الوحدة 03: العمل والطاقة الحركية

المستوى: السنة ثانية ثانوي جميع الشعب

المجال: الميكانيك والطاقة

الوحدة 03: العمل والطاقة الحركية (حركة دورانية)

الأستاذ: ملكي علي.

المدة الاجمالية للوحدة: (02سا أ. م+ 07سا نظري)

مؤشرات الكفاءة:

- يعبر ويحسب عزم قوة بالنسبة لمحور دوران
- يعرف عزم عطالة جسم
- يوظف نظرية هويغنز
- يعرف توازن جسم في حالة الدوران
- يحدد الشروط العامة لتوازن جملة ميكانيكية

أهداف التعلم:

- يتعرف على المقادير المميزة للحركة الدورانية ويعبر عنها بالمقادير الزاوية
- يتعرف على مفهوم عزم قوة بالنسبة لمحو ويحسبه في حالات مختلفة يعرف الترميز
- يتعرف على عزم مزدوجة ويعرف الترميز
- يتعرف على شرطي توازن جسم صلب
- يتعرف على مفهوم عزم العطالة
- يطبق نظرية هويغنز
- يستنتج عبارة عمل مزدوجة
- يحسب الطاقة الحركية في الحركة الدورانية

مراحل سير الوحدة:

1-النقطة المادية

2-مميزات الحركة الدائرية لنقطة مادية

2-1-تعريف الحركة الدائرية

2-2-مميزات الحركة الدائرية

3-عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت

4-عزم مزدوجة قوتين

5-توازن الجسم الصلب

6-عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور ثابت

6-1-مركز الثقل

6-2-مركز العطالة

6-3-عطالة الأجسام الصلبة

6-4-عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور

7-عبارة عمل مزدوجة

8-عبارة الطاقة الحركية لجسم صلب في حالة حركة دورانية

البطاقات التجريبية

- توازن جسم صلب
- عزم العطالة نظرية هويغنز

المراجع:

- الكتاب المدرسي-الوثيقة المرافقة -وثائق الأنترنت

التقويم: تمارين من الكتاب المدرسي

التقويم المرحلي للكفاءة

المستوى: ثانية ثانوي رياضيات وتقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -1-نظري		
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حركة دورانية)	الموضوع: عمل قوة ثابتة	

مؤشرات الكفاءة:

يتعرف على المقادير المميزة للحركة الدورانية ويعبر عنها بالمقادير الزاوية

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي حاسوب، جهاز (*Data show*)

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
15 د 15 د 15 د 15 د 30 د	1-النقطة المادية 2-مميزات الحركة الدائرية لنقطة مادية 2-1-تعريف الحركة الدائرية 2-2-مميزات الحركة الدائرية أ-المسار ب-تحديد موضع الجسم النقطي في لحظة معينة - الفاصلة المنحنية - الفاصلة الزاوية ج-العلاقة بين المسافة المقطوعة على المسار والزاوية الممسوحة بين لحظتين د-السرعة هـ-العلاقة بين السرعة المتوسطة والسرعة الزاوية المتوسطة و-العلاقة بين السرعة اللحظية والسرعة الزاوية اللحظية	يتطرق إلى أهم المفاهيم والتعاريف الخاصة بالحركات الدورانية من خلال البطاقة ا تقنية صفحة53 من الكتاب المدرسي يدرك أن المقادير الخطية تبقى سارية في الحركات الدورانية لكن يفضل استخدام المقادير الزاوية عند التعامل معها	يستغل معارف التلميذ القبلية في تعريف السرعة السنة الأولى يعرف الحركة الدورانية يعرف المقادير الزاوية والمقادير الخطية ويفرق بينهما يبرز العلاقة بين السرعة المتوسطة والسرعة الزاوية المتوسطة وكذلك عندما يكون المجال الزمني قصير جدا	تمرين الكتاب المدرسي

1-النقطة المادية:

تعريف النقطة المادية: هي كل جسم مادي أبعاده مهملة أمام كل المسافات المعتبرة في الدراسة مثال كرة تنس بالنسبة لمتفرج في المدرجات أو الأرض بالنسبة للشمس

2-مميزات الحركة الدائرية لنقطة مادية:

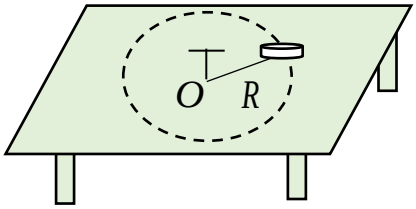
2-1-تعريف الحركة الدائرية:

نقول عن حركة جسم أنها دائرية منتظمة إذا كان مسارها دائريا وسرعة المتحرك ثابتة القيمة ومتغيرة المنحى والجهة خلال الحركة، أي أن شعاع السرعة يحافظ على قيمته ويتغير منحاه وجهته في كل لحظة

أمثلة: مثل قمر اصطناعي يدور حول الأرض أو جسم مربوط بخيط رفيع مثبت فوق سطح أملس

2-2-مميزات الحركة الدائرية لنقطة مادية:

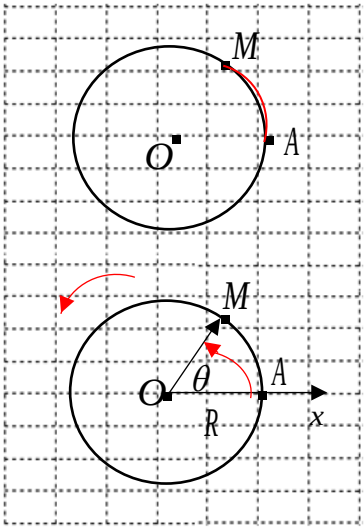
مثال: نقذف أسطوانة صغيرة مربوطة بخيط وطرفه الثاني مثبت في مسمار حيث يبقى الخيط مشدودا خلال الحركة لاحظ الشكل المقابل



أ-المسار: مسار الجسم دائري وحركته دائرية

ب-تحديد موضع الجسم النقطي في لحظة معينة:

❖ **الفاصلة المنحنية:**

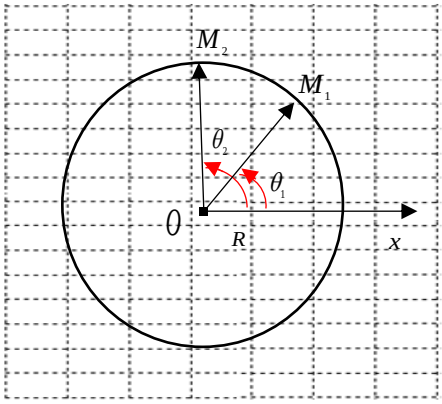


- نختار نقطة (A) من المسار الدائري ونعتبرها مبدأ الفواصل
- نختار اتجاها موجبا للحركة على المسار.
- نحدد موضع الجسم (M) على المسار بالقوس $(S=AM)$ ندعوه الفاصلة المنحنية.

❖ **الفاصلة الزاوية:**

- نختار (O) كنقطة مركز الدوران
- نختار محورا (Ox) نعتبره مرجعا لحساب الزوايا.
- نعين الشعاع $\left(\overrightarrow{OM}\right)$ وندعوه شعاع الموضع.
- نحدد الموضع (M) للجسم على المسار بقيمة الزاوية (θ) التي يصنعها الشعاع $\left(\overrightarrow{OM}\right)$ مع المحور (Ox) ونسميها الفاصلة الزاوية .

جـ-العلاقة بين المسافة المقطوعة على المسار والزاوية الممسوحة بين لحظتين



ينتقل جسم نقطي من الموضع (M_1) في اللحظة (t_1) الى الموضع (M_2) في اللحظة (t_2) المسافة المقطوعة على المسار بين اللحظتين (t_1) و (t_2) ممثلة بالقوس $(\Delta S=S_2-S_1=M_1M_2)$

الزاوية الممسوحة بين اللحظتين (t_1) و (t_2) ممثلة بالقيمة $(\Delta\theta=\theta_2-\theta_1)$

العلاقة بين المسافة المقطوعة على المسار والزاوية الممسوحة بين لحظتين (t_1) و (t_2) هي: $(M_1M_2=R\Delta\theta)$ أي $(\Delta S=R\Delta\theta)$ حيث (R) يمثل نصف قطر المسار الدائري.

د-السرعة

السرعة المتوسطة :هي حاصل قسمة المسافة (ΔS) على المدة الزمنية (Δt) أي $\left(v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}\right)$ و وحدتها (m/s)

السرعة الزاوية المتوسطة: هي حاصل قسمة الزاوية $(\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1)$ الممسوحة بين لحظتين (t_1) و (t_2) على المدة الزمنية (Δt) الازمة لقطع هذه المسافة أي : $\left(\omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right)$ و وحدتها (rd/s)

هـ-العلاقة بين السرعة المتوسطة والسرعة الزاوية المتوسطة

لدينا $\left(v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}\right)$ ونعلم أن $(\Delta S = R\Delta\theta)$ اذن $(v_m = R\omega_m)$

السرعة اللحظية :تساوي السرعة المتوسطة إذا كان المجال الزمني صغير جدا وتعطى بالعلاقة $\left(v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}\right)$ ووحدتها (m/s)

السرعة الزاوية اللحظية: تعطى بالعلاقة $\left(\omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right)$ ووحدتها (rd/s)

و-العلاقة بين السرعة اللحظية والسرعة الزاوية اللحظية تعطى بالعلاقة $(v_m = R\omega_m)$

المستوى: ثانية ثانوي رياضيات وتقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -2-نظري		
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حركة دورانية)	الموضوع: مفهوم عزم قوة	

مؤشرات الكفاءة:

- يتعرف على مفهوم عزم قوة بالنسبة لمحو ويحسبه في حالات مختلفة ويعرف الترميز

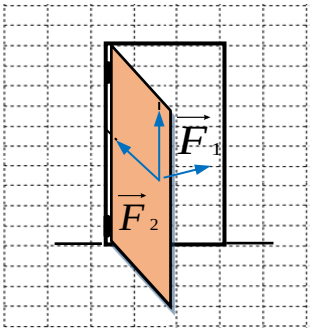
الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي حاسوب، جهاز (*Data show*)

