

العلوم الفيزيائية السنة الثانية ثانوي

رياضيات + تكنولوجيا رياضيات + علوم تجريبية
 السرعة الزاوية (E_c) للدوران و اعتماداً على ما سبق يمكننا كتابة: $E_c = \sum_i E_{ci} = \sum_i \frac{1}{2} m_i R_i^2 \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \sum_i m_i R_i^2 \cdot \omega^2$
 بين أن عبارة الطاقة الحركية في الحركة الدورانية لجسم صلب تكتب على الشكل: $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$ حيث J_{Δ} يمثل
 عزم عطالة هذا الجسم بالنسبة للمحور الثابت (Δ). (لدينا مما سبق: $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$)
 وبالتعريف $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 \Leftarrow J_{\Delta} = \sum_i m_i R_i^2$.
 نتائج استنتج بإكمال الفراغات:

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

ملاحظة: لاحظ التشابه بين عبارتي الطاقة الحركية الانسحابية $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ و الطاقة الحركية الدورانية

$$E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 \text{ حيث عرض:}$$

- المقدار الذي يقيس العطالة الانسحابية (الكتلة m) بالمقدار الذي يقيس العطالة الدورانية (عزم العطالة J_{Δ}).
- السرعة الخطية v بالسرعة الدورانية (ω).

حلول بعض التمارين (صفحة 72)

التمرين 1

- **خطأ:** لأن شعاع السرعة في حركة منتظمة ثابتة في الشدة ولكن يغير اتجاهه خلال الزمن . لذا لا يمكن لجسم معزول أن يتحرك بحركة دائيرية منتظمة.
- **صحيح:** في الواقع هذه المسافة بين السرعة الخطية و السرعة الزاوية دائماً صحيحة ليس فقط في الحركة الدائرية المنتظمة .
- **خطأ:** لأن الطاقة ليست مقدار شعاعي ولكن الطاقة هي مقدار سلمي، لذا لا يمكن لشكل منه أن يكون مقداراً شعاعياً .
- **خطأ:** الطاقة الحركية هي شكل من أشكال الطاقة و وحدتها هي وحدة الطاقة أي الجول (J) .
- **صحيح:** تعريف الحركة الانسحابية هو أن يكون لكل نقاط الجسم نفس السرعة ، ومنه فإن سرعة نقطة منه هي سرعة الجسم .
- **خطأ:** في الحركة الدورانية ليس لكل نقاط الجسم نفس السرعة و لهذا فإن الطاقة الحركية للجسم تتعلق بسرعة كل نقطة مادية من هذا الجسم أي بكيفية توزيع هذه النقاط بالنسبة لمحور الدوران . يميز هذا التوزيع عزم عطالة الجسم المحرك .
- **نعم:** يساعد النشاط 2 من الفقرة 3-5 في فهم كيف تبدي الأجسام الصلبة التي تدور حول محور ثابت مقاومتها للأثر الدوراني التي تدعوها العطالة الدورانية .
- **خطأ:** تتعلق الطاقة الحركية الانسحابية بمعلم الدراسة لأن السرعة الانسحابية تحسب بالنسبة لمعلم .
- **خطأ:** تتعلق الطاقة الحركية الدورانية بموضع محور الدوران لأن عزم عطالة الجسم المتحرك يتبع بموضع محور الدوران ، أي أن كيفية توزيع نقاط الجسم الصلب تتعلق بموضع محور الدوران .
- **خطأ:** إذا تغيرت سرعة الجسم فإن طاقته الحركية بالضرورة تتغير .
- **صحيح:** لأن الطاقة الحركية دالة حالة معرفة في كل لحظة .

التمرين 2

$$\text{عقارب الساعات: } \omega_1 = \frac{2\pi}{86400} = 7,27 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{rd}}{\text{s}} \right)$$

$$\text{عقارب الدقائق: } \omega_1 = \frac{2\pi}{3600} = 1,74 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{rd}}{\text{s}} \right)$$

$$\text{عقارب الثاني: } \omega_1 = \frac{2\pi}{60} = 10,47 \times 10^{-2} \left(\frac{\text{rd}}{\text{s}} \right)$$

السرعة الزاوية هي النسبة بين الزاوية الممسوحة على الزمن اللازم لمسحها.

