١١

دولــة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

الفـيـزيــاء

العلمي والصناعي

الفترة الأولى

دولــة فلسطين
وزارة التربية والتعليم
مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
هاتف 2983280 2 970+ | فاكس 2983250 2 970+

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 - رام الله - فلسطين
pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

المحتويات

الفصل الأول: الكميّات المتّجهة والحركة في بُعديْن (Vectors and Two-Dimensional Motion)	٣
الفصل الثاني: القوى والعزوم (Forces and Torques)	١٥

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذه الوحدة المتمازجة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلق بالكميات المتجهة والحركة بأنواعها المختلفة من خلال تحقيق الآتي:

- توظيف المفاهيم العلميّة في تفسير الظواهر الطبيعيّة التي تتعلّق بالميكانيكا.
- اكتساب مهارة التحليل الفيزيائي للمسائل المتعلّقة بالميكانيكا.
- التعرّف إلى تطبيقات الميكانيكا في المُعدّات والآلات.
- إنتاج مشروع حول استخدام الميكانيكا في بعض المُعدّات مثل: الروافع، والمصاعد، وألعاب الملاهي، وغيرها.

الميكانيكا (Mechanics)

الكميّات المتّجهة والحركة في بُعديْن (Vectors and Two-Dimensional Motion)

هناك العديدُ من الكميّات الفيزيائيّة التي نواجهها في حياتنا، كالمسافات التي نسيرها يوميّاً إلى الأماكن التي نبغي وصولها، والأزمان التي نحتاجها لذلك، وكذلك القوى التي ندفع بها الأشياء من حولنا، كمركبةٍ معطّلةٍ، بهدف تحريكها، وغيرها من الكميّات. وكما مرّ معك سابقاً، فإنّ هذه الكميّات يُمكن تصنيفُها من حيثُ ما يلزم لوصفها، والتعبير عنها بشكلٍ كامل؛ حيث نسمّي بعضَها كميّاتٍ قياسيّة، بينما نسمّي البعضَ الآخر كميّاتٍ متّجهةٍ، أو متّجهات.

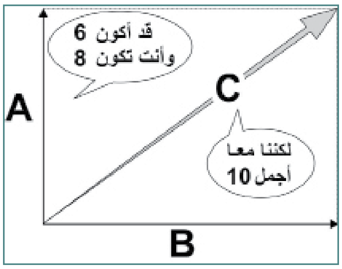
يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل الكميات المتجهة والحركة في بعدين من خلال تحقيق الآتي:

- اجراء العمليّاتِ الجبريّة على المتّجهات.
- تعرُّف إلى بعض الكميّات الفيزيائيّة من خلال العمليّات الجبريّة عليها.
- حل مسائلَ عدديّةً باستخدام جبر المتّجهات.
- تفسير بعضَ التطبيقات على الحركة في بُعديْن.

1–1 الكميّات المتّجهة(Vectors)

لقد مرّ بك في الصفّ العاشر مفهومُ الكميّات المتّجهة، التي تُعرف بأنّها الكميّات الفيزيائيّة التي يلزم للتعبير عنها تحديدُ مقدارها واتّجاهها، كالإزاحة، والسّرعةِ المتّجهة، والقوّة. وتعلّمتَ تمثيلَها بيانيّاً، وإيجاد حاصل جمعها بالطريقة الهندسيّة. ونستخدم الرّمز الغامق **A** أو $\vec{A}$ للتعبير عن المتّجه، بينما نستخدم |**A**| أو A للتعبير عن مقدار المتّجه.

أناقش

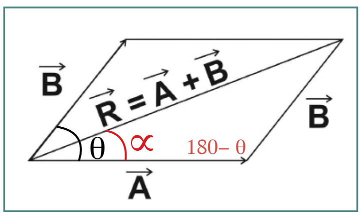


١- أعطِ أمثلةً لكميّاتٍ فيزيائيّة.
٢- صنّف الكميّات التي ذكرتَها إلى: قياسيّة، ومتّجهة.
٣- ما المقصود بمعكوس المتّجه؟
٤- كيف نمثّل الكميّة المتّجهة بيانيّاً؟
٥- فسّر الحوار في الشّكل المجاور.

2-1 جمع المتّجهات (Vector Addition)

تعلمتَ في الصفّ العاشر الأساسيّ جمعَ المتّجهات بيانيّاً (الطريقة الهندسيّة)، وجمعَ متّجهيْن متوازييْن، أو متعامديْن.

1 -2- Aجمع المتّجهات بطريقة متوازي الأضلاع



إذا كان لدينا المتّجهان **A** و **B**، بينهما زاوية θ كما في الشكل المجاور، فإنّ قُطرَ متوازي الأضلاع المحصور يمثّل محصّلة المتّجهيْن **R**، مقداراً واتّجاهاً، وهو السّهم الواصل من ذيْل المتّجه الأوّل إلى رأس المتّجه الثّاني. ويُعطى مقدارُ المحصّلة بالعلاقة الآتية:

$$R=\sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\theta} \qquad (1\text{-}1)$$

ولإيجاد اتّجاه المحصّلة، نستخدم قاعدة الجيب لنجد الزاوية ∝ التي تصنعها المحصّلة R مع A

$$\frac{B}{\sin\propto}=\frac{R}{\sin(180\text{-}\theta)} \qquad (1\text{-}2\text{-}A)$$

وحيث إنّ $\sin(180\text{-}\theta)=\sin\theta$، فيمكن التعبير عن $\sin\propto$ من خلال العلاقة:

$$\sin\propto=\frac{B}{R}\sin\theta \qquad (1\text{-}2\text{-}B)$$

أناقش

ما محصّلةُ متّجهين **A** و**B** إذا كانا:

١- بالاتّجاه نفسه.

٢- باتّجاهيْن متعاكسيْن.

٣- باتّجاهيْن متعامديْن.

٤- متساوييْن مقداراً، وبينهما زاوية θ.

مثال (1): غرزت سيّارةٌ في الرمل، واستُخدم لجرّها حبلان يحصران بينهما زاوية(45°). فإذا كانت قوة الشدّ في أحدِهما **A** = 600 N ، وفي الآخر **B** =800 N ، ما محصّلةُ قوّتيّ الشّدّ في الحبليْن التي تتأثّر بها السيّارة؟

الحل:

لإيجاد مقدار المحصّلة، نستخدم العلاقة (1-1):

$$R=\sqrt{(600)^2+(800)^2+2\times600\times800\times\cos(45^\circ)}$$

$$R=1295.7N$$

ولإيجاد الاتّجاه، نستخدم قاعدة الجيب (1-2-A):

$$\frac{800}{\sin\propto}=\frac{1295.7}{\sin 45^\circ}$$

$$\sin\propto=0.71\times\frac{800}{1295.7}=0.44$$

$$\propto = 26^\circ$$

أيّ انّ: **R** تصنع زاوية مقدارها 26° مع **A**.

سؤال

استُخدم حبلان يؤثّران في قوتيّ شدٍّ متساويتيْن مقداراً، يحصران بينهما زاوية 60° ؛ لتحريك جسمٍ على سطحٍ أفقيّ، وكانت محصّلتُهما (50 N)، ما مقدار القوّة التي يؤثّر بها كلٌّ من الحبليْن في الجسم.

B-2-1 جمع المتّجهات بتحليلها إلى مركّبات متعامدة

مثال (2): جدْ مركّبتيّ القوة الأفقيّة والرأسيّة في كلٍّ من الحالات الآتية:

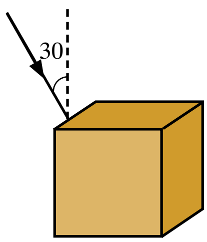
١. يجرُّ طالبٌ حقيبة كُتبه بقوة(20 N)، وباتّجاهٍ يميل عن الأفقيّ بزاوية(53°).

٢. يدفع رجلٌ عربةَ التّسوّق بقوةٍ مقدارها (30 N) ، بحيث تشكّل زاوية (30°) مع الرأسي.

