المجال (I) : الطـاقة .

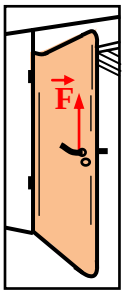
الوحـدة ③: العمل و الطاقة الحركية (حالة الحركة الدورانية)

● الكفاءات المستهدفة :

- يعبر ويحسب عزم قوة بالنسبة لمحور الدوران .
- يعرف عزم عطالة جسم .
- يعرف أن التوازن في حالة الدوران يفسر بعزم القوة لا بالقوة نفسها .
- يحدد الشرطين العامين لتوازن جملة ميكانيكية .

1 - عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت :

1 1) مفهوم العزم :

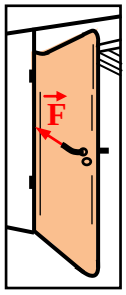


▪ الشكل – 1

نشاط ① : نعلم أن الأبواب تدور حول محور ثابت ، ندعوه **محور الدوران (Δ)** ، يمر من مفاصلها .

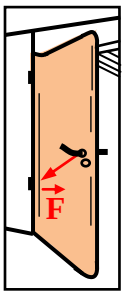
- امسك بابًا من مقبضه و طبق عليها قوة نحو الأعلى بحيث يكون حامل القوة موازيًا لمحور دوران الباب (**الشكل – 1**) . هل يدور الباب ؟ ..... (لا يدور الباب) .
- غيّر الآن اتجاه القوة بحيث يقطع حاملها محور دوران الباب كما هو مبين في (**الشكل – 2**) . هل يدور الباب ؟ ..... (لا يدور الباب) .
- كيف يجب أن يكون اتجاه القوة حتى يكون لها فعل على دوران الباب ؟

..... (حتى يدور الباب ″ فتحه أو غلقه ″ يجب التأثير عليه بقوة حاملها لا يوازي و لا يلاقي محور الدوران) .



▪ الشكل – 2

نشاط ② : ارجع إلى النشاط السابق و طبق هذه المرة قوة كيفية $\vec{F}$ على مقبضها بحيث لا يقطع حاملها محور دوران الباب و ليست موازية له (**الشكل – 3**). هل لهذه القوة أثر على دوران الباب ؟ ..... (نعم ، الباب يدور مالم يكون حامل القوة موازيًا لمحور دوران الباب أو يلاقيه) .



▪ الشكل – 3

- نتيجة استنتج بإكمال الفراغات :

حتى يكون لقوة $\vec{F}$ ، مطبقة على جسم صلب متحرك حول محور ثابت ، أثر دوراني على حركته يجب أن لا تكون هذه القوة موازية لمحور الدوران و لا يقطع حاملها هذا المحور .

نقول أن لقوة $\vec{F}$ مطبقة على جسم صلب متحرك حول محور ثابت عزم بالنسبة لهذا المحور إذا كان لها أثر على دوران هذا الجسم . نرمز لعزم قوة بالنسبة لمحور Δ بالرمز : $\mathcal{M}_{\vec{F}/\Delta}$.

2 1) عبارة عزم قوة بالنسبة لمحور :

نشاط ① : طبق في نفس الظروف قوة عمودية على مستوى هذا الباب مرة على مقبضها و مرة في نقطة قريبة من محور دورانها

1 - هل لهذه القوة أثر على دوران الباب في كلتا الحالتين ؟ ..... (نعم ، للقوة فعل دوراني مختلف في كلتا الحالتين)
2 - هل الباب يدور بنفس السهولة ؟ ..... (يدور الباب بسهولة أكثر كلما كانت نقطة تطبيق القوة بعيدة عن محور الدوران)
3 - هل الأثر الدوراني لهذه القوة على الباب يختلف في كل مرحلة ؟ ..... (نعم ، يختلف الأثر الدوراني للقوة في كل مرحلة بحسب بعد نقطة تطبيقها عن محور دوران الباب) .
4 - مالذي تستنتجه بالنسبة لعزم القوة ؟ ..... (إذا كانت شدة القوة ثابتة فإن عزم هذه القوة ″فعلها التدويري″ يتعلق ببعد نقطة تأثيرها عن محور الدوران الثابت ″ذراع القوة″) .

