

العزم والاتزان السكوني



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

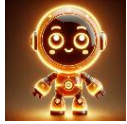
موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف الحادي عشر المتقدم ← فيزياء ← الفصل الثالث ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-06-28 13:01:11

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل
منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

المزيد من مادة
فيزياء:

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر المتقدم



صفحة المناهج
الإماراتية على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الثالث

عزم القصور الذاتي والقانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية

1

حل تمارين الوحدة السابعة: كمية الحركة والتصادمات

2

كمية الحركة والتصادمات

3

ملخص وتدريب الزخم والتصادمات

4

تجميع قوانين الفيزياء

5

العزم Torque

نشاهد في حياتنا اليومية أجسامًا تدور حول محور ثابت تحت تأثير قوة أو أكثر، مثل الأبواب، والبراغي، والمفكات، وغيرها، وهذا النوع من الحركة يُسمى الحركة الدورانية. فمثلاً؛ يدور الباب المُبَيّن في الشكل (1) عند التأثير بقوة في المقبض المثبت عند طرفه، ومحور الدوران في هذه الحالة هو خط وهمي رأسي يمر عبر مفصلات الباب المثبتة عند الطرف المقابل للمقبض.

يُعدّ **العزم Torque** مقياساً لمقدرة القوة على إحداث دوران لجسم، وهو كمية متجهة، رمزه (τ) ، ويُعرّف رياضياً بأنه يساوي ناتج الضرب المتجهي لمتجه القوة (F) ومتجه موقع نقطة تأثير القوة (r) الذي يبدأ من نقطة على محور الدوران وينتهي عند نقطة تأثير القوة. ويُقاس العزم بوحدة N.m حسب النظام الدولي للوحدات، ويُعبّر عنه بالمعادلة الآتية:

$$\tau = r \times F$$

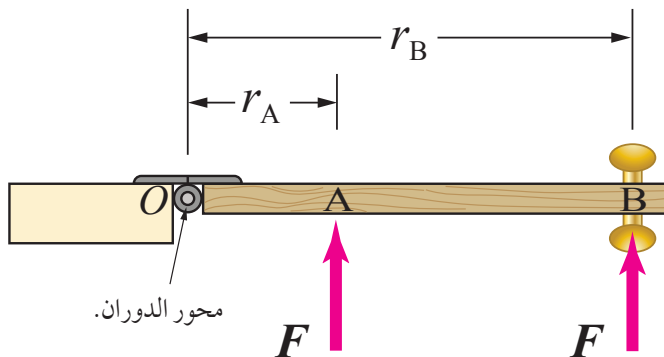
ويُحسب مقدار العزم كما يأتي:

$$\tau = r F \sin \theta$$

حيث (θ) الزاوية المحصورة بين المتجهين r و F .

يوضح الشكل (2) منظرًا علويًا لباب؛ ولفتح هذا الباب أو إغلاقه نؤثر بقوة في مقبضه (النقطة B)، بدلاً من التأثير بها عند النقطة (A) بالقرب من محور الدوران، للحصول على أكبر مقدار للعزم، وذلك بجعل نقطة تأثير القوة أبعد ما يمكن عن محور الدوران. ويزداد مقدار العزم عند التأثير بهذه القوة بزاوية قائمة بالنسبة لمستوى سطح الباب.

✓ **أتحقق:** أفسّر دفع الباب بقوة عمودية على مستوى سطح الباب أفضل من دفعه جانبياً بقوة تميل عن مستوى سطح الباب بزاوية.



الشكل (1): باب يدور

حول محور دوران عند

التأثير فيه بقوة.

الشكل (2): كلما زاد بُعد

نقطة تأثير القوة عن محور

الدوران يزداد العزم.