الحل: 1:

$$F_X = F\cos\theta$$
$$= 20\times\cos 53^\circ$$
$$= 12\ N$$
$$F_Y = F\sin\theta$$
$$= 20\times\sin 53^\circ$$
$$= 16\ N$$

2: لاحظْ أنّ القوّة تصنع زاوية رأسيّةً مقدارها (30°) ، وبالتالي فإنّ الزاوية التي تصنعها القوة مع الاتّجاه $(+x)$ هي (60°) :



$$F_x = F\cos\theta$$
$$= 30\times\cos(60^\circ)$$
$$= 15\ N$$
$$F_y = F\sin\theta$$
$$= 30\times\sin(60^\circ)$$
$$= 26\ N$$ باتجاه -y

ونستخدم الطريقة التحليليّة لإيجاد محصّلة عدّة متجهات (كالقوى)، وللقيام بذلك نتبع الخطوات الآتية:

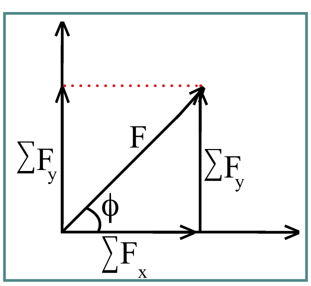
١- نحلّل كلّ قوّةٍ إلى مركّبتيْها الأفقيّة$(+x)$ والرأسيّة$(+y)$.
٢- نحسب المجموع الجبريّ للقوى المؤثّرة في الاتّجاه السيني $\sum F_x$.
٣- نحسب المجموع الجبريّ للقوى المؤثّرة في الاتّجاه الصادي $\sum F_y$.
٤- نحسب المحصّلة الكليّة للمحصّلتيْن المتعامدتيْن.

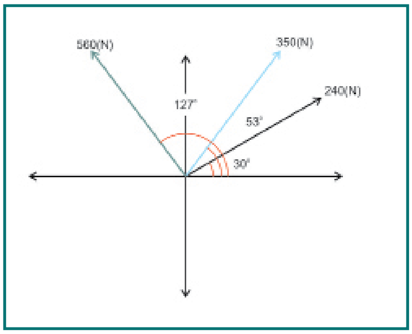
$$F=\sqrt{\left(\sum F_x\right)^2+\left(\sum F_y\right)^2} \qquad (1\text{-}3)$$

٥- نحدّد اتّجاه القوة المحصّلة من خلال:

$$\phi=\tan^{-1}\frac{\left(\sum F_y\right)}{\left(\sum F_x\right)} \qquad (1\text{-}4)$$

حيث تمثل ϕ الزاوية التي تصنعها المحصّلة F مع المحور السيني الموجب،
مع مراعاة إشارات كل من F_x و F_y كما في الشكل المجاور.





مثال(3): في الشكل المجاور أوْجِد المحصّلة للقوى الثلاث؛ علماً بأنّ القوى تؤثّر في النقطة نفسها، ومقاديرها كما يأتي:

$\mathbf{F_1}= 240\ \text{N} \qquad \mathbf{F_2}= 350\ \text{N} \qquad \mathbf{F_3}= 560\ \text{N}$

الحلّ:

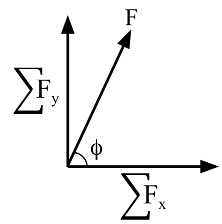
نحلّل كلًّا من القوى لمركّبتيْها، ونجمع مركّباتها الأفقيّة:

$$\sum F_x = F_1 \cos(\theta_1) + F_2 \cos(\theta_2) + F_3 \cos(\theta_3)$$
$$= 240 \cos(30^\circ) + 350 \cos(53^\circ) + 560 \cos(127^\circ)$$
$$= 240 \times 0.86 + 350 \times 0.60 + 560 \times (-0.60) = 80\ \text{N}$$

وكذلك الرأسيّة:

$$\sum F_y = F_1 \sin(\theta_1) + F_2 \sin(\theta_2) + F_3 \sin(\theta_3)$$
$$= 240 \sin(30^\circ) + 350 \sin(53^\circ) + 560 \sin(127^\circ)$$
$$= 240 \times 0.50 + 350 \times 0.8 + 560 \times (0.80) = 848\text{N}$$

$$F=\sqrt{\left(\sum F_x\right)^2+\left(\sum F_y\right)^2}$$
$$=\sqrt{(80)^2+(848)^2}$$
$$= 851.7\ \text{N}$$
$$\phi= \tan^{-1}\frac{\left(\sum F_y\right)}{\left(\sum F_x\right)} = 84.6^\circ$$



3-1 عمليّات ضرب الكميّات المتّجهة (Vector Multipliction)

تعلمتَ فيما سبق، كيف تجدُ محصّلة متّجهيْن أو أكثر، ومرّ بك في الصّف العاشر الأساسيّ ضربُ الكميّة المتّجهة بعدد.

أناقش

لديْك المتّجهات $\mathbf{A}= 6$ وَحداتٍ باتّجاه المحور السيني الموجب، $\mathbf{B}=8$ وَحداتٍ باتّجاهٍ يصنع زاوية 127° مع محور السينات الموجب، جدْ:

١. $\mathbf{C} = 2\ \mathbf{A}$

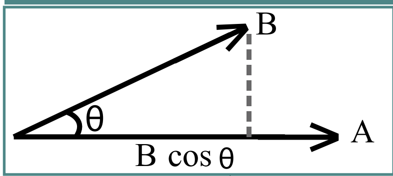
٢. $\mathbf{D} = 0.4\ \mathbf{B}$

٣. $\mathbf{E} = -0.25\ \mathbf{A}$

٤. مثّلْ بيانيّاً كلًّا من المتّجهات السابقة.

والآن ماذا عن ضرب المتّجهات، فهل يختلف ضرب المتّجهات عن ضرب الكميّات العدديّة؟

B-3-1 ضرب الكميّات المتّجهة ضرباً قياسيّاً (نقطيّاً):



إذا كان لديْنا المتّجهان **A**،**B** يحصران بينهما زاوية θ، كما في الشكل، فإنّ:

$$\mathbf{A}.\mathbf{B} = A\ B\cos\theta \qquad (1\text{-}7)$$

الضرب القياسي: حاصل ضرب مقدار أحد المتّجهين في مقدار مركّبة المتّجه الآخر باتّجاهه.

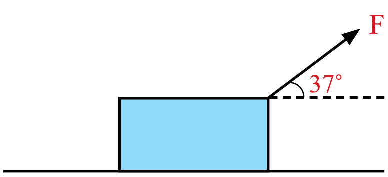
ومثال ذلك: الشغل = القوة . الإزاحة، ونعبّر عن ذلك رياضيّاً كما يأتي:

$$W = \mathbf{F}.\Delta\mathbf{r} = F\Delta r\cos\theta \qquad (1\text{-}8)$$

أناقش

١. متى يكون حاصلُ الضرب النقطيّ أكبرَ ما يمكن؟
٢. متى يكون حاصل الضرب النقطي موجباً؟ ومتى يكون سالباً؟
٣. متى يكون حاصل الضرب النقطي صفراً؟
٤. هل يمكن أن نعُدّ الوزن($\mathbf{F_g}= \mathbf{mg}$) مثالاً للضرب النقطي؟
٥. كيف يمكن استخدام الضرب النقطي في إثبات محصّلة متّجهيْن بينهما زاوية؟

مثال(5): في الشكل أثّرت قوة (35 N)تميل بزاوية (37^o) عن الأفقيّ، فأحدثت إزاحة (20 m) للجسم في الاتّجاه الأفقيّ، جد الشغل الذي تبذله القوة؟



الحل:

