إعداد / بسام المحاميد

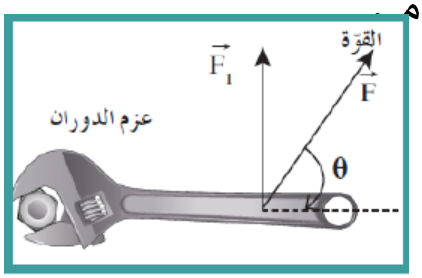
عزم الدوران (عزم القوة) τ

1-إذا أردت أن تحرك جسما فإنك تؤثر فيه بـ.....

2-..... هي المسبب لتسارع الأجسام .

3-إذا أردت أن تجعل الجسم يدور فإنك تستخدم .....

4-..... هو المسبب لدوران الأجسام .



5-عرف عزم القوة : كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة على إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران .

6- $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$ أو $\tau = Fd\sin\theta$

ذراع القوة مركبة القوة العمودية على الرافعة الزاوية بين القوة وذراعها

7-عرف ذراع القوة : المسافة من محور الدوران إلى نقطة تاثير القوة

8-الأثر الدوراني للجسم ينتج عن تاثير ..... (تعطي دوران أكثر بجهد أقل)

9-عزم القوة كمية ..... تقاس بوحدة .....

10-ينتج عزم القوة عن استخدام : 1)القوة 2)فعل الرافعة

(مثال على استخدام فعل الرافعة : 1-مطرقة مخلبية لسحب مسمار 2-المفك 3-السكين لفتح غطاء علبة)

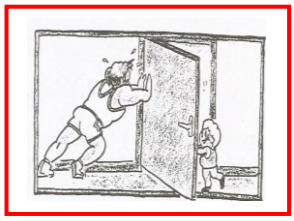
سما SAMA

● مثال : إذا أثرت قوة عمودية مقدارها 50 N على مفتاح ربط طوله 0.2 m

فإن عزم القوة يساوي بوحدة (N.m).....

بينما إذا أثرت نفس القوة على مفتاح ربط طوله 0.5 m

فإن عزم القوة يساوي بوحدة (N.m).....



● مثال على عزم الدوران : فتح الباب حيث يوضع المقبض بعيدا عن محور دوران الباب (موجود عند مفصَّلاته)

(a)

(b)

● ملاحظات حول تحديد اتجاه عزم القوة :

يمكن تحديد اتجاه عزم القوة باستخدام ..... قاعدة

1-إذا كان دوران الجسم عكس عقارب الساعة فإن اتجاه عزم القوة يكون عمودي على الصفحة نحو ..... (العزم موجب)

2-إذا كان دوران الجسم مع اتجاه عقارب الساعة فإن اتجاه عزم القوة يكون عمودي على الصفحة نحو ..... (العزم سالب)

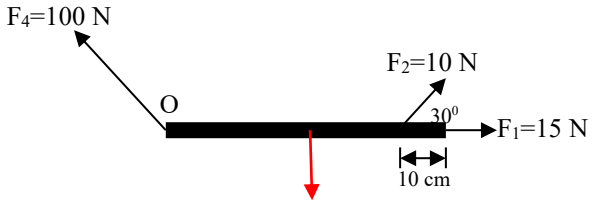
● جاوبني إذا سمحت :

أ)ما العوامل التي يتوقف عليها مقدار عزم القوة ؟

1-..... 2-.....

ب)يكون العزم قيمة عظمى عندما تكون القوة ..... مع ذراع القوة .

سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA



مثال : يوضح الشكل ساق طولها 100cm وكتلتها 3 kg تؤثر فيها القوى الموضحة على الرسم احسب محصلة العزوم على الساق حول محور الدوران O مقدارا واتجاها:

- ينعدم عزم الدوران :

1-إذا كانت القوة .....

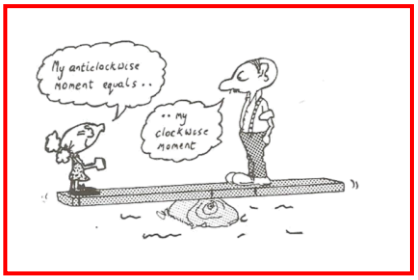
(أي أن الزاوية تساوي .....)