الفكرة الرئيسة:

من أجل دراسة الاتزان السكوني للأجسام نلزم معرفة بعض المفاهيم الفيزيائية مثل: العزم ومركز الكتلة، وكيفية حساب كل منهما

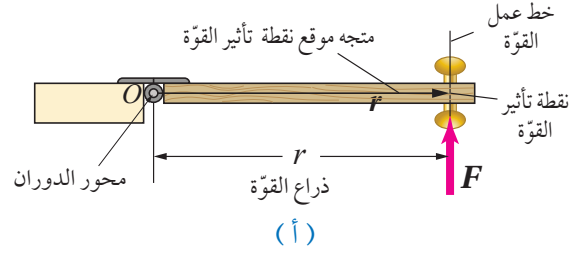
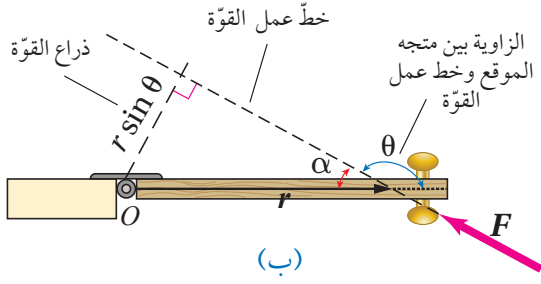
نتائج التعلم:

- أعرّف التأثير الدوراني للقوة على جسم (العزم).
- أحدد مركز الكتلة لجسم منتظم الشكل وجسم غير منتظم الشكل عملياً.
- أحدد مركز الكتلة لنظام يتكون من جسمين بمعادلة حسابية.
- أُميّز بين الاتزان السكوني والاتزان الحركي.
- أصمّم تجربة تربط الاتزان بموقع مركز كتلة جسم.

المفاهيم والمصطلحات:

Torque	العزم
Lever Arm	ذراع القوة
Centre of Mass	مركز الكتلة





الشكل (3):

- (أ) طول ذراع القوة عند تأثير قوة عمودياً على مستوى سطح الباب،
(ب) وعند تأثيرها بشكل مائل.

للتوصل إلى العوامل التي يعتمد عليها عزم القوة؛ أنظر الشكل (3) الذي يوضح منظرًا علويًا لباب تؤثر في مقبضه قوة (F). يُسمَّى امتداد مُتَّجِه القوة خطَّ عمل القوة، أما البُعد العمودي بين خطَّ عمل القوة ومحور الدوران فيُسمَّى ذراع القوة **Lever arm**.

عندما تؤثر القوة (F) عمودياً على مستوى سطح الباب، كما في الشكل (3/أ) يكون طول ذراع القوة أكبر ما يُمكن، ويكون مساوياً مقدار المُتَّجِه (r). أما عندما لا يكون اتِّجَاه القوة (F) عمودياً على سطح الباب، كما في الشكل (3/ب) فإن طول ذراع القوة يساوي ($r \sin \alpha = r \sin \theta$)، حيث ($\sin \alpha = \sin \theta$)، لأنَّ مجموع الزاويتين يساوي 180° . استنتج ممَّا سبق أنَّ مقدار العزم يتناسب طردياً مع كلِّ من مقدار القوة (F) وطول ذراعها ($r \sin \theta$).

وبما أنَّ العزم كميَّة مُتَّجِهَةٌ؛ فإنَّنا نعدُّه موجِّباً عندما يسبِّب دوران الجسم في عكس اتِّجَاه حركة عقارب الساعة، وسالباً عندما يسبِّب دوران الجسم في اتِّجَاه حركة عقارب الساعة.

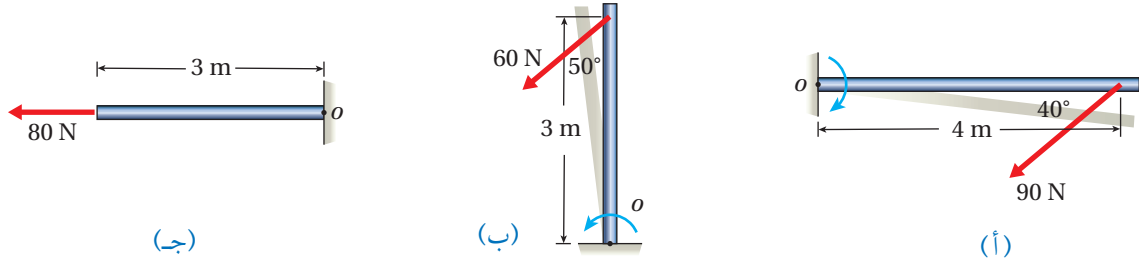
✓ **أنتحق:** ما المقصود بالعزم؟ وعلام يعتمد؟

الربط مع الرياضيات

إذا كان مجموع الزاويتان α و β يساوي 180° فإنَّ
 $\sin \alpha = \sin \beta$
إذا كان مجموع الزاويتين α و β يساوي 90° فإنَّ:
 $\sin \alpha = \cos \beta$

المثال ١

أحسب عزوم القوى المؤثرة في الأجسام المبينة في الشكل (4) حول محور دوران يمرُّ بالنقطة (O).



