أسئلة الوزارة
الفيزياء



الوحدة الثانية

٢

الحركة الدورانية

جيل ٢٠٠٩

٣٠ سؤال من امتحانات الوزارة ٢٠٢٣–٢٠٢٦
مفحوصة من الكتاب

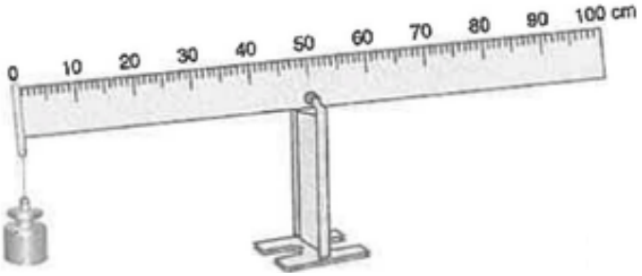
✓ جرّب أولاً · الإجابات والشرح في آخر الملف

الموضوع ١: العزم والاتزان السكوني

1 وزارة ٢٠٢٦ العام

مسطرة مترية منتظمة كتلتها $(0.3\ \text{kg})$ ترتكز على حامل عند منتصفها، ومعلّق فيها ثقل كتلته $(0.2\ \text{kg})$ عند التدريج (0)، كما في الشكل المجاور.

كي تتزن المسطرة في وضع أفقي، فإنّه يجب تحريك الحامل إلى التدريج:

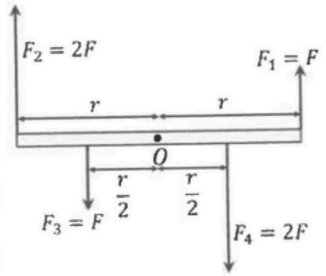


أ) 15	ب) 20
ج) 25	د) 30

2 وزارة ٢٠٢٦ العام

اعتمادًا على الشكل المجاور الذي يبيّن أربع قوى تؤثّر في قضيب منتظم قابل للدوران حول النقطة (O):

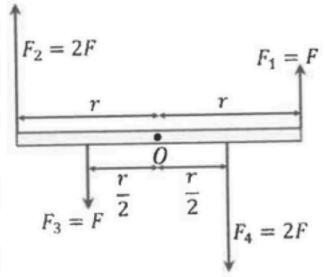
القوتان اللتان تشكلان ازدواجًا مقدار عزمه يساوي $(3Fr)$ من بين الأزواج الآتية، هما:



أ) (F_1, F_2)	ب) (F_1, F_3)
ج) (F_2, F_4)	د) (F_2, F_3)

3 وزارة ٢٠٢٦ العام

اعتمادًا على الشكل المجاور، إذا كانت ($F = 8\ \text{N}$) و ($r = 6\ \text{cm}$)، فإنّ مقدار العزم المحصّل المؤثّر في القضيب بوحدة ($\text{N} \cdot \text{m}$) يساوي:



أ) 0.72	ب) 0.48
ج) 0.24	د) 0

4 وزارة ٢٠٢٥ العام

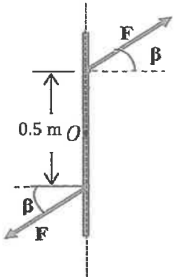
يوضح الشكل الآتي نظامًا متزنًا يتكوّن من لوح خشبي منتظم متماثل وزنه ($F_g = 400\ \text{N}$) يرتكز على نقطتي ارتكاز (C) و (D) موضوع عليه صندوق وزنه ($F_{g1} = 800\ \text{N}$). إذا كانت نقطة الارتكاز (C) تؤثر في اللوح بقوة عمودية مقدارها (F_N) ونقطة الارتكاز (D) تؤثر فيه بقوة عمودية مقدارها ($2F_N$) واللوح في وضع أفقي، فإن مقدار (F_N) بوحدة نيوتن (N) يساوي:



أ) 1200	ب) 800
ج) 400	د) 200

5 وزارة ٢٠٢٥ العام

قضيب فلزي قابل للدوران حول محور ثابت عمودي على مستوى الصفحة يمر في منتصف القضيب عند النقطة (O)، أثرت فيه قوتان شكلتا ازدواجًا كما هو موضح في الشكل المجاور. إن مقدار عزم الازدواج المؤثر في القضيب بدلالة (F, β) يساوي:



أ) $F \sin \beta$

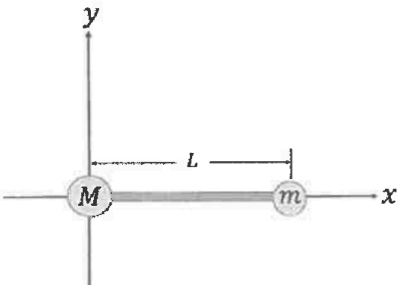
ب) $F \cos \beta$

ج) $0.5F \cos \beta$

د) $0.5F \sin \beta$

6 وزارة ٢٠٢٥ العام

نظام يتكون من قضيب فلزي مهمل الكتلة طوله (L) مثبت في طرفيه كرتان مهملتا الأبعاد، كتلتاهما (m) و (M)، كما في الشكل المجاور. إن الإحداثي (x) لموقع مركز كتلة النظام (x_{CM}) بالنسبة إلى نقطة الأصل يساوي:



أ) $(\frac{mL}{M+m})$

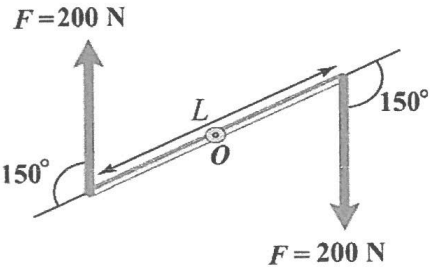
ب) $(\frac{ML}{M+m})$

ج) $(\frac{M+m}{mL})$

د) $(\frac{M+m}{ML})$

7 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

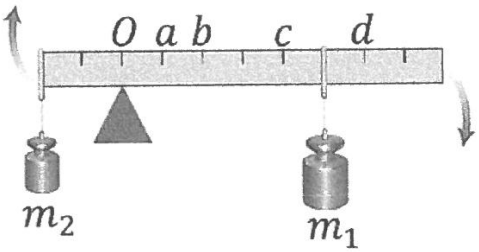
قضيب فلزي طوله (L) قابل للدوران حول محور ثابت يمرّ في منتصفه عند النقطة (O) عموديّ على مستوى الصفحة، كما هو موضح في الشكل المجاور. أثّرت فيه قوتان شكلتا ازدواجًا، مقدار عزم هذا الازدواج (120 N.m)، فإنّ طول القضيب بوحدة متر (m) يساوي:



أ) 0.6	ب) 0.7
ج) 1.2	د) 2.4

8 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

يُبيّن الشكل المجاور نظامًا يتكون من مسطرة مُهملة الكتلة ترتكز عند النقطة (O)، عُلّق بها ثقلان كتلتاهما ($m_1 = 2m_2$)، وكان النظام في حالة عدم اتزان دوراني. معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل؛ ولجعل النظام في حالة اتزان دوراني حول النقطة (O)، فإنّه يجب تحريك الثّقل ذي الكتلة (m_1) إلى الموقع:

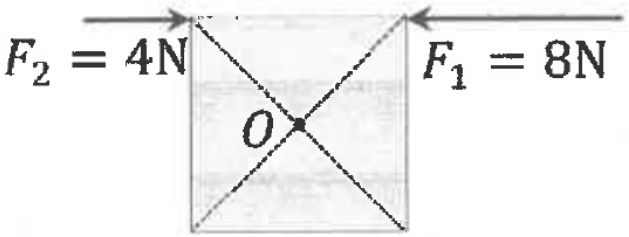


أ) a	ب) b
ج) c	د) d

9 وزارة ٢٠٢٤ العام

يُبيّن الشكل المجاور منظرًا علويًّا للوح خشبي مُربّع الشكل طول ضلعه (1 m) موضوع على سطح أفقي، قابل للدوران حول محور يمرّ في مركزه (O) عموديًّا على اللوح، وتؤثّر في اللوح قوّتان (F1, F2)، أُفقيّتان وخطّا عملهما منطبقان فيدور اللوح. أجب عن الفقرتين (7، 8) الآتيتين:

مقدار العزم المُحصّل المؤثّر في اللوح بوحدة (N.m) يساوي:



أ) 2	ب) 12
ج) $2\sqrt{4}$	د) $2\sqrt{2}$

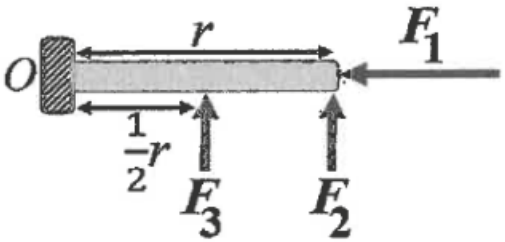
10 وزارة ٢٠٢٤ العام

موقع مركز الكُتلة للنظام المُكوّن من الكُرتين بالنسبة إلى موقع الكُتلة (m) بدلالة (x) يساوي:

أ) x	ب) 2x
ج) $\frac{5}{3}x$	د) $\frac{7}{3}x$

11 وزارة ٢٠٢٤ العام

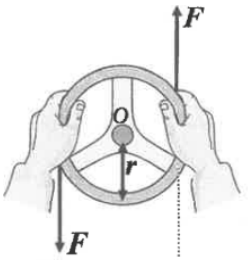
يوضح الشكل المجاور منظرًا علويًا لباب تُؤثّر فيه ثلاث قوى ($F_1 = F$, $F_2 = F_3 = 1/2\ F$) عند مواقع مختلفة. العلاقة الصحيحة بين عُزوم هذه القوى حول محور الدوران (O)، هي:



أ) $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$	ب) $\tau_3 > \tau_2 > \tau_1$
ج) $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$	د) $\tau_3 > \tau_1 > \tau_2$

12 وزارة ٢٠٢٤ العام

في الشكل المجاور مقود سيارة نصف قطره (r)، تُؤثّر فيه قوتان متعاكستان، مقدار كل منهما (4.0 N). إذا علمت أن مقدار العزم المُحصّل المؤثر في المقود يساوي (2.0 N.m). فإن مقدار نصف قُطر المقود بوحدة متر (m) يساوي:



أ) 0.25	ب) 0.5
ج) 1.0	د) 2.0

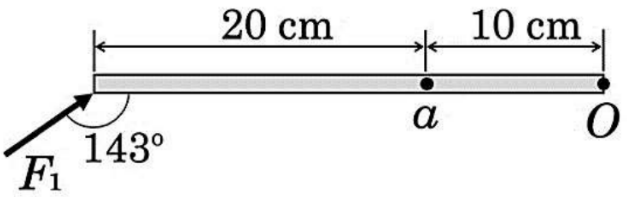
13 وزارة ٢٠٢٤ العام

يجلس طفلان على جانبي لعبة (see - saw) تتكوّن من قضيب فلزي يرتكز على نقطة في منتصفه، إذا كان وزن الطفل الأول (F_{g1})، ووزن الثاني (F_{g2})، وكانت اللعبة متزنة أفقيًا، عندما كان بُعد الطفل الأول عن نقطة الارتكاز (r)، وبُعد الطفل الثاني عن النقطة نفسها (2r)، فإنّ العلاقة بين وزنيهما هي:

أ) $F_{g2} = F_{g1}$	ب) $F_{g1} = 4F_{g2}$
ج) $F_{g2} = 2F_{g1}$	د) $F_{g1} = 2F_{g2}$

14 وزارة ٢٠٢٣ التكميلي

قضيب فلزي مهمل الكتلة، طوله (30 cm)، قابل للدوران حول محور (O) كما في الشكل المجاور، تؤثر فيه قوة (F_1 = 50 N). حتى يصبح القضيب في حالة اتزان دوراني، يجب أن تؤثر فيه عمودياً عند النقطة (a) قوة (F_2) مقدارها بوحدة نيوتن (N) واتجاهها:



أ) (90)، باتجاه (+y)	ب) (90)، باتجاه (-y)
ج) (120)، باتجاه (+y)	د) (120)، باتجاه (-y)

الموضوع ٢: ديناميكا الحركة الدورانية

15 وزارة ٢٠٢٦ العام

قُرص صلب متجانس عزم قصوره الذاتي ($40\ \text{kg}\cdot\text{m}^2$) ونصف قطره ($0.8\ \text{m}$) يدور بسرعة زاوية ($7\ \text{rad/s}$) حول محور ($y$). أثّرت في القرص قوة مماسية؛ فتناقصت سرعته الزاوية إلى ($3\ \text{rad/s}$) بعد مرور ($5\ \text{s}$) من بدء تأثير القوة.