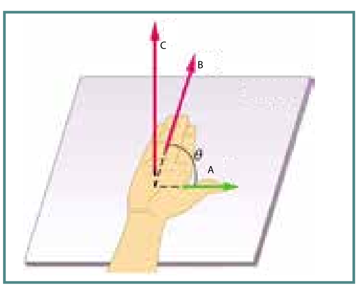
بحسب العلاقة (1-8):

$$W=\mathbf{F}.\Delta\mathbf{r} = F\ \Delta r\cos\theta$$

$$=35\times 20\cos(37) = 560J$$

C-3-1 ضرب الكميّات المتّجهة ضرباً متّجهاً (تقاطعيّاً)

إذا كان لديْنا المتّجهان (**A**) ، (**B**) ويحصران بينهما زاوية (θ)، وكان(**C**) حاصل ضربهما التقاطعيّ، فإنّ الناتج (**C**) كميّة متّجهة، ويُعبَّرُ عن حاصل الضرب التقاطعيّ بما يأتي:



$$\mathbf{C}=\mathbf{A}\times\mathbf{B} \qquad (1\text{-}9)$$

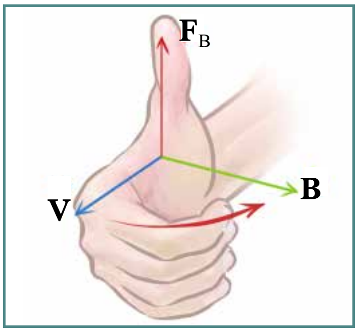
ويعطى مقدار (**C**) بالعلاقة:

$$|\mathbf{C}| = |\mathbf{A}||\mathbf{B}|\sin\theta \qquad (1\text{-}10)$$

ولتحديد اتّجاه(**C**)نستخدم قاعدة اليد اليمنى، وهي فرد أصابع اليد اليمنى باتّجاه المتّجه الأوّل، ثم تدويرها باتّجاه المتّجه الثاني بأصغر زاوية، فيؤشّر الإبهام باتّجاه حاصل الضرب.

الضرب التقاطعيّ: حاصل ضرب مقدار المتّجه الأوّل في مركّبة المتّجه الثّاني العموديّة عليه، ويكون اتّجاه المتّجه الناتج عموديّاً على كلٍّ منهما، وعلى المستوى الذي يقع عليه كلا المتّجهيْن.

ومن الأمثلة عليه، القوة $\mathbf{F}_B$ التي يؤثر فيها مجالٌ مغناطيسي **B**، على شحنة كهربائيّة q، تسير بسرعة متّجهة **v**، حيث تُعطى القوة بالعلاقة:



$$\boxed{\mathbf{F}_B = q\,(\mathbf{v}\times\mathbf{B})}$$

ولتحديد اتّجاه القوة نستخدم قاعدة اليد اليمنى.

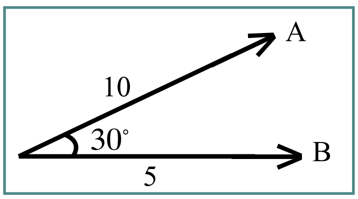
أناقش

١- متى يكون حاصل الضرب التقاطعيّ أكبر ما يمكن؟

٢- متى يكون حاصل الضرب التقاطعيّ صفراً؟

٣- هل عمليّة الضرب التقاطعيّ تبديليّة؟ وضّح إجابتك بمثال.

مثال(6): لديك المتّجهان في الشكل المجاور، فإذا كان مقدار $\mathbf{A} = 10\,m$، ومقدار $\mathbf{B} = 5\ m$ في المستوى، x-y جدْ:



١- $\mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{B}$

٢- $D = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$

الحل:

١- $|\mathbf{C}|=|\mathbf{A}||\mathbf{B}|\sin\theta = 10\times5\times0.5= 25\ m^2$

باتّجاه المحور الزيني السالب؛ بحسب قاعدة اليد اليمنى.

٢-

$$D=A\ B\cos\theta =10\times5\times0.86= 43\ m^2$$

مشروع:

ابحثْ في أهميّة المتّجهات في تحليل حوادث السير بين المركبات، من خلال استضافة أحد ضبّاط شرطة المرور، متخصّص في حوادث السير، أو من خلال زيارة مركز شرطة المرور.

4-1 الحركة في بعديْن (Motion In Two-Dimensions)

تعلمتَ في الصفّ العاشر الأساسيّ الحركةَ الرأسيّة، في مجال الجاذبيّة الأرضيّة، وهي حركةٌ في بعدٍ واحد، وسوف نتعرّف إلى حركة الأجسام في الهواء في بعديْن، فعند ممارستك لعبة كرة السلة، فإنّك تقذف الكرة نحو الهدف بزوايا وسرعاتٍ مختلفة؛ اعتماداً على بُعد موضعك عن الهدف.

أناقش

١- ما شكل المسار الذي تسلكه الكرة؟
٢- ما العلاقة بين السرعة الابتدائيّة التي رميت بها الكرة والبعد عن الهدف؟
٣- ما القوى المؤثّرة في الكرة في الهواء؟ (بإهمال مقاومة الهواء).
٤- هل سرعة الكرة وتسارعُها ثابتان أثناء الحركة؟ فسّرْ ذلك.

عند انتقال الكرة من يد لاعب كرة السلة نحو الهدف، فإنّها تتحرّك في بعدين:

- حركة في الاتّجاه الرأسي توازي المحور الصادي، وهي حركةٌ بتسارُعٍ ثابت، هو تسارع الجاذبيّة الأرضيّة.
- حركة في الاتّجاه الأفقي توازي المحور السيني، وهي حركةٌ بتسارُعٍ يساوي صفراً، لماذا؟

المقذوفات: حركة الجسم في بعديْن تحت تأثير قوة الجاذبيّة، وبإهمال مقاومة الهواء.

ومن الأمثلة عليها حركةُ قذيفة المِدفع، وكرة القدم، والأسهم عند قذفها، وحركة لاعب الوثب الطويل، فعندما يركض يكون لسرعته مركّبة واحدة أفقيّة، وعندما يقفز في الهواء يكون لسرعته مركّبتان أفقيّة ورأسيّة.

نلاحظ من الأمثلة السابقة أنّ للسرعة مركّبتان:

$$v_{xi} = v_i \cos\theta \quad ; \quad v_{yi} = v_i \sin\theta$$

وبتطبيق معادلات الحركة الانتقاليّة بتسارعٍ ثابتٍ في مجال الجاذبيّة الأرضيّة على المقذوفات، فإنّ مركّبات الإزاحة والسرعة تُعطى كما يأتي:

الحركة الرأسيّة (الصاديّة) $a_y = -g$	الحركة الأفقيّة (السينيّة) $a_x = 0$	معادلات الحركة الانتقاليّة
$v_{yi} = v_i \sin\theta$	$v_{xi} = v_i \cos\theta$	
$v_{yf} = v_{yi} - gt$	$v_{xf} = v_{xi}$	$\mathbf{v}_f = \mathbf{v}_i + \mathbf{a}t$
$y_f = y_i + v_{yi}t - \frac{1}{2}gt^2$	$x_f = x_i + v_{xi}t$	$\mathbf{r}_f = \mathbf{r}_i + \mathbf{v}_it + \frac{1}{2}\mathbf{a}t^2$
$v^2_{yf} = v^2_{yi} - 2g\,(y_f - y_i)$		$v^2_f = v^2_i + 2\mathbf{a}\cdot(\mathbf{r}_f - \mathbf{r}_i)$

حيث:

x_f: الإزاحة الأفقيّة للجسم المقذوف عند الزمن t.

v_{xf}: مركّبة السرعة الأفقيّة للجسم المقذوف عند الزمن t.

y_f: الإزاحة الرأسيّة للجسم المقذوف عند الزمن t.

v_{yf}: مركّبة السرعة الرأسية للجسم المقذوف عند الزمن t.

g: تسارُع الجاذبيّة الأرضيّة.