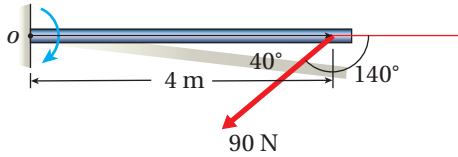
الشكل (4): قوى تؤثر في أجسام قابلة للدوران حول محور ثابت.

المعطيات: الشكل والبيانات المثبتة فيه.

المطلوب: عزوم كل قوة.

الحل:

يُحسب العزم من العلاقة الآتية: $\tau = Fr \sin \theta$



الشكل (أ):

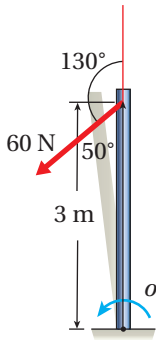
القوة تعمل على تدوير الجسم باتجاه حركة عقارب الساعة،
فيكون العزم سالبًا.

$$\begin{aligned}\tau &= -90 \times 4 \times \sin 140^\circ \\ &= -231.4 \text{ N.m}\end{aligned}$$

الشكل (ب):

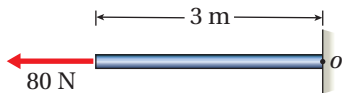
القوة تعمل على تدوير الجسم بعكس اتجاه حركة عقارب
الساعة، فيكون العزم موجبًا.

$$\begin{aligned}\tau &= 60 \times 3 \times \sin 130^\circ \\ &= 137.9 \text{ N.m}\end{aligned}$$

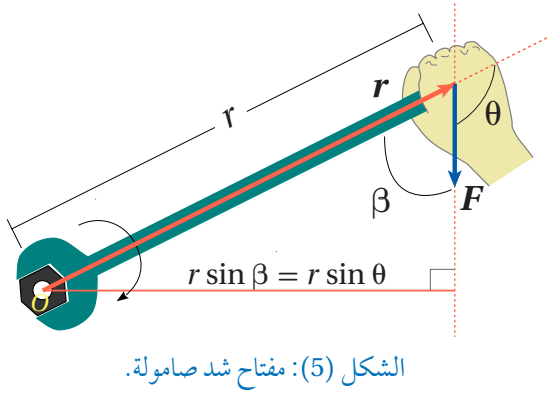


الشكل (ج):

الزاوية بين متجهي (F) و (r) تساوي ($\theta = 0^\circ$)؛ فيكون العزم
($\tau = 0$).



المثال 2



يستخدم زيد مفتاح شد طوله (25.0 cm) لشد صامولة في دراجة، حيث أثر بقوة مقدارها $(1.60 \times 10^2 \text{ N})$ في طرف مفتاح الشد في الاتجاه الموضح في الشكل (5). فإذا علمت أن مقدار الزاوية (β) يساوي (75°) ؛ أحسب مقدار العزم المؤثر في المفتاح وأحدد اتجاهه.

المعطيات: $r = 25.0 \text{ cm} = 0.250 \text{ m}$, $F = 1.60 \times 10^2 \text{ N}$, $\beta = 75^\circ$.

المطلوب: $\tau = ?$

الحل:

يحسب العزم باستخدام العلاقة:

$$\tau = r F \sin \theta$$

علمًا أن: $\beta + \theta = 180^\circ$ ، فتكون $\theta = 105^\circ$ و $\sin 105^\circ = \sin 75^\circ$.

ويكون العزم سالبًا لأن القوة تعمل على تدوير مفتاح الشد باتجاه حركة عقارب الساعة.

$$\begin{aligned} \tau &= -0.250 \times 1.60 \times 10^2 \times \sin 105^\circ \\ &= -38.6 \text{ N.m} \end{aligned}$$