2-وإذا كانت القوة .....

(أي المسافة بين نقطة تاثير القوة والمحور تساوي .....)

v

العزوم المتزنة



1-كيف يمكن أن يتزن طفلان أوزانهما غير متكافئة وهما يلعبان بالأرجوحة ؟

يتحقق الاتزان إذا كان عزم القوة باتجاه حركة عقارب الساعة ..... عزم القوة باتجاه عكس حركة عقارب الساعة .

"لأن ..... لا تسبب الدوران بل يسببه ....."

2-يعتمد اتزان الميزان على اتزان ..... وليس على اتزان .....

3-الشرط الضروري لتحقيق الإتزان الدوراني هو أن

$\Sigma \vec{\tau} = 0$ .....

أو المجموع الجبري للعزوم مع اتجاه حركة عقارب الساعة يساوي المجموع الجبري للعزوم عكس اتجاه حركة عقارب الساعة

$$\Sigma \tau_{C.W} = \Sigma \tau_{A.C.W}$$

4-شرط اتزان جسم مادي تؤثر فيه مجموعة من القوى : $\Sigma \vec{F} = 0$ و $\Sigma \vec{\tau} = 0$

SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA SAMA

- جاوبني إذا سمحت :

1-يجلس طفلان وزن ميدو 300N ووزن سوسو 450N

على طرفي أرجوحة طولها 3 m مهملة الكتلة حدد موقع

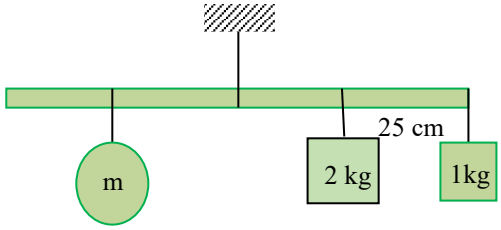
محور الدوران الذي يجعل النظام في حالة اتزان دوراني :

-هل النتيجة مقبولة ؟

.....

مثال : ساق متزنة طولها 100 cm معلقة عند منتصفها

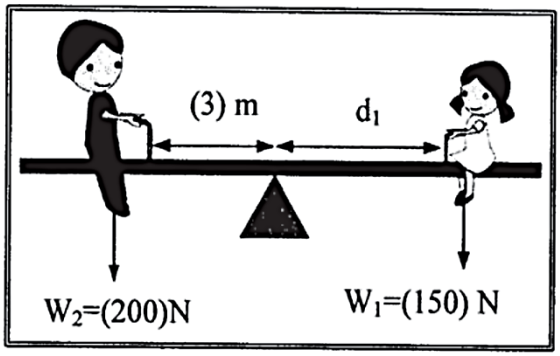
ما هي كتلة الكرة m إذا كان بعدها عن طرف الساق الأيسر 25 cm ؟



- حسب عزم الدوران للكتلة m :

سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA

من الشكل المجاور ، احسب :



1- مقدار عزم القوة لوزن الولد (W_2).

.....

.....

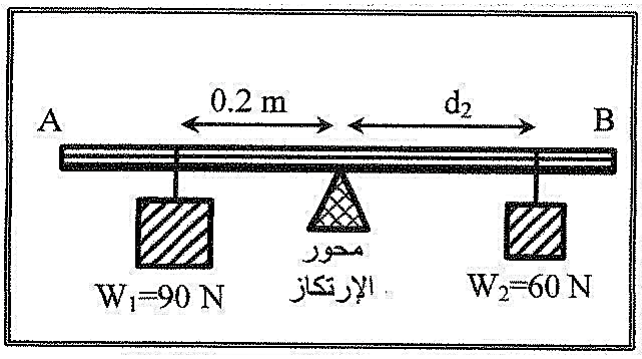
.....

2- المسافة (d_1) التي تفصل بين الفتاة ومحور ارتكاز سوح المتأرجح والنظام في حالة اتزان .

.....

.....

