تدريبات هيكل – الوحدة الأولى الحركة الدورانية



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية	
موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف الحادي عشر المتقدم ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-11-14 16:12:30	
ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس	المزيد من مادة فيزياء:
إعداد: اسلام سالم التواب	

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر المتقدم					
صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الأول	
1	هيكل مراجعة الحركة الدورانية
2	مراجعة مركزة في الراديان وتحويل الزوايا
3	ملخص وشرح درس الزخم وحفظه مع أمثلة تدريبية
4	ملخص وشرح القوى الكهروستاتيكية والكهرباء الساكنة
5	أسئلة وتدريبات الوحدة الثانية المجال الكهربائي

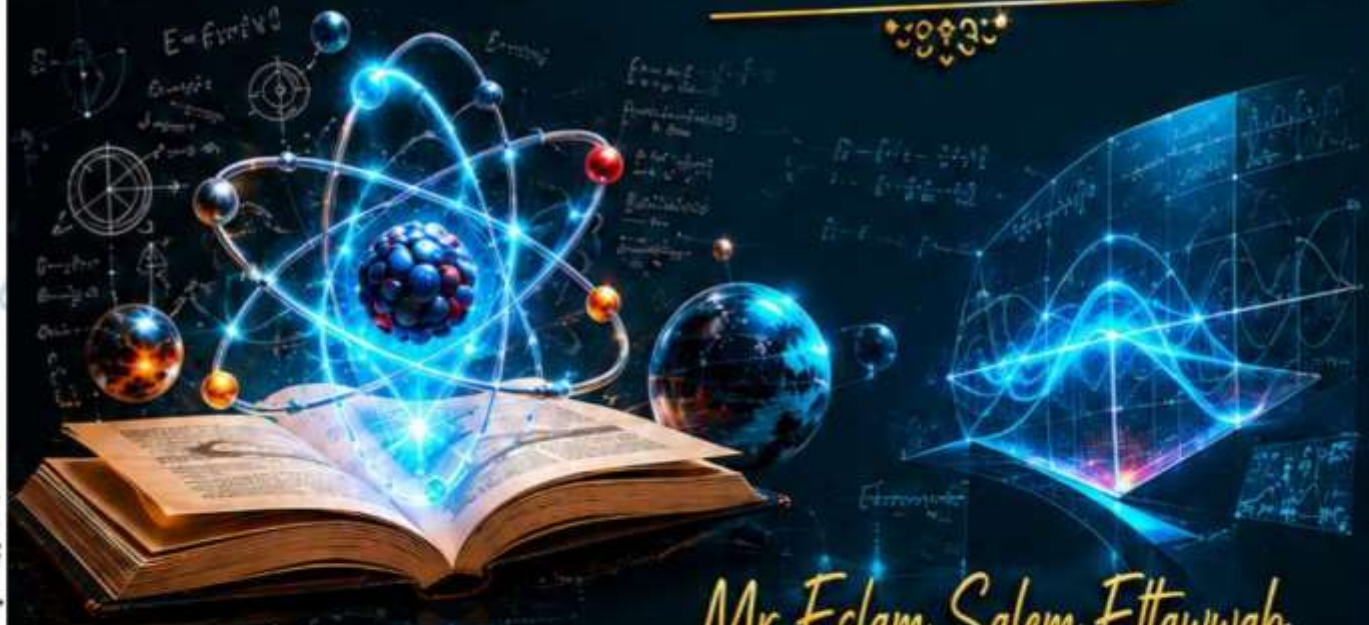
تحميل تطبيق المناهج للهواتف الذكية	
تطبيق المناهج على Store App (آبل)	تطبيق المناهج على Play Google (أندرويد)

ماكس بلانك

في الفيزياء



"الفيزياء ليست مجرد معادلات ...
بل هي اللغة التي يفهم بها الكون نفسه"



Mr Eslam Salem Eltawwab

Physics

هيكل الفيزياء والتدريبات

الفصل الدراسي الاول 2026-2027

ماكس بلانك في الفيزياء
ماكس بلانك في الفيزياء

أسئلة الاختيار من متعدد – الوحدة الأولى: الحركة الدورانية

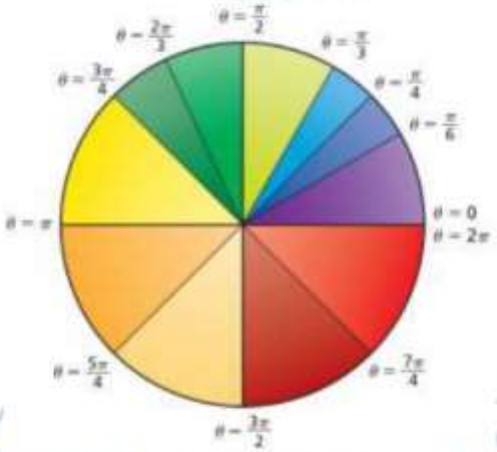
Multiple-Choice Learning Outcomes – Unit 1: Rotational Motion

مخرج التعلم 1: تعريف الراديان؛ والتحويل بين الدرجات والراديان

Learning Outcome 1: Define the radian; convert degrees↔radians

An angle can be measured in degrees, in revolutions or in radians. One radian is the angle at the centre of a circle subtended by an arc whose length equals the radius (s = r). In general θ = s/r, a ratio of two lengths, so "rad" is only a label. A full turn equals 2π rad = 360° = 1 rev.

يمكن قياس الزاوية بالدرجات أو بالدورات أو بالراديان. الراديان هو الزاوية المركزية المقابلة لقوس طوله يساوي نصف قطر الدائرة (s = r). وبوجه عام θ = s/r وهي نسبة بين طولين، لذا فكلمة rad مجرد دلالة على الوحدة. والدورة الكاملة 1 rev = 360° = 2π rad.



زوايا شائعة بالدرجات والراديان

Common angles in degrees and radians

مثال محلول

Worked Example

Worked example: (a) Convert 90° to radians: θ = 90° × π/180° = π/2 rad. (b) Convert 3π/2 rad to degrees: 3π/2 × 180°/π = 270°. (c) A body moves half a turn on a circle of radius 20 cm: θ = π rad and the arc length x = rθ = 0.20 × π ≈ 0.63 m.

مثال محلول: (أ) حوّل 90° إلى راديان: θ = 90° × π/180° = π/2 rad.

(ب) حوّل 3π/2 rad إلى درجات: 3π/2 × 180°/π = 270°.

(ج) جسم يتحرك نصف دورة على دائرة نصف قطرها 20 cm: θ = π rad وطول القوس x = rθ = 0.20 × π ≈ 0.63 m.

ملاحظات وقوانين مهمة
Important Notes & Equations

$$\theta = s / r$$

$$rad = deg \times \pi/180° \qquad deg = rad \times 180°/\pi$$

$$1\ rev = 2\pi\ rad = 360°$$

Common mistake: Using a calculator in degree mode for formulas that need radians; forgetting that $v = r\omega$ requires ω in rad/s.

خطأ شائع: استخدام الآلة الحاسبة بوضع الدرجات في قوانين تتطلب الراديان؛ ونسيان أن $v = r\omega$ تتطلب ω بوحدة rad/s.

الأسئلة الاختبارية
Exam Questions

1. أي العبارات التالية تعرّف الراديان بأفضل صورة؟ Which statement best defines a radian?

A	الزاوية التي يساوي طول قوسها نصف نصف القطر The angle whose arc length equals half the radius	B	الزاوية التي يساوي طول قوسها القطر The angle whose arc length equals the diameter
C	الزاوية المقابلة لقوس طوله يساوي نصف القطر (r) The angle subtended by an arc equal in length to the radius	D	زاوية مقدارها درجة واحدة The angle of one degree

2. حوّل 90° إلى راديان.. Convert 90° to radians.

A	π/2 rad	B	2π rad	C	π/4 rad	D	90π rad

3. زاوية مقدارها 3π/2 راديان تساوي كم درجة؟
An angle marked 3π/2 rad on the circle equals how many degrees?

A	90°	B	180°	C	225°	D	270°

4. تدور الأرض عكس عقارب الساعة (موجب) كما تُرى من القطب الشمالي. ما إزاحتها الزاوية خلال 6 ساعات؟
Earth rotates counterclockwise seen from above the North Pole (counterclockwise = positive). What is Earth's angular displacement in 6 hours?

A	−π/2 rad	B	+π/2 rad	C	+π rad	D	+2π rad

5. كم راديان تدور الأرض خلال 48 ساعة؟
How many radians does Earth turn through in 48 hours?

A	π rad	B	2π rad	C	4π rad	D	8π rad

مخرج التعلم 2: ربط السرعة الخطية بالزاوية $v = r\omega$ لنقطة تبعد مسافة r

Learning Outcome 2: Relate $v = r\omega$ for a point at distance r

Every point of a rotating object moves along a circle of radius r. Its linear (tangential) speed is $v = r\omega$, where ω is the angular velocity in rad/s. The linear speed grows with the angular velocity and with the distance r from the axis; its direction is tangent to the circle.

كل نقطة في الجسم الدوّار تتحرك على محيط دائرة نصف قطرها r، وسرعتها الخطية (المماسية) $v = r\omega$ حيث ω السرعة الزاوية بوحدة rad/s. تزداد السرعة الخطية بزيادة السرعة الزاوية وبزيادة البعد r عن المحور، واتجاهها مماس للدائرة.

Worked example: a body moves on a circle of diameter 50 cm making 120 revolutions per minute. r = 0.25 m; $\omega = 120 \times 2\pi / 60 = 4\pi \approx 12.6$ rad/s; $v = r\omega = 0.25 \times 12.6 \approx 3.1$ m/s.

مثال محلول: جسم يتحرك على دائرة قطرها 50 cm ويصنع 120 دورة في الدقيقة.

r = 0.25 m ؛ $\omega = 120 \times 2\pi / 60 = 4\pi \approx 12.6$ rad/s ؛ $v = r\omega = 0.25 \times 12.6 \approx 3.1$ m/s.

$$v = r\,\omega$$

$$\omega = \Delta\theta / \Delta t$$

Common mistake: Using the diameter instead of the radius; leaving ω in rev/min.

خطأ شائع: استخدام القطر بدل نصف القطر؛ وترك ω بوحدة rev/min دون تحويل.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

6. أي علاقة تربط السرعة الخطية v بالسرعة الزاوية ω عند بُعد r عن المحور؟

Which relation connects linear speed v and angular speed ω at distance r from the axis?

A	$v = \omega / r$	B	$v = r / \omega$	C	$v = \omega + r$	D	$v = r\omega$

7. نقطة على خط استواء الأرض: $\omega = 7.27\times10^{-5}$ rad/s و $r = 6.38\times10^{6}$ m. سرعتها الخطية تقريبًا:

A point on Earth's equator has $\omega = 7.27\times10^{-5}$ rad/s and $r = 6.38\times10^{6}$ m. Its linear speed is about:

A	43 m/s	B	464 m/s	C	7.3 m/s	D	1670 m/s

8. نقطتان على الأرض الدوّارة تبعدان مسافتين مختلفتين عن المحور. أيهما سرعتها الخطية أكبر؟

Two points on a rotating Earth are at different distances from the axis. Which has the greater linear speed?

A	النقطة الأقرب إلى المحور The point nearer the axis	B	لهما دائمًا السرعة نفسها Both always have the same speed
C	النقطة الأبعد عن المحور The point farther from the axis	D	لا تتحرك أي منهما Neither point moves

9. عجلة قطرها 0.64 m وسرعتها الزاوية 78 rad/s. سرعة حافتها:

A wheel has diameter 0.64 m and angular speed 78 rad/s. Its rim speed is:

A	50 m/s	B	244 m/s	C	0.41 m/s	D	25 m/s

10. نقطة على محور الدوران تمامًا سرعتها الخطية:

A point exactly on the axis of rotation has a linear speed of:

A	صفر zero	B	ω
C	تساوي سرعة الحافة equal to the rim speed	D	لا نهائية infinite

ماكس بلاتك في الفيزياء
ماكس بلانك في الفيزياء
Mr.Eslam Salem Eltwaab

مخرج التعلم 3: ربط التسارع الخطي بالزاوي a = rα
Learning Outcome 3: Relate a = rα

When the angular velocity changes, the angular acceleration is α = Δω/Δt (rad/s²). The tangential acceleration of a point at distance r from the axis is a = rα. The point also has a centripetal acceleration a_c = v²/r = rω² directed towards the axis (added by the compiler – not in the source file).

