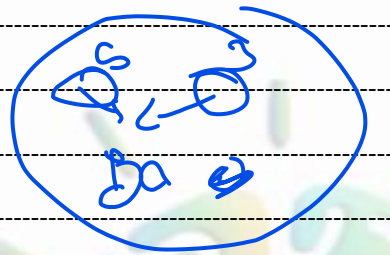
حفظ الزخم الخطي

$\Sigma P_f = \Sigma P_i$

النظام معزول

$F_{ext} = 0$

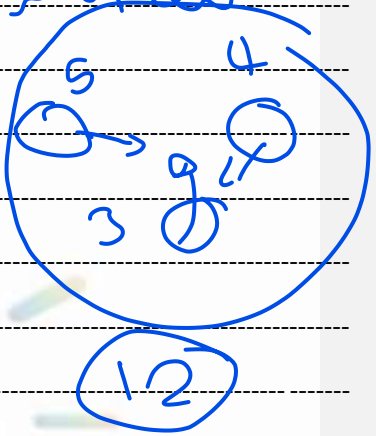


$\Sigma F_{ext} = \left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right) = 0$

$\Delta P = 0$

$P_f - P_i = 0$

$\Sigma P_f = \Sigma P_i$



حفظ الزخم الزاوي

$\Delta P = mv$

النظام معزول

$\frac{\Delta L}{\Delta t} = 0$

$\Delta L = 0$

$L_f - L_i = 0$

$L_F = L_i = cont$

$I_f \omega_f = I_f \omega_f$

سرعة

عزم القصور الذاتي

الكواكب

$g = \frac{GM}{r^2}$

السرعة الزاوية للكوكب تكون أكبر ما يمكن عندما يكون على أقرب بعد من الشمس

نقارن كوكب الأرض مع المريخ ← نفس الكتلة تقريباً

$r_{\text{المريخ}} > r_{\text{الأرض}}$

إذا أكبر عزم القصور الذاتي للمريخ أكبر من عزم القصور الذاتي للأرض

$I_{\text{المريخ}} > I_{\text{الأرض}}$

$\omega_{\text{المريخ}} < \omega_{\text{الأرض}}$

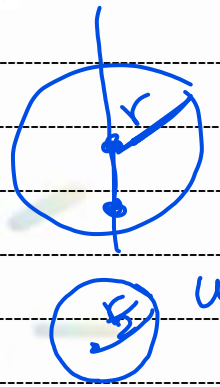
إذا الكوكب ليس له سرعة زاوية ثابتة!

السرعة الزاوية للكوكب تتغير بتغير المسافة بينه وبين الشمس

سؤال:

تدور الارض حول محورها مرة واحدة كل يوم ,افترض قد انكمشت بطريقة ما بحيث اصبح قطرها مساويا لنصف قيمته الحالية , ما سرعة الارض في الحالة الافتراضية ؟

$I = \frac{2}{5} mr^2$ حيث



$w_i = 1 rev / 1 day$

$w_i = 1 rev \times \frac{2\pi}{1 day} \times \frac{1 day}{24 hr} \times \frac{1 hr}{3600 s}$

$= \frac{2\pi}{24 \times 3600} = \frac{\pi}{12 \times 36} \times 10^{-2} = \frac{\pi}{432} \times 10^{-2}$

$\Sigma \tau = 0$

$I_i w_i = I_f w_f$

$\frac{2}{5} m r^2 w_i = \frac{2}{5} m \frac{r^2}{4} \times w_f$

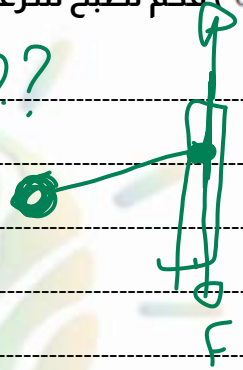
$w_f = 4 w_i$

$f = \frac{4 \times \pi}{432} \times 10^{-3} rad/s$

سوف يضع البالون ساكن

سؤال:

يدور جسم صغير كتلته (m) مثبته في نهاية خيط مهمل الكتلة في مسار دائري على سطح طاولة افقي املس . و يمر الطرف الاخر للخيط عبر ثقب في سطح طاولة كما في الشكل المجاور . اذا كان الجسم يدور بسرعة (2.4rad/s) في مسار دائري نصف قطره (0.8 m) , ثم سحب الخيط ببطء عبر الثقب , بحيث يقل نصف قطره الى (0.48 m) فكم تصبح سرعة الجسم ( ) ؟



$w_i = 2.4 rad/s$ $w_f = ??$

$r_i = .8 m$

$r_f = .48 m$

$\Sigma \tau = 0$

$\Delta L = 0$

$L_f = L_i$

$I_i w_i = I_f w_f$

mr^2

$m(.8)^2 \times 2.4 = m(.48)^2 \times w_f$

$(10^{-1} \times 8)^2 \times 24 = (48 \times 10^{-2})^2 \times w_f$

$10^{-2} \times 64 \times 24 \times 10^{-1} = 48 \times 48 \times 10^{-4} \times w_f$