إذا علمت أنّ عزم القصور الذاتي للقرص يُعطى بالعلاقة ($I = \frac{1}{2}mr^2$)، فإنّ كتلته بوحدة (kg) تساوي:

أ) 16	ب) 32
ج) 100	د) 125

16 وزارة ٢٠٢٥ العام

كرة مجوّفة منتظمة متماثلة كتلتها (m) ونصف قطرها (2.0m) بدأت الدوران من السكون حول محور ثابت يمر في مركزها بتسارع زاوي ثابت؛ بحيث أصبح مقدار سرعتها الزاوية (24.0rad/s) بعد (4.0s). إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للكرة حول محور دورانها (120kg.m²)، أجب عن الفقرتين (12، 13) الآتيتين:

مقدار العزم المحصل المؤثر في الكرة بوحدة (N.m) يساوي:

أ) 15	ب) 20
ج) 360	د) 720

17 وزارة ٢٠٢٥ العام

كرة مجوّفة منتظمة متماثلة كتلتها (m) ونصف قطرها ($2.0\ \text{m}$) بدأت الدوران من السكون حول محور ثابت يمر في مركزها بتسارع زاوي ثابت؛ بحيث أصبح مقدار سرعتها الزاوية ($24.0\ \text{rad/s}$) بعد ($4.0\ \text{s}$). عزم القصور الذاتي للكرة حول محور دورانها ($120\ \text{kg.m}^2$).

إذا علمت أن: I (الكرة المجوفة) $= \frac{2}{3}mr^2$ ، فإن كتلة الكرة (m) بوحدة كيلوغرام (kg) تساوي:

أ) 90	ب) 45
ج) 40	د) 20

18 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

قرص منتظم توزيع الكتلة يدور بتسارع زاويّ (4 rad/s²) حول محور ثابت يمر بمركزه وعمودي على مستواه. إذا علمت أن كتلة القُرص (60 kg) ونصف قُطره (1.5 m) وعزم القصور الذاتي له ($I = \frac{1}{2}mr^2$)، فإنّ مقدار العزم المُحصّل المؤثر في القُرص بوحدة (N.m) يساوي:

أ) 67.5	ب) 180
ج) 270	د) 540

19 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

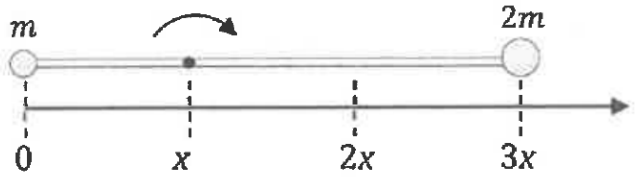
إذا علمت أن السرعة الزاوية لجسم عند لحظة زمنية معينة تساوي (−6 rad/s)، وتسارعه الزاوي عند اللحظة نفسها (4 rad/s²)، فإن الجسم يدور:

أ) بتباطؤ وبعكس اتجاه حركة عقارب الساعة	ب) بتباطؤ وباتجاه حركة عقارب الساعة
ج) بتسارع وبعكس اتجاه حركة عقارب الساعة	د) بتسارع وباتجاه حركة عقارب الساعة

20 وزارة ٢٠٢٤ العام

نظام يتكوّن من كُرتين مُهملتي الأبعاد، كُتلة إحداهما (m) والأخرى (2m)، مُثبتتين بطرفي قضيب فلزي مُهمل الكُتلة طوله (3x) كما هو موضح في الشكل المجاور. أجب عن الفقرتين (9، 10) الآتيتين:

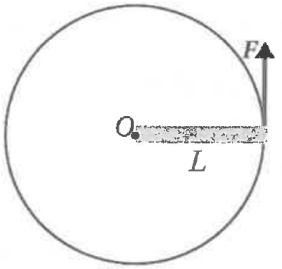
عزم القصور الذاتي للنظام عندما يدور القضيب حول محور ثابت عموديّ على مستوى الصفحة، يمرّ بالنقطة الواقعة عند الموقع (x) يساوي:



أ) $3mx^2$	ب) $5mx^2$
ج) $7mx^2$	د) $9mx^2$

21 وزارة ٢٠٢٤ العام

قضيب فلزي منتظم، كتلته (M) وطوله (L)، يتحرّك حركة دورانية حول محور ثابت عمودي على مستوى الدوران، يمرّ في إحدى نهايتي القضيب عند النقطة (O)؛ بتأثير قوّة مماسية (F) ثابتة في المقدار، كما هو موضح في الشكل المجاور. إذا علمت أنّ القضيب يدور بتسارع زاوي ثابت، وأنّ عزم القصور الذاتي للقضيب ($I = \frac{1}{3}ML^2$)، فإنّ التسارع الزاوي للقضيب يساوي:



أ) $\frac{3F}{ML}$	ب) $\frac{3F}{4ML}$
ج) $\frac{2F}{3ML}$	د) $\frac{F}{3ML}$

22 وزارة ٢٠٢٣ التكميلي

بدأ جسم الدوران من السكون بتسارع زاوي مقداره (4 rad/s²) حول محور ثابت. إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للجسم يساوي (0.8 kg.m²)، فأجب عن الفقرتين (10، 11) الآتيتين: مقدار السرعة الزاوية للجسم بعد ثانيتين من بدء الدوران بوحدة (rad/s) يساوي:

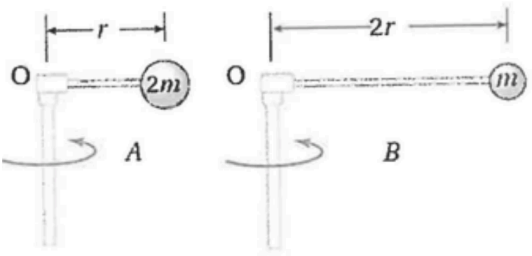
(أ) 2	(ب) 4
(ج) 5	(د) 8

الموضوع ٣: الزخم الزاوي

23 وزارة ٢٠٢٦ العام

يبيّن الشكل المجاور كرتين فلزيتين مهملتي الأبعاد، كتلتاهما $(m_A = 2m)$ و $(m_B = m)$. تتصل كلّ منهما بقضيب فلزي كتلته مهملة، وتدور كلّ منهما حول محور يمرّ بالنقطة (O) بسرعة زاوية (ω):

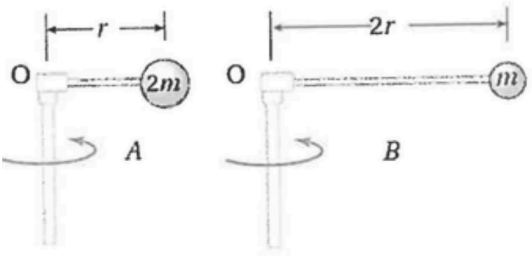
العلاقة بين الزخمين الزاويين للكرتين:



أ) $L_A = 2L_B$	ب) $L_A = L_B$
ج) $L_A = \frac{1}{2}L_B$	د) $L_A = \frac{1}{4}L_B$

24 وزارة ٢٠٢٦ العام

اعتمادًا على الشكل المجاور، إذا كانت $(m = 0.2\ \text{kg})$ و $(r = 0.1\ \text{m})$ و $(\omega = 4\ \text{rad/s})$، فإنّ الطاقة الحركية الدورانية للكرة (A) بوحدة (mJ) تساوي:



أ) 32	ب) 16
ج) 8	د) 4

25 وزارة ٢٠٢٥ العام

جسم يدور بسرعة زاوية مقدارها ($3\ \mathrm{rad/s}$)، إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للجسم ($1.2\ \mathrm{kg.m^2}$)، فإن الطاقة الحركية الدورانية للجسم بوحدة جول (J) تساوي:

أ) 1.8	ب) 3.6
ج) 5.4	د) 10.8

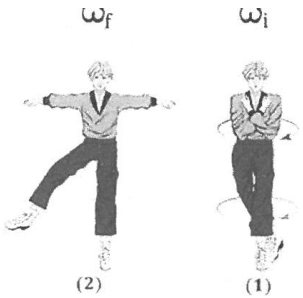
26 وزارة ٢٠٢٥ العام

قفز غطّاس عن لوح غطس نحو بركة ماء، وبعد مغادرته لوح الغطس بدأ الدوران فاردًا ذراعيه، ثم ضمّ ذراعيه نحو جسمه. إن الذي يحدث لكل من مقدار السرعة الزاوية ومقدار الزخم الزاوي للغطاس على الترتيب بعد أن ضمّ ذراعيه:

أ) يزداد، يبقى ثابتًا	ب) يقلّ، يبقى ثابتًا
ج) يبقى ثابتًا، يزداد	د) يبقى ثابتًا، يقلّ