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
60 د	3-عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت 3-1 مفهوم العزم 3-2 عبارة عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت	يعرف التلميذ أنه لتحريك جسم بحركة انسحابية يكفي قوة، بينما في الحركة الدورانية لا بد من قوة ووضعية هذه القوة بالنسبة لمحور الدوران وأمثلة عن دوران أجسام حول محور ثابت دوران الباب العزم مقدار جبري، يتعلق بمقدارين هما شدة القوة وذراع القوة بالنسبة لمحور الدوران يتعلم كيفية تحديد ذراع القوة من خلال نشاط الكتاب المدرسي صفحة54 و 55	يختار جمل بسيطة قابلة للدوران حول محور يعين ذراع قوة بالنسبة لمحور معين في حالات مختلفة. يحسب عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت. يستخدم الترميز بشكل صحيح	تمرين الكتاب المدرسي

3-عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت:

1-3 مفهوم العزم:



الإجابة عن أسئلة النشاط 01 ص54

1-هل يدور الباب عندما نطبق عليه حامل القوة موازيا لمحور دوران الباب؟ لا يدور الباب

2-عند تغيير اتجاه القوة بحيث يقطع حاملها محور دوران هذا الباب لا يدور الباب

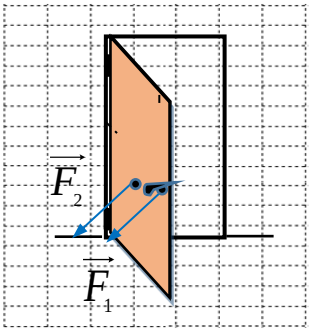
3-يجب أن يكون حامل القوة لا يوازي محور دوران هذا الباب لكي يدور الباب

الإجابة عن أسئلة النشاط 02 ص54

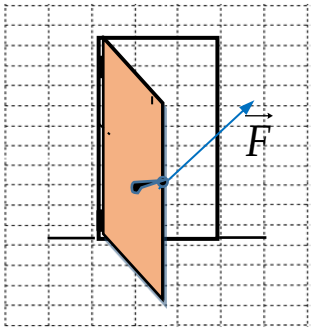
1-عند تطبيق قوة كيفية $\vec{F}$ على مقبض الباب بحيث لا يقطع حاملها محور دوران الباب ولا يوازيه الباب يدور بسهولة

نتيجة: حتى يكون لقوة $\vec{F}$ مطبقة على جسم صلب متحرك حول محور ثابت، أثر دوراني على حركته يجب ألا تكون هذه القوة موازية لمحور الدوران ولا يقطع حاملها هذا المحور. نقول إن للقوة $\vec{F}$ عزم بالنسبة لهذا المحور إذا كان لها أثر على دوران هذا الجسم. نرمز لعزم قوة بالنسبة لمحور Δ بالرمز $(\mu_{F/\Delta})$

2-3 عبارة عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت:



الشكل 1



الشكل 2

الإجابة عن أسئلة النشاط 01 ص54 (الشكل 1)

1-نعم لهاته القوة العمودية أثر على دورانه

2-دوران الباب يكون أسهل عندما تكون نقطة تطبيق القوة بعيدة عن محور الدوران

3-نعم يختلف الأثر الدوراني للقوة في كل مرحلة حسب نقطة تطبيق القوة.

4-الاستنتاج: للعزم قوة فعلها التدويري يتعلق ببعد نقطة تأثير القوة

الإجابة عن أسئلة النشاط 02 ص55

1-نعم يوجد فرق في الأثر الدوراني بحسب كل شدة قوة مطبقة

2-الاستنتاج: للعزم قوة فعلها التدويري يتعلق بشدة تأثير القوة

الإجابة عن أسئلة النشاط 03 ص55 (الشكل 2)

1-عند تطبيق قوة معاكسة لاتجاه القوة السابقة يدور الباب في الاتجاه المعاكس

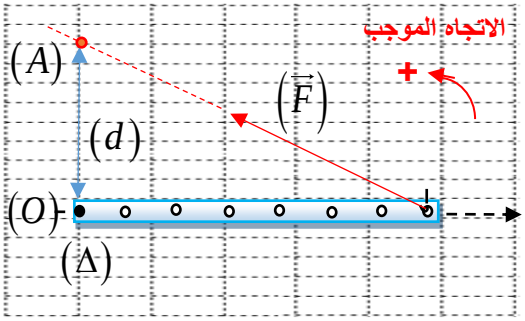
2-نعم يوجد فرق في الأثر الدوراني للباب في كل حالة

3-الاستنتاج: لدوران الباب جهتان متعاكستان حسب جهة تطبيق القوة

4-من النشاطات الأربع السابقة نستنتج أن عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت يتعلق بشدة القوة واتجاهها وبعد نقطة تأثيرها

نتيجة يتعلق عزم قوة $(\vec{F})$ بالنسبة لمحور دوران (Δ) حاملها لا يوازي ولا يقطع هذا المحور بشدة واتجاه هذه القوة والبعد العمودي (d) بين حامل القوة والمحور (Δ) يعطى بالعبارة التالية $(M_{F/\Delta}=F.d)$

مثال عددي:



ساق خشبية بها ثقوبا صغيرة نؤثر عليها بقوة $(F=5N)$ كما في الشكل المقابل بحيث البعد العمودي بين حامل القوة ومحور الدوران (Δ) يساوي $(d=OA=0,5m)$

حساب عزم القوة هاته القوة $(M_{F/\Delta}=F.d=5.0,5=2,5N.m)$

المستوى: ثانية ثانوي رياضيات وتقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -3-عملي		
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حركة دورانية)	الموضوع: عزم مزدوجة قوتين وشرطي توازن جسم صلب	

مؤشرات الكفاءة:

- يتعرف على عزم مزدوجة ويعرف الترميز
- يتعرف على شرطي توازن جسم صلب

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي حاسوب، جهاز (*Data show*)
- جسم خفيف من الفلين، خيط مطاطي طويل، مسمار، ورق مقوى خفيف وخشن، دبابيس لوح خشبي ورقة بيضاء، قلم، جهاز الربيعة.