ولإيجاد الزمن اللازم لوصول الجسم المقذوف إلى أقصى ارتفاع ، وحيث إنّ المركبة الرأسيّة لسرعة الجسم المقذوف عند أقصى ارتفاع تساوي صفراً، فإنّ:

$$v_{yf} = v_{yi} - gt = 0 = v_i \sin\theta - gt_1$$

أو أنّ:

$$t_1 = \frac{v_i \sin\theta}{g}$$

في حالة عودة الجسم المقذوف إلى نفس المستوى الذي قذف منه يكون زمن التحليق الكليّ: $2t_1 = \frac{2v_i \sin\theta}{g}$

سؤال:

أثبتْ أنّ:

١- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم : $H = \frac{v_i^2 (\sin\theta)^2}{2g}$

٢- المدى الأفقيّ للجسم: $R = \frac{v_i^2 \sin(2\theta)}{g}$

أناقش

إذا قُذف جسمٌ بسرعة $(50\,m/s)$، بزوايا مختلفة كما في الشكل المجاور، فأجبْ عمّا يأتي:

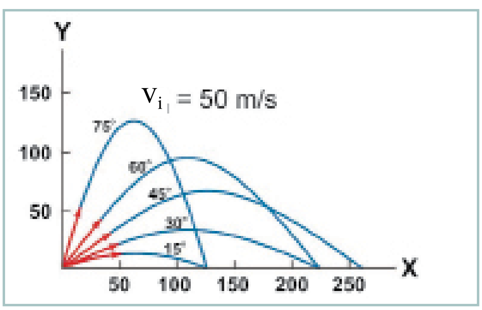
١-ما العلاقة بين أقصى ارتفاع رأسيّ يصل إليه الجسم وزاوية قذفه؟

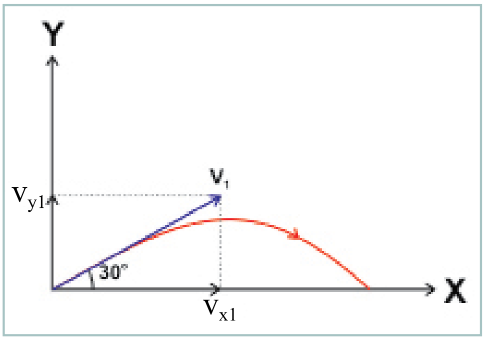
٢-ما مجموع زاويتيّ القذف عندما يتساوى المدى الأفقيّ؟ تحقّقْ من ذلك رياضيّاً.

٣-هل يمكن الحصول على مدىً أفقيّ أكبر من $(250\,m)$؟

٤-ما الزاوية التي يُقذف بها الجسم ليصل إلى أقصى ارتفاع ممكن؟

٥-ما الزاوية التي يقذف بها جسمٌ ليصل إلى أكبر مدىً أفقيّ؟





مثال(7): قُذف جسمٌ بسرعة (11m/s) بحيث يصنع زاوية (30°) مع سطح الأرض، أوجدْ ما يأتي:

١- زمن التحليق.
٢- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.
٣- المدى الأفقيّ للجسم.
٤- سرعة وصوله إلى الأرض.

الحل:

ارسم مخطّط حركة المقذوف، ثم حلّل السرعة الإبتدائية التي قذف بها الجسم إلى مركّبتيْن: أفقيّة ورأسيّة.

المعطيات: (v_1=11m/s)، الزاوية مع الأفقي (30°)،

لاحظ أنّ إشارة التسارُع سالبة؛ لأنّ المحور الصادي الموجب إلى أعلى.

1: يمكن حساب الزمن (t) من معادلة الإزاحة الرأسيّة ومساواتها بالصفر ($y_2 = 0$)، كما يأتي:

$$y_2 = 0 = v_{y1}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = v_1 \sin\theta\, t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = 11\times 0.5t - 5t^2$$

$$0 = 5.5 - 5t \quad , (t = 1.1s)$$

وبالتالي فإنّه يمكن حساب زمن التحليق ($t = 2t_1$) من المعادلة $t = \frac{2v_1 \sin\theta}{g}$

2: عند أقصى ارتفاعٍ رأسيّ $v_{yf} = 0$

$$v^2_{yf} = v^2_{yi} - 2gy = 0 = (11\times \sin(30)^2 - 20y$$

$$y = 1.51\ m$$

3:

$$x_f = v_{xi}t = 11\times\cos(30^\circ)\times 1.1 = 10.5m$$

4 يكون لسرعة الجسم لحظةَ وصوله إلى الأرض مركّبتان:

$$v_{xf} = v_i \cos\theta = 11\times\cos(30^\circ) = 9.5m/s$$

$$v_{yf} = v_{yi} - gt = v_i \sin\theta - gt = 11\times\sin(30^\circ) - 10\times1.1 = -5.5m/s$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(9.5)^2 + (5.5)^2} = 11m/s$$

$\tan\phi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-5.5}{9.5} = -0.58 \Longrightarrow \phi = 30^\circ$ تحت محور السينات الموجب

أختبر نفسي:

1 ضعْ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

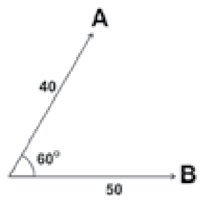
1. ما الزاوية θ بالدرجات التي يتساوى عندها المدى الأفقي مع أقصى ارتفاعٍ رأسيٍّ، لجسمٍ مقذوفٍ بزاوية مع الأفق إلى أعلى؟

أ- 45 ب- 60 جـ- 76 د- 90

2. قُذف جسمٌ بسرعة v ، وبزاوية $30°$ مع الأفق، فكان مداه الأفقيّ $50\ m$. إذا قُذف الجسم بالسرعة نفسها، بزاوية $60°$، فما المدى الأفقي؟

أ- 25m ب- 43m جـ- 50m د- 100m

3. يبيّن الشكل المجاور مقدار واتّجاه كميّتيْن متّجهتيْن: **A** و **B**، ما مقدار الكميّة المتّجهة **C**؟ حيث **C=A-B**



أ- 46 ب- 10 جـ- 30 د- 78

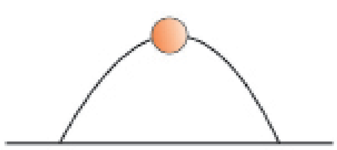
4. ما مقدار الزاوية بالدرجات بين متّجهين، لتكون محصّلتهما أكبر ما يمكن ؟

أ- 0 ب- 45 جـ- 90 د- 180

5. مامقدار الزاوية المحصورة بالدرجات بين متجهين ليكون حاصل ضربهما القياسي = صفرا ؟

أ- 0 ب- 45 جـ- 90 د- 180

6. يبيّن الشكل المجاور مسار كرة مضرب مقذوفه بسرعة **v** ، وباتجاهٍ يصنع زاوية θ مع الأفقي. عندما تصل الكرة أقصى ارتفاع لها، فإنّ:



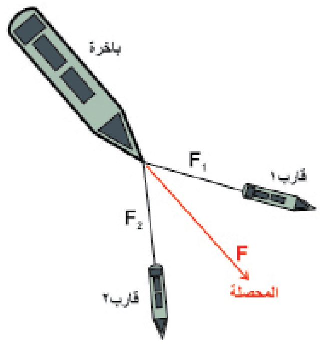
أ .تسارع الكرة يساوي صفراً، وسرعة الكرة تساوي صفراً.

ب .سرعة الكرة تساوي صفراً، وتسارع الكرة لا يساوي صفراً.

جـ .تسارع الكرة يساوي صفراً، وسرعة الكرة لا تساوي صفراً.

د .سرعة الكرة لا تساوي صفراً، وتسارع الكرة لا يساوي صفراً.

2 وضّح المقصود بالمصطلحات الآتية: المقذوفات، والمدى الأفقي، والضرب النقطي.



3 قاربا إنقاذٍ يسحبان باخرةً معطلةً بوساطة حبلين، الزاوية بينهما °37، ما محصّلة القوى الناتجة عن القاربين،إذا أثّرا بالقوتين، (12000N)، (15000N)، على الترتيب؟

4 جد المركّبتيْن السينيّة والصاديّة للكميّات المتّجهة الآتية:

أ- يهرب طائرٌ من صيّاد بسرعة (2 m/s)، باتّجاه يصنع زاوية (°53) غرب الشمال.