عندما تتغير السرعة الزاوية يكون التسارع الزاوي α = Δω/Δt بوحدة rad/s². والتسارع الخطي (المماسي) لنقطة تبعد r عن المحور هو a = rα. وللنقطة أيضًا تسارع مركزي a_c = v²/r = rω² نحو المحور (إضافة من المُعِدّ – غير موجودة في ملف الشرح).

الكمية الخطية	العلاقة	الكمية الزاوية
المسافة الخطية (d)	$d = r \cdot \theta$	الإزاحة الزاوية (θ)
السرعة الخطية (v)	$v = r \cdot \omega$	السرعة الزاوية (ω)
التسارع الخطي (a)	$a = r \cdot \alpha$	التسارع الزاوي (α)

العلاقات بين الكميات الخطية والزاوية
Linear ↔ angular relations

Worked example: a truck has linear acceleration 1.85 m/s² and its wheels have angular acceleration 5.23 rad/s². r = a/α = 1.85/5.23 ≈ 0.354 m, so the wheel diameter is ≈ 0.71 m.

مثال محلول: شاحنة تسارعها الخطي 1.85 m/s² والتسارع الزاوي لإطاراتها 5.23 rad/s².

r = a/α = 1.85/5.23 ≈ 0.354 m ≈ فقطر الإطار ،0.71 m.

$$\alpha = \Delta\omega / \Delta t$$

$$a = r\,\alpha$$

Common mistake: Confusing tangential acceleration (rα) with centripetal acceleration (rω²).

خطأ شائع: الخلط بين التسارع المماسي (rα) والتسارع المركزي (rω²).

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

11. أي علاقة تربط التسارع الخطي a بالتسارع الزاوي α؟

Which relation connects tangential acceleration a and angular acceleration α?

A	$a = \alpha/r$	B	$a = r\alpha$	C	$a = r/\alpha$	D	$a = \alpha + r$

12. لشاحنة تسارع خطي $1.85\ m/s^2$ والتسارع الزاوي لعجلاتها $5.23\ rad/s^2$. قطر العجلة:

A truck has linear acceleration 1.85 m/s²; its wheels have angular acceleration 5.23 rad/s². The wheel diameter is:

A	0.354 m	B	0.177 m	C	0.707 m	D	1.41 m

13. تسحب الشاحنة مقطورة قطر عجلاتها 48 cm. تسارع المقطورة الخطي مقارنةً بالشاحنة:

The truck tows a trailer with wheels of diameter 48 cm. Compared with the truck, the trailer's linear acceleration is:

A	نفسه the same	B	أكبر larger
C	أصغر smaller	D	صفر zero

14. في السؤال السابق، التسارع الزاوي لعجلات المقطورة:

For the trailer in the previous question, the wheels' angular acceleration is:

A	$5.23\ rad/s^2$	B	$3.85\ rad/s^2$	C	$2.57\ rad/s^2$	D	$7.71\ rad/s^2$

15. عجلة تزداد سرعتها الزاوية بمقدار $78\ rad/s$ خلال $15\ s$ بانتظام. تسارعها الزاوي:

A wheel increases its angular speed by 78 rad/s in 15 s uniformly. Its angular acceleration is:

A	$1170\ rad/s^2$	B	$5.2\ rad/s^2$	C	$0.19\ rad/s^2$	D	$93\ rad/s^2$

مخرج التعلم 4: ω = 2πf؛ وحل مسائل متغيرات الحركة الدورانية

Learning Outcome 4: ω = 2πf; solve rotational-variable problems

Angular frequency is the number of complete revolutions per second, f (Hz); the period is T = 1/f. The angular velocity is ω = 2πf = 2π/T. Rotational variables are linked to linear ones by x = rθ, v = rω and a = rα, and for uniform rotation Δθ = ωΔt.

التردد هو عدد الدورات الكاملة في الثانية f (Hz)، والزمن الدوري T = 1/f.

والسرعة الزاوية ω = 2πf = 2π/T. وترتبط المتغيرات الدورانية بالخطية بالعلاقات x = rθ و v = rω و a = rα، وفي الدوران المنتظم Δθ = ωΔt.



الكميات الأساسية في الحركة الدورانية Δθ و ω و α

Basic rotational quantities Δθ, ω, α

Worked example: the Moon turns once in 27.3 days (r = 1.74×10⁶ m). T = 27.3 × 86 400 = 2.36×10⁶ s; ω = 2π/T ≈ 2.66×10⁻⁶ rad/s; v = rω ≈ 4.6 m/s.

مثال محلول: يدور القمر دورة كاملة كل 27.3 يومًا (r = 1.74×10⁶ m).

T = 27.3 × 86 400 ≈ 2.36×10⁶ s؛

ω = 2π/T ≈ 2.66×10⁻⁶ rad/s ؛v = rω ≈ 4.6 m/s.

$$f = 1/T$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi / T$$

$$1 \text{ rev/min} = 2\pi/60 \text{ rad/s}$$

$$\Delta\theta = \omega \Delta t$$

Common mistake: Mixing rpm, Hz and rad/s; forgetting the factor 2π in ω = 2πf.

خطأ شائع: الخلط بين rpm و Hz و rad/s؛ ونسيان العامل 2π في ω = 2πf.

ماكس بلانك في الفيزياء
ماكس بلانك في الفيزياء

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

16. أي معادلة تربط التردد f بالتردد الزاوي ω؟ (الخيارات أُعيد بناؤها لأن الصفحة الأصلية غير واضحة)

Which equation relates frequency f to angular frequency ω? (options reconstructed from a poorly scanned page)

A	$\omega = f/2\pi$	B	$\omega = 2\pi f$	C	$\omega = 2\pi/f$	D	$\omega = f$

17. لعبة تدور دورة واحدة عكس عقارب الساعة كل دقيقة. سرعتها الزاوية:

A toy makes one counterclockwise rotation per minute. Its angular velocity is:

A	+0.105 rad/s	B	−0.105 rad/s	C	+6.28 rad/s	D	+60 rad/s

18. أسطوانة غسالة تدور 635 rev/min تتوقف بانتظام خلال 8.0 s. تسارعها الزاوي:

A washer drum turning at 635 rev/min stops uniformly in 8.0 s. Its angular acceleration is:

A	+8.3 rad/s²	B	+79 rad/s²	C	−79 rad/s²	D	−8.3 rad/s²

19. القمر ($r = 1.74\times10^6$ m) يدور دورة كل 27.3 يومًا. السرعة الخطية لصخرة على خط استوائه تقريبًا:

The Moon ($r = 1.74\times10^6$ m) rotates once in 27.3 days. The linear speed of a rock on its equator is about:

A	0.46 m/s	B	4.6 m/s	C	46 m/s	D	464 m/s

20. يدور قرص بحيث تبقى السرعة الخطية ثابتة 1.4 m/s. عند الانتقال من r = 2.7 cm إلى 5.5 cm تكون السرعة الزاوية:

A CD track spins so the linear speed is constant 1.4 m/s. From r = 2.7 cm to r = 5.5 cm, the angular speed:

A	تزداد من 25 إلى 52 rad/s increases from 25 to 52 rad/s	B	تبقى 52 rad/s stays 52 rad/s
C	تقل من 52 إلى 25 rad/s decreases from 52 to 25 rad/s	D	تبقى 25 rad/s stays 25 rad/s

مخرج التعلم 5: للنقاط كلها الزاوية والمعدل نفسهما مع اختلاف المسافات عن المحور

Learning Outcome 5: Same angle/rate for all points, different distances

A rigid body does not change its shape while rotating. All its points turn together, so they have the same angular displacement, angular velocity and angular acceleration. They differ in distance from the axis, therefore the linear speed $v = r\omega$ and acceleration $a = r\alpha$ are larger for points farther from the axis, and equal to zero on the axis.

الجسم الصلب لا يتغير شكله أثناء الدوران، فتدور جميع نقاطه معًا ولها الإزاحة الزاوية والسرعة الزاوية والتسارع الزاوي نفسها. وتختلف في بُعدها عن المحور، لذلك تكون السرعة الخطية $v = r\omega$ والتسارع $a = r\alpha$ أكبر للنقاط الأبعد عن المحور، وتساويان صفرًا على المحور.



أمثلة على الدوران: الأرض حول محورها

Examples of rotation: Earth about its axis



شفرات مروحة السقف

Ceiling fan blades

Note: Source coverage is partial: only the introduction (rotation vs circular motion) and conceptual questions are in the source.

ملاحظة: تغطية المصدر جزئية: يتوفر في المصدر التمهيد (الدوران والحركة الدائرية) والأسئلة المفاهيمية فقط.

Worked example: all points of the Earth have $\omega = 7.27\times10^{-5}$ rad/s, but a point on the equator ($r = 6.38\times10^{6}$ m) moves at $v = r\omega = 464$ m/s, while a point at the pole has $v = 0$.

مثال محلول: لجميع نقاط الأرض $\omega = 7.27\times10^{-5}$ rad/s، لكن نقطة على خط الاستواء ($r = 6.38\times10^{6}$ m) سرعتها $v = r\omega \approx 464$ m/s، ونقطة على القطب سرعتها ≈ 0.

$$\omega_A = \omega_B \quad \text{(same rigid body)}$$

$$v_A / v_B = r_A / r_B$$

Common mistake: Saying that outer points have a larger angular velocity; they have a larger linear speed only.

خطأ شائع: القول إن النقاط الخارجية لها سرعة زاوية أكبر؛ الصحيح أن سرعتها الخطية فقط هي الأكبر.

ماكس بلاك في الفيزياء
ماكس بلاك في الفيزياء
Mr.Eslam Salem Eltwaab

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

21. جميع نقاط قرص صلب دوّار لها:

All points of a rigid rotating disk have the same:

A	الإزاحة الزاوية نفسها في الزمن نفسه angular displacement in the same time	B	السرعة الخطية نفسها linear speed
C	التسارع الخطي نفسه linear acceleration	D	المسافة المقطوعة نفسها distance travelled

22. المسافة التي تقطعها نقطة على بُعد r عندما يدور الجسم زاوية θ (rad):

The distance travelled by a point at radius r when the body turns through θ (rad) is:

A	$x = \theta/r$	B	$x = r/\theta$	C	$x = r + \theta$	D	$x = r\theta$

23. نقطة تبعد ضعف بُعد نقطة أخرى عن المحور على جسم صلب يدور الزاوية نفسها، تقطع:

A point twice as far from the axis as another, on a rigid body turning through the same angle, travels:

A	نصف المسافة half the distance	B	ضعف المسافة twice the distance
C	المسافة نفسها the same distance	D	اربعة أمثال المسافة four times the distance

24. أي العبارات صحيحة؟ الأرض (صلبة) والشمس (غير صلبة).

Which statement is correct? Earth (rigid) vs the Sun (not rigid).

A	نقاط الأرض المختلفة تدور بمعدلات مختلفة Different points of Earth rotate at different rates	B	جميع أجزاء الشمس تدور بالمعدل نفسه All parts of the Sun rotate at the same rate
C	جميع أجزاء الأرض تدور بالمعدل نفسه أما أجزاء الشمس فلا All parts of Earth rotate at the same rate; parts of the Sun do not	D	لا يوجد لأي منهما سرعة زاوية Neither body has an angular velocity

25. بقعتان A (قرب المركز) و B (بعيدة) على قرص صلب دوّار. قارن سرعتيهما الزاويتين.

Two spots A (near centre) and B (far) on a rotating rigid disk. Compare their angular velocities.