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
15 د 105 د	4-عزم مزدوجة قوتين 1-4 تعريف المزدوجة 2-4 عزم المزدوجة 5-توازن الجسم الصلب: (نشاط عملي) النشاط التجريبي 01 شروط توازن جسم صلب خاضع لعدة قوى	يفرق التلميذ بين ذراع قوة وذراع مزدوجة. يفهم غياب رمز محور الدوران في الترميز يكتب الترميز بشكل صحيح يتعرف على شرطي توازن جسم صلب	يعرف للتلميذ المزدوجة. يفرق له بين ذراع قوة لمحور وذراع مزدوجة. يطبق شرطا التوازن في حالات مختلفة.	تمرين الكتاب المدرس

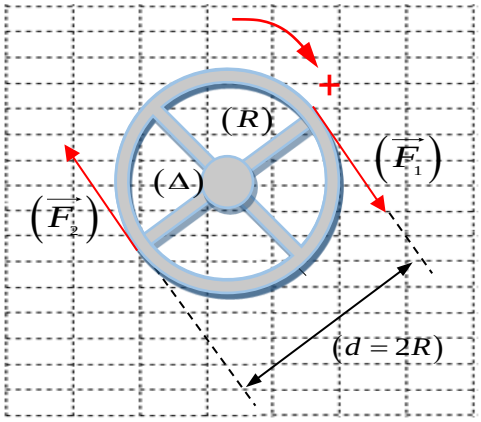
4-عزم مزدوجة قوتين:

1-4 تعريف المزدوجة:

تدعى جملة قوتين محصلتهما معدومة وليس لهما نفس الحامل مزدوجة قوتين (مزدوجة)

2-4 عزم المزدوجة:

الإجابة عن أسئلة النشاط 1 ص58



تؤثر مزدوجة قوتين $(\overrightarrow{F_2},\overrightarrow{F_1})$ على مقود سيارة نصف قطره (R)

1-عزم القوة $(\overrightarrow{F_1})$ بالنسبة لمحور الدوران هو: $M_{F_1/\Delta}=F_1.d=F_1.R$

2-عزم القوة $(\overrightarrow{F_2})$ بالنسبة لمحور الدوران هو: $M_{F_2/\Delta}=F_2.d=F_2.R$

3-ايجاد مجموع عزمي القوتين $M_{F/\Delta}=M_{F_1/\Delta}+M_{F_2/\Delta}=F_1.R+F_2.R=2F.R=F.d$

نتيجة: يرجع حساب عزم مزدوجة قوتين $(\overrightarrow{F_2},\overrightarrow{F_1})$ تؤثر على جسم صلب يدور حول محور (Δ) إلى حساب المجموع الجبري لعزمي القوتين يتعلق عزم هذه المزدوجة بشدة إحدى القوتين والبعد العمودي بين حاملي القوتين فقط مهما كان موضع محور الدوران. وتكتب العبارة على الشكل $M_{F/\Delta}=\pm F.d$

5-توازن الجسم الصلب: (نشاط عملي)

المستوى: سنة ثانية ثانوي تقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حالة حركة دورانية)	الموضوع: شرط توازن جسم صلب	

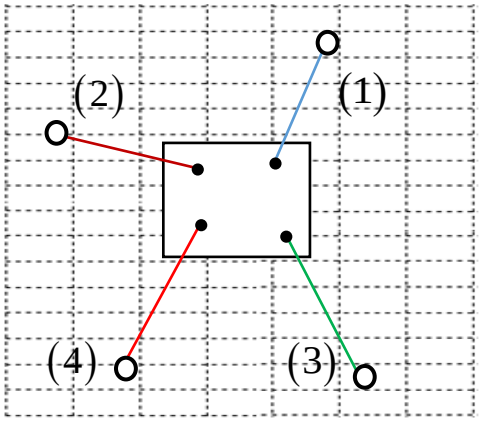
وثيقة الأستاذ

الأدوات والمواد المستعملة

جسم خفيف من الفلين، خيط مطاطي طويل، مسمار، ورق مقوى خفيف وخشن، دبابيس، لوح خشبي ورقة بيضاء، قلم، جهاز الربيعة.

النشاط التجريبي شرطي توازن جسم صلب خاضع لعدة قوى

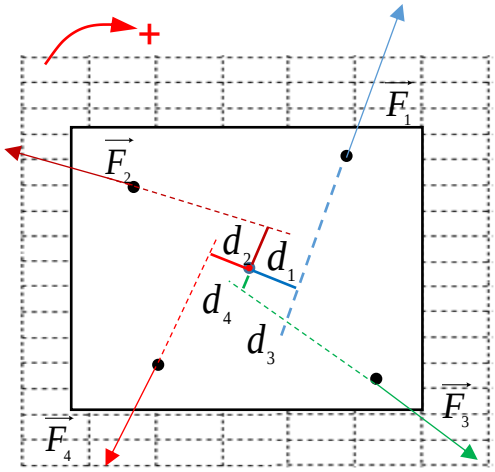
خذ جسم مسطحا خفيف من فلين أو ورق مقوى ورق مقوى وطبق عليها أربع قوى بواسطة خيوط مطاطية مثبتة بدبابيس على لوح خشبي عليه ورقة بيضاء تسمح لك بتعيين موضع الجسم والخيوط.