نشاط ② : ارجع للباب السابق و طبق على مقبضه قوة عمودية على مستوى الباب . أعد التجربة بتطبيق في نفس النقطة قوة بنفس الاتجاه و بشدة أكبر .

1 - هل يوجد فرق في الأثر الدوراني للقوة على الباب في كل حالة ؟ ..... (نعم ، يوجد فرق في الأثر الدوراني للقوة ″عزمها″ بحسب شدة هذه القوة في كل حالة) .
2 - مالذي تستنتجه بالنسبة لعزم القوة ؟ ..... (يتعلق كذلك عزم القوة بالنسبة لمحور دوران ثابت بشدة القوة حيث يتناسبان طرديًا) .

نشاط ③ : ارجع للباب السابق و طبق على مقبضه قوة عمودية على مستوى الباب . أعد التجربة بتطبيق في نفس النقطة قوة لها نفس الشدة و اتجاه معاكس لاتجاه القوة السابقة .

1 - هل يدور الباب في نفس الاتجاه ؟ ..... (يدور الباب بالجهة المعاكسة لجهة دورانه السابقة عند تغيير اتجاه القوة المطبقة عليه) .
2 - هل يوجد فرق في الأثر الدوراني للقوة على الباب في كل حالة ؟ ..... (نعم ، و بالاتجاه المعاكس) .

3 - مالذي تستنتجه بالنسبة لعزم القوة ؟ ..... (نستنتج أنه توجد جهتان متعاكستان لدوران الباب يكون في احداهما عزم القوة **محركًا** نعتبره "**موجبًا**" و هي عادة الجهة المعاكسة لدوران عقارب الساعة ، بينما يكون العزم **مقاومًا** نعتبره "**سالبًا**" بالجهة المعاكسة أي بجهة دوران عقارب الساعة اصطلاحًا) .

4 - استنتج من النشاطات الأربعة مميزات عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت . ..... (عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت يتعلق بشدة القوة و ببعد نقطة تطبيقها عن المحور و هو مقدار فيزيائي جبري) .

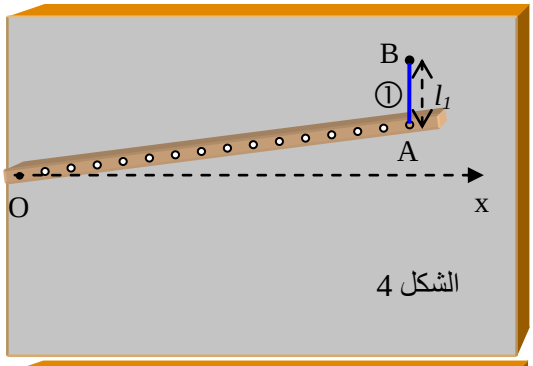
- نتيجة استنتج بإكمال الفراغات :

يتعلق عزم قوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور الدوران Δ حاملها لا يوازي و لا يقطع هذا المحور بشدّة و اتجاه هذه القوة و البعد العمودي بين حامل القوة و المحور Δ .

3 1) العمل التجريبي :

نشاط : الأدوات المستعملة

- خذ قضيبًا من خشب أبعاده (1 cm × 1 cm × 50 cm) تقريبًا . نهمل ثقله بالنسبة للقوى المعتبرة في هذه التجربة و اجعل فيه ثقوبًا صغيرة تسمح لك بتعليق خيوط مطاطية (أو نوابض) .
- خذ لوحًا (قطعة مسطحة) من خشب مستطيلة الشكل و غلفها بورقة بيضاء تسمح لك بتسجيل قياساتك عليها .
- اغرز في النقطة O مسمارًا يسمح للقضيب الدوران حوله و اجعل اللوح في وضع شاقولي .
- حضّر قارورة بلاستيكية معايرة (أو ربيعة) تقيس بها شدات القوى .