(AB) مسطرة متجانسة (مهملة الوزن) ترتكز عند منتصفها على محور ارتكاز ، علق الثقل w_1=(90)N على بعد (0.2)m من محور الإرتكاز وعلق ثقل w_2=(60)N على بعد (d_2) من محور الإرتكاز فى الجهة الأخرى فاتزنت المسطرة . إحسب:



1- مقدار عزم القوة للثقل (W_1).

.....

.....

2- بعد الثقل (w_2) عن محور الارتكاز .

.....

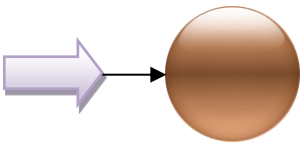
.....

سما SAMA

عزم القوة ومركز الثقل

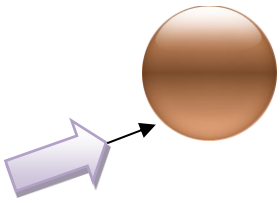
أمثلة حياتية :

1-ماذا يحدث إذا أثرت قوة (على خط مستقيم مع مركز الثقل)



على الكرة المبينة بالشكل :.....

2- ماذا يحدث إذا أثرت قوة (أسفل أو أعلى مركز الثقل)



على الكرة المبينة بالشكل :.....

ملاحظات :

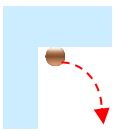
1-سبب دوران الجسم حول محوره هو أن محصلة عزوم القوى .....

2-أي أن الجسم لايدور عندما تكون محصلة العزوم تساوي .....

3-مركز الثقل : موقع محور الدوران الذي تكون محصلة عزوم قوى الجاذبية المؤثرة

على الجسم الصلب حوله تساوي صفراً.

4-علل : عندما تحاول أن تلمس أصابع قدميك وأنت واقف وظهرك وكعبا قدميك ملاصقة للحائط فإنك سوف تنقلب .



لأن مركز ثقل الجسم يقع خارج المساحة الحاملة للجسم فيتولد عزم قوة يسبب الانقلاب

سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA

-الازدواج : يتكون من قوتين متساويتين في المقدار ومتوازيتين وتعملان في اتجاهين متضادين وليس لهما خط عمل واحد .

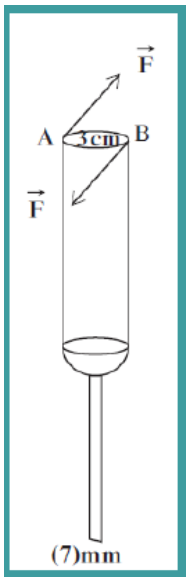
● من أمثلة الازدواج : الصنبور - مقود السيارة - مفتاح الصواميل (مفك)

● استنتج علاقة حساب عزم الازدواج :

● $C = F \times d$ **ما العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج :**

.....(F) بـ.....(d)

● مفك قطر مقبضه 3cm وعرض رأس المفك 7mm فإذا كانت يدك تؤثر بقوتين متساويتين في المقدار تساوي 49N احسب:



1-مقدار عزم الازدواج المؤثر على مقبض المفك :

2-مقدار القوة التي تؤدي إلى دوران البرغي

● هل النتيجة مقبولة ؟ نعم لأن القوة المؤثرة على البرغي ..... القوة المبذولة على المقبض