$\frac{64 \times 24}{4} = \frac{48 \times 48 \times 10^{-1}}{2 \times 2} \times w_f$

$16 \times 24 = 24 \times 24 \times 10^{-1} \times w_f$

$w_f = \frac{16 \times 10}{24} = \frac{8}{12} \times 10 = \frac{24}{6} \times 10$

$w_f = 6.7 rad/s$

سؤال:

ما الطاقة الحركية الدورانية للاسطوانة الموضحة في الشكل بعد ثانيتين من بدء حركتها من السكون تحت تاثير قوتين ($F_1 = 5\ N$) ($F_2 = 7\ N$) و كان القصور الدوراني للاسطوانة حول محور الدوران ($0.2\ kg.\ m^2$) و نصف قطر قاعدته ($0.3m$)؟

$KE_R = ?$

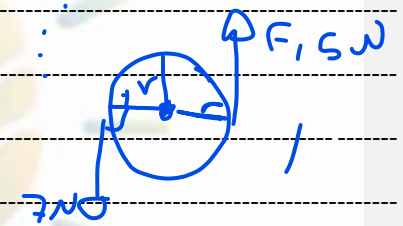
$t = 2s$

$\omega_i = zero$

$I = 0.2\ kgm^2$

$r = 0.3m$

$KE_R = \frac{1}{2} I \omega_f^2$ الطاقة الحركية الدورانية

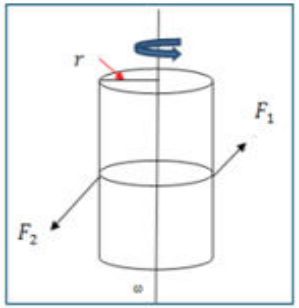


$\Sigma \tau = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \Sigma F r$

$\Sigma \tau = \tau_1 + \tau_2 = F_1 r + F_2 r = (5 \times 0.3) + (7 \times 0.3)$

$= 1.5 + 2.1$

$= 3.6\ N.m$



$\Sigma \tau = \frac{\Delta L}{\Delta t} = 3.6$

$\frac{I \Delta \omega}{\Delta t} = 3.6$

$\frac{10^{-1} \times 2 \times (\omega_f - 0)}{2} = 3.6$

$\omega_f = 36\ rad/s$

$KE_R = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (36)^2$

$= \frac{36 \times 36}{10} = 129.6\ J$

سؤال:

القصور الدوراني لحجر رحى يساوي $(1.6 \times 10^{-3}\ kg.m^2)$ وعند التاثير بعزم دوران ثابت تصل سرعة دوران الحجر الى 1200 دورة في الدقيقة خلال 15 s ،وعلى فرض ان الحجر كان ساكنا قبل بدء الحركة ،احسب

1- التسارع الزاوي

2-عزم الدوران المؤثر

3-الزاويا التي يدورها حجر الرحى خلال 15 s

$\omega = \frac{1200 \times 2\pi}{60} = 40\pi\ rad/s$

$\Delta\theta$

$\Sigma\tau = I\alpha$ ثابتة

$\omega_i = 0$

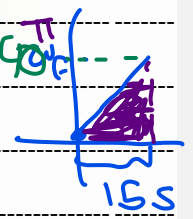
$\omega_f = 1200$ دورة/دقيقة

$\omega_f = \omega_i + \alpha t$

$\Delta t = 15\ s$

$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{(40\pi - 0)}{15} =$

$= 2,66\pi\ rad/s^2$



$\Sigma\tau = I\alpha = \frac{\Delta L}{\Delta t} = I\frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

$= 1,6 \times 10^{-3} \times 2,66\pi$

$= 4,32 \times 10^{-3}\pi\ N.m$

$\omega_f = \omega_i + \alpha t$

$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha t$

$\Delta\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

$\Delta\omega = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

$0 + \frac{1}{2}(2,66) \times 15^2$

$= \frac{1}{2} \times 15 \times 40\pi$

$= 20 \times 15\pi = 300\pi\ rad$

سؤال:

دور كرة صغيرة كتلتها (100)g مربوطة بخيط مهمل الكتلة , يمر طرفه الاخر في ثقب , على سطح افقي املس في مسار دائري نصف قطره (r = (60)cm) بسرعة مماسية ثابتة المقدار (2.8rad/s) كما هو موضح في الشكل المجاور . خلال لحظة معينة , يشد الخيط ليصبح نصف قطر المسار الدائري (r' = (30)cm) احسب مقدار سرعة الزاوية النهائية بعد شد الخيط .