A	متساويتان وغير صفرية Equal and non-zero	B	$\omega_A > \omega_B$
C	$\omega_B > \omega_A$	D	كلتاهما صفر Both zero

مخرج التعلم 6: «عقارب الساعة سالبة»؛ ومحصلة العزوم $\Sigma\tau$ لعدة عزوم

Learning Outcome 6: "Clocks are negative"; Στ for several torques

Torque measures the ability of a force to produce rotation. $\tau = F \cdot L = F\, r \sin\theta$, where r is the distance from the axis to the point where the force acts, θ is the angle between the force and r, and $L = r \sin\theta$ is the lever arm (the perpendicular distance from the axis to the line of action of the force). Torque is a vector: by convention counter-clockwise is positive (+) and clockwise is negative (−) ("clocks are negative"). If the line of action passes through the axis, L = 0 and τ = 0.

العزم هو مقياس لقدرة القوة على إحداث الدوران: $\tau = F \cdot L = F\, r \sin\theta$، حيث r المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة، و θ الزاوية بين القوة و r، و $L = r \sin\theta$ ذراع القوة (المسافة العمودية بين المحور وخط عمل القوة). العزم كمية متجهة: الدوران عكس عقارب الساعة موجب (+) ومع عقارب الساعة سالب (−) («عقارب الساعة سالبة»). وإذا مر خط عمل القوة بالمحور فإن L = 0 و τ = 0.

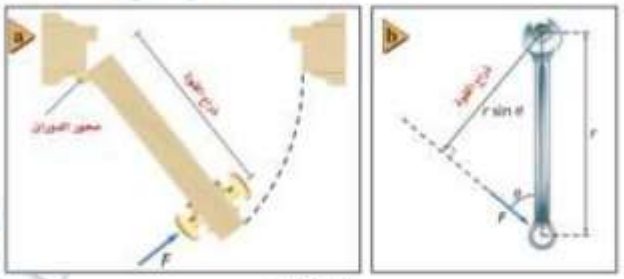
The net torque is the algebraic sum of all torques about the same axis, $\Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 + \ldots$. Torque increases with a larger force, a longer lever arm, and a force applied perpendicular to the lever.

محصلة العزوم هي المجموع الجبري لكل العزوم حول المحور نفسه $\Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 + \ldots$، ويزداد العزم بزيادة القوة وبزيادة ذراع القوة وعند تأثير القوة عموديًا على الذراع.



القوة نفسها بأوضاع مختلفة على الباب

Same force, different positions of the door handle



ذراع القوة

Lever arm of a force

Worked example: a nut needs a torque of 35 N·m. With a 0.25 m wrench and a force perpendicular to it: F = τ/L = 35/0.25 = 140 N. A longer wrench needs less force.

مثال محلول: تحتاج صامولة إلى عزم 35 N·m. بمفتاح طوله 0.25 m وقوة عمودية عليه:

$F = \tau/L = 35/0.25 = 140\ N$. وكلما زاد طول المفتاح قلّت القوة اللازمة.

$$\tau = F\,L = F\,r\sin\theta \quad (N\cdot m)$$

$$L = r\sin\theta$$

$$\Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 + \dots \quad (CCW + \ ,\ \ CW -)$$

Common mistake: Using r instead of the lever arm r sinθ; forgetting the sign of each torque before adding.

خطأ شائع: استخدام r بدل ذراع القوة r sinθ؛ ونسيان إشارة كل عزم قبل الجمع.

الأسئلة الاختبارية
Exam Questions

26. حسب الاصطلاح المتبع، العزم الذي يميل إلى تدوير الجسم مع عقارب الساعة يكون:

By convention in this course, a torque tending to turn the body clockwise is:

A	موجبًا positive	B	سالبًا negative
C	صفرًا zero	D	أيهما حسب الرغبة لكل عزم either, chosen at will for each torque

27. المطلوب عزم 35 N·m. طول المفتاح 25 cm والقوة عمودية عليه. القوة اللازمة:

A 35 N·m torque is needed. The wrench is 25 cm long and the force is perpendicular to it. The force needed is:

A	8.8 N	B	87 N	C	140 N	D	1400 N

28. للحصول على 55.0 N·m بأقصى قوة 135 N عمودية على الذراع، يجب أن يكون طول ذراع القوة على الأقل:

To obtain 55.0 N·m with a maximum force of 135 N perpendicular to the lever, the lever arm must be at least:

A	0.407 m	B	2.45 m	C	7425 m	D	0.0245 m

almanahj.com

مخرج التعلم 7: $I = mr^2$؛ وΣI لعدة كتل

Learning Outcome 7: $I = mr^2$; ΣI for several masses

Moment of inertia I is the resistance of a body to a change in its rotational motion. For a point mass at distance r from the axis $I = mr^2$; for several masses $I = \Sigma\, m\, r^2$ (the axis position matters). Newton's second law for rotation: $\Sigma\tau = I\alpha$. The moment of inertia of extended bodies depends on their shape and the axis (see the table).

عزم القصور الذاتي I هو مقاومة الجسم للتغير في حالته الحركية الدورانية. لكتلة نقطية تبعد r عن المحور $I = mr^2$؛ ولعدة كتل $I = \Sigma\, m\, r^2$ (ويتوقف على موضع المحور). وقانون نيوتن الثاني للدوران: $\Sigma\tau = I\alpha$. ويعتمد عزم القصور للأجسام الممتدة على شكلها ومحور الدوران (انظر الجدول).

الجدول 2 عزم القصور الذاتي لأجسام متعددة

الجسم	موقع المحور	الرسم	عزم القصور الذاتي
حلقة غير عريضة نصف قطرها r	منتصف القطر	المحور r	mr^2
قرص صلب منتظم الشكل نصف قطره r	في المنتصف	المحور r	$mr^2\left(\frac{1}{2}\right)$
جسم كروي منتظم الشكل نصف قطره r	في المنتصف	المحور r	$mr^2\left(\frac{2}{5}\right)$
ساق طويلة منتظمة الشكل طولها l	في المنتصف	المحور l	$ml^2\left(\frac{1}{12}\right)$
ساق طويلة منتظمة الشكل طولها l	عند نهايتها	المحور l	$ml^2\left(\frac{1}{3}\right)$
صفيحة رقيقة مستطيلة الشكل طولها l وعرضها w	في المنتصف	المحور l w	$\left(\frac{1}{12}\right)m(l^2 + w^2)$

عزم القصور الذاتي لأجسام شائعة

Moments of inertia of common shapes

Worked example: two 0.30 kg masses at the ends of a 0.66 m light rod, axis through the midpoint. r = 0.33 m; $I = 2 \times 0.30 \times 0.33^2 = 0.065$ kg·m².

مثال محلول: كتلتان 0.30 kg عند طرفي قضيب خفيف طوله 0.66 m ومحور الدوران عند منتصفه. r = 0.33 m؛

$I = 2 \times 0.30 \times 0.33^2 \approx 0.065$ kg·m².

ماكس بلانك في الفيزياء

$I = m r^2$ $I = \Sigma m r^2$

$\Sigma\tau = I \alpha$

hoop: $I = MR^2$ solid cylinder: $I = \frac{1}{2}MR^2$ solid sphere: $I = \frac{2}{5}MR^2$

thin rod: about centre $I = (1/12)ML^2$ about end $I = (1/3)ML^2$

Common mistake: Using the distance between the masses instead of the distance to the axis; adding I of different axes.

خطأ شائع: استخدام المسافة بين الكتلتين بدل بعد كل كتلة عن المحور؛ وجمع عزوم قصور حول محاور مختلفة.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

29. عزم القصور الذاتي لكتلة نقطية m على بُعد r من المحور ووحدته:

The moment of inertia of a point mass m at distance r from the axis, and its SI unit:

A	$I = mr$, kg·m	B	$I = mr^2$, kg·m²	C	$I = mr^2$, kg·m/s	D	$I = \frac{1}{2}mr^2$, N·m

30. عصا: كتلتان 0.30 kg عند طرفي ساق خفيفة طولها 0.66 m. عزم قصورها حول منتصفها:

Baton: two 0.30 kg masses at the ends of a 0.66 m light rod. I about its midpoint is:

A	0.131 kg·m²	B	0.196 kg·m²	C	0.0653 kg·m²	D	0.0327 kg·m²

31. للعصا السابقة، نقل المحور من المنتصف إلى أحد الطرفين يجعل I:

For the baton above, moving the axis from the midpoint to one end makes I:

A	ضعف القيمة twice as large	B	نصف القيمة half as large
C	دون تغير unchanged	D	أربعة أمثال four times as large

32. تنتقل كتلتان متساويتان من 0.3 m إلى 0.6 m عن محور أرجوحة. يزداد عزم القصور بمعامل:

Two equal masses move from 0.3 m to 0.6 m from the pivot of a see-saw. I of the system increases by a factor of:

A	2	B	3	C	2.5	D	4

almanahj.com

مخرج التعلم 8: تحديد مركز الكتلة عمليًا؛ وأثره في الاستقرار

Learning Outcome 8: Locate CM experimentally; effect on stability

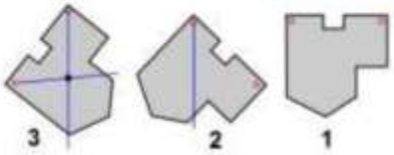
The centre of mass (CM) is the point of a body that moves as a point particle would. For a uniform body it lies at the geometric centre. For an irregular body, hang it from a point and draw a vertical (plumb) line from the suspension point; repeat from a second point: the CM is where the lines cross. A body is stable if its CM is above its base; a low CM and a wide base increase stability, and a body topples when its CM moves outside the base.

مركز الكتلة نقطة في الجسم تتحرك كما يتحرك الجسيم النقطي. وفي الجسم المنتظم يقع في مركزه الهندسي. وللجسم غير المنتظم نعلّقه من نقطة ونرسم الخط الرأسي من نقطة التعليق، ونكرر من نقطة ثانية فيكون مركز الكتلة عند تقاطع الخطين. ويكون الجسم مستقرًا إذا وقع مركز كتلته فوق قاعدته؛ وكلما انخفض مركز الكتلة واتسعت القاعدة زاد الاستقرار، وينقلب الجسم إذا خرج مركز كتلته عن قاعدته.



استقرار المركبات

Stability of vehicles



تعيين مركز كتلة جسم غير منتظم

Finding the CM of an irregular body



مركز الكتلة في أشكال منتظمة

CM of uniform shapes

Reasoning example: a person standing in a bus spreads the feet apart – the base becomes wider, so the CM stays above the base when the bus accelerates.

مثال تفسيري: يباعد الشخص بين قدميه في الحافلة فتتسع قاعدته ويبقى مركز كتلته فوقها عند تسارع الحافلة.

$$x_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$$

Common mistake: Thinking the CM must lie inside the material of the body (a ring's CM is at its centre).

خطأ شائع: الاعتقاد أن مركز الكتلة يقع دائمًا داخل مادة الجسم (مركز كتلة الحلقة في مركزها).

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

34. لتحديد مركز كتلة جسم مسطح غير منتظم تجريبيًا:

To find the centre of mass of a flat irregular object experimentally you:

A	تزنه weigh it	B	تقيس مساحته measure its area
C	تعلقه من نقاط مختلفة وترسم خطوطًا رأسية، ومركز الكتلة عند تقاطعها suspend it from different points and draw vertical lines; the CM is where they cross	D	تدوره بسرعة spin it fast

35. يكون الجسم أكثر ثباتًا عندما يكون مركز كتلته:

A body is more stable when its centre of mass is:

A	أخفض lower	B	أعلى higher
C	خارج قاعدته outside its base	D	عند حافته on its edge

36. أي تغيير يجعل المركبة أقل عرضة للانقلاب؟

Which change makes a vehicle LEAST likely to roll over?