27 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

يدور متزلج حول محور عمودي على سطح الأرض ويمر في مركز كتلته بسرعة زاوية (ω_i) كما في الشكل (1). غيّر المتزلج وضعيّة جسمه في أثناء الدوران كما في الشكل (2) فأصبحت سرعته الزاوية (ω_f). فإن الذي يحدث لكل من الزخم الزاوي والسرعة الزاوية للمتزلج على الترتيب نتيجة تغيير وضعيّة جسمه في أثناء الدوران، هو:



أ) يبقى ثابتًا، تزداد	ب) يبقى ثابتًا، تقلّ
ج) يقلّ، تزداد	د) يزداد، تقلّ

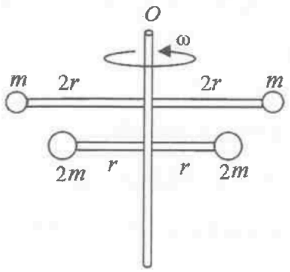
28 وزارة ٢٠٢٤ العام

الطاقة الحركيّة الدورانيّة لجسم يدور تتناسب طرديًّا مع كلّ من:

أ) كُتلة الجسم وسرعته الخطّية	ب) كُتلة الجسم وسرعته الزاوية
ج) عزم القصور الذاتي للجسم ومربّع كُتلته	د) عزم القصور الذاتي للجسم ومربّع سرعته الزاوية

29 وزارة ٢٠٢٤ العام

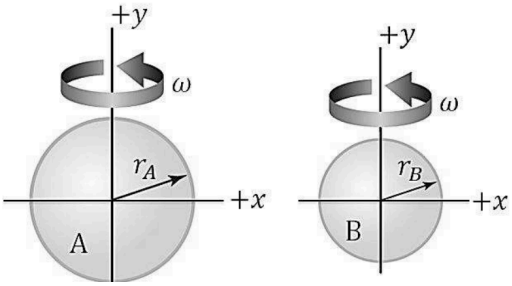
نظام يتكوّن من أربع كُرات صغيرة مُهمَلة الأبعاد، مثبتة في نهايات قضيبين مُهمَلي الكتلة. يدور النظام بسرعة زاوية (ω) حول محور (O) كما هو موضح في الشكل المجاور. إذا كان الزخم الزاوي للكُرتين العلويتين (L_1) والزخم الزاوي للكُرتين السفليتين (L_2)، فإنّ النسبة ($\frac{L_1}{L_2}$) تساوي:



أ) $\frac{1}{2}$	ب) $\frac{1}{4}$
ج) $\frac{4}{1}$	د) $\frac{2}{1}$

30 وزارة ٢٠٢٣ التكميلي

في الشكل المجاور كرتان (A, B) كل منهما مصمتة منتظمة متماثلة، متساويتان في الكتلة، ونصفي قطريهما ($r_A = 2r_B$). كل من الكرتين تتحرك حركة دورانية حول محور ثابت يمر في مركزها بسرعة زاوية (ω). إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للكرة المصمتة ($I = \frac{2}{5}mr^2$). فأجب عن الفقرتين (12، 13) الآتيتين: نسبة الزخم الزاوي للكرة (A) إلى الزخم الزاوي للكرة (B)؛ (L_A/L_B) تساوي:



(أ) (1/2)

(ب) (2/1)

(ج) (1/4)

(د) (4/1)

مفتاح الإجابات

1 د	2 ج	3 أ	4 ج	5 ج
6 أ	7 ج	8 أ	9 أ	10 ب
11 أ	12 أ	13 د	14 ب	15 د
16 د	17 ب	18 ج	19 ب	20 د
21 أ	22 د	23 ج	24 أ	25 ج
26 أ	27 ب	28 د	29 د	30 د

الحل والشرح

1 **د)** 30 للاتزان الدوراني يتساوى العزمان حول الحامل عند التدريج x: $0.2\,x = 0.3\,(50 - x)$ (وزن المسطرة يؤثر في منتصفها 50)، فـ $0.5x = 15$ و $x = 30$.

2 **ج)** (F_2, F_4) الازدواج قوتان متساويتان في المقدار، متعاكستان في الاتجاه، وخطا عملهما غير منطبقين. القوتان $F_2 = 2F$ (للأعلى، على يسار O) و $F_4 = 2F$ (للأسفل، على يمين O) تحققان ذلك، وعزماهما حول O باتجاه واحد (مع عقارب الساعة). عزم كل قوة $\tau = rF$: $2F \times r + 2F \times \frac{r}{2} = 3Fr$.

