حل تدريبات الوحدة الأولى الجاذبية والحركة الدائرية (محلول)

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية

موقع المناهج ⇦ المناهج القطرية ⇦ الصف الثاني عشر ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الأول ⇦ اختبارات ⇦ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 16-11-2026 17:16:54

المزيد من مادة فيزياء: 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

إعداد: عبد الهادي البرادعي

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر

صفحة المناهج القطرية على فيسبوك | المواد على تلغرام | التربية الاسلامية | اللغة العربية | اللغة الانجليزية | الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الأول

1	حل تدريبات الوحدة الأولى الجاذبية والحركة الدائرية (محلول)
2	الاختبارات السابقة مع الحل في الاهتزازات والخصائص المتقدمة للموجات – الوحدة الثانية
3	الحركة الاهتزازية والموجات – شرح الدرس الأول من الوحدة الثانية
4	الحركة الاهتزازية – الدرس الأول من الوحدة الثانية (شرح وحلول (محلول)
5	اختبارات سابقة في الاهتزازات والخصائص المتقدمة للموجات – الوحدة الثانية

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

سلسلة المعلم الجديدة

الفيزياء

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر العلمي - التكنولوجي

الوحدة الأولى الجاذبية والحركة الدائرية

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

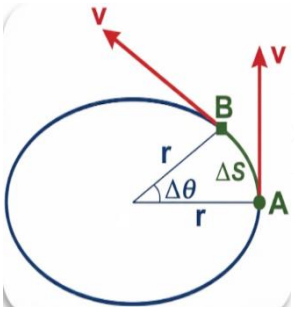
$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

عبد الهادي البرادعي

30444108

تحليل | تطبيق | فهم | استكشاف

الدرس الأول: الحركة الدائرية



الحركة الدائرية | هي حركة الجسم في مسار دائري أو دوران جسم حول محور

الحركة الدائرية المنتظمة : عندما يتحرك جسم حركة دائرية بسرعة ثابتة

أمثلة حركة الكواكب حول الشمس – سيارة تدور في دوار – دوران الإلكترون حول النواة

الازاحة الزاوية

هي الزاوية التي يقطعها جسم عندما يتحرك في مسار دائري

القانون

θ	الإزاحة الزاوية (rad)
s	المسافة المقطوعة (طول القوس) (m)
r	نصف قطر الدائرة (m)

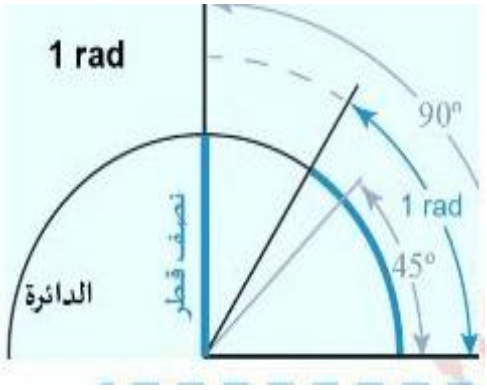
وحدة القياس: الراديان rad

هو الزاوية الناتجة عندما تكون المسافة المقطوعة مساوية لنصفقطر الدائرة r = s أو هو نسبة بين طولين

الراديان ليس له أبعاد لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين (نسبة بين طولين)

1 rad = 57.3° (الراديان أكبر من الدرجة)

$$1\text{rad} = \frac{360}{2\,\pi} = \frac{180}{\pi} = 57.3°$$



تحويل وحدة الدرجات إلى راديان

لنفترض جسما يدور حول نصف دائرة فيكون قياس نصف الدائرة:

- بوحدة الدرجات هو 180°
- بوحدة الراديان هو $\frac{180°}{57.3°}$ = 3.14rad

عندما يدور الجسم دورة كاملة ← $S = 2\pi r$

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

العلاقة بين الازاحة الزاوية بالدرجات θ وعدد الدورات n		
$\theta = n \times 360$	θ ÷ 360 → n ; n → ×360 θ	$n = \frac{\theta}{360}$

العلاقة بين القياس الدائري (الراديان) وقياس (الدرجات)	
من الدرجات إلى الراديان	من الراديان إلى الدرجات
rad ← deg : $\times\frac{180}{\pi}$; $57.3\div$	rad → deg : $\times\frac{180}{\pi}$; $\times 57.3$

العلاقة بين الازاحة الزاوية بالرديان θrad وعدد الدورات n		
$\theta rad = n \times 2\pi$	θ ÷ 2π → n ; n → 2π × θ	$n = \frac{\theta}{2\pi}$

تذكر

يمكن التحويل بين وحدتي الدرجات والراديان باســـتخدام طريقة المقص من خلال العلاقة التالية قياس الدائرة بوحدة:

Rad ⟶ 2π

Deg ⟶ 360°

تدريبات

1- يركض طالب حول مسار دائري قطره 8.5 m

أ- احسب الإزاحة الزاوية إذا قطع الطالب مسافة 60 m على المسار (الإجابة بوحدة الراديان والدرجات)

ب- كم دورة قطع الطالب خلال المسار؟