A	رفع الحمولة على السقف Raising the load on the roof	B	تضييق عرض العجلات Narrowing the wheel track
C	رفع الركاب إلى أعلى Moving passengers upward	D	خفض مركز الكتلة وتوسيع المسافة بين العجلات Lowering the CM and widening the track

38. ينقلب الصندوق عندما يقع الخط الرأسي المار بمركز كتلته:

A box tips over when the vertical line through its CM:

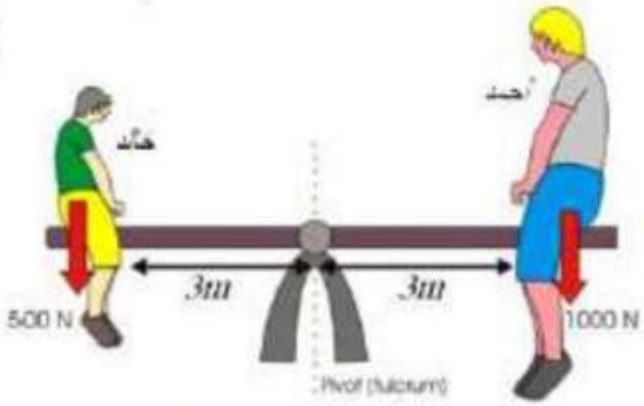
A	داخل قاعدته stays inside its base	B	عبر محور الدوران فقط passes through the pivot only
C	خارج قاعدة ارتكازه moves outside its base of support	D	أفقيًا is horizontal

مخرج التعلم 9: $\Sigma F = 0$ و $\Sigma \tau = 0$

Learning Outcome 9: $\Sigma F = 0$ and $\Sigma \tau = 0$

A body is in static equilibrium when its velocity and angular velocity are zero (or constant). Two conditions are required: (1) $\Sigma F = 0$ – translational equilibrium; (2) $\Sigma \tau = 0$ about any axis – rotational equilibrium. To solve a problem choose a convenient axis (for example the point where an unknown force acts), write the sign of each torque, and apply both conditions.

يكون الجسم في اتزان استاتيكي عندما تكون سرعته المتجهة وسرعته الزاوية صفرًا أو ثابتتين. ويلزم شرطان: (1) $\Sigma F = 0$ – الاتزان الانتقالي؛ (2) $\Sigma \tau = 0$ حول أي محور – الاتزان الدوراني. ولحل المسألة نختار محورًا مناسبًا (مثل نقطة تأثير قوة مجهولة) ونكتب إشارة كل عزم ثم نطبق الشرطين.



لعبة الميزان: العزوم حول نقطة الارتكاز

Seesaw: torques about the pivot

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma \tau = 0$$

Common mistake: Writing only $\Sigma \tau = 0$ and forgetting the support reaction forces in $\Sigma F = 0$.

خطأ شائع: كتابة $\Sigma \tau = 0$ فقط ونسيان قوى رد فعل الحوامل في $\Sigma F = 0$.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

39. لكي يكون الجسم في اتزان استاتيكي يلزم:

For static equilibrium an object needs:

A	$\Sigma F = 0$ and $\Sigma \tau = 0$	B	$\Sigma F = 0$ only
C	$\Sigma \tau = 0$ only	D	$\Sigma F \neq 0$ and $\Sigma \tau = 0$

ماكس بلاك في الفيزياء
ماكس بلاك في الفيزياء

40. قوة تؤثر عبر مركز كتلة جسم فتسارعه دون دوران. الجسم في:

A force acts through an object's centre of mass, accelerating it with no rotation. The object is:

A	اتزان استاتيكي in static equilibrium	B	اتزان انتقالي in translational equilibrium
C	اتزان دوراني لا انتقالي in rotational but not translational equilibrium	D	لا سكون ولا حركة neither in rest nor motion

41. قوتان متساويتان متعاكستان متوازيتان تؤثران في نقطتين مختلفتين من جسم. إذن:

Two equal, opposite, parallel forces act at different points of a body. Then:

A	$\Sigma F = 0$ and $\Sigma \tau = 0$	B	$\Sigma F = 0$ but $\Sigma \tau \neq 0$
C	$\Sigma F \neq 0$ and $\Sigma \tau = 0$	D	$\Sigma F \neq 0$ and $\Sigma \tau \neq 0$

42. الاتزان الانتقالي يعني أن:

Translational equilibrium means:

A	محصلة العزوم صفر the net torque is zero	B	الجسم لا يدور the object is not rotating
C	المجموع الاتجاهي للقوى الخارجية صفر the vector sum of external forces is zero	D	الجسم ساكن the object is at rest

43. الاتزان الدوراني يعني أن:

Rotational equilibrium means:

A	المجموع الإشاري للعزوم حول أي محور صفر the signed sum of torques about any axis is zero	B	مجموع القوى صفر the sum of forces is zero
C	السرعة الزاوية صفر دائمًا the angular speed is always zero	D	مركز الكتلة عند المحور the CM is at the pivot

مخرج التعلم 10: القوة الظاهرية في إطار مرجعي دوّار

Learning Outcome 10: Apparent force in rotating frame

In a rotating frame such as the Earth, a freely moving object appears to be deflected. This apparent (fictitious) force is the Coriolis force; it is not a real interaction. On Earth it deflects winds and ocean currents to the right in the northern hemisphere and to the left in the southern hemisphere, which makes large cyclones rotate counter-clockwise in the north and clockwise in the south.

في إطار مرجعي دوّار مثل الأرض يبدو أن الجسم المتحرك بحرية ينحرف عن مساره، وهذه القوة الظاهرية (الوهمية) هي قوة كوريوليس وليست تأثيرًا حقيقيًا. وعلى الأرض تحرف الرياح والتيارات المائية نحو اليمين في نصف الكرة الشمالي ونحو اليسار في الجنوبي، فتدور الأعاصير الكبيرة عكس عقارب الساعة في الشمال ومع عقاربها في الجنوب.

Coriolis effect: apparent deflection in a rotating frame

Common mistake: Treating the Coriolis force as a real force exerted by another body.

خطأ شائع: اعتبار قوة كوريوليس قوة حقيقية يؤثر بها جسم آخر.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

44. توصف قوة كوريوليس بأنها:

The Coriolis "force" is best described as:

A	قوة حقيقية ناتجة عن تلامس a real force from a contact	B	قوة ظاهرية تُلاحظ في إطار دوار وتبدو وكأنها تحرف الأجسام المتحركة an apparent force seen in a rotating frame that seems to deflect moving objects
C	قوة جاذبية a gravitational force	D	قوة مغناطيسية a magnetic force

45. تُقذف كرة عبر قرص دوّار. يرى مراقب ثابت خارجه مسارها:

A ball is thrown across a rotating disk. A fixed outside observer sees its path as:

A	منحنيًا curved	B	حلزونيًا a spiral
C	خطًا مستقيمًا بسرعة أفقية ثابتة a straight line at constant horizontal speed	D	لا حركة zero motion

ماكس بلانك في الفيزياء

46. بالنسبة إلى مراقب على القرص الدوّار يبدو مسار الكرة:

For an observer on the rotating disk, the ball's path appears:

A	منحنيًا وكأن قوة تحرفه curved, as if a force deflected it	B	مستقيمًا straight
C	ساكنًا stationary	D	رأسيًا vertical

47. يطلق مدفع قذيفة شمالًا من نقطة على الأرض فتسقط شرق الهدف لأن:

A cannon fires due north from a point on Earth. The shell lands east of the target because:

A	الرياح تهب شرقًا wind blows east	B	الجاذبية أضعف شرقًا Earth's gravity is weaker in the east
C	القذيفة تبدأ بسرعة شرقية أكبر من سرعة الأرض في الشمال the shell starts with a larger eastward speed than ground farther north	D	القذيفة تتسارع شرقًا بنفسها the shell speeds up eastward by itself

48. بسبب تأثير كوريوليس تدور الأعاصير الكبيرة:

Because of the Coriolis effect, large cyclones rotate:

A	مع عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي clockwise in the northern hemisphere	B	عكس عقارب الساعة في الشمالي ومع عقاربها في الجنوبي counterclockwise in the northern and clockwise in the southern hemisphere
C	عكس عقارب الساعة في النصفين counterclockwise in both hemispheres	D	دون اتجاه مفضل without a preferred direction

أسئلة الاختيار من متعدد – الوحدة الثانية: الدفع والزخم

Multiple-Choice Learning Outcomes – Unit 2: Impulse and Momentum

مخرج التعلم 11: القوى أثناء الضربة؛ واشتقاق $F\Delta t = \Delta p$

Learning Outcome 11: Forces during a hit; derive $F\Delta t = \Delta p$

When a force acts on an object for a time interval Δt its momentum changes. Impulse is the product of the average net force and the time interval, J = F Δt (N·s); it is a vector in the direction of the net force. Momentum is p = mv (kg·m/s), a vector. Derivation: F = ma = m(v_f − v_i)/Δt, so F Δt = m v_f − m v_i. The impulse equals the change in momentum (impulse–momentum theorem), and F = Δp/Δt – Newton's second law in its general form.

عندما تؤثر قوة في جسم خلال زمن Δt يتغير زخمه. الدفع هو حاصل ضرب متوسط القوة المحصلة في الزمن J = F Δt بوحدة N·s، وهو كمية متجهة في اتجاه القوة المحصلة. والزخم p = mv بوحدة kg·m/s وهو متجه. الاشتقاق: F = ma = m(v_f − v_i)/Δt ومنه F Δt = m v_f − m v_i. فالدفع يساوي التغير في الزخم (نظرية الدفع–الزخم)، و F = Δp/Δt وهي الصيغة العامة لقانون نيوتن الثاني.

Worked example: a driver brakes; the average braking force is 5.0×10^3 N for 2.0 s. The impulse is J = FΔt = $5.0\times10^3 \times 2.0 = 1.0\times10^4$ N·s, opposite to the motion, and the car's momentum decreases by 1.0×10^4 kg·m/s.

مثال محلول: يضغط سائق المكابح فتكون متوسط قوة الكبح 5.0×10^3 N لمدة 2.0 s. الدفع $J = F\Delta t = 5.0\times10^3 \times 2.0 = 1.0\times10^4$ N·s عكس اتجاه الحركة، وينقص زخم السيارة بمقدار 1.0×10^4 kg·m/s.

$$p = m\,v$$

$$J = F\,\Delta t$$

$$J = \Delta p = m\,(v_f - v_i)$$

$$F = \Delta p \,/\, \Delta t$$

Common mistake: Confusing momentum (a state of motion) with impulse (the change in momentum); ignoring the sign of the direction.

خطأ شائع: الخلط بين الزخم (حالة الحركة) والدفع (التغير في الزخم)؛ وإهمال إشارة الاتجاه.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

49. أثناء تصادم المضرب بالكرة تزداد القوة على الكرة إلى قيمة عظمى ثم:

During a bat–ball collision the force on the ball rises to a maximum and then:

A	تبقى ثابتة stays constant	B	تستمر في الزيادة keeps increasing
C	تعود إلى الصفر falls back to zero	D	تصبح سالبة دائمًا becomes negative forever

50. بإعادة كتابة قانون نيوتن الثاني (F = ma) نحصل على الدفع:

Newton's second law (F = ma) rewritten gives impulse as:

A	$F\Delta t = m\Delta v = \Delta p$	B	$F/\Delta t = \Delta p$	C	$F + \Delta t = \Delta p$	D	$Fm = \Delta v$

51. وحدة الدفع في النظام الدولي تكافئ:

The SI unit of impulse is equivalent to:

A	N/s	B	J	C	$kg \cdot m/s^2$	D	kg·m/s

52. كرة كتلتها 0.145 kg (سرعتها الابتدائية 47 m/s–؛ تتلقى دفعًا 15 N·s+. سرعتها النهائية:

A 0.145 kg ball (initial velocity −47 m/s; assumed, value illegible in the scan) receives an impulse of +15 N·s. Its final velocity is:

A	−47 m/s	B	+56 m/s	C	+103 m/s	D	−150 m/s

53. يكون الدفع المؤثر في جسم صفرًا عندما:

The impulse on an object is zero when:

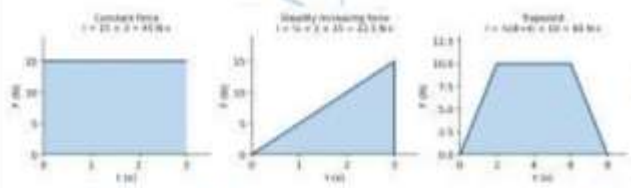
A	تكون كتلته صغيرة its mass is small	B	تكون القوة كبيرة the force is large
C	لا يتغير زخمه its momentum does not change	D	يتحرك بسرعة it moves fast

مخرج التعلم 12: القوة الثابتة والمتوسطة والمساحة تحت منحنى F–t

Learning Outcome 12: Constant force, average force, area under F–t

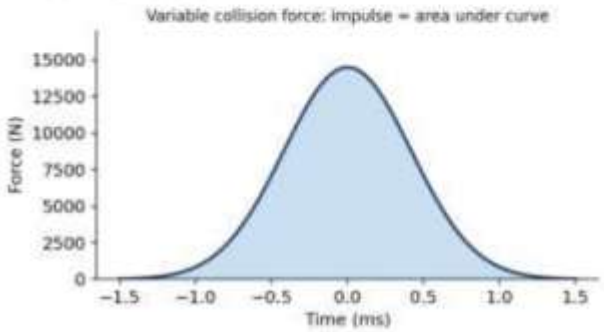
Impulse can be found in three ways: (1) $J = F\,\Delta t$ for a constant (or average) force; (2) $J = \Delta p = m(v_f - v_i)$ from the change in momentum; (3) from a force–time graph, J equals the area under the curve (rectangle, triangle, trapezoid, or counting squares). For a varying force, $F\,\Delta t$ uses the average net force.