3 **أ)** 0.72 العزوم حول O (عكس عقارب الساعة موجب): $+Fr - 2Fr + \frac{Fr}{2} - Fr = -1.5Fr$ المقدار $= 1.5 \times 8 \times 0.06 = 0.72$ N \cdot m.

4 **ج) 400** اللوح متزن، فمحصلة القوى صفر: $F_N + 2F_N = 400 + 800$ أي $3F_N = 1200$، ومنه $F_N = 400$ N.

5 **ج)** $0.5F\cos\beta$ نحسب عزم كل قوة بـ $\tau = rF\sin\theta$، وبُعد كل نقطة تأثير عن O هو 0.25 m (المسافة 0.5 m بين النقطتين). الزاوية بين r والقوة تعطي $\sin\theta = \cos\beta$، فالعزمان في الاتجاه نفسه ومجموعهما $0.5F\cos\beta$.

6 **أ)** $(\frac{mL}{M+m})$ نضع الكرة M عند الأصل والكرة m عند $x = L$: $x_{CM} = \frac{M(0)+m(L)}{M+m} = \frac{mL}{M+m}$

7 **ج) 1.2** القوتان تشكلان ازدواجًا عزمه $\tau = 2 \times \frac{L}{2} F \sin 150^\circ = FL \sin 150^\circ$ فـ $200 \times 0.5 L$ ومنه $L = 1.2$ m. $= 120$

8 **أ) a** النظام غير متزن لأن عزم m_1 أكبر. للاتزان $\sum \tau = 0$: $m_2 g\,(2) = m_1 g\,x$ فـ $m_1 = 2m_2$ و$x = 1$ وحدة من O، أي الموقع a.

9 **أ) 2** العزم المحصل مجموع العزمين بإشارتيهما. خط عمل كل قوة يبعد 0.5 m عن O: F_1 تدير اللوح عكس عقارب الساعة $+8 \times 0.5 = +4$، وF_2 مع عقاربها $-4 \times 0.5 = -2$. إذن $\Sigma\tau = 2$ N.m.

10 **ب) 2x** نضع الكتلة m عند 0 والكتلة $2m$ عند $3x$ ونطبق $x_{CM} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + m_B}$: $x_{CM} = \frac{m(0)+2m(3x)}{3m} = 2x$ فهو أقرب إلى الكتلة الأكبر.

11 **أ) $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$** خط عمل القوة F_1 يمر بالمحور O فذراعها صفر وعزمها صفر. أما $\tau_2 = \frac{F}{2} r$ و $\tau_3 = \frac{F}{2} \cdot \frac{r}{2}$ فعزم F_2 أكبر من عزم F_3: $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$.

12 **أ) 0.25** القوتان المتعاكستان تدوران المقود في الاتجاه نفسه، فالعزم المحصل مجموع عزميهما: $2Fr = 2 \times 4 \times r = 2$ N.m، ومنه $r = 0.25$ m.

13 **د)** عند الاتزان يكون العزم المحصل صفرًا: $F_{g1}\, r = F_{g2}\,(2r)$، ومنه $F_{g1} = 2F_{g2}$؛ فالطفل الأقرب إلى نقطة الارتكاز أثقل.

14 **ب) (ب) (90)، باتجاه (-y)** للاتزان الدوراني يجب أن يكون العزم المحصل صفرًا. عزم F_1 حول O: $50 \times 0.30 \times \sin 143^\circ \approx 9$ N.m (إذ $\sin 143^\circ = \sin 37^\circ \approx 0.6$) مع عقارب الساعة. عند النقطة (a) البعيدة 0.10 m: $F_2 \times 0.10 = 9$ فـ $F_2 \approx 90$ N، وتكون باتجاه (-y) ليعاكس عزمها عزم F_1.

15 **د)** 125 من $I = \frac{1}{2} m r^2$: $m = \frac{2I}{r^2} = \frac{2 \times 40}{0.8^2} = \frac{80}{0.64} = 125$ kg (القيمة I معطاة مباشرة فلا حاجة إلى زمن التباطؤ.)

16 **د) 720** التسارع الزاوي $\alpha = \frac{24.0 - 0}{4.0} = 6.0$ rad/s². العزم المحصل $\sum \tau = I\alpha = 120 \times 6.0 =$ 720 N.m.