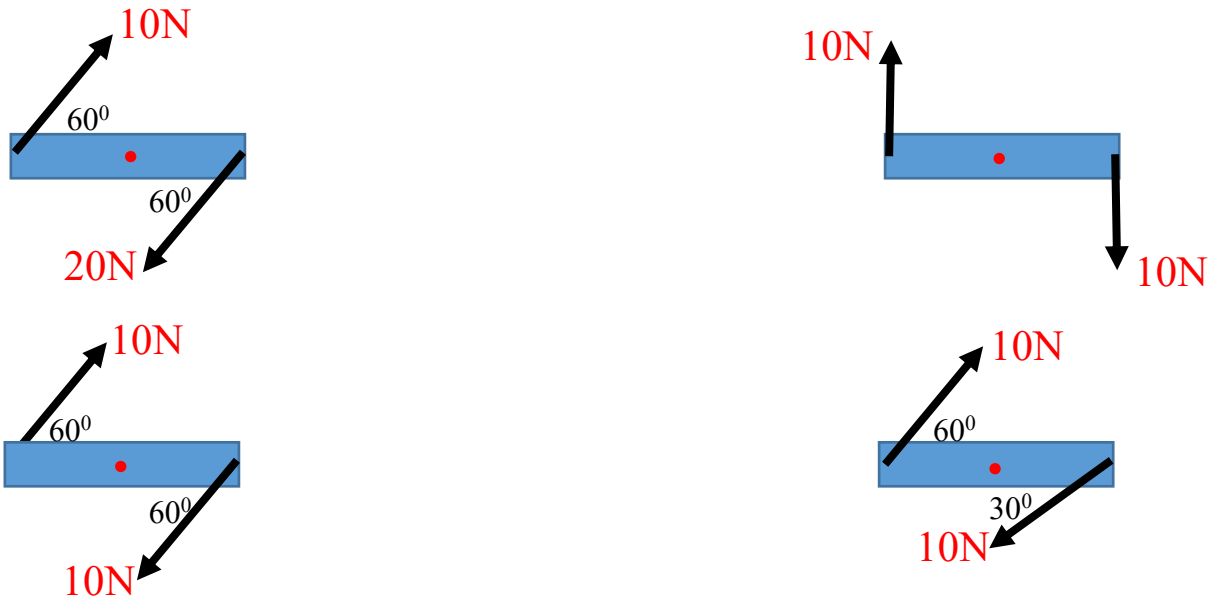
وهذا يفسر أهمية استخدام المفك في تثبيت البراغي أو نزعها بدلا من استخدام قوة اليد مباشرة

مما يؤكد صحة الإجابات التي توصلنا إليها .

سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA

- عزم الازدواج الذي يخضع له جسم قابل للدوران حول محور يمر بمنتصفه يساوي ..... عزم إحدى القوتين المحدثتين له .

أي هذه الأشكال يمثل عزم ازدواج ؟



● ماذا يحدث :

لجسم يخضع لتاثير **ازدواجين** متساويين مقداراً ومتعاكسين بالاتجاه ؟

سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA

I القصور الذاتي الدوراني

القصور الذاتي :

الجسم الساكن يميل أن يبقى ساكنا والجسم المتحرك يميل أن يبقى متحركا في خط مستقيم

-يحتاج الجسم إلى قوة لتغيير حالته الخطية

-إذا كانت محصلة القوة معدومة فإن الجسم إما .....

أو يتحرك بـ.....منتظمة

-يعتمد القصور الذاتي على .....

(يزداد القصور الذاتي بزيادة الكتلة)

القصور الذاتي الدوراني :

تميل الأجسام التي تدور إلى الاستمرار في الدوران في حين تميل الأجسام الساكنة إلى البقاء ساكنة

-يحتاج الجسم إلى عزم القوة لتغيير حالته الدورانية

-إذا كانت محصلة القوة معدومة فإن الجسم يحتفظ بدورانه

-يعتمد القصور الذاتي الدوراني على :

1-بعد المحور بالنسبة لمركز الكتلة 2- شكل الجسم وتوزع كتلته 3-كتلة الجسم

(يزداد القصور الذاتي الدوراني بزيادة المسافة بين الكتلة والمحور)

سما SAMA

أمثلة حياتية :

1-مضرب البيسبول ذي الذراع الطويلة يكون له قصور ذاتي دوراني أكبر - ميله أكبر للبقاء متحركا - من الصعب أن تحركه أكثر أو توقفه .

2-البندول البسيط ذو الخيط الطويل يتحرك للأمام والخلف أقل من البندول في الخيط القصير.

3-الناس والحيوانات ذات القوائم الكبيرة مثل الزرافات والخيول والنعام تتحرك بسرعة أقل من الخيول الصغيرة والفئران .