يمكن إيجاد الدفع بثلاث طرق: (1) $J = F\,\Delta t$ للقوة الثابتة أو المتوسطة؛ (2) $J = \Delta p = m(v_f - v_i)$ من التغير في الزخم؛ (3) من منحنى القوة–الزمن حيث يساوي الدفع المساحة تحت المنحنى (مستطيل أو مثلث أو شبه منحرف أو بعد المربعات). وللقوة المتغيرة تُستخدم متوسط القوة المحصلة.



منحنيات القوة–الزمن

Force–time graphs



قوة متغيرة: الدفع = المساحة تحت منحنى F–t

Variable force: impulse = area under the F–t curve

$$J = F\,\Delta t$$

$$J = \Delta p = m\,(v_f - v_i)$$

J = area under the F–t graph

Common mistake: Forgetting to convert g and ms to kg and s; using the area under the graph with the wrong units.

خطأ شائع: نسيان تحويل g وms إلى kg وs؛ وحساب المساحة تحت المنحنى بوحدات خاطئة.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

54. في حالة القوة الثابتة يساوي الدفع:

For a constant force, impulse equals:

A. $F \times \Delta t$ B. $F / \Delta t$ C. $F + \Delta t$ D. $F \times \Delta x$

55. المساحة تحت منحنى (القوة – الزمن) تمثل:

The area under a force–time graph represents:

A	السرعة velocity	B	الطاقة الحركية kinetic energy
C	الموضع position	D	الدفع impulse

56. جسم كتلته 7.0 kg يتحرك بسرعة 2.0 m/s يتلقى دفعًا 5 N·s+ في اتجاه حركته. سرعته الجديدة:

A 7.0 kg object moves at 2.0 m/s and receives a +5 N·s impulse in its direction of motion. Its new speed is:

A	2.0 m/s	B	2.7 m/s	C	7.0 m/s	D	0.71 m/s

57. ثم يتلقى الجسم نفسه دفعًا 5 N·s– أيضًا (المسألة 3). سرعته النهائية:

The same object then receives a −5 N·s impulse as well (Practice Problem 3). Its final velocity is:

A	0 m/s	B	2.7 m/s
C	2.0 m/s في الاتجاه الأصلي 2.0 m/s in the original direction	D	−2.0 m/s

58. للقوة المتغيرة يمكن إيجاد الدفع من:

For a varying force, the average impulse can be found from:

A	متوسط القوة × الفترة الزمنية أو المساحة تحت منحنى F–t average force × time interval, or area under the F–t graph	B	أقصى قوة × الزمن maximum force × time
C	الكتلة × أقصى سرعة mass × maximum speed	D	ميل منحنى F–t the slope of the F–t graph

Mr.Eslam Salem

مخرج التعلم 13: تعريف النظام؛ والارتداد والدفع

Learning Outcome 13: Define system; recoil, propulsion

A system is the group of objects we study. An isolated system has no net external force, and a closed system neither gains nor loses mass. For an isolated closed system the total momentum is conserved: Σp_initial = Σp_final. In a collision the two objects exert equal and opposite forces for the same time, so what one gains the other loses. Momentum is a vector: choose a positive direction first.

النظام مجموعة الأجسام قيد الدراسة. النظام المعزول لا تؤثر فيه قوة خارجية محصلة، والنظام المغلق لا تدخل ولا تخرج منه كتلة. وفي نظام معزول مغلق يكون الزخم الكلي محفوظًا: Σp قبل = Σp بعد. وأثناء التصادم يؤثر الجسمان بقوتين متساويتين متعاكستين خلال الزمن نفسه فما يكسبه أحدهما يفقده الآخر. والزخم متجه، لذا نختار أولًا اتجاهًا موجبًا.

Collisions: elastic (momentum and kinetic energy conserved), inelastic (momentum conserved, kinetic energy not), perfectly inelastic (objects stick, momentum conserved, maximum loss of kinetic energy). Recoil: a system at rest has zero total momentum, so after a "explosion" m_A v_A = −m_B v_B.

التصادمات: مرن (يُحفظ الزخم والطاقة الحركية)، وغير مرن (يُحفظ الزخم فقط)، وتام عدم المرونة (يلتحم الجسمان ويُحفظ الزخم مع أكبر فقد للطاقة الحركية). الارتداد: النظام الساكن زخمه الكلي صفر، لذا بعد «الانفجار» m_A v_A = −m_B v_B.



أنواع التصادم: الارتداد والالتحام

Types of collisions: bounce apart and stick together

Worked example 1: a 1875 kg car at 23 m/s hits from behind a 1025 kg car at 17 m/s and they stick:

مثال 1: سيارة كتلتها 1875 kg بسرعة 23 m/s تصطدم من الخلف بسيارة كتلتها 1025 kg بسرعة 17 m/s فتلتحمان:

ملاحظات وقوانين مهمة
Important Notes & Equations

$$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_1f + m_2v_2f$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)\ v_f \quad \text{(stick together)}$$

$$0 = mA\ vA + mB\ vB \quad \text{(recoil from rest)}$$

Common mistake: Forgetting signs of velocities; assuming kinetic energy is conserved in every collision; applying the law when a large external force acts.

خطأ شائع: نسيان إشارات السرعات؛ والظن أن الطاقة الحركية محفوظة في كل تصادم؛ وتطبيق القانون مع وجود قوة خارجية كبيرة.

الأسئلة الاختبارية
Exam Questions

59. في تصادم كرتين، القوتان المتبادلتان بينهما:

In a collision between two balls, the forces they exert on each other are:

A	متساويتان مقدارًا وفي الاتجاه نفسه equal in size, same direction	B	أكبر على الكرة الأثقل larger on the heavier ball
C	صفر zero	D	متساويتان مقدارًا ومتعاكستان اتجاهًا equal in size, opposite in direction

60. يُحفظ زخم المنظومة عندما تكون:

Momentum of a system is conserved when the system is:

A	مفتوحة وتؤثر فيها قوى خارجية open with outside forces	B	مغلقة ومحصلة القوى الخارجية صفر (معزولة) closed with zero net external force (isolated)
C	أي منظومة any system at all	D	متسارعة accelerating

almanahj.com

61. جسمان يلتصقان بعد التصادم. أي معادلة هي الأنسب؟

Two objects stick together after collision. Which equation is most appropriate?

A	$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_1f + m_2v_2f$	B	$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1 + m_2)v_f$
C	$0 = m_1v_1 + m_2v_2$ فقط دائمًا	D	$F = m\,a$

62. يقف متزلجان كتلتاهما 50 kg و75 kg متقابلين على الجليد ثم يتدافعان. أيهما سرعته أكبر؟

A	صاحب الكتلة 50 kg	B	صاحب الكتلة 75 kg	C	متساويتان	D	لا تكفي المعلومات

63. عربة كتلتها 2.0 kg تتحرك بسرعة 3.0 m/s تلتحم بعربة كتلتها 1.0 kg ساكنة. السرعة بعد الالتحام:

A	1.0 m/s	B	1.5 m/s	C	2.0 m/s	D	3.0 m/s

64. تطلق بندقية كتلتها 4.0 kg رصاصة كتلتها 0.010 kg بسرعة 400 m/s. مقدار سرعة ارتداد البندقية:

A	0.10 m/s	B	1.0 m/s	C	10 m/s	D	100 m/s

65. في التصادم تام عدم المرونة (التحام الجسمين):

A	يُحفظ الزخم ولا تُحفظ الطاقة الحركية	B	تُحفظ الطاقة الحركية ولا يُحفظ الزخم
C	يُحفظ كلاهما	D	لا يُحفظ أيٌّ منهما

66. نظام معزول زخمه الكلي قبل التصادم 12 kg·m/s؛ زخمه الكلي بعد التصادم:

A	صفر	B	6 kg·m/s	C	12 kg·m/s	D	24 kg·m/s

67. جسمان زخماهما متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه تصادما والتحما. بعد التصادم:

A	يتوقفان معًا	B	يتحركان في اتجاه الجسم الأخف
C	يتحركان في اتجاه الجسم الأثقل	D	لا يمكن التحديد

مخرج التعلم 14: نظرية الدفع–الزخم في الحياة اليومية

Learning Outcome 14: Impulse–momentum theorem in life

From $F = \Delta p/\Delta t$, for the same change in momentum the average force is smaller when the time of the stop is longer. Air bags, crumple zones, bending the knees on landing, and catching a ball with the hands moving back all increase the stopping time and so reduce the force. A large impulse needs a large force acting for long enough.

من العلاقة $F = \Delta p/\Delta t$، عند التغير نفسه في الزخم تقل متوسط القوة كلما زاد زمن التوقف. فالوسادة الهوائية ومناطق التجعد وثني الركبتين عند الهبوط وسحب اليدين عند التقاط الكرة كلها تزيد زمن التوقف فتقلل القوة. أما الدفع الكبير فيحتاج قوة كبيرة تؤثر زمنًا كافيًا.

Worked example: a 1400 kg car moving at 15 m/s stops in 0.30 s against a pole: $F = \Delta p/\Delta t = 1400 \times 15 / 0.30 = 7.0\times10^4$ N. If an air bag extends the stop to 1.0 s: $F = 2.1\times10^4$ N.

مثال محلول: سيارة كتلتها 1400 kg بسرعة 15 m/s تتوقف خلال 0.30 s باصطدامها بعمود:

$F = \Delta p/\Delta t = 1400 \times 15 / 0.30 = 7.0\times10^4$ N فإن 1.0 s. وإذا مدّت الوسادة الهوائية زمن التوقف إلى $F = 2.1\times10^4$ N.

ملاحظات وقوانين مهمة

Important Notes & Equations

$F = \Delta p / \Delta t$ (same Δp: larger $\Delta t \Rightarrow$ smaller F)

Common mistake: Believing that an air bag reduces the impulse; it reduces the force by increasing the time (the impulse is the same).

خطأ شائع: الظن أن الوسادة الهوائية تقلل الدفع؛ فهي تقلل القوة بزيادة الزمن بينما الدفع نفسه.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

68. يتوقف السائق في حادث. مع الوسادة الهوائية تكون القوة المتوسطة أقل لأن:

A driver stops in a crash. With an air bag the average force on the driver is smaller because:

A	الدفع أكبر the impulse is larger	B	زمن التوقف أقصر the stopping time is shorter
C	زمن التوقف أطول لنفس الدفع the stopping time is longer for the same impulse	D	كتلة السائق أقل the driver's mass is smaller

69. تثني ركبتيك عند الهبوط حتى:

You bend your knees when landing so that:

A	يكبر التغير في الزخم the momentum change is larger	B	يطول زمن التوقف فتقل القوة the stopping time is longer so the force is smaller
C	يزداد الدفع the impulse increases	D	تتوقف أسرع you stop sooner

70. أي تطبيق يعتمد على زيادة زمن التصادم؟

Which application relies on increasing the time of impact?

