إجابات مراجعة الدرس الثالث

الزخم الزاويّ

السؤال الأول:

الفكرة الرئيسة: ما الزخم الزاوي؟ وعلام ينصّ قانون حفظ الزخم الزاوي؟ علامَ تعتمد الطاقة الحركيّة الدورانية لجسم يدور حول محورٍ ثابتٍ؟

الزخم الزاوي: ناتج ضرب عزم القصور الذاتي للجسم أو النظام في سرعته الزاويّة، وهو كميّة متجهة، رمزه (L).

ينصّ قانون حفظ الزخم الزاويّ على أنّ: "الزخم الزاويّ لنظام معزول يظلُّ ثابتاً في المقدار والاتجاه"، إذ يكون العزم المحصّل المؤثر في النظام المعزول صفراً.

تعتمد الطاقة الحركيّة الدورانية لجسم يدور حول محورٍ ثابتٍ على عزم قصوره الذاتي وسرعته الزاويّة.

السؤال الثاني:

أفسر: أنبوب مجوّف وأسطوانة مصمتة، متماثلان في الكتلة والأبعاد، ويدور كلّ منهما حول محور تماثله بالسرعة الزاوية نفسها. هل لهما الطاقة الحركية الدورانية نفسها أم لا؟ أوضّح إجابتي.

بما أنّ الإطارات تدور بسرعة زاويّة ثابتة، فإن تسارعها الزاوي يساوي صفراً.

الأنبوب المجوّف يمتلك عزم قصور ذاتي أكبر؛ أن كتلته موزعة على سطح الأنبوب بعيداً عن محور الدوران مقارنة بالأنبوب المسمط. وبالرجوع إلى العلاقة:

$$KER=I\omega 2$$

فإن الطاقة الحركية الدورانية تتناسب طردياً مع عزم القصور الذاتي، بثبوت السرعة الزاويّة. فيكون للأسطوانة المجوّفة طاقة حركية دورانية أكبر.

السؤال الثالث:

أحلل وأستنتج: يبين الشكل المجاور وأسطوانتين إحداهما مصمتة والأخرى مجوّفة،، متماثلتين في الكتلة والأبعاد والسرعة الزاويّة، وتدوران حول محورٍ ثابتٍ يمرّ في المركز الهندسي لكلّ منهما. مستعيناً بالشكل المجاور؛ أجيب عن السؤالين الآتيين:

أ- أقارن بين مقداريّ الزخم الزاويّ للأسطوانتين، هل هما متساويتان أم لا؟ أفسّر إجابتي.

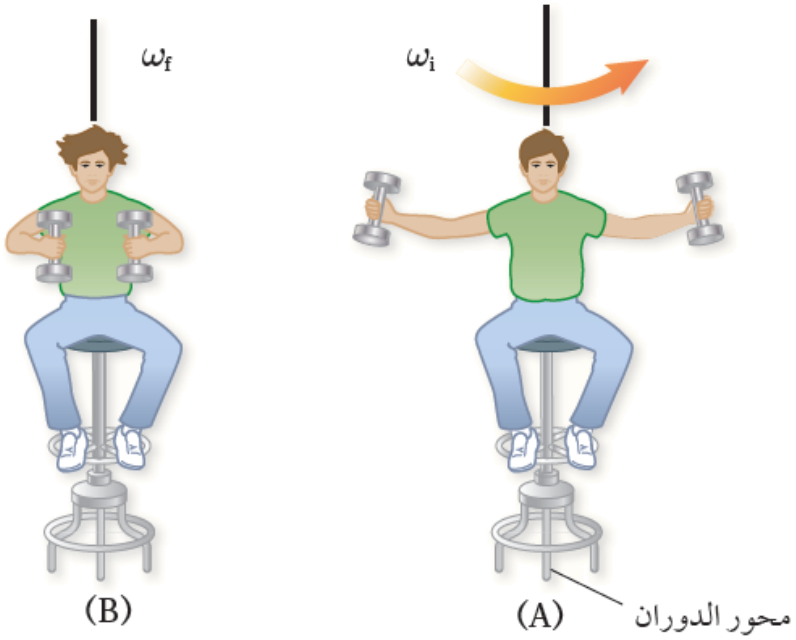
مقدار الزخم الزاويّ للأسطوانة المجوفة أكبر منه للأسطوانة المصمتة؛ لأن الزخم الزاويّ يعتمد على عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية، وهما تدوران بمقدار السرعة الزاوية نفسه، وعزم القصور الذاتي للأسطوانة المجوّفة أكبر منه للأسطوانة المصمتة.

ب- أقارن بين مقداريّ الطاقة الحركية للأسطوانتين، هل هما متساويان أم لا؟ أفسّر إجابتي.

مقدار الطاقة الحركية الدورانية للأسطوانة المجوفة أكبر منه للأسطوانة المصمتة؛ لأن الطاقة الحركية الدورانية تعتمد على عزم القصور الذاتي ومربع مقدار السرعة الزاوية، وهما تدوران بمقدار السرعة الزاوية نفسه، وعزم القصور الذاتي للأسطوانة المجوّفة أكبر منه للأسطوانة المصمتة.

السؤال الرابع:

التفكير الناقد: يجلس طالب على كرسيّ قابل للدوران حول محورٍ رأسيّ ويُمسك ثقلاً بكلّ يد. بدايةً؛ يدور الطالب والكرسي بسرعة زاوية (ω_i) ويداه ممدودتان، كما هو موضّح في الشكل A . إذا طلب المعلم من الطالب ضمّ ذراعيه؛ كما في الشكل B ؛ فماذا يحدث لكلّ من:



أ- عزم قصوره الذاتي؟

يؤدي ضمّ الطالب لذراعيه إلى تقليل مقدار عزم القصور الذاتي له حول محور الدوران الرأسي من المقدار (I_i) إلى المقدار (I_f)؛ لأنه حرّك جزء من كتلته وحرّك الثقلين قريباً من محور الدوران.

ب- سرعته الزاويّة النهائيّة؟

لا يوجد عزم محصّل مؤثر في النظام الذي يتكوّن من الطالب والكرسي والثقلين، لذا يكون الزخم الزاويّ محفوظاً لهذا النظام حول محور الدوران. ألاحظ أن عزم القصور الذاتي للطالب في الشكل (A) أقل منه في الشكل (B)؛ أي أنّ:

($I_i > I_f$)، لذا يجب أن يكون مقدار سرعته الزاويّة النهائية (ωf) في الشكل (B) أكبر مقارنة بمقدار سرعته الزاوية الابتدائية (ωi)، بحسب قانون حفظ الزخم الزاويّ. أيّ يزداد مقدار سرعته الزاوية، ويتغير من (ωi) إلى (ωf). ويمكن للطالب تقليل مقدار سرعته الزاويّة عن طريق مدّ ذراعية مرّة أخرى على استقامتهما، وتحريك الثقلين إلى الخارج.