ب- قوّة مقدارها (400 N) باتجاه (°60) شمال الشرق.

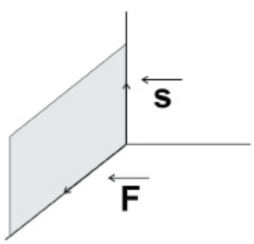
5 قوّتان مقدار إحداهما ثلاثة أمثال الأخرى، والزاوية بينهما (°120)، جد محصّلتهما.

6 وُجِّهَ خرطومُ سيّارة الإطفاء باتجاه (°53) نحو نافذة مبنى، ارتفاعها (20 m) عن سطح الأرض، إذا دخل الماء من الشباك عند أقصى ارتفاع له، احسبْ:

ا- سرعة اندفاع الماء من الخرطوم.

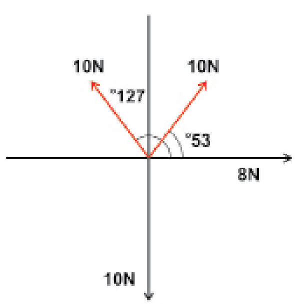
ب- الزمن اللازم لوصول الماء إلى النافذة.

جـ- بُعْد سيارة الإطفاء عن المبنى.



7 في الشكل المجاور، إذا كانت ($\mathbf{S} = 5\,\text{m}$) ، ($\mathbf{F} = 12\,\text{N}$)، فجدْ:

أ- $2\mathbf{S}$ ب- $\mathbf{F}.\mathbf{S}$ جـ- $\mathbf{F}\times\mathbf{S}$



8 جدْ محصّلة القوى المبيّنة في الشكل المجاور، مقداراً واتّجاهاً.

القوى والعزوم (Forces and Torques)

القوّة كلمةٌ شائعةُ الاستخدام في حياتنا اليوميّة، فقوّتُك العضليّة تساعدك في تحريك الأشياء، وقوّة محرّك المَرْكبة تساعد في بدءِ حَرَكتِها، والفرامل تؤثّر بقوّةٍ تعمل على إيقافها. وحسب مبادئ الميكانيكا، فإنّ القوى المؤثّرة في جسمٍ ما قد تغيّر من حالته الحركيّة، وتمكنُّنا من التنبؤ بحالته الحركيّة بدقّة، وقد تؤثر القوى في الأجسام فتعمل على تدويرها، أو اتّزانها.

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلق بالقوى والعزوم من خلال تحقيق الآتي:

- توضيح تأثيراتِ أنواع القوى المختلفة في الأجسام من حولنا.
- تحديد شروط اتّزان الجسم الجاسئ تحت تأثير عددٍ من القوى المستوية.
- حل مسائلَ على اتّزان الجسم الجاسئ تحت تأثير عددٍ من القوى المستوية.
- تفسّيرَ بعض التطبيقات على اتّزان الأجسام.


ما القوى المؤثّرة في الشكل، وتعمل على اتّزانه؟


فكّرْ

2- 1 القوة والحركة (Force and Motion)

ارتبط مفهوم القوة بمفهوم الحركة منذ عهد أرسطو؛ وفي القرن السابعَ عشرَ الميلادي أرسى العالم الإيطالي (جاليليو) قواعد علم الحركة، واستكمل (نيوتن) من بعده دراسة علم الحركة، واضعاً قوانينه الثلاثة التي تُعدّ أساس علم الحركة.

القوة: مؤثرٌ خارجيٌّ قد يغيّر الحالة الحركيّة للجسم، أو شكله، أو كليْهما.

حيث تعلّمتَ سابقاً: أنّ القوة المؤثّرة في جسم = كتلة الجسم × تسارُعه.

ووَحدة قياسها في النظام الدوْليّ (SI) للوَحدات نيوتن ويرمز لها بـِ (N).

سؤال

اكتب ما يكافئ وحدة نيوتن بالوحدات الأساسيّة في النظام الدوْليّ (SI) للوحدات.

هناك عددٌ من القوى التي نوظّفها في حلّ مسائلَ ميكانيكيّة، وسنتعرف إلى بعضٍ منها.

قوة الجاذبيّة الأرضيّة:(Gravitational Force)

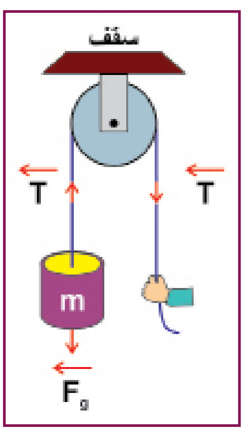
هي القوّة التي تؤثّر بها الأرض في جميع الأجسام، فتجذبُها نحوها، وتكسبها أوزانها، وتساوي مقدار القوة اللازمة لمنع الجسم من السقوط سقوطاً حرّاً، ويتمّ قياسُها بوساطة الميزان النابضي.

ويعبَّرُ عن قوّة جذب الأرض للأجسام القريبة من سطحها بالعلاقة:

$$\mathbf{F}_g = m\,\mathbf{g} \qquad (2 - 1)$$

حيث: $\mathbf{F}_g$:وزن الجسم بوحدة نيوتن(N)، m: كتلة الجسم تقاس بوحدة كغم (kg)، **g**: تسارع الجاذبيّة الأرضيّة وتقاس بوحدة (m/s^2).

وزن الجسم: مقدار قوّة جَذْب الأرض للجسم.



الشكل (3)

قوّة الشدّ :(Tension)

عند ربط جسمٍ بحبلٍ وشدِّهِ، فإنّ الحبل ينقل نقطةَ تأثير قوّةِ الشدّ باتّجاه طوله،خارجاً من الجسم، انظر الشكل (3).

يعدُّ الحبلُ في الغالب ثابتَ الطّول، ومهمل الكتلة مقارنةً مع كتلة الجسم، وفي هذه الحالة تعد قيمة الشدّ في جميع أجزاء الحبل متساوياً. وعندما يدور الحبل حول بكرةٍ ملساءَ وخفيفةٍ (عديمة الكتلة)، فإنّ الشدَّ يبقى متساوياً في جميع أجزاء الحبل، وتعمل البَكَرة على تغيير اتّجاه الشدّ.

بحث ابحثْ عن فوائد البكرات في الحياة اليوميّة.

قوّة التلامُس العموديّة (Normal Force)

لعلك لاحظت في الشكليْن (1) و (2) أنّ هناك قوةً تعاكس قوّةَ الجاذبيّة الأرضيّة بالاتّجاه، تسمّى قوةَ التلامُس العموديّة، ويرمز لها بالرمز (**n**) ، وهي تؤثّر في الجسم عموديّاً على مستوى التلامُس، وبعيداً عن السطح، وتظهر عندما يلامس الجسم سطحاً آخر.

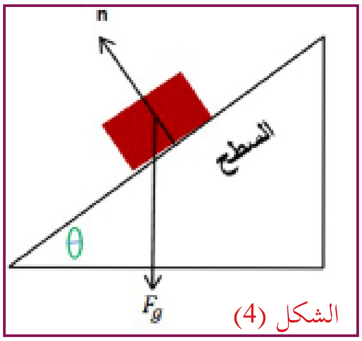
أناقش

وُضِعَ جسمٌ على سطحٍ مائلٍ، كما في الشكل (4).

١. اكتب ما تساويه قوة التلامُس العموديّة.

٢. بيّنْ ما يحدث لمقدار قوة التلامُس العموديّة إذا أثّرتْ قوّة:

* موازية للسطح المائل.
* أفقيّة لليمين، موازية لقاعدة السطح المائل.



الشكل (4)

قوّة الاحتكاك: (Friction Force)

عندما يتحرّك جسمٌ ما على سطحٍ، أو خلال مائعٍ كالهواء أو الماء ، فإنّه يتعرّض لمقاومة من المحيط، وتُعرَفُ هذه المقاومة بالاحتكاك، فلا بدّ أنّك حاولت يوماً دَفْعَ صندوقٍ على الأرض، ولم تفلح في المحاولة الأولى؛ ما جعلك تؤثّر فيه بقوةٍ أكبرَ، حتى استطعت أنْ تتغلّب على قوةٍ معاكسةٍ لقوّتك، تُسمّى قوّةَ الاحتكاك.

