد ○ قلق ○ ديناميكي

س الجسم المتزن هو الجسم الذي يكون مجموع القوة المؤثرة عليه تساوي

○ مقدار موجب ○ مقدار سالب
○ صفر ○ مقدار متغير

س إذا ارتفع مركز ثقل جسم ما لأعلي عند إزاحته يكون في حالة اتزان

○ مستقر ○ غير مستقر ○ محايد ○ ديناميكي

س إذا انخفض مركز ثقل جسم ما لأعلي عند إزاحته يكون في حالة اتزان

○ مستقر ○ غير مستقر ○ محايد ○ ديناميكي

UULA
KuwaitTeacher.Com

س عندما لا تسبب أي أزاحه ارتفاعاً أو انخفاضا في مركز ثقل جسم ما' فإن الجسم يكون في حالة اتزان

○ مستقر ○ متعادل ○ ديناميكي ○ غير مستقر

س عندما يوضع المخروط على قاعدته يكون في حالة اتزان :

○ مستقر ○ متعادل ○ ديناميكي ○ غير مستقر

س عند وضع قلم رصاص على رأسه يكون في حالة اتزان :

○ مستقر ○ متعادل ○ ديناميكي ○ غير مستقر

س مبنى سياتل سبيس لا يمكن أن يسقط كامل

○ لان مركز ثقله أعلى المبني
○ لان ارتفاع مركز ثقله كبير
○ لان مركز ثقله أسفل سطح الأرض
○ لان زاويته الحدية صغيرة

س عند وضع كرة تنس طاولة في صندق يحتوي على حصى , وعند رج الصندوق ترتفع الكرة لأعلى و ينخفض الحصى لأسفل و بالتالي يكون مركز ثقل الصندوق

○ في أعلى مستوي ممكن
○ ينعدم
○ في أقل مستوى ممكن
○ لا يتغير موضعه

س يعتمد تصميم بعض ألعاب الاتزان علي

○ مبدأ ارتفاع مركز الثقل عن نقطة الارتكاز
○ مبدأ خفض مركز الثقل عن نقطة الارتكاز
○ نوع المادة المصنوعة منها اللعبة
○ صغر الزاوية الحدية لانقلاب اللعبة

س عندما تطفو كرة تنس طاولة فوق سطح ماء في كوب . فإن مركز ثقل الكوب

○ ينخفض ○ يرتفع
○ لا يتحرك ○ ينخفض ثم يرتفع

س عند غمر كرة تنس طاولة تحت سطح ماء في كوب . فإن مركز ثقل الكوب

○ ينخفض ○ يرتفع
○ لا يتحرك ○ ينخفض ثم يرتفع

KuwaitTeacher.Com

س تستطيع الاسماك السباحة في الماء بحرية لان كثافتها

- ○ أكبر من كثافة الماء
- ○ أقل من كثافة الماء
- ○ تساوي كثافة الماء
- ○ ضعف كثافة الماء

س عند وضع حجر ثقيل في كوب به ماء , فأن الحجر يهبط لأسفل الكوب و يصبح مركز ثقل الكوب

- ○ في أعلى مستوي ممكن
- ○ ينعدم
- ○ في أقل مستوى ممكن
- ○ لا يتغير موضعه

UULA
معلمي الكويت
صفوة
KuwaitTeacher.Com