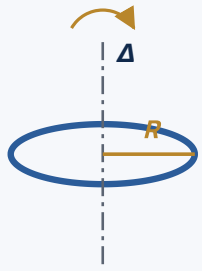
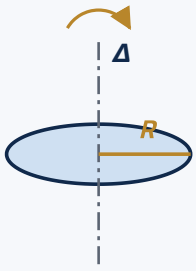
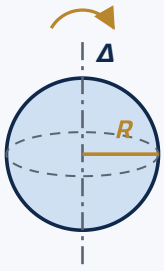
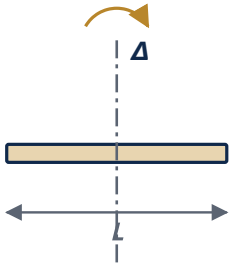
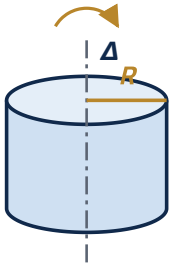
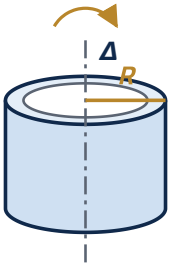
الوحدة 03

ملخّص الدرس

كلّ ما يجب حفظه في ثلاث صفحات

المفهوم	العلاقة	ملاحظات
الفاصلة المنحنية	$S = R \cdot \theta$	θ بالراديان ؛ دورة : $\theta = 2\pi$
السرعة الزاوية	$\omega = \Delta\theta / \Delta t$ ؛ $\omega = 2\pi n / 60$	n بـ tr/min ؛ rad/s
السرعة الخطية	$v = R \cdot \omega$	ω واحدة لكلّ نقاط الجسم
عزم قوة	$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F \cdot d$	d : ذراع القوة (البعد العمودي) ؛ N·m
عزم مزدوجة	$\mathcal{M} = F \cdot d$	d : المسافة بين الحاملين
عزم العطالة	$J_{\Delta} = \Sigma\, m_i R_i^2$	mR^2 : جسم نقطي ؛ $kg \cdot m^2$
مبرهنة هويغنز	$J_{\Delta'} = J_{\Delta_G} + m\, d^2$	من محور يمرّ بـ G فقط
شرطا التوازن	$\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ و $\Sigma \mathcal{M}_{\Delta} = 0$	$\Sigma \mathcal{M} = 0$ أوّلا (ردّ فعل المحور غائب)
عمل قوة / مزدوجة	$W = \mathcal{M} \cdot \Delta\theta$	$\Delta\theta$ بالراديان ؛ J
الاستطاعة	$P = W / \Delta t = \mathcal{M} \cdot \omega$	بالواط W
الطاقة الحركية الدورانية	$E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta}\, \omega^2$	انسحاب + دوران : $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$
انحفاظ الطاقة	$E_{c1} + \Sigma W = E_{c2}$	$\Delta E_c = \Sigma W$

عزم العطالة لأجسام متجانسة (المحور يمرّ بمركز العطالة)

حلقة	قرص	كرة مصمتة
		
$m\,R^2$	$\frac{1}{2}\,m\,R^2$	$\frac{2}{5}\,m\,R^2$
ساق متجانسة	**أسطوانة مصمتة**	**أسطوانة مجوّفة**
		
$(1/12)\,m\,L^2$	$\frac{1}{2}\,m\,R^2$	$m\,R^2$

الانسحاب والدوران : مقارنة

حركة انسحابية	حركة دورانية
x : الفاصلة	θ : الفاصلة الزاوية
v : السرعة	ω : السرعة الزاوية
m : الكتلة	J_Δ : عزم العطالة
F : القوة	$\mathcal{M}$: عزم القوة
$W = F \cdot d \cdot \cos\alpha$	$W = \mathcal{M} \cdot \Delta\theta$
$P = F \cdot v \cdot \cos\alpha$	$P = \mathcal{M} \cdot \omega$
$E_c = \frac{1}{2}\,m\,v^2$	$E_c = \frac{1}{2}\,J_\Delta\,\omega^2$

إشارة عزم القوة وحالات خاصة

- اختر **منحى موجبا** للدوران : القوة التي تدير الجسم في هذا المنحى لها عزم موجب (**+F·d**)، وفي المنحى المعاكس عزم سالب (**−F·d**).
- حامل القوة **يقطع المحور** أو **يوازيه** ⇒ $\mathcal{M} = 0$ (ردّ فعل المحور، ثقل جسم محوره يمرّ بمركز عطالته).
- قوة تصنع الزاوية **α** مع المستقيم الواصل بين المحور ونقطة التطبيق (الطول **ℓ**) : $d = \ell \cdot \sin\alpha$.
- العمل $W = \mathcal{M}\cdot\Delta\theta$: **محرّك** إذا كان العزم في منحى الدوران، **مقاوم** في المنحى المعاكس.

الحصيلة الطاقوية لجملة تدور

- عمود E_c داخل الجملة : سهم صاعد إذا زادت السرعة الزاوية، ونازل إذا نقصت.
- سهم **داخل** من اليسار لكلّ عمل محرّك، وسهم **خارج** نحو اليمين لكلّ عمل مقاوم. القوى ذات العمل المعدوم لا تُرسم.
- $\Sigma W > 0$: تسارع دوراني ؛ $\Sigma W < 0$: تباطؤ ؛ $\Sigma W = 0$: **سرعة زاوية ثابتة**.

علاقات تُستعمل كثيرا

$$\omega_2^2 = \omega_1^2 + \frac{2 \cdot \Sigma W}{J_\Delta}$$

- جسم صلب يتوقّف بفعل عزم احتكاك ثابت $\mathcal{M}_f$ بعد **N** دورة : $\frac{1}{2} J \omega_0^2 = \mathcal{M}_f \cdot 2\pi N$.
- بكرة (J_Δ, r) وجسم معلّق (**m**) يهبط **h** من السكون : $v = \sqrt{2mgh / (m + J_\Delta/r^2)}$ و$\omega = v/r$.
- الخيط لا ينزلق ولا يمتدّ : $v = r \cdot \omega$ ؛ المسافة التي يقطعها الجسم $d = r \cdot \Delta\theta$.
- تحويل : $1\ tr = 2\pi\ rad$ ؛ $180° = \pi\ rad$ ؛ $1\ g = 10^{-3}\ kg$ ؛ $1\ cm = 10^{-2}\ m$.

انتبه : خطأ شائع

- عدم تحويل **tr/min** إلى **rad/s** أو الدرجات إلى الراديان قبل تطبيق $S = R\theta$ أو $W = \mathcal{M}\Delta\theta$.
- أخذ ذراع القوة المسافة إلى نقطة التطبيق بدل **البعد العمودي** إلى حامل القوة.
- تطبيق هويغنز من محور لا يمرّ بمركز العطالة، أو نسيان تربيع المسافة d^2.
- كتابة وحدة العزم بالجول، أو نسيان إشارة عزم الاحتكاك (عمل مقاوم).
- الخلط بين $\mathcal{M}$ (عزم القوة) و**m** (الكتلة)، وبين **v** السرعة الخطية و**ω** السرعة الزاوية.