A	منطقة الانبعاج في السيارة Crumple zone of a car	B	طرق مسمار Hammering a nail
C	ضربة كاراتيه Karate chop	D	اصطدام رصاصة Bullet impact

71. تقلل الوسادة الهوائية الإصابة أيضًا لأنها:

An air bag also reduces injury because it:

A	تضيف زخمًا adds momentum	B	توقف السيارة stops the car
C	تزيد القوة increases the force	D	توزع القوة على مساحة أكبر من الجسم spreads the force over a larger area of the body

72. للحصول على دفع كبير من قوة صغيرة يجب التأثير بها:

To get a large impulse from a small force you must apply it:

A	لزمن قصير جدًا for a very short time	B	لزمن طويل for a long time
C	بزاوية كبيرة at a large angle	D	مرة واحدة فقط only once

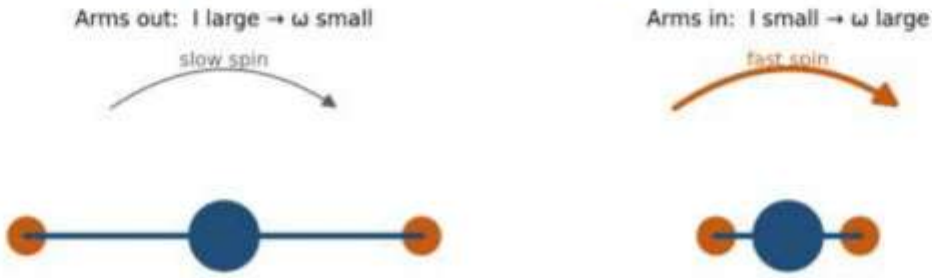
ماكس بلاك في الفيزياء
ماكس بلاك في الفيزياء
Mr.Eslam Salem Eltwaab

مخرج التعلم 15: تغير الشكل ⇐ تغير ω؛ الغطس والتزلج

Learning Outcome 15: Shape change ⇒ω change; diving, skating

Angular momentum of a rotating body is L = Iω (kg·m²/s). The angular impulse equals the change in angular momentum, τΔt = L_f − L_i. When no net external torque acts, L is constant, so changing the shape of the body changes I and therefore ω: a diver or skater who tucks in the arms and legs decreases I and spins faster; extending them increases I and slows the spin.

الزخم الزاوي للجسم الدوار L = Iω بوحدة kg·m²/s. والدفع الزاوي يساوي التغير في الزخم الزاوي τΔt = L_f − L_i. وعند انعدام العزم الخارجي المحصل يبقى L ثابتًا، فتغير شكل الجسم يغير I ومن ثم ω: الغطاس أو المتزلج الذي يضم ذراعيه وساقيه يقل I فتزداد سرعته الزاوية، وإذا باعدهما زاد I وقلت السرعة الزاوية.



المتزلج: نقص I ⇐ زيادة ω

Skater: I decreases ⇒ω increases

A student sitting on a free-turning stool has an initial moment of inertia of Ii = 2.25kg\ m2 and rotates with an initial angular velocity The student pulls the weights inward, causing the moment of inertia to decrease to If = 1.80 kg\ m2. What is the final angular velocity in terms ?

جسم عزم قصوره الذاتي الابتدائي 2.25 kg·m² = إيدور بحرية حول محور ثابت بسرعة زاوية ابتدائية ωi إذا قام الطالب الجالس على كرسي متحرك بسحب الثقلين نحو الداخل بحيث انخفض عزم القصور الذاتي للنظام إلى 1.80 kg·m²، فما مقدار السرعة الزاوية النهائية بدلالة السرعة الابتدائية ؟ وما نوع الكمية الفيزيائية المحفوظة في هذا النظام؟

$$I_i\omega_i = I_f\omega_f \implies 2.25\,\omega_i = 1.80\,\omega_f \implies \omega_f = \frac{2.25}{1.80}\,\omega_i = 1.25\,\omega_i$$

$$L = I\,\omega$$

$$L = r\,p\,\sin\theta$$

$$I_i\,\omega_i = I_f\,\omega_f$$

Common mistake: Thinking that ω stays constant when I changes; angular momentum (not ω) is what is conserved.

خطأ شائع: الظن أن ω تبقى ثابتة عند تغير I؛ فالمحفوظ هو الزخم الزاوي وليس ω.

الأسئلة الاختبارية
Exam Questions

73. يُعرَّف الزخم الزاوي لجسم دوّار بأنه:

The angular momentum of a rotating object is defined as:

A	$L = mv$	B	$L = \tau\Delta t$
C	$L = I\omega$	D	$L = I\alpha$

74. تضم متزلجة ذراعيها. عزم قصورها ___ وسرعتها الزاوية ___.

A skater pulls her arms in. Her moment of inertia ___ and angular speed ___.

A	يقل؛ تزداد decreases; increases	B	يزداد؛ تقل increases; decreases
C	يقل؛ تقل decreases; decreases	D	يبقى ثابتًا؛ تزداد stays the same; increases

75. لزيادة عزم القصور الذاتي لشخص بأكبر قدر:

To increase her moment of inertia the most, a person should:

A	سحب الذراعين للداخل pull the arms in	B	ضم الساقين bring the legs together
C	ثني الركبتين bend the knees	D	مد الذراعين بعيدًا عن المحور stretch the arms far from the axis

76. يضم غطاس جسمه في الهواء. الزخم الزاوي ثابت لذا فإن الضم:

A diver tucks in the air. Angular momentum is constant, so tucking:

A	يزيد I ويبطئ الدوران increases I and slows rotation	B	يقلل I ويسرّع الدوران decreases I and speeds up rotation
C	يُبقي ω ثابتة keeps ω constant	D	يزيل الزخم الزاوي removes the angular momentum

ماكس بلاتك في الفيزياء

مخرج التعلم 16: النظام؛ التزلج على الجليد والدوامات والجيروسكوب
Learning Outcome 16: System; ice skating, tops, gyroscopes

Conservation of angular momentum: for a closed system with no net external torque, $I_i \omega_i = I_f \omega_f$. Friction or any external torque spoils the conservation. Applications: ice skating (spin starts with a push on the ice, spin rate changes with arm position), diving, spinning tops and gyroscopes, which keep the direction of their axis because their angular momentum is conserved.

حفظ الزخم الزاوي: في نظام مغلق لا يؤثر فيه عزم خارجي محصل يكون $I_i \omega_i = I_f \omega_f$. ويبطل الحفظ مع وجود احتكاك أو عزم خارجي.
من التطبيقات: التزلج على الجليد (يبدأ الدوران بدفع الجليد ويتغير معدله بوضع الذراعين) والغطس والدوامات والجيروسكوب الذي يحافظ على اتجاه محوره لحفظ زخمه الزاوي.

An ice skater is spinning with an initial moment of inertia I_i and an initial angular velocity ω_i If the skater pulls her arms inward such that her moment of inertia is halved $I_f = 0.5I_i$ what happens to her final angular velocity ω_f. and her rotational kinetic energy (Krot)?

تتحرك متزلجة على الجليد وهي تدور حول محورها بسرعة زاوية ابتدائية ω_i وعزم قصور ذاتي ابتدائي I_i إذا قامت بضم ذراعيها للداخل بحيث انخفض عزم قصورها الذاتي إلى النصف $I_f = 0.5I_i$ ، فماذا يحدث لسرعتها الزاوية النهائية ω_f ولطاقتها الحركية الدورانية(Krot)

1. حفظ الزخم الزاوي (Conservation of Angular Momentum):

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f \implies I_i \omega_i = \left(\frac{1}{2} I_i\right) \omega_f \implies \omega_f = 2\omega_i$$

2. الطاقة الحركية الدورانية (Rotational Kinetic Energy):

$$K_f = \frac{1}{2} I_f \omega_f^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_i\right) (2\omega_i)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_i\right) (4\omega_i^2) = 2 \left(\frac{1}{2} I_i \omega_i^2\right) = 2K_i$$

(أي أن الطاقة الحركية تضاعفت لأن عضلات المتزلج بذلت شغلًا ميكانيكيًا عند ضم الذراعين).

$$L_i = L_f$$

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f$$

$$\tau_{net} \Delta t = \Delta L$$

Common mistake: Applying the law while a friction torque or an external push acts.

خطأ شائع: تطبيق القانون مع وجود عزم احتكاك أو دفع خارجي.

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

78. ينص قانون حفظ الزخم الزاوي على:

The law of conservation of angular momentum states:

A	$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ when net external torque is zero	B	$I\omega = \tau$
C	$I\omega$ increases with time	D	$I\omega = 0$ always

79. وحدة الزخم الزاوي في النظام الدولي:

The SI unit of angular momentum is:

A	kg·m/s	B	kg·m²	C	N·m	D	kg·m²/s

80. يساوي الدفع الزاوي التغير في:

Angular impulse equals the change in:

A	عزم القصور الذاتي moment of inertia	B	الزخم الزاوي angular momentum
C	الموضع الزاوي angular position	D	السرعة الزاوية فقط angular speed only

81. إذا كان العزم الخارجي المحصل على جسم دوّار صفرًا فإن زخمه الزاوي:

If the net external torque on a rotating object is zero, its angular momentum:

A	يزداد increases	B	يقل decreases
C	يبقى ثابتًا remains constant	D	يصبح صفرًا becomes zero

82. إذا تضاعفت السرعة الزاوية وبقي I ثابتًا فإن L:

If the angular speed doubles while I stays the same, L:

A	تتضاعف doubles	B	تصبح النصف halves
C	لا تتغير is unchanged	D	تصبح أربعة أمثال quadruples

ماكس بلانك في الفيزياء

مخرجات التعلم ذات الأسئلة المقالية
Free-Response Learning Outcomes

مخرج التعلم 17-1: تعريف Δθ؛ و ω = Δθ/Δt
Learning Outcome 17-1: Define Δθ; ω = Δθ/Δt

الشرح العلمي
Explanation

Free-response outcome: the explanation is given under Learning Outcome 1 above; the key equations are repeated here.

مخرج تعلم مقالي: الشرح موجود في مخرج التعلم 1 أعلاه، وتتكرر القوانين الأساسية هنا.

$$\Delta\theta = \omega\,\Delta t$$

$$\omega = \Delta\theta / \Delta t$$

$$x = r\,\theta$$

الأسئلة الاختبارية
Exam Questions

83. ما الإزاحة الزاوية لكل عقرب ساعة خلال 1.00 h؟ (أ) عقرب الثواني (ب) عقرب الدقائق (ج) عقرب الساعات. بثلاثة أرقام معنوية.

What is the angular displacement of each hand of a clock in 1.00 h? (a) second hand (b) minute hand (c) hour hand. Three significant digits.

84. يستغرق فيلم ساعتين. ما الإزاحة الزاوية لـ (أ) عقرب الساعات (ب) عقرب الدقائق (ج) عقرب الثواني؟

A movie lasts 2 h. What is the angular displacement of (a) the hour hand (b) the minute hand (c) the second hand?

almanahj.com

85. لعبة فوق سرير طفل تدور دورة كاملة عكس عقارب الساعة كل دقيقة. (أ) ما إزاحتها الزاوية في 3 min؟ (ب) ما سرعتها الزاوية بوحدة rad/min؟ (ج) إذا أُوقفت، هل تسارعها الزاوي موجب أم سالب؟ فسّر.

A toy above a crib makes one complete counterclockwise rotation in 1 min. (a) Angular displacement in 3 min? (b) Angular velocity in rad/min? (c) If it is turned off, is its angular acceleration positive or negative? Explain.

مخرج التعلم 17-2: $\tau = F\,r\sin\theta$؛ ومسائل الاتزان

Learning Outcome 17-2: $\tau = F\,r\sin\theta$; equilibrium problems

Free-response outcome: the explanation is given under Learning Outcome 6 above; the key equations are repeated here.