تنشأ قوّة الاحتكاك بسبب تداخُل نتوءات السطحيْن المتلامسيْن، فتقاومِ انزلاقَهما على بعضهما؛ ولذلك فهي تعتمد بشكلٍ أساسيٍّ على طبيعة السطحيْن.

وُجِدَ بالتجربة أنّ مقدار قوّة الاحتكاك (f) تتناسب طرديّاً مع مقدار قوة التلامُس العمودية (n)، ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة:

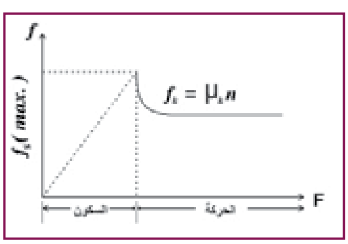
$$f = \mu\ n \qquad (2 - 2)$$

حيث μ: معامل الاحتكاك بين السطحيْن.

كما دلّت التجارب العمليّة على وجود نوعيْن من قوى الاحتكاك بين الأسطح الصُّلبة، هما:

- قوّة الاحتكاك السكوني $(f_{s(max)} = \mu_s\ n)$
- قوّة الاحتكاك الحركي $(f_K = \mu_K\ n)$

حيث ينشأ الاحتكاك السكوني بين سطحيْن متلامسيْن ساكنيْن، وقوة الاحتكاك السكوني متغيّرة، وتوازن باستمرار القوّة المتزايدة والمؤثّرة من قِبَلِك أثناء محاولتك تحريك الجسم، وتصل إلى قيمتها القصوى في اللحظة التي يكون فيها الجسم على وشك الحركة، وبعدها يتحرّك الجسم، وتقلّ قوة الاحتكاك عن قيمتها القصوى، عند بدء الحركة وتُسمّى قوة الاحتكاك في هذه الحالة قوّةَ الاحتكاك الحركي.

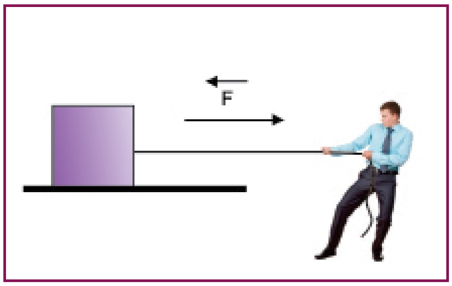


الشكل (5)

أناقش

١. معتمداً على المنحنى في الشكل (5)، الذي يمثّل العلاقة بين القوة المؤثّرة، وقوّة الاحتكاك بين جسمين. قارنْ بين قوّة الاحتكاك السكوني، وقوة الاحتكاك الحركي من حيث: مقدار معامل الاحتكاك، والتغيّر في مقدارهما.

٢. في الشكل المجاور إذا علمت أنّ كتلة الجسم (6kg)، وأنّه يصبح على وشك الحركة عندما تكون F=50 N، وأنّه يتحرك بسرعةٍ ثابتةٍ في اتّجاه القوّة المؤثّرة عندما تكون F = 46 N. احسب مقدار كلٍّ من معامل الاحتكاك السكوني والحركي.



2-2 مركز الثّقَل (Center of Gravity) :

مركز الثقل: النقطة التي إذا أثّرت فيها قوّةٌ فإنّها تسبّب حركةً انتقاليّةً للجسم، ولا يتحرّك دورانيّاً.

اتّزان القوى: يكون الجسم متزناً تحت تأثير قوىً عِدّة مستوية، عندما تكون محصّلتها تساوي صفراً.

ويكون الجسم في وضع اتّزانٍ عندما يكون ساكناً، أو متحرّكاً بسرعةٍ ثابتةٍ في خطٍّ مستقيم، ويُعدُّ هذا شرطًا لحدوث اتّزان الجسم. ويُعبَّر عن هذه العلاقة رياضيًّا كما يأتي:

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \ldots = 0 \qquad (2-3)$$

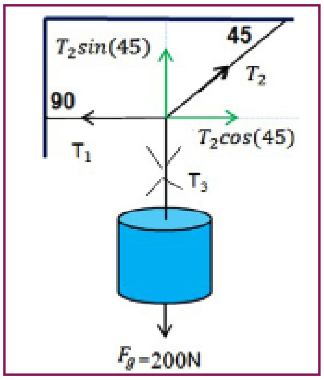
أي أنّ المجموع الجبري للمركّبات السينية يساوي صفراً:

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \ldots = 0 \qquad (2-3\text{-}A)$$

والمجموع الجبري للمركّبات الصاديّة يساوي صفراً:

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \ldots = 0 \qquad (2-3\text{-}B)$$

مثال1: جسم وزنه 200 N معلّق بوساطة حبلين في سقفٍ أفقيٍّ، وحائطٍ رأسيّ، كما في الشكل المجاور، احسبْ قوى الشدّ في الحبلين عندما يتّزن الجسم.



الحل:

١. نرسم مخطّط القوى المؤثّرة في الجسم.

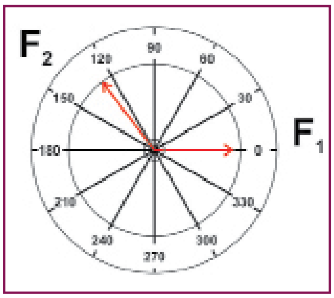
٢. نحلّل قوّة الشدّ في الحبل (T_2) لمركّبتيْها: السينية والصادية.

٣. نطبّق شروط الاتّزان:

لاحظ أنّ: $T_1= T_{2x} = T_2 \cos (45)$ وأن $T_3=F_g$

وكذلك: $T_3 = F_g=T_2 \sin(45)$

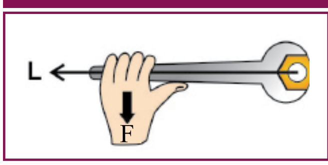
وبهاتين المعادلتين نجد: $T_1=200$ N $T_2= 283$ N

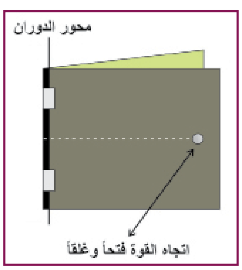


سؤال

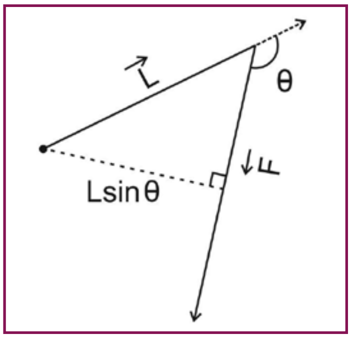
قام طالبٌ بضبط استواء طاولة القوى، واستخدم القوّتين ($F_1=$ (0.6 N و($F_2=$ 1 N) بحيث الزاوية بينهما (127°) ، كما هو موضّح في الشكل المقابل، احسبْ مقدار القوّة الثّالثة (F_3) التي تُحدِثُ الاتّزان، ثم حدّد اتّجاهها. تحقق من ذلك عملياً.

2 - 4 العزم (Torque):





عرفنا أنّ شرط اتّزان نقطةٍ ماديّةٍ، أو جسمٍ مهملِ الأبعاد أن تكون محصّلة القوى المؤثّرة فيه تساوي صفراً، أمّا بالنسبة إلى الأجسام التي لا يُمكن إهمالُ أبعادها، فقد نؤثّر فيها بقوةٍ، أو مجموعة من القوى المتّزنة، ومع ذلك فإنّها تُحدث دوراناً حول نقطةٍ أو محور، وفي حياتنا اليوميّة أمثلةٌ كثيرة على ذلك، منها: فكّ برغي بمفتاح، دوران باب الغرفة حول مِفصله عند التأثير على مِقبضه بقوةٍ، كما هو موضّح في الأشكال المجاورة.