17 **ب) 45** من $I = \frac{2}{3} m r^2$: $120 = \frac{2}{3} m (2.0)^2$، أي $120 = \frac{8}{3} m$، فـ $m = 45$ kg.

18 **ج) 270** عزم القصور الذاتي $I = \frac{1}{2} m r^2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 1.5^2 = 67.5$ kg.m². العزم المحصل $\sum \tau = I\alpha = 67.5 \times 4 = 270$ N.m.

19 **ب) بتباطؤ وباتجاه حركة عقارب الساعة** الدوران باتجاه عقارب الساعة يُعدّ سالبًا، فالسرعة -6 تعني دورانًا مع عقارب الساعة. التسارع $+4$ معاكس لها، فالسرعة تتناقص أي أن الجسم يتباطأ.

20 **د) $9mx^2$** عزم القصور الذاتي لجسيم نقطي $I = mr^2$، ونجمع عزمي الكرتين: الكرة m تبعد x عن المحور والكرة $2m$ تبعد $2x$. إذن $I = mx^2 + 2m(2x)^2 = mx^2 + 8mx^2 = 9mx^2$.

21 **أ)** $\frac{3F}{ML}$ القانون الثاني للحركة الدورانية $\Sigma\tau = I\alpha$. القوة مماسية عند الطرف فعزمها $\tau = FL$، و$I = \frac{1}{3}ML^2$، فيكون $\alpha = \frac{FL}{\frac{1}{3}ML^2} = \frac{3F}{ML}$.

22 **د) (د) 8** التسارع الزاوي ثابت والجسم يبدأ من السكون، فـ $\omega_f = \omega_i + \alpha t = 0 + 4 \times 2 = 8$ rad/s.

23 **ج)** $L_A = \frac{1}{2}L_B$ مع $L = I\omega$:$I = mr^2$ و $L_A = 2m\,r^2\omega$ فـ $L_B = m(2r)^2\omega = 4mr^2\omega$. $L_A = \frac{1}{2}L_B$.

24 **أ)** 32 كتلة A هي $2m = 0.4\text{ kg}$ فـ $I = 0.4 \times 0.1^2 = 4 \times 10^{-3}$ و $KE_R = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 4^2 = 0.032\text{ J} = 32\text{ mJ}$

25 **ج) 5.4** $KE_R = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}(1.2)(3)^2 = 5.4$ J.

26 **أ) يزداد، يبقى ثابتًا** الغطاس نظام معزول فزخمه الزاوي ثابت. بضم ذراعيه يقل عزم قصوره الذاتي، ولكي يبقى $I\omega$ ثابتًا تزداد سرعته الزاوية.

27 **ب) يبقى ثابتًا، تقلّ** المتزلج نظام معزول فزخمه الزاوي $I\omega$ ثابت. بمدّ ذراعيه وساقه يزداد عزم قصوره الذاتي، فتقل سرعته الزاوية.

28 **د) عزم القصور الذاتي للجسم ومربّع سرعته الزاوية** الطاقة الحركية الدورانية $KE_R = \frac{1}{2}I\omega^2$، فهي تتناسب طرديًا مع عزم القصور الذاتي ومع مربع السرعة الزاوية، وليس مع الكتلة وحدها أو السرعة الزاوية نفسها.

29 **د)** $\frac{2}{1}$ الزخم الزاوي $L = I\omega$ والسرعة الزاوية واحدة، فالنسبة هي نسبة عزمي القصور. للكرتين العلويتين $2 \times m(2r)^2 = 8mr^2$ وللسفليتين $2 \times 2m\,r^2 = 4mr^2$. إذن $\frac{L_1}{L_2} = 2$.

30 **د) (د) (4/1)** الزخم الزاوي $L = I\omega$ و$I = \frac{2}{5}mr^2$، والكتلة وω متساويتان، فالنسبة تساوي نسبة مربعي نصفي القطرين: $\frac{L_A}{L_B} = \frac{r_A^2}{r_B^2} = \left(\frac{2}{1}\right)^2 = \frac{4}{1}$

بدك أسئلة أكثر من هالوحدة؟ **بنك الأسئلة كامل** وزكي بيشرحلك أي سؤال، على **tawjihiai.com**

ملفات كل أسبوع وأسئلتكم يجاوب عليها زكي: **انضموا لمجموعتنا على تيليجرام**