1-علم على الورقة بقلم شكل الجسم وحوامل الخيوط المطاطية ونقاط تثبيتها .ورقم الخيوط المطاطية أنظر الشكل المقابل

2-استنتج شدة كل قوة مطبقة على الجسم باستخدام مثلا جهاز الربيعة نفرض أنه لدينا $(F_1 = 5N, F_2 = 4N, F_3 = 4N, F_4 = 3N)$ ليست أرقام حقيقية

3-مثل على الورقة أشعة القوى المطبقة على الجسم باختيار سلم رسم سلم الرسم نأخذ مثلا $(1cm \rightarrow 4N)$ أنظر الشكل (الشكل كيفي فقط)



الرسم توضيحي فقط

4-أحسب المجموع الشعاعي لجميع القوى

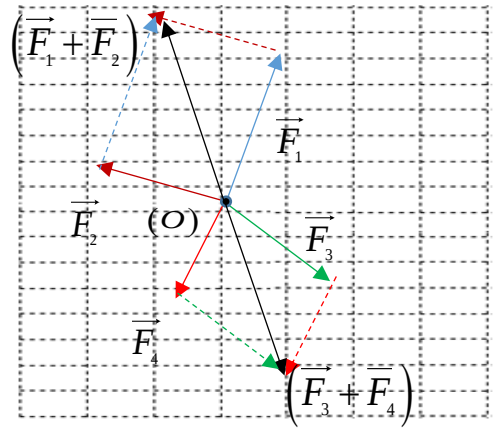
$$\vec{F_1}+\vec{F_2}+\vec{F_3}+\vec{F_4}=\left(\vec{F_1}+F_2\right)+\left(F_1+F_2\right)=0$$

5-أحسب عزم كل قوة بالنسبة الى نقطة كيفية نختارها

نختار مثلا النقطة (O) مركز ورق المقوى كمرجع لحساب عزم القوى

نقيس بالمسطرة الأبعاد العمودية (d) بين حامل كل قوة و المركز

نجدها $(d_1 = 2cm, d_2 = 1,7cm, d_3 = 0,7cm, d_4 = 1,5cm)$



اذن

$$M_{F_1/O} = -F_1.d_1 = -7.2 = -14,1N.cm$$
$$M_{F_2/O} = +F_2.d_2 = +4.1,7 = 6,8N.cm$$
$$M_{F_3/O} = +F_3.d_3 = 4.0,7 = 2,8N.cm$$
$$M_{F_4/O} = F_4.d_4 = 3.1,5 = 4,5N.cm$$

6-حساب مجموع عزوم القوى

$$M_{F/O} = -14,1+6,8+2,8+4,5 = 0N.cm$$

7-من خلال ماسبق استنتج شروط توازن جسم صلب خاضع لعد قوى

نتيجة : شرطا توازن جسم صلب خاضع لعدة قوى الأول المجموع الشعاعي للقوى المؤثرة معدوم $\sum \vec{F} = \vec{0}$ والشرط الثاني المجموع الجبري لعزوم تلك القوى معدوم أيضا $\sum M_{\vec{F}/O} = 0$ (كل الأشعة تقع في نفس المستوى)

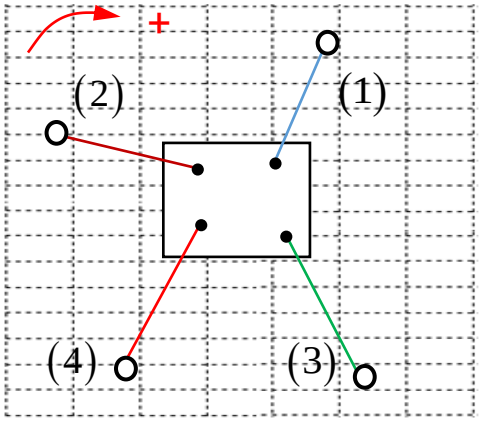
المستوى: سنة ثانية ثانوي تقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حالة حركة دورانية)	الموضوع: شرط توازن جسم صلب	

وثيقة التلميذ

الأدوات والمواد المستعملة

جسم خفيف من الفلين، خيط مطاطي طويل، مسمار، ورق مقوى خفيف وخشن، دبابيس، لوح خشبي ورقة بيضاء، قلم، جهاز الربيعة.