إنّ عزم القوة يعتمد على عاملين هما:

١. القوة.

٢. البعد العمودي بين خط عمل القوة (F) ومحور الدوران الذي يُسمّى ذراعَ عزم القوة.

عزم القوة: مدى مقدرة القوة على إحداث دوران لجسمٍ حول محورٍ ثابت، وتساوي حاصل الضرب التقاطعي بين بُعد نقطة تأثير القوة عن محور الدوران والقوة.

ويمكن حساب عزم القوة رياضيّاً من العلاقة الآتية:

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{L} \times \mathbf{F} \qquad (2 - 3)$$

$$|\tau| = LF \sin\theta \qquad (2 - 3 -A)$$

حيث:

τ: متّجه عزم القوة حول محور الدوران وتلفظ تاو.

F: متّجه القوة المؤثّرة.

L: متّجه الموضع لنقطة تأثير القوة بالنسبة لمحور الدوران.

θ: الزاوية المحصورة بين **F** و **L**.

أناقش

- ما وحدة قياس عزم القوة؟
- متى ينعدم عزم القوة؟

أفكر

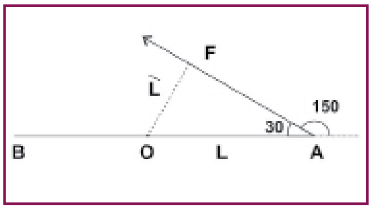
هل ذراع عزم القوة يساوي دائما البعد بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران؟

قاعدة اليد اليمنى:

يُحدّدُ اتّجاهُ العزم بقاعدة اليد اليمنى؛ حيث نجعل اتّجاهَ الاصابع باتّجاه متّجه الموضع (L) ، وتدوير الأصابع باتّجاه القوة بأصغر زاوية، فيشير الإبهام إلى متّجه العزم (τ).

اصطُلِحَ على أنْ يكون مقدار عزم القوة (τ) موجباً، حينما يكون عمودیّاً على الصفحة نحو الخارج (مقترباً من الناظر)، وفي هذه الحالة يكون اتّجاه الدوران بعكس اتّجاه دوران عقارب الساعة، ويكون سالباً حينما يكون عموديّاً على الصفحة نحو الداخل (مبتعداً عن الناظر)، وفي هذه الحالة يكون اتّجاه الدوران مع اتّجاه حركة دوران عقارب الساعة.

مثال(2): (AB)لوحٌ طولُه (3 m) قابل للدوران حول محورٍ عموديّ، يمرّ بمنتصفه(o)، أثّرتْ في طرفه (A) قوة (F= 20 N) ، في الاتّجاه المبيّن في الشكل المجاور، احسبْ عزم القوة مقداراً واتّجاهاً حول محور الدوران.



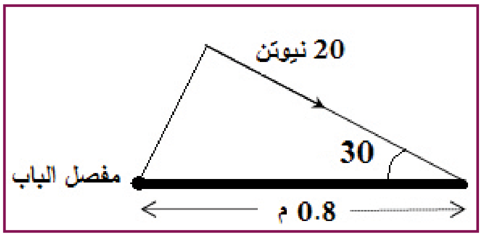
الحل:

$$|\tau| = LF \sin \theta = 1.5 \times 20 \times \sin (150^o)$$
$$= 15 \text{ N m}$$

واتّجاه الدوران عكس عقارب الساعة، وهذا يعني أنّ العزم موجبٌ (نحو الخارج).

سؤال

يبيّن الشكل المجاور باباً، عرضُه (0.8 m)، مثبّت من مفصله، وتؤثّر فيه قوّة (20 N) بالاتّجاه المبيّن في الشكل، احسبْ عزم القوّة حول مفصل الباب (محور الدوران).



شروط اتّزان الجسم الجاسئ تحت تأثير عددٍ من القوى

قد يؤثّر في الجسم قوىً عدّة، خطوطُ عملها غير متلاقية، ففي أيّ اتّجاهٍ يدور الجسم؟ ولتتعرفَ شروط اتّزان جسمٍ تحت تأثير عددٍ من القوى المتوازية، نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (7): اتّزان الجسم الصُّلب تحت تأثير عدّة قوى متوازية

المواد والأدوات: مسطرة مترية، وميزان نابضي، وكتل مختلفة.

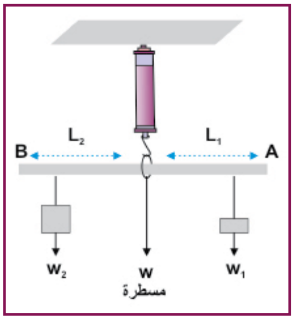
الخطوات:

١. علّق المسطرة من منتصفها بوساطة ميزان نابضي، مثبّت من الأعلى، كما في الشكل المجاور.

٢. علّقْ ثقلاً (W_1) في طرف المِسطرة (A).

٣. علّقْ ثقلاً آخر (W_2) في الطرف الثاني(B)، على بُعدٍ يجعل المِسطرة متّزنة أفقيّاً.

٤. قِسْ ذراع الثقل الأول (L_1) ، وذراع الثّقل الثاني (L_2).



رقم المحاولة	(W_1)	(L_1)	($W_1 L_1$)	(W_2)	(L_2)	($W_2 L_2$)	قراءة الميزان
1							
2							
3							

١. قِسْ قراءة الميزان النابض.
٢. كرِّر الخطوات السابقة بتغيير الأثقال في كلّ حالة. سجّل نتائجك في الجدول المرفق.

نلاحظ من التجربة السابقة أنّ المِسطرة تتّزن في كلّ حالةٍ عندما تتحقّق العلاقة: $(W_1 L_1) = (W_2 L_2)$.
وهذا يعني أنّ مجموع العزوم حول محورٍ يمرّ في منتصف المسطرة = صفراً، وأنّ القوة التي يؤثّر بها الميزان في كلّ حالةٍ هي:

$$T = -(W_1 + W_2 + W_3)$$

حيث W_3 وزن المسطرة؛ أي أنّ مجموع القوى المؤثرة في المسطرة تساوي صفراً.

- كرِّر الخطوات السابقة باستخدام أثقالٍ عدّة، على أبعادٍ مختلفة من نقطة الارتكاز.
- حرِّك الأثقال على طول المِسطرة، حتى تحصل على الاتّزان في كلّ حالة. ماذا تستنتج؟

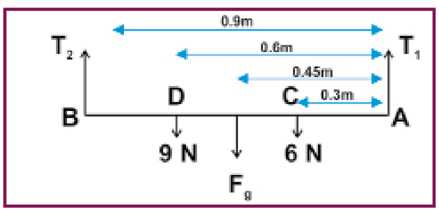
ممّا سبق نلاحظ أنّ الشروط اللازم توفّرها لاتّزان جسمٍ جاسئ تحت تأثير قوىً عدة، هي:

$$\sum \tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \ldots = 0 \quad (2 - 4)$$

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \ldots = 0 \quad (2 - 5)$$

وبغير ذلك يبدأ الجسم بالدوران تحت تأثير محصّلة العزم الذي يحدّد اتّجاه دوران الجسم.

مثال(3): عُلِّقَ قضيبٌ منتظم طوله (90 cm)، ووزنه(4 N) في وضعٍ أفقيّ، بواسطة خيطيْن رأسييْن عند طرفيه، ثم عُلِّق فيه ثقلان، مقداراهما (9 N و 6 N) عند النقطتين (CوD)، كما في الشكل المجاور. أوْجد الشدّ في كلٍّ من الخيطيْن.



الحل:

نرسم مخطّط القوى، ونحدد ذراع كلٍّ منها، كما في الشكل.
_ نطبّق شرطيّ الاتزان السابقيْن.