التمرين 3

$$\omega_T = \omega_1 = \frac{2\pi}{24 \times 60 \times 60} = 7,27 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{rd}}{\text{s}} \right)$$

التمرين 4

إذا رمزنا لعدد الدورات التي يدورها جسم حول محور معين في الدقيقة بالرمز N و فإن العلاقة التي تربطها بالسرعة الزاوية (ω)

هي : $\omega = \frac{2\pi N}{60}$ أو $N = \frac{60}{2\pi} \omega$ أي إذا كانت السرعة الزاوية تساوي $(\frac{rd}{s})$ يدور الجسم 60 دورة في الدقيقة أي دورة في الثانية . من أجل جسم يدور 300 دورة في الثانية سرعته الزاوية تساوي :

$$\omega = 2\pi N = 6,28 \times 300 = 1884 (\frac{rd}{s})$$
التمرين 5

$$N = \frac{60}{2\pi} \omega = \frac{60 \times 10}{2\pi} = 95,54 (\text{tr / mn})$$

التمرين 6

استطاعة المزدوجة هي عمل هذه المزدوجة على وحدة الزمن : $W = M\theta$

التمرين 7

$$W = M\theta = Fd\theta = 100 \times 0,1 \times 20\pi = 628 (\text{J})$$

التمرين 8

- سالبة لأن القوتان تعرقلان حركة الجسم .
- $W = M\theta = Fd\theta = 15 \times 0,1 \times 100\pi = 471 (\text{J})$

التمرين 9

$$W_R = -M\theta = -Fd\theta = -5 \times 0,1 \times 20\pi = -31,4 (\text{J})$$

$$W_M = M\theta = Fd\theta = 7 \times 0,03 \times 20\pi = 13,2 (\text{J})$$

العمل الكلي (سؤال لم يطرح في التمرين يستحسن طرحه) :

$$W = W_R + W_M = 13,2 - 31,4 = -18,2 (\text{J})$$
التمرين 10

1 - مدة دوران الشمس حول الأرض (الدور) .

2 - مدة الدورة + طول عقرب الساعة .

3 - الإستطاعة + عدد دوران المركب في الدقيقة (N) .

4 - الإستطاعة + عدد دوران المركب في الدقيقة .

التمرين 11

$$v_1 = R_1 \omega = \frac{2\pi NR_1}{60} = \frac{6,28 \times 20 \times 0,25}{60} = 0,52 (\text{m / s})$$

$$v_2 = R_2 \omega = \frac{2\pi NR_2}{60} = \frac{6,28 \times 20 \times 0,5}{60} = 1,05 (\text{m / s})$$

التمرين 12

السرعة الزاوية للقمر الاصطناعي هي نفسها للكوكب للأرض حول محورها :

$$\omega_s = \frac{2\pi}{24 \times 60 \times 60} = 7,27 \times 10^{-5} (\frac{rd}{s})$$

السرعة الخطية :

$$v = R\omega_s = (R_t + h)\omega_s = (6400 + 36000) \times 1000 \times 7,27 \times 10^{-5} = 3080 (\text{m / s})$$

أي :

$$v = 3080 \times 3600 / 100 = 11100 \text{ km/h}$$
التمرين 13

السرعة الزاوية لكل عجلة :

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{100000}{3600 \times 0,35} = 79,4 (\text{rd / s})$$

الزاوية الممسوحة : المسافة المقطوعة $R\theta = s$ ومنه $\theta = \frac{s}{R}$

التمرين 14

السرعة الزاوية لكل عجلة :