النشاط التجريبي شرطي توازن جسم صلب خاضع لعدة قوى

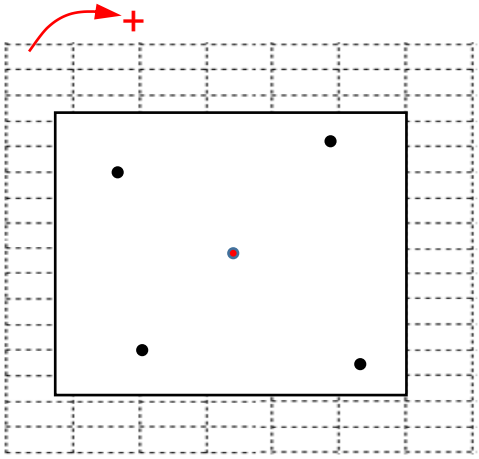


خذ جسم مسطحا خفيف من فلين أو ورق مقوى ورق مقوى وطبق عليها أربع قوى بواسطة خيوط مطاطية مثبتة بدبابيس على لوح خشبي عليه ورقة بيضاء تسمح لك بتعيين موضع الجسم والخيوط.

1-علم على الورقة بقلم شكل الجسم وحوامل الخيوط المطاطية ونقاط تثبيتها .ورقم الخيوط المطاطية .....

2-استنتج شدة كل قوة مطبقة على الجسم باستخدام مثلا جهاز الربيعة

.....

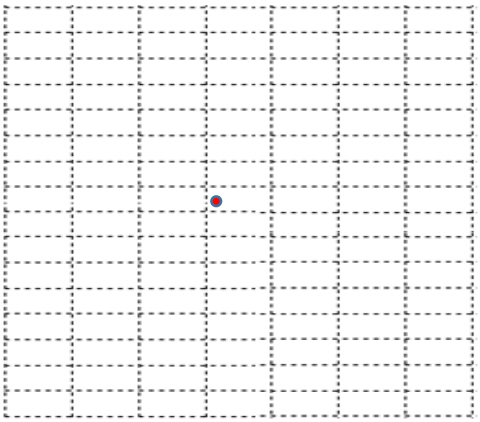


3-مثل على الورقة أشعة القوى المطبقة على الجسم باختيار سلم رسم

سلم الرسم نأخذ مثلا $(1cm \rightarrow .....N)$ أنظر الشكل

4-أحسب المجموع الشعاعي لجميع القوى

.....



5-أحسب عزم كل قوة بالنسبة الى نقطة كيفية نختارها

نختار مثلا النقطة (O) مركز ورق المقوى كمرجع لحساب عزم القوى

نقيس بالمسطرة الأبعاد العمودية (d) بين حامل كل قوة و المرك

نجدها $(d_1 = ...cm, d_2 = ...cm, d_3 = ...cm, d_4 = ...cm)$

اذن

.....

.....

.....

.....

6-حساب مجموع عزوم القوى

.....

7-من خلال ماسبق استنتج شروط توازن جسم صلب خاضع لعد قوى

نتيجة : .....

.....

المستوى: ثانية ثانوي رياضيات وتقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -4-نظري		
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حركة دورانية)	الموضوع: عزم العطالة	

مؤشرات الكفاءة:

- يتعرف على مفهوم عزم العطالة
- يطبق نظرية هويغنز

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي حاسوب، جهاز (*Data show*)

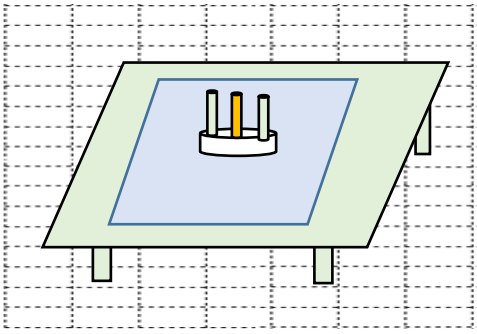
المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
15 د 15 د 15 د 15 د 15 د 15 د	6-عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور ثابت 6-1-مركز الثقل 6-2-مركز العطالة 6-3-عطالة الأجسام الصلبة 6-4-عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور أ-تعريف ب-عزوم عطالة بعض الأجسام الصلبة المتجانسة حول محاورها جـ-نظرية هويغنز	يعرف مركز الثقل. يعرف العطالة. يعرف مركز العطالة. يتعرف على مفهوم عزم العطالة يطبق نظرية هويغنز في إيجاد عزم عطالة جسم صلب يدور حول محور لا يمر بمركز عطالته	يعطي مفهوم العطالة ومفهوم عزم العطالة. يوضح للتلميذ أن عزم العطالة يعبر عن مقاومة الجسم القابل للدوران حول محور ثابت لتغيير حالته الحركية يطابق مفهوم مركز العطالة مع المرجح الرياضياتي. يطبق نظرية هويغنز في حالات مختلفة	تمرين الكتاب المدرس

6-عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور ثابت:

6-1-مركز الثقل: يعرف مركز عطالة جملة مادية مؤلفة من مجموعة نقاط مادية كتلها $(m_1, m_2, m_3, ...)$ وموضع كل منها على التوالي $(M_1, M_2, M_3, ...)$ على أنه مركز الأبعاد المتناسبة للنقاط (M_i) المرفقة بالكتل (m_i)

إذا اعتبرنا أن موضع مركز الكتلة هو النقطة (C) نستطيع حساب موضعه بالنسبة لنقطة (O) نختارها كمبدأ بالعلاقة التالية $\overrightarrow{OC} = \frac{\sum m_i \overrightarrow{OM}_i}{\sum m_i}$

6-2-مركز العطالة:



الإجابة عن أسئلة نشاط الكتاب المدرسي ص60

1-لايكون لكل الأعمدة مسارات متشابهة بل عشوائية

2-العمود الذي له مسار خاص هو العمود البرتقالي المغروز في مركز قطعة الصابون (مساره مستقيم) ويكون للعمودين الاخرين مسار منحنى

خلال ماسبق استنتج شروط توازن جسم صلب خاضع لعد قوى

نتيجة : في الأجسام الصلبة التي نعتبرها مجموعة نقاط مادية توجد نقطة واحدة لها حركة خاصة (مستقيمة منتظمة) ندعوها مركز العطالة ونرمز لها عادة بالرمز (C) وينطبق مع مركز الثقل اذا كانت كتلة الجملة لا تتعلق بسرعتها

ملاحظة: ينطبق مركز العطالة مع مركز الكتلة في الأجسام التي سندرسها لاحقا

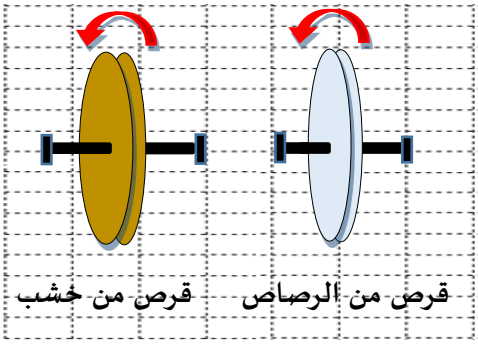
6-3-عطالة الأجسام الصلبة:

الإجابة عن أسئلة نشاط الكتاب المدرسي 01 ص 61

❖ **جزء أ** (شكل1)

1-القرص الذي كتلته أكبر يبدي مقاومة أكبر للأثر الدوراني لهذه القوة

2-تتعلق هذه المقاومة للأثر الدوراني بكتلة الجسم

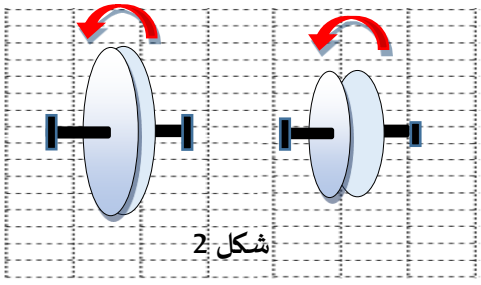


شكل 1

❖ **جزء ب** (شكل2)

1-القرص الذي قطره أكبر يبدي مقاومة أكبر للأثر الدوراني لهذه القوة

2-تتعلق هذه المقاومة للأثر الدوراني بكيفية توزيع كتلة الجسم.



شكل 2

نتيجة : تبدي الأجسام الصلبة المتحركة حول محور (Δ) مقاومة للأثر الدوراني للقوة المطبقة عليها ندعوها العطالة الدورانية. تتعلق هذه العطالة في الأجسام الصلبة بكتلة وشكل الجسم

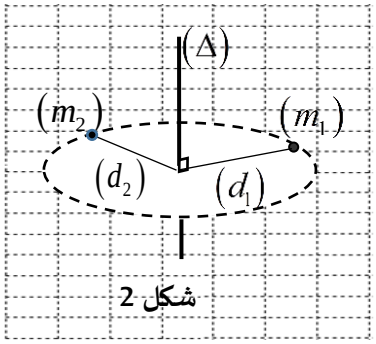
6-4-عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور:

تقاس العطالة الدورانية لجسم صلب يتحرك بالنسبة لمحور (Δ) ثابت بمقدار فيزيائي يدعى عزم عطالة الجسم بالنسبة للمحور (Δ)، يرمز له بالرمز $(J_{/\Delta})$

أ-تعريف:

يعرف عزم العطالة $(J_{/\Delta})$ بالنسبة لمحور (Δ) لجسم نقطي كتلته (m) ويبعد مسافة (d) عن هذا المحور بالعبارة التالية: $J_{/\Delta} = m.d^2$ وحدة عزم العطالة في النظام الدولي هي: $(kg.m^2)$

يحسب عزم عطالة جملة نقاط مادية كتلة كل منها: $(m_1, m_2, ...)$ تبعد كل منها عن محور الدوران بـ: $(d_1, d_2, ...)$ على الترتيب (شكل 3) بجمع عزوم عطالة كل هذه النقاط بالنسبة لنفس المحور: $J_{/\Delta} = \sum m_i.d_i^2$



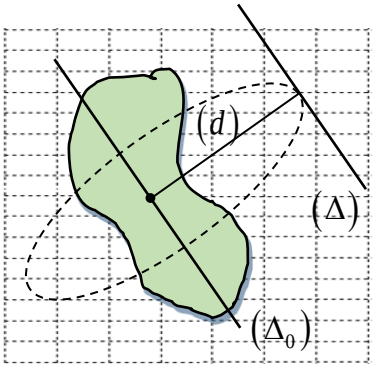
شكل 2

ب-عزوم عطالة بعض الأجسام الصلبة المتجانسة حول محاورها:

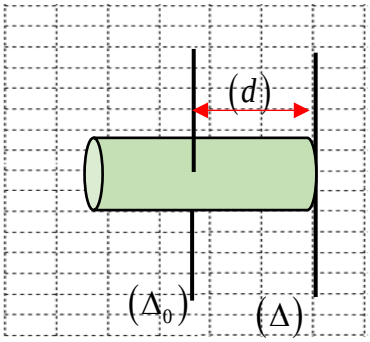
الجدول في الكتاب المدرسي ص 63(ملاحظة التلميذ لا يرسم الجدول في الكراسة)