الشرط الأول: $\sum \tau = 0$ (حول النقطة A) = صفر (تذكَّر إشارة العزم)

$$T_1 \times 0 + 6 \times 0.3 + 4 \times 0.45 + 9 \times 0.6 - T_2 \times 0.9 = 0$$

$$T_2 = 10\,N$$

الشرط الثاني: $\sum F = 0$

$$T_1 + T_2 - (6 + 4 + 9) = 0$$

وبتعويض قيمة T_2 نجد أنّ: $T_1 = 9\ N$

أسئلة الفصل:

1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة للفقرات الآتية:

1. يدفع شخص باباً بقوة (10 N) ، تؤثر عمودياً عند نقطة تبعد (80 cm) من مِفصل الباب، فكم يساوي عزم هذه القوة (Nm)؟

أ) 0.08 ب) 8 جـ) 80 د) 800

2. حينما تحمل كتاباً وزنه F_g في يدك وهي ممدودة وطولها L، وترفعها إلى أعلى، بحيث تصنع زاوية (60°) مع الأفقي، فكم يساوي عزم وزن الكتاب على مِفصل يدك؟

أ) $F_g\ L \sin(60°)$ ب) $F_g\ L \sin(30°)$ جـ) $F_g\ L$ د) صفراً

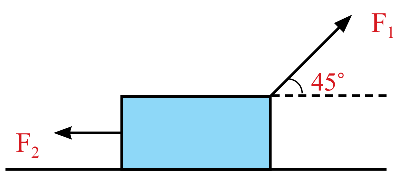
3. في السؤال السابق، لو رفعت يدك إلى أعلى أكثر، فما أثر ذلك في عزم وزن الكتاب؟

أ) يزداد ب) يقلّ جـ) يبقى ثابتاً د) يساوى صفراً

4. ينزلق جسمٌ على سطحٍ مائلٍ خشنٍ، يميل عن الأفق بزاوية (45°) بسرعةٍ ثابتة، فما معامل احتكاك السطح الحركيّ؟

أ) 0.2 ب) 0.5 جـ) 0.7 د) 1

5. في الشكل المجاور، كم تساوي قوة التلامس العموديّة؟



أ) F_g ب) $F_g - F_1 \sin 45$

جـ) $Fg - F_1 \cos 45$ د) $F_g - F_2$

6. إذا كان الجسم في السؤال السابق متّزناً، عند زيادة F_1، فما التغيّر الذي يُبقي الجسم متّزناً؟

أ) نزيد θ ب) نقلّل θ جـ) نقلّل F_2 د) نزيد كتلة الجسم

2 ما المقصود بكلٍّ من المفاهيم الآتية: القوة، قوة الاحتكاك السكوني، وعزم القوة.

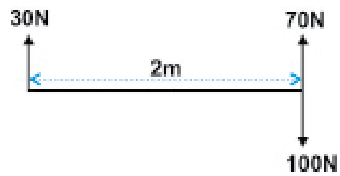
3 فسّرْ ما يأتي تفسيراً علميّاً:

أ- القيمة القصوى لمعامل الاحتكاك السكونيّ أكبر من معامل الاحتكاك الحركي.

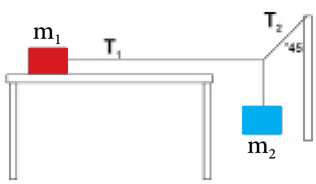
ب- القوّة التي يكون خطّ عملها موازياً للذراع ليس لها أثرٌ دورانيٌّ على الجسم.

4 ماذا يحدث لجسمٍ أثّرت فيه قوّةٌ، ومرّ خطّ عملها في مركزِ ثقله؟

5 تتّزن نجفة ممثّلة بنقطةٍ ماديّةٍ، وزنها (10 N)،تحت تأثير الشدّ في حبليْن: أحدهما يشدّها في الاتّجاه الأفقي بقوة شد (T_1)، والآخر يشدّها في اتّجاهٍ يصنع زاوية (60°) مع الاتّجاه الرأسي، بقوة شدّ (T_2). وضّحْ بالرسم القوى المؤثّرة في النجفة، ثم احسب الشدّ في الحبليْن (T_1) و (T_2) .



6 احسب مجموع العزوم للقوى حول نقطة تبعد (0.5 m)عن القوة (70 N) من الخارج في الشكل المقابل.



7 في الشكل المقابل، إذا كان سطح الطاولة خشناً، والكتلة (m_1= 10 kg)، والكتلة (m_2= 7 kg)، وتسارع الجاذبيّة الأرضيّة ($g = 10 m/s^2$)، والنظام متّزنٌ، احسبْ مقدار الشدّ (T_1) و (T_2)، ومعامل الاحتكاك السكونيّ.

8 يرتكز عمودٌ منتظمٌ، طوله (6m)، ووزنه (36 N)، في وضعٍ أفقيٍّ على حامليْن: أحدهما يبعد (1 m) عن أحد الطرفين، والثاني يبعد (2m) عن الطرف الآخر. أوجدْ قوّتيّ التلامُس العموديّة من الحامليْن. ثم أوْجد الثّقل الذي يُعلَّق من الطرف الآخر، حتى يكون العمود على وشك الانقلاب.

اختبار الفترة الأولى

مجموع العلامات (30 علامة) الزمن : حصة صفية

السؤال الأول : انقل رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي إلى ورقة الإجابة :

1 - ما الزاوية التي يكون عندها المدى الأفقي لجسم مقذوف ثلاثة أمثال أقصى ارتفاع راسي له ؟

أ- 30 ب- 37 ج- 53 د- 60

2 - متجهين حاصل الضرب القياسي لهما 40 والضرب المتجه لهما 30 ما مقدار الزاوية بينهما؟

أ- 30 ب- 37 ج- 53 د- 60

3 - في الشكل جسم كتلته 3.5Kg يستقر على سطح أفقي تؤثر عليه قوة 30N وتميل بزاوية 37 عن الأفقي، إن قوة التلامس العمودية :

أ- N 35 ب- N 18 ج- N 53 د- 11N

4 - ينزلق جسم وزنه 30 Nعلى سطح خشن يميل بزاوية 30 مع الأفقي بسرعة ثابتة إن قيمة معامل الاحتكاك الحركي تساوي :

أ- 0.5 ب- 0.86 ج- 0.57 د- 1.7

5 - إذا كانت القيمة القصوى لمحصلة قوتين 45 نيوتن والقيمة الصغرى لمحصلتهما 5 نيوتن ما مقدار كل من القوتين ؟

أ- 0، 45 ب- 20 ،25 ج- 9، 5 د- 50، 0

6 - عند أي زاوية بين المتجهين A, B يتساوى حاصل الضرب القياسي والضرب المتجه لهما؟

أ- 0 ب- 30 ج- 45 د- 90

السؤال الثاني :

ا- وضح المقصود بكل من : مركز الثقل ، عزم القوة , المدى الافقي

ب - علل : القبمة القصوى لمعامل الاحتكاك السكوني اكبر من معامل الاحتكاك الحركي !

السؤال الثالث :

أ- ساق خشبية غير متجانسة تزن 200Nو طولها 4m يؤثر وزنها على بعد 0.5mمن الطرف الأيمن ، ترتكز على دعامتين عند طرفيها ، إذا وقف شخص وزنه 600N على بعد 1.5mمن الطرف الأيمن .

جد القوة التي تؤثر بها كل دعامة عند الاتزان ؟

ب- قذف جسم بزاوية 37 فكان أقصى ارتفاع راسي وصل إليه 8m جد :

1 - السرعة التي قذف بها الجسم .

2 - المدى الأفقي للجسم .

السؤال الرابع

أ - في تجربة لبحث شروط اتزان الجسم الصلب استخدمت الطالبة ذراع الاتزان التي تزن 2N وحصلت على الجدول التالي :

1 - أكمل الجدول. 2 - اذكر شرطي اتزان الجسم الصلب

رقم المحاولة	F_1(N)	F_2(N)	L_1(cm)	L_2(cm)	$L_1 \times F_1$(N.m)	$L_2 \times F_2$(N.m)	قراءة الميزان النابض(N)
1	4	2	12	24			
2	6	10	20	12			

مع أمنياتنا لكم بالتفوق