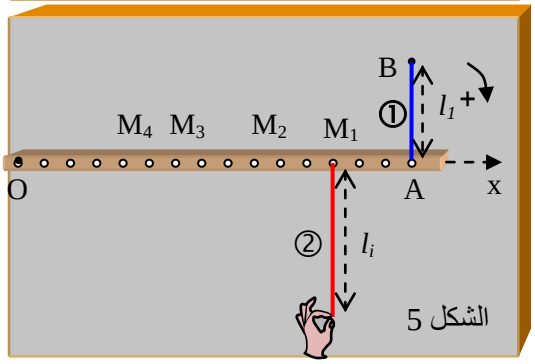


الشكل 4

العمل التجريبي :

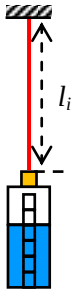
الجزء (أ) : علق القضيب بواسطة سلك مطاطي ① مربوط في النقطتين A و B (**الشكل – 4**) . علق مطاطًا آخر ② في النقطة M_1 ثم اسحبه بيدك حتى يصبح القضيب منطبقًا مع المحور الأفقي (Ox) الذي نختاره وضعًا مرجعيًا (**الشكل – 5**) . يكون المطاطان في هذه الحالة شاقوليين .

- علم على الورقة طول كل مطاط l_i و ارسم الخط الحامل له .
- أعد التجربة بتعليق المطاط ② في المواضع M_2 ، M_3 و M_4 و سجل في كل مرة طول المطاط ② ، الذي من أجله يكون القضيب أفقيًا .



الشكل 5

- استعمل قارورة البلاستيك المعايرة سابقًا بوحدة النيوتن (الرّبيعة) و حدّد شدة القوة الموافقة لكل طول و ذلك بملأ القارورة بالكمية المناسبة من الماء التي تجعل المطاط يستطيل بالطول المناسب l_i (**الشكل – 6**) .

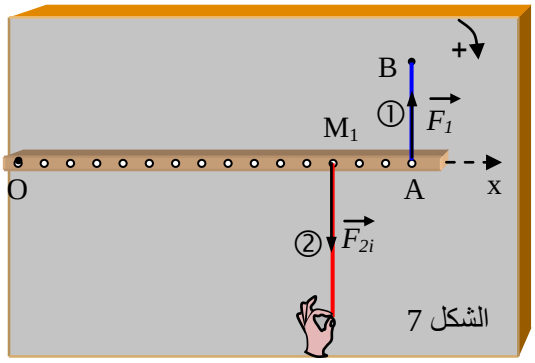


الشكل 6

- أرسم على ورقة التجربة باستعمال سلم رسم مناسب القوى المطبقة على القضيب من طرف المطاطات . ..... (أنظر الشكل – 7) .
- دّون نتائجك في الجدولين التاليين و أكملهما .

l_1 (m)	F_1 (N)	OA (m)	F_1.OA (N.m)
0,35	2	0,15	0,3

l_{2i} (m)	F_{2i} (N)	OM_i (m)	$F_{2i}.OM_i$ (N.m)
0,45	2,5	0,12	0,3
0,60	3,3	0,09	0,3
0,90	5,0	0,06	0,3
1,35	7,5	0,04	0,3



الشكل 7

- قارن قيم جداء شدة القوة F_{2i} المطبقة من طرف المطاط ② على القضيب في البعد OM_i أي $(F_{2i}.OM_i)$. ماذا تلاحظ ؟ ..... (نلاحظ أن : $F_{2i}.OM_i \approx C^{te} = 0,3$ N.m ، في كل الحالات بالنظر إلى أخطاء القياس)
- قارن هذه القيم مع الجداء $(F_1.OA)$ المتعلق بالمطاط ① . ..... (كما هو موضح في الجدول ، نلاحظ أن $\|F_{2i}.OM_i\| = \|F_1.OA\|$)