إيجاد العزم المحصل Finding Net Torque

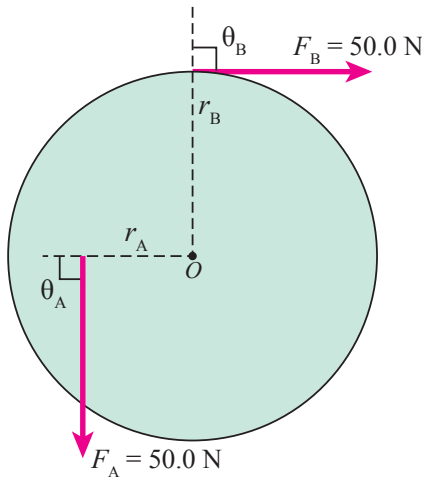
يُحسب العزم المحصل المؤثر في جسم عندما تؤثر فيه أكثر من قوة؛ بحساب العزم الناتج عن كل قوة على حدة، مع مراعاة اتجاه الدوران، ثم تجمع العزوم مع إشاراتها. فمثلاً؛ يُبين الشكل (6) جسمًا تؤثر فيه قوتان: (F_1) تعمل على تدويره بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة، و (F_2) تعمل على تدويره باتجاه حركة عقارب الساعة. في هذه الحالة؛ أحسب عزم كل قوة حول محور الدوران على حدة، ثم أجد العزم المحصل $(\sum \tau)$ المؤثر في الجسم بجمع العزمين مع مراعاة إشارة كل منهما، كما يأتي:

$$\begin{aligned} \sum \tau &= \tau_1 + \tau_2 \\ &= F_1 r_1 \sin \theta_1 + (-F_2 r_2 \sin \theta_2) \end{aligned}$$

الشكل (6): جسم قابل للدوران حول محور يمر بالنقطة (O) عمودياً على مستوى الصفحة، ويؤثر فيه قوتان F_1 و F_2 .

✓ **أتحقق:** كيف أحسب عزم قوى عدّة تؤثر في جسم قابل للدوران حول محور ثابت؟ وكيف أحدد اتجاهه؟

المثال 3



الشكل (7): بكرة مصمتة.

بكرة مُصَمَّتة نصف قطرها (r_B)، يمرّ في مركزها (O) محور دوران عموديّ على مستوى الصفحة؛ كما هو موضَّح في الشكل (7). إذا علمتُ أنّ القوّة (F_A) تؤثر في البكرة على بُعد ($r_A = 30.0 \text{ cm}$) من محور الدوران، وتؤثر القوّة (F_B) عند حافة البكرة حيثُ ($r_B = 50.0 \text{ cm}$)، واعتمادًا على المعلومات المُثبتة في الشكل؛ أحسبُ مقدار العزم المُحصّل المؤثر في البكرة، وأحدّد اتجاهه.

المعطيات: $F_A = F_B = 50.0 \text{ N}$, $r_A = 30.0 \text{ cm} = 0.30 \text{ m}$, $r_B = 50.0 \text{ cm} = 0.50 \text{ m}$, $\theta_A = \theta_B = 90^\circ$.

المطلوب: $\sum \tau = ?$

الحلّ:

تعملُ القوّة (F_A) على تدوير البكرة بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة؛ لذا يكون عزمها موجبًا، أمّا القوّة (F_B) فتعمل على تدويرها باتجاه حركة عقارب الساعة؛ لذا يكون عزمها سالبًا. فيُحسب العزم المُحصّل حول محور دوران البكرة كما يأتي:

$$\begin{aligned} \sum \tau &= \tau_1 + \tau_2 \\ &= F_A r_A \sin \theta_A - F_B r_B \sin \theta_B \\ &= 50.0 \times 0.30 \sin 90^\circ - 50.0 \times 0.50 \sin 90^\circ \\ &= -10.0 \text{ N.m} \end{aligned}$$

بما أنّ العزم المُحصّل سالبٌ فإنّه يعمل على تدوير البكرة باتجاه حركة عقارب الساعة حول محور دورانها.

لتدريسه



الشكل (8): عامل يدفع عربة.

أستخدم الأرقام: يدفع عامل عربةً كما هو موضَّح في الشكل (8)، عن طريق التأثير في مقبضي ذراعها بقوتين مجموعتهما ($F = 180 \text{ N}$) رأسيًا إلى أعلى لرفعهما إلى أعلى بزاوية (25°) بالنسبة لمحور ($+x$). إذا علمتُ أنّ بُعد كلّ من مقبضي العربة عن محور الدوران (O) يساوي (1.50 m)؛ أحسبُ مقدار عزم القوّة (F) المؤثر في العربة حول محور الدوران، وأحدّد اتجاهه.