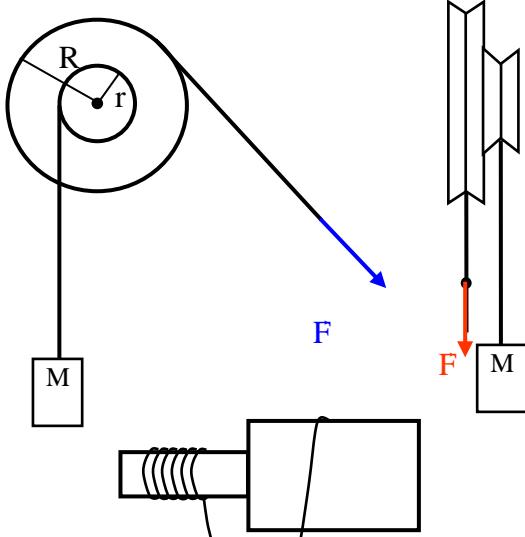
$$\omega_2 = \frac{v}{R_2} = \frac{7500 \times 2}{3600 \times 1} = 4,2 (\text{rd / s})$$

$$\omega_1 = \frac{v}{R_1} = \frac{7500 \times 2}{3600 \times 0,5} = 8,3 (\text{rd / s})$$

الزاوية الممسوحة من نقطة على العجلة الكبيرة عندما تدور العجلة الصغيرة بدوران واحد :

$$\theta = \pi \text{ (rad)}$$

- يسخن لف الحبل على البكرة التي لها قطر أصغر حتى تقل شدة القوة التي تسحب الحبل على البكرة الكبيرة.
- قوة السحب F عندما يصعد الجسم بسرعة ثابتة أي عندما يحدث تساوي العزمان اللذان يديران البكرة:



$$F = \frac{r}{R} P = 1000 \times \left(\frac{10}{50} \right) = 200 \text{ N} \Leftarrow F \cdot R = P \cdot r$$

لأن الحمولة معلقة على البكرة الصغيرة.

$h = r\theta_0 = 2 \text{ m}$ - 3 طول الحبل $l = R\theta_0$ لأن حبل السحب على البكرة R الكبيرة

$$l = R \left(\frac{h}{r} \right) = 10 \text{ m}$$

و منه :

$$\theta_0 = \left(\frac{h}{r} \right) = 20 \text{ rd}$$

4 - الزاوية الممسوحة هي :

القوة التي يجب تطبيقها على المقابض لجعل الملفاف في حالة توازن :
تخضع البكرة المتحركة لثلاث قوى الثقل P توفر الخيط على الجهازين T و T' .

شرط التوازن : $P = T + T'$

النقال P مطبق في مركز البكرة (على نفس البعد T و T')

نستنتج أن : $T = T'$ و تصبح عباره التوازن : $P = 2T$.

وكذلك الملفاف يخضع لثلاث قوى : التوترين T و T' والقوة F .

شرط التوازن ينص على أن مجموع عزوم القوى التي تحاول تدوير الملفاف في جهة عقارب الساعة يساوي إلى مجموع عزوم القوى التي تدير الملفاف في الجهة المعاكسة.

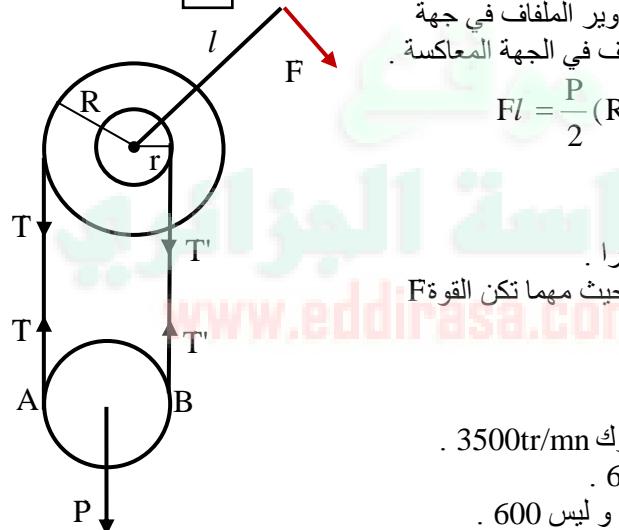
$$Fl = \frac{P}{2} (R - r) \quad \text{لكن} \quad Fl + T'r = TR$$

$$F = \frac{P}{2l} (R - r)$$

$$F = 25 \text{ N}$$

تكون القوة F صغيرة كلما كان الفرق بين نصف القطرتين صغيرا.