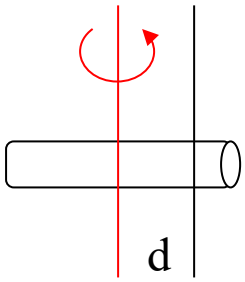
4-ثني الساقين عند الجري ..... القصور الذاتي الدوراني(تتوزع الكتلة بشكل أقرب إلى محور الدوران) فيسهل تارجحهما إلى الأمام والخلف .

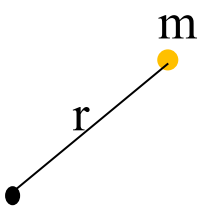
5-أداء البهلوان المتحرك على سلك رفيع (يمد يديه أو يمسك بعصا طويلة) لكي (علل)
..... قصوره الذاتي مما يساعده على مقاومة ..... ولكي يحظى بوقت أطول لضبط مركز ثقله .

● القصور الذاتي الدوراني للجسم ليس بالضرورة كمية محددة .
يكون ..... إذا توزعت الكتلة نفسها داخل الجسم بتاعد عن محور الدوران . (غير مميز للجسم)

سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA سما SAMA

قوانين القصور الذاتي الدوراني :



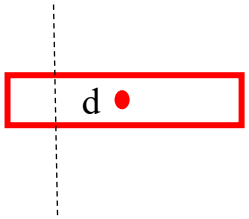


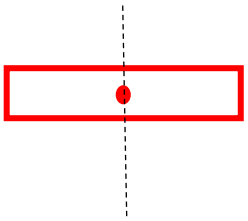
- كتلة مركزة مثل كرة البندول : $I = m\ r^2$
- يقاس القصور الذاتي الدوراني بوحدة .....
- تتغير القوانين بتغير شكل الجسم (معطى في السؤال I_0) $I_0 = \frac{1}{12} ML^2$
- إذا دار الجسم حول محور مواز للمحور المار بمركز الثقل :

$$I = I_0 + m.d^2$$ (نظرية هوغنس للمحاور المتوازية)

m كتلة الجسم ، I_0 القصور الذاتي الدوراني للجسم

d المسافة بين محور مركز الثقل والمحور الجديد الموازي





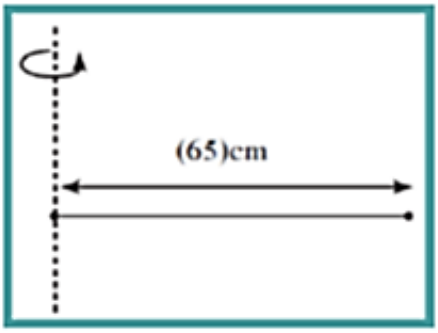
عصا منتظمة طولها(2)m وكتلتها(2)kg قصورها الذاتي الدوراني حول محور عمودي يمر بمركز كتلتها(20)kg. m^2 فيكون القصور الذاتي الدوراني حول محو يمر بأحد طرفيها بوحدة kg. m^2 مساويا:

5 ❐ 10 ❐ 22 ❐ 24❐

سما SAMA

أولاً : كتل نقطية (لم يعط نصف قطرها) :

رابعًا – **(أ)** أحسب القصور الذاتي الدوراني لعصًا طولها (65)cm وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين متساويتين مقدار كلّ منهما (0.30)kg وتدور حول أحد طرفيها (شكل 96) علمًا أنّ ($I = MR^2$).



(شكل 96)

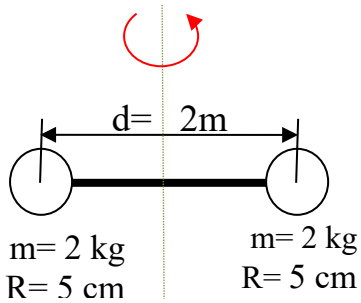
(ب) أحسب القصور الذاتي الدوراني للعصا نفسها عندما تدور حول مركز كتلتها.

(جـ) قارن بين نتيجة (أ) ونتيجة (ب).

SAMA

ثانياً : كرات لها نصف قطر :

احسب القصور الذاتي
للنظام حول المحور
المار بنقطة وسط العصا
التي كتلتها 2 kg :



$$I_{0\ rod} = \frac{1}{12} ML^2$$

$$I_{0\ sphere} = \frac{2}{5} MR^2$$