ج-نظرية هويغنز:

عزم عطالة جسم صلب بالنسبة لمحور خارجي (Δ) لا يمر من مركزه، يكون مساويا إلى عزم عطالته (J_0) بالنسبة لمحوره (Δ_0)، مضافا إليه جداء كتلته في مربع البعد بين المحورين المتوازيين: $J = J_0 + m.d^2$



مثال: أوجد عزم عطالة أسطوانة مملوءة طولها $(l = 0,5m)$ وكتلتها $(m = 1kg)$ ونصف قطرها $(R = 10cm)$ بالنسبة لمحور (Δ) عمودي على مستويها ومار من سطح قاعدتها.



الجواب: عزم عطالة الساق حسب نظرية هويغنز يساوي

$$J = J_0 + m.d^2 = \frac{mR^2}{2} + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1.(0,10)^2}{2} + 1.\left(\frac{0,5}{2}\right)^2 = 3,1.10^{-3}UI$$

المستوى: ثانية ثانوي رياضيات وتقني رياضي	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -5-نظري		
الوحدة: العمل والطاقة الحركية (حركة دورانية)	الموضوع: عبارة الطاقة الحركية (حركة دورانية)	

مؤشرات الكفاءة:

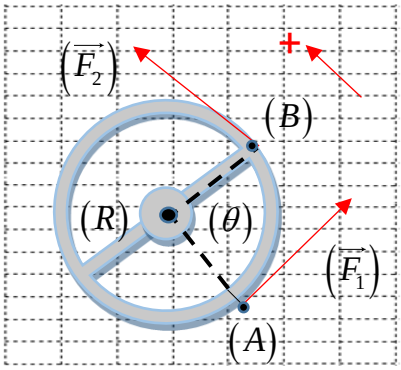
- يستنتج عبارة عمل مزدوجة
- يحسب الطاقة الحركية في الحركة الدورانية

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي حاسوب، جهاز (*Data show*)

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
60 د	7-عبارة عمل مزدوجة ❖ عبارة عمل مزدوجة ❖ عبارة الاستطاعة للمزدوجة 8-عبارة الطاقة الحركية لجسم صلب في حالة حركة دورانية	يحسب عمل مزدوجة يحسب الطاقة الحركية لجسم قابل للدوران حول محور ثابت	يستنتج عبارة العمل إنطلاقا من عمل قوة ثابتة يطابق عمل قوة ثابتة مع عمل مزدوجة يوجه التلميذ لاستنتاج عبارة الطاقة الحركية	تمرين الكتاب المدرس

7-عبارة عمل مزدوجة:



نشاط: طبق قوة بيدك على مقود سيارة نصف قطره (R) لتديره بزاوية. نفرض أن القوة شدتها ثابتة. جزئ المسار الدائري (AB) للقوة إلى قطع صغيرة نعتبرها مستقيمة واحسب عمل القوة عندما تنتقل نقطة تطبيقها على كل جزء واستنتج عمل المزدوجة

الجواب:

عبارة عمل القوة من (A) إلى (B)

$$\sum(W_{AB}\vec{F}) = F.AB$$

لدينا $AB = R.\theta$ ومنه $W_{AB}(\vec{F}) = F.R.\theta$

وبما أن $(R.\theta)$ تمثل عزم القوة $(F.R = M_{F/\Delta})$ اذن عمل القوة يساوي $W_{AB}(\vec{F}) = M_{F/\Delta}.\theta$

عبارة عمل المزدوجة لدينا عزم المزدوجة يساوي $M_{/\Delta} = F.R$ ونعلم قبلا أن $W_{AB}(\vec{F}) = F.R.\theta$

اذن عمل المزدوجة يساوي $W_{AB}(\vec{F_1} + \vec{F_2}) = M_{/\Delta}.\theta$

❖ عبارة الاستطاعة للمزدوجة

تساوي عمل المزدوجة على الزمن $p = \dfrac{M_{/\Delta}.\theta}{\Delta t} = M_{/\Delta}.w$ حيث السرعة الزاوية $\left(w = \dfrac{\theta}{\Delta t}\right)$

8-عبارة الطاقة الحركية لجسم صلب في حالة حركة دورانية:

لنجد عبارة الطاقة الحركية لجسم نقطي كتلته (m) ويدور حول محور ثابت (Δ) ويرسم مسار دائري نصف قطره (R)

حيث نعلم أن $J_{/\Delta} = m.R^2$ هو عزم عطالة الجسم النقطي بالنسبة لمحور الدوران

من عبارة الطاقة الحركية لحركة انسحابية: $E_C = \dfrac{1}{2}mv^2$ نجد

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m.R^2.\omega^2 = \frac{1}{2}J_{/\Delta}.\omega^2$$

نتيجة الطاقة الحركية الدورانية لجسم صلب يدور حول محور ثابت (Δ) هو جداء عزم عطالة هذا الجسم بالنسبة لنفس المحور في مربع السرعة الزاوية لهذا الجسم ونكتب $E_C = \dfrac{1}{2}J_{/\Delta}.\omega^2$

ملاحظة تبقى ساعتين من أصل 9 ساعات للتقويم