- في حالة ما إذا كان $R = r$ يكون عزمي T و T' متساوين بحيث تكون القوة صغيرة تدبر الملفاف . le treuil



1/ لا: لأن المزدوجة العظمى تكون عند سرعة دوران المحرك 3500tr/mn

والاستطاعة العظمى عندما يدور المحرك بسرعة 6000 tr/mn .

ملاحظة: ورد خطأ في النص حيث أن قيمة السرعة هي 6000 وليس 600 .

$$\mathcal{M} = \frac{60 \times 120 \times 1000}{6,28 \times 6000} = 191 \text{ N.m} \quad \text{يافق السرعة العظمى عند الاستطاعة العظمى } P : \quad \mathcal{M} = \frac{60}{2\pi N} P / 2$$

$$P = \mathcal{M} \frac{2\pi N}{60} = \frac{170 \times 6,28 \times 3500}{60} = 63,2 \text{ kW} / 3$$

$$F = \frac{P}{v} = \frac{120000 \times 3600}{210000} = 2057 \text{ N} \Leftarrow P = Fv / 4$$

1- الطاقة الحركية للكرة وهي تنزلق ولا تندحر أي أن لها حركة انسحابية وطاقتها الحركية تكتب على الشكل :

$$E_c = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} 0,5 \times 5^2 = \frac{25}{4} = 6,25 \text{ (J)}$$

2- لو كانت تدور حول محور فإن طاقتها الحركية تكتب على الشكل: $E_{cR} = \frac{1}{2} J_{/\Delta} \omega^2$

$$\omega = \sqrt{\frac{5}{2}} \left(\frac{v}{R} \right) \approx 79 \text{ rd / s} \quad \text{و منه نستنتج} \quad E_{cR} = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} MR^2 \right) \omega^2$$

حيث $J_{/\Delta}$ عزم عطالة الكرة :

$W = Fd = 20 \times 1000 = 20 \text{ kJ}$: العمل الذي يبذل لقطع مسافة d

$$P = Fv = 20 \frac{25000}{3600} \approx 139 \text{ W}$$

$$P' = (F + P \times 5\%)v = (20 + 900 \times \frac{5}{100}) \frac{25000}{3600} \approx 451 \text{ W}$$

عندما يصعد الدراج طريقاً مائلاً تضاف مركبة الثقل الموازية لاتجاه الحركة إلى قوة الاحتakan.

مبدأ انفراط الطاقة : الطاقة الابتدائية + الطاقة المكتسبة - الطاقة المفقودة = الطاقة النهائية

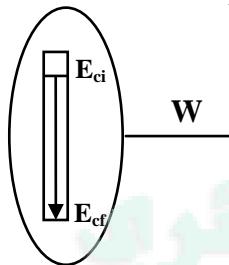
$$E_c = 0 - Pt + 0$$

$$\text{بما أن الحركة دورانية: } E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 \text{ و منه نستنتج الزمن اللازم للأسطوانة حتى تدور، انطلاقاً من السكون،}$$

$$t = \frac{m\pi^2 N^2 R^2}{3600 P} = \frac{250 \times 10 \times 1750^2 \times 0,75^2}{3600 \times 3000} \approx 393 \text{ s : 1750 tr/mn}$$

$$1 - \text{الطاقة الحركية للجملة: } E_c = E_{c_b} + E_{c_{2m}} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 + 2 \times \frac{1}{2} m'l^2 \omega^2 \text{ أي بعد الاختزال نجد:}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{3} + 2m' \right) \left(\frac{2\pi Nl}{60} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{0,5}{3} + 2 \times 0,2 \right) \left(\frac{6,28 \times 100 \times 0,5}{60} \right)^2 = 7,76 \text{ J}$$



$$0 = P \cdot t - 0 + E_c \text{ مبدأ حفظ الطاقة:}$$

$$P = \frac{E_c}{t} = \frac{14,25}{600} = 13 \text{ mW} \text{ أي:}$$

$$3 - \text{عزم قوى الاحتakan:}$$

$$\mathcal{M}_f = \frac{E_c}{\theta} = \frac{14,25}{400 \times 6,28} = 3 \times 10^{-3} \text{ N.m} \Leftarrow W = \mathcal{M}_f \theta = E_c$$

1- يكون جسم متحرك في حالة توازن إذا تحقق الشرطان :

- مجموع القوى المؤثرة عليه معدوم ($\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$) .