مخرج تعلم مقالي: الشرح موجود في مخرج التعلم 6 أعلاه، وتتكرر القوانين الأساسية هنا.

$$\tau = F\,r\sin\theta$$

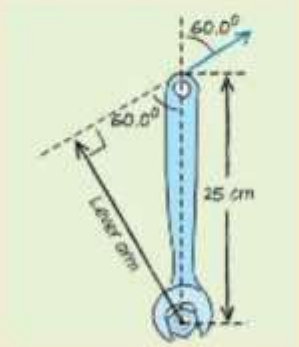
$$\Sigma F = 0 \qquad \Sigma\tau = 0$$

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

86. يجب شد صامولة بعزم 35 N·m باستخدام مفتاح طوله 25 cm يُسحب بزاوية 60.0° على المقبض. (أ) ما طول ذراع القوة وما القوة اللازمة؟ (ب) ما القوة اللازمة إذا أثرت عموديًا على المفتاح؟

A bolt must be tightened with a torque of 35 N·m using a 25 cm wrench pulled at 60.0° to the handle. (a) How long is the lever arm and what force is needed? (PP11) What force is needed if it is applied perpendicular to the wrench?



87. إذا لزم عزم 55.0 N·m لتدوير صامولة وكانت أكبر قوة يمكنك بذلها 135 N، فما طول ذراع القوة اللازم؟

If a torque of 55.0 N·m is required to turn a bolt and the largest force you can exert is 135 N, how long a lever arm must you use?

88. مفتاح طوله 0.234 m يجب أن يعطي عزمًا 32.4 N·m. (أ) بقوة 232 N، ما أصغر زاوية مع المقبض؟ (ب) صديق يستطيع بذل 275 N: ما أصغر زاوية؟

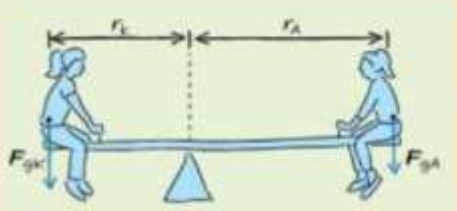
A 0.234 m wrench must give 32.4 N·m. (a) With a force of 232 N, what is the smallest angle with respect to the handle? (b) A friend can exert 275 N: smallest angle?

89. تقف (كتلتك 65 kg) على دواسة دراجة. تميل الدواسة 35° فوق الأفقي وتبعد 18 cm عن مركز الترس. ما العزم الذي تؤثر به؟ ($g = 9.8\ m/s^2$)

You (mass 65 kg) stand on a bicycle pedal. The pedal makes 35° above the horizontal and is 18 cm from the chain-ring centre. What torque do you exert? ($g = 9.8\ m/s^2$)

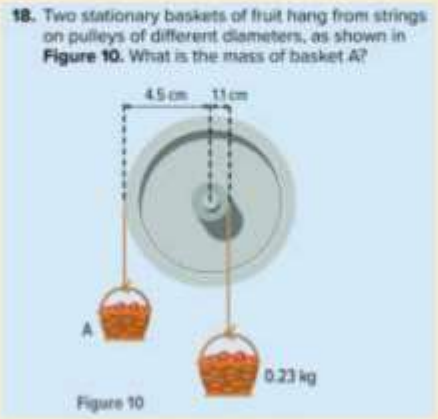
90. تريد كاريان (56 kg) وعائشة (43 kg) الاتزان على أرجوحة طولها 1.75 m. أين يجب وضع نقطة الارتكاز؟ (أهمل كتلة اللوح)

Kariann (56 kg) and Aysha (43 kg) want to balance on a 1.75 m seesaw. Where should the pivot be? (Seesaw is massless.)



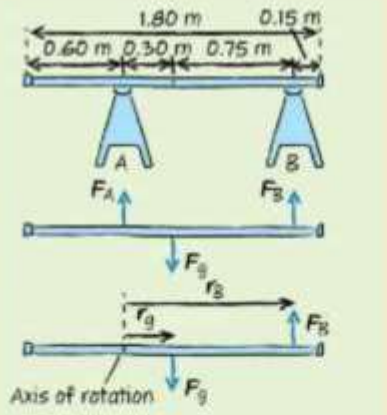
91. سلتا فاكهة ساكنتان معلقتان بخيطين على بكرتين مختلفتي القطر (نصف القطر 4.5 cm للسلة A و1.1 cm للسلة 0.23 kg كما في الشكل). ما كتلة السلة A؟

Two stationary baskets of fruit hang from strings on pulleys of different diameters (radii 4.5 cm for basket A and 1.1 cm for the 0.23 kg basket, read from the figure). What is the mass of basket A?



92. سلم كتلته 5.8 kg وطوله 1.80 m يستقر على حاملين: A يبعد 0.60 m عن أحد الطرفين و B يبعد 0.15 m عن الطرف الآخر. ما القوة التي يؤثر بها كل حامل؟ (g = 9.8)

A 5.8 kg, 1.80 m ladder rests on two sawhorses: A is 0.60 m from one end and B is 0.15 m from the other end. What force does each sawhorse exert? (g = 9.8 m/s²)



93. سلم كتلته 7.3 kg وطوله 1.92 m يستقر على الحامل A (يبعد 0.30 m عن الطرف الأيسر) والحامل B (يبعد 0.45 m عن الطرف الأيمن). المحور عند مركز الكتلة. (أ) العزوم (ب) معادلة الاتزان الدوراني (ج) F_A بدلالة F_g والقيم العددية (د) أثر تحريك A قرب مركز الكتلة.

A 7.3 kg ladder 1.92 m long rests on sawhorse A (0.30 m from the left end) and B (0.45 m from the right end). Axis at the centre of mass. (a) torques (b) rotational equilibrium equation (c) F_A in terms of F_g and numerical forces (d) effect of moving A close to the centre of mass.

40. CHALLENGE A 85-kg diver walks to the end of a diving board. The board, which is 3.5 m long with a mass of 14 kg, is supported at the center of mass of the board and at one end. What are the forces on the two supports?

Figure 20



94. لوح خشبي طوله 4.5 m وكتلته 24 kg له حاملان: أحدهما تحت مركز اللوح مباشرة والآخر عند أحد الطرفين. ما القوتان اللتان يؤثر بهما الحاملان؟

A 4.5 m wooden plank with a 24 kg mass has two supports: one directly under the centre of the board and the other at one end. What forces do the supports exert?

95. غطاس كتلته 85 kg يقف عند طرف لوح غطس طوله 3.5 m وكتلته 14 kg، مدعوم عند مركز كتلته وعند أحد طرفيه. ما القوتان على الحاملين؟ (الافتراض: الغطاس عند الطرف الحر؛ الشكل المطبوع في المصدر هو شكل المسألة 38 — انظر التقرير).

An 85 kg diver stands at the end of a 3.5 m, 14 kg diving board supported at its centre of mass and at one end. What are the forces on the two supports? (Assumed layout: diver at the free end; figure printed in the source is that of PP38 — see report.)

40. CHALLENGE A 85-kg diver walks to the end of a diving board. The board, which is 3.5 m long with a mass of 14 kg, is supported at the center of mass of the board and at one end. What are the forces on the two supports?

Figure 20



مخرج التعلم 18-1: $\tau = I\alpha$؛ الطوق والأسطوانة والكرة والقضيب واللوح

Learning Outcome 18-1: $\tau = I\alpha$; hoop, cylinder, sphere, rod, plate

Free-response outcome: the explanation is given under Learning Outcome 7 above; the key equations are repeated here.

مخرج تعلم مقالي: الشرح موجود في مخرج التعلم 7 أعلاه، وتتكرر القوانين الأساسية هنا.

$$\Sigma\tau = I\,\alpha$$

hoop MR^2 · solid cylinder $\frac{1}{2}MR^2$ · solid sphere $\frac{2}{5}MR^2$ · rod $(1/12)ML^2$ / $(1/3)ML^2$

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

96. باستخدام الجدول 2 احسب عزم القصور الذاتي لـ (أ) حلقة رفيعة (ب) أسطوانة صلبة متجانسة (ج) كرة صلبة متجانسة، نصف قطر كل منها 2.0 m وكتلته 1.0 kg.

Using Table 2, calculate the moment of inertia of (a) a thin hoop (b) a solid uniform cylinder (c) a solid uniform sphere, each of radius 2.0 m and mass 1.0 kg.

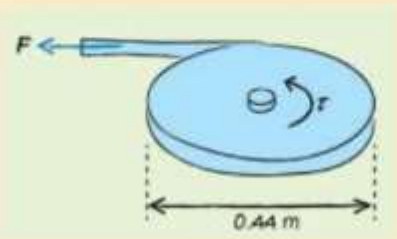


Table 2 Moments of Inertia for Various Objects

Object	Location of Axis	Diagram	Moment of Inertia
Thin hoop of radius r	Through central diameter		mr^2
Solid, uniform cylinder of radius r	Through center		$(\frac{1}{2})mr^2$
Uniform sphere of radius r	Through center		$(\frac{2}{5})mr^2$
Long, uniform rod of length l	Through center		$(\frac{1}{12})ml^2$
Long, uniform rod of length l	Through end		$(\frac{1}{3})ml^2$
Thin, rectangular plate of length l and width w	Through center		$(\frac{1}{12})m(l^2+w^2)$

97. عجلة فولاذية صلبة (15 kg، قطرها 0.44 m) حرة الدوران حول محورها وتبدأ من السكون. يراد أن تصل إلى 8.0 rev/s خلال 15 s. (أ) ما العزم اللازم؟ (ب) ما القوة إذا أُثر بها بسير على الحافة؟

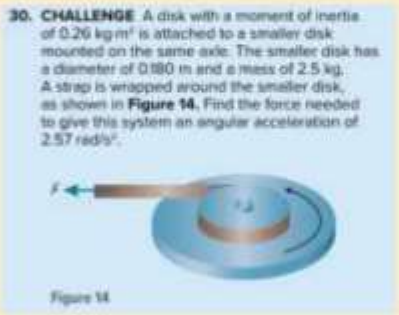
A solid steel wheel (15 kg, diameter 0.44 m) is free to rotate about its central axis; it starts at rest. It must reach 8.0 rev/s in 15 s. (a) What torque must be applied? (b) If applied by a strap on the rim, what force?



almanahj.com

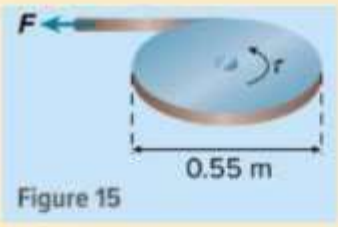
98. قرص عزم قصوره $0.26\ kg\cdot m^2$ مثبت على المحور نفسه مع قرص أصغر (قطره 0.180 m وكتلته 2.5 kg). يُسحب سير ملفوف حول القرص الأصغر. أوجد القوة اللازمة لإعطاء المجموعة تسارعًا زاويًا $2.57\ rad/s^2$.

A disk with $I = 0.26\ kg\cdot m^2$ is mounted on the same axle as a smaller disk (diameter 0.180 m, mass 2.5 kg). A strap around the smaller disk is pulled. Find the force needed to give the system $\alpha = 2.57\ rad/s^2$.



99. عجلة صلبة (5.2 kg، قطرها 0.55 m) ساكنة يجب أن تصل إلى 12 rev/s خلال 35 s. (أ) ما العزم اللازم؟ (ب) ما القوة إذا لُف سير نايلون حول الحافة؟

A solid wheel (5.2 kg, diameter 0.55 m) at rest must reach 12 rev/s in 35 s. (a) What torque must be applied? (b) If a nylon strap is wrapped round the outside, what force?



100. حبل ملفوف حول بكرة (نصف قطرها 0.150 m) يُسحب بقوة 13.0 N. تزداد سرعة البكرة من 0 إلى 14.0 rev/min خلال 4.50 s. ما عزم قصورها الذاتي؟

A rope wrapped around a pulley (radius 0.150 m) is pulled with 13.0 N. The pulley speeds from 0 to 14.0 rev/min in 4.50 s. What is its moment of inertia?