$m = \frac{100}{1000} = 10^{-1}$ kg

$r_i = 60\,cm = 60\times10^{-2}\ m$

$w = 2,8\ rad/s$

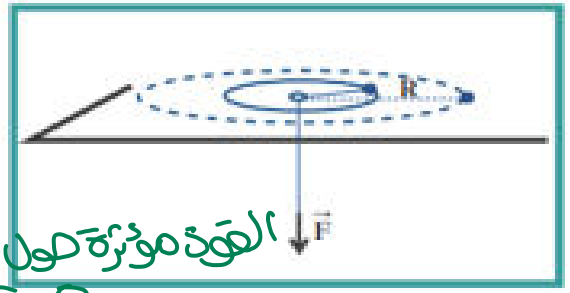
$r_f = 30\times10^{-2}$

$w_f = ??$

$\sum \tau = 0 = \frac{\Delta L}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \Delta L = 0$

$L_f = L_i$

$I_f w_f = I_i w_i$



القوة مؤثرة حول محور الدوران
$\sum \tau = 0$
عزم القصور الذاتي ثابت

حفظ الزخم الزاوي

$I_i w_i = I_f w_f$

$m r_i^2 w_i = m r_f^2 w_f$

$(60\times10^{-2})^2 \times 2,8 = (30\times10^{-2})^2 \times w_f$

$360 \times 2,8 = 90 \times w_f$

$w_f = \frac{2,8 \times 36}{9}$

$= 2,8 \times 4$

$= 11,2\ rad/s$

بما ان السرعة زادت لان عزم القصور الذاتي قل

بجسم ويمر مماس

$I = mr^2$

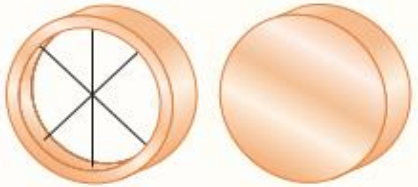
Genius Physics

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** ما الزخَم الزاويّ؟ وعلامَ ينص قانون حفظ الزخَم الزاويّ؟ علامَ تعتمد الطاقة الحركيّة الدورانيّة لجسمٍ يدور حول محورٍ ثابت؟

2. **أُفسّرُ:** أنبوبٌ مجوّفٌ وأسطوانة مُصمَتة، متماثلان في الكتلة والأبعاد، ويدور كلٌّ منهما حول محورٍ تماثله بالسرعة الزاويّة نفسها. هل لهما الطاقة الحركية الدورانيّة نفسها أم لا؟ أوضّح إجابتي.

3. **أُحلّل وأستنتج:** يبيّنُ الشكل المجاور أُسطوانتين إحداهما مُصمَتةٌ والأُخرى مجوّفة، متماثلتين في الكتلة والأبعاد والسرعة الزاويّة، وتدوران حول محورٍ ثابتٍ يمرُّ في المركز الهندسي لكلٍّ منهما. مستعينًا بالشكل المجاور؛ أجيب عن السؤالين الآتيين:



(أ) (ب)

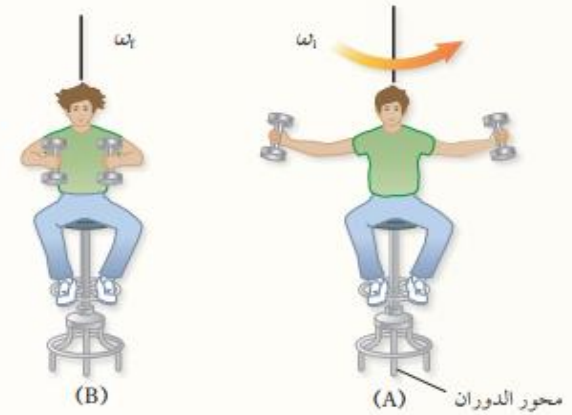
أ . **أُقارنُ** بين مقداري الزخَم الزاويّ للأسطوانتين، هل هما متساويان أم لا؟ أُفسّر إجابتي.

ب. **أُقارنُ** بين مقداري الطاقة الحركية الدورانية للأسطوانتين، هل هما متساويان أم لا؟ أُفسّر إجابتي

4. **التفكير الناقد:** يجلس طالبٌ على كرسيٍّ قابلٍ للدوران حول محورٍ رأسي، ويُمسك ثقلًا بكلِّ يدٍ. بدايةً؛ يدور الطالب والكرسيُّ بسرعةٍ زاويّة (ω_i) ويداه ممدودتان، كما هو موضّحٌ في الشكل A. إذا طلب المعلم من الطالب ضمّ ذراعيه؛ كما في الشكل B؛ فماذا يحدث لكلٍّ من:

أ . عزمُ قصوره الذاتي؟

ب. سرعتهُ الزاويّة النهائية؟



Genius Physics