- مجموع الجبرى لعزم القوى الطبقية عليه معدوم ($\sum M_{\vec{F}/\Delta} = 0$) .

$$\mathcal{M}_{F_1/O} + \mathcal{M}_{F_2/O} - \mathcal{M}_{F_3/O} + \mathcal{M}_{R/O} = 0 \quad F_1 + F_2 + F_3 + R = 0 \text{ -2}$$

ملاحظة: $\mathcal{M}_{F_3/O} = \mathcal{M}_{F_1/O} + \mathcal{M}_{F_2/O}$ لأن نقطة تطبيقها هي نفسها النقطة O . نستنتج: $\mathcal{M}_{R/O} = 0$ أي:

$$\mathcal{M}_{F_3/O} = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 = F_1 \cdot OA \sin 60 + F_2 \cdot OB \sin 60$$

$$\mathcal{M}_{F_3/O} = 124 \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ ت.ع:}$$

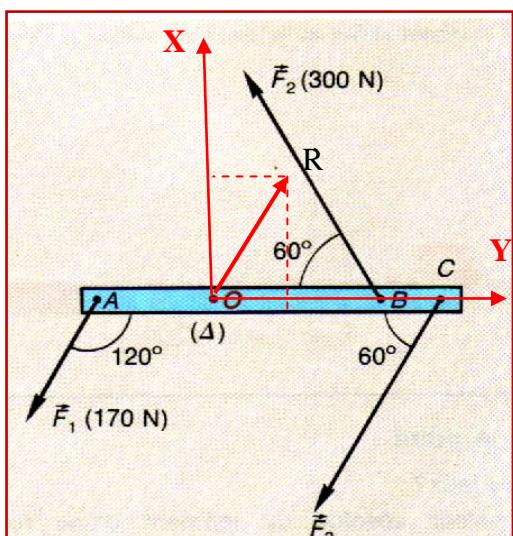
$$F_3 = 310 \text{ N} \quad \mathcal{M}_{F_3/O} = F_3 \cdot OC \sin 60 = 124 \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ نستنتج شدة القوة من عباره عزمها:}$$

4 - عزم الفعل بالنسبة للمحور معدوماً إذا ليس له أثر دوراني لكنه يحقق أحد شرطى التوازن :

$$F_1 + F_2 + F_3 + R = 0$$

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = \frac{1}{2} (F_1 + F_2 + F_3)$$

$$R_y = F_{1y} - F_{2y} + F_{3y} = \frac{\sqrt{3}}{2} (F_1 - F_2 + F_3)$$



$$R_x = \frac{1}{2} 780 = 390 \text{ N} \quad \text{و} \quad R_y = \frac{\sqrt{3}}{2} 180 \approx 156 \text{ N}$$

$$\theta = 21,8^\circ \Leftarrow \tan(\overrightarrow{OC}, R) = \frac{R_y}{R_x}$$

التمرين 23

$$\mathcal{M}_{(F_1, F_2)} = F_1(2l) = 0,4 \times 6 = 2,4 \text{ N.m- 1}$$

$$\mathcal{M}_{(F_3, F_4)} = -F_3(4l) = -0,8 \times 2 = -1,6 \text{ N.m}$$

$$\mathcal{M}_{(F_1, F_2)} + \mathcal{M}_{(F_3, F_4)} = 2,4 - 1,6 = 0,8 \text{ N.m- 2}$$

3 - ليس في حالة توازن .

4 - لازم إضافة عزم

$$F_5 = F_6 = 1 \text{ N} \quad \mathcal{M}_{(F_5, F_6)} = 0,8 \text{ N.m} = F_5 \times (0,8) - 5$$