مخرج التعلم 18-2: $L = I\omega$؛ و$\tau\Delta t = L_f - L_i$

Learning Outcome 18-2: $L = I\omega$; $\tau\Delta t = L_f - L_i$

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

101. تدور متزلجة بمعدل 2.5 دورة في الثانية ($I = 0.50\ kg\cdot m^2$). تتوقف خلال 3.0 s بجر أصبع قدمها. أوجد زخمها الزاوي والدفع الزاوي ومتوسط العزم.

An ice-skater spins at 2.5 rotations per second ($I = 0.50\ kg\cdot m^2$). She slows to a stop in 3.0 s by dragging a toe. Find her angular momentum, the angular impulse, and the average torque.

102. شفرة منشار قطرها 0.25 m تدور 5.0×10^3 rpm ($I = 8.0\times10^{-3}\ kg\cdot m^2$). يوفر الاحتكاك عزمًا متوسطًا 2.3×10^{-1} N·m. كم ثانية تحتاج للتوقف؟

A 0.25 m diameter saw blade rotates at 5.0×10^3 rpm ($I = 8.0\times10^{-3}\ kg\cdot m^2$). Friction gives an average torque of 2.3×10^{-1} N·m. How many seconds to stop?

103. يرمي لاعب كرة منحنية تدور بنحو 6.0×10^2 rpm؛ تستغرق الرمية 0.15 s؛ $I = 8.0\times10^{-5}\ kg\cdot m^2$. أوجد السرعة الزاوية للكرة ومتوسط العزم.

A pitcher throws a curve ball rotating about 6.0×10^2 rpm; the throw lasts 0.15 s; $I = 8.0\times10^{-5}$ kg·m². Find the ball's angular velocity and the average torque exerted.

104. جسم عزم قصوره الذاتي 2 kg·m² يدور بسرعة زاوية 1 rad/s. ما زخمه الزاوي؟

A body of moment of inertia 2 kg·m² rotates at 1 rad/s. What is its angular momentum?

ماكس بلانك في الفيزياء

مخرج التعلم 19: p = mv؛ ونظرية الدفع–الزخم

Learning Outcome 19: p = mv; impulse–momentum theorem

Free-response outcome: the explanation is given under Learning Outcome 11 above; the key equations are repeated here.

مخرج تعلم مقالي: الشرح موجود في مخرج التعلم 11 أعلاه، وتتكرر القوانين الأساسية هنا.

$$p = m\,v$$

$$J = F\,\Delta t = \Delta p$$

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

105. مركبة كتلتها 2200 kg بسرعة 94 km/h (26 m/s) تتوقف (أ) برفق خلال 21 s (ب) بشدة خلال 3.8 s (ج) باصطدام بجدار خلال 0.22 s. أوجد الزخم والدفع ومتوسط القوة في كل حالة.

A 2200 kg vehicle at 94 km/h (26 m/s) stops (a) gently in 21 s, (b) hard in 3.8 s, (c) in 0.22 s hitting a wall. Find its momentum, the impulse, and the average force in each case.

106. سيارة صغيرة كتلتها 725 kg تسير بسرعة 115 km/h شرقًا. (أ) أوجد زخمها. (ب) سيارة كتلتها 2175 kg لها الزخم نفسه: ما سرعتها؟

A 725 kg compact car moves at 115 km/h east. (a) Find its momentum. (b) A 2175 kg car has the same momentum: what is its velocity?

107. يضغط سائق السيارة الصغيرة (NUM-34) المكابح لمدة 2.0 s فتؤثر قوة متوسطة (5.0×10^{3} N.أ) ما التغير في الزخم؟ (ب) ما الزخم والسرعة بعد ذلك؟

The driver of the compact car (NUM-34) brakes for 2.0 s, giving an average force of 5.0×10^{3} N. (a) Change in momentum? (b) Momentum and velocity afterwards?

ماكس بلانك في الفيزياء
ماكس بلانك في الفيزياء

108. تتسارع عربة ثلج كتلتها 240.0 kg من 6.00 إلى 28.0 m/s خلال 60.0 s. (أ) التغير في الزخم / الدفع؟ (ب) متوسط القوة؟

A 240.0 kg snowmobile is accelerated from 6.00 to 28.0 m/s over 60.0 s. (a) Change in momentum / impulse? (b) Average force?

109. كرة سوفتبول كتلتها 0.174 kg تُقذف أفقيًا بسرعة 26.0 m/s وبعد ضربها تتحرك في الاتجاه المعاكس بسرعة 38.0 m/s. (أ) التغير في الزخم (ب) الدفع (ج) متوسط القوة إذا استمر التلامس 0.80 ms.

A 0.174 kg softball is pitched horizontally at 26.0 m/s and after being hit moves in the opposite direction at 38.0 m/s. (a) Change in momentum (b) impulse (c) average force if contact lasts 0.80 ms.

110. تصطدم كرة كتلتها 0.2 kg بجدار بسرعة 10 m/s بزاوية قائمة ثم ترتد بنفس السرعة. زمن التلامس 0.1 s. ما القوة التي يؤثر بها الجدار؟

A 0.2 kg ball hits a wall at 10 m/s at a right angle and rebounds at the same speed. Contact time 0.1 s. What force does the wall exert on the ball?

111. كرة مطاطية كتلتها 0.2 kg تصطدم بالرصيف بسرعة 30 m/s وترتد للأعلى بسرعة 20 m/s. احسب الدفع الذي ينقله الرصيف للكرة.

A 0.2 kg rubber ball strikes the pavement at 30 m/s and rebounds upward at 20 m/s. Calculate the impulse the pavement exerts on the ball.

112. عداء كتلته 80 kg طاقته الحركية 4000 J. ما مقدار زخمه؟

A runner of mass 80 kg has kinetic energy 4000 J. What is the momentum?

مخرج التعلم 20: القانون والنظام والارتداد/الدفع والدفع (impulse)

Learning Outcome 20: Law, system, recoil/propulsion, impulse

Free-response outcome: the explanation is given under Learning Outcome 13 above; the key equations are repeated here.

مخرج تعلم مقالي: الشرح موجود في مخرج التعلم 13 أعلاه، وتتكرر القوانين الأساسية هنا.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

الأسئلة الاختبارية

Exam Questions

113. سيارة 1875 kg بسرعة 23 m/s تصطدم من الخلف بسيارة 1025 kg بسرعة 17 m/s على الجليد (الاتجاه نفسه) فتلتحمان. أوجد سرعتهما المشتركة.

A 1875 kg car at 23 m/s rear-ends a 1025 kg car at 17 m/s (same direction, on ice); they stick. Find their common speed.

114. رائد فضاء ساكن يطلق مسدسًا يقذف 35 g من الغاز بسرعة 875 m/s. الكتلة الكلية للرائد والمسدس 84 kg. ما سرعة الرائد واتجاهه؟

An astronaut at rest fires a pistol expelling 35 g of gas at 875 m/s. Combined mass of astronaut and pistol = 84 kg. How fast and in what direction does the astronaut move?



115. عربتا شحن كتلة كل منهما 3.0×10^5 kg تصطدمان وتلتحمان؛ إحداهما تتحرك بسرعة 2.2 m/s والأخرى ساكنة. ما السرعة النهائية؟ (المنظومة = العربتان)

Two freight cars of mass 3.0×10^5 kg collide and stick; one moves at 2.2 m/s and the other is at rest. Final speed? (system = both cars)

116. قرص هوكي كتلته 0.105 kg بسرعة 24 m/s يلتقطه حارس مرمى كتلته 75 kg ساكن. بأي سرعة ينزلقان؟ (المنظومة = القرص + الحارس)

A 0.105 kg hockey puck at 24 m/s is caught by a 75 kg goalie at rest. With what speed do they slide? (system = puck + goalie)

117. كرة 0.50 kg بسرعة 6.0 m/s تصطدم رأسيًا بكرة 1.00 kg تتحرك في الاتجاه المعاكس بسرعة 12.0 m/s. ترتد الكرة 0.50 kg للخلف بسرعة 14 m/s. أوجد سرعة الكرة الأخرى واتجاهها.

A 0.50 kg ball at 6.0 m/s collides head-on with a 1.00 kg ball moving in the opposite direction at 12.0 m/s. The 0.50 kg ball bounces backward at 14 m/s. Find the other ball's speed and direction.

118. صاروخ نموذجي كتلته 4.00 kg يقذف 50.0 g من الوقود المحترق بسرعة 625 m/s. ما سرعة الصاروخ بعد ذلك؟ (أهمل الجاذبية ومقاومة الهواء)

A 4.00 kg model rocket expels 50.0 g of burned fuel at 625 m/s. What is the rocket's velocity afterwards? (ignore gravity and air resistance)

119. خيط يربط عربة 1.5 kg وعربة 4.5 kg. عند حرقه يدفع نابض مضغوط العربتين بعيدًا فتكتسب العربة 1.5 kg سرعة 27 cm/s نحو اليسار. ما سرعة العربة 4.5 kg؟

A thread connects a 1.5 kg cart and a 4.5 kg cart; when burned, a compressed spring pushes them apart giving the 1.5 kg cart 27 cm/s to the left. Velocity of the 4.5 kg cart?

120. سيارتان كتلتاهما 1200 kg بسرعة 20.0 m/s شمالًا و1400 kg بسرعة 22.0 m/s جنوبًا تتصادمان وجهًا لوجه وتلتحمان. ما سرعتهما واتجاههما؟

Two cars, 1200 kg at 20.0 m/s north and 1400 kg at 22.0 m/s south, collide head-on and stick. Find their speed and direction.

121. شاحنة A (6000 kg، 5.0 m/s) تصطدم بشاحنة ساكنة B (5000 kg). بعد التصادم زخم B هو 27000 kg·m/s ومدة التصادم 0.60 s. أوجد زخم A الابتدائي ودفع B ومتوسط القوة على B وسرعة A بعد التصادم.

Truck A (6000 kg, 5.0 m/s) hits stationary truck B (5000 kg). After the collision B's momentum is 27000 kg·m/s, collision time 0.60 s. Find A's initial momentum, the impulse on B, the average force on B, and A's speed after.

122. مدفع ساكن كتلته 2.0×10^{3} kg يطلق قذيفة كتلتها 50.0 kg أفقيًا بسرعة 1.2×10^{2} m/s في الاتجاه +x. أوجد زخم القذيفة وسرعة ارتداد المدفع.

A 2.0×10^{3} kg stationary cannon fires a 50.0 kg shell horizontally at 1.2×10^{2} m/s (+x). Find the momentum of the shell and the recoil speed of the cannon.

123. بندقية كتلتها M = 4 kg تطلق رصاصة كتلتها 0.010 kg بسرعة 300 m/s. ما سرعة ارتداد البندقية؟

A rifle of mass M = 4 kg fires a 0.010 kg bullet at 300 m/s. What is the rifle's recoil speed?

124. كرتان كتلة كل منهما 0.50 kg: قبل التصادم A = +2.0 m/s و B = −3.0 m/s؛ بعده A = −2.0 m/s و B = +1.0 m/s. تحقق من حفظ الزخم.

Two balls of mass 0.50 kg: before collision A = +2.0 m/s, B = −3.0 m/s; after: A = −2.0 m/s, B = +1.0 m/s. Verify conservation of momentum.

125. (أ) كرة 5.0 kg بسرعة 10.0 m/s تصطدم بكرة ساكنة 1.0 kg فتتحرك الصغيرة بسرعة 10.0 m/s؛ أوجد سرعة الكبيرة. (ب) عربة 1.0 kg بسرعة 2.0 m/s تصطدم بعربة ساكنة 2.0 kg فتتحرك بسرعة 1.2 m/s؛ أوجد سرعة الأولى.

(a) A 5.0 kg ball at 10.0 m/s hits a stationary 1.0 kg ball, which moves off at 10.0 m/s; find the big ball's speed. (b) A 1.0 kg cart at 2.0 m/s hits a stationary 2.0 kg cart that moves at 1.2 m/s; find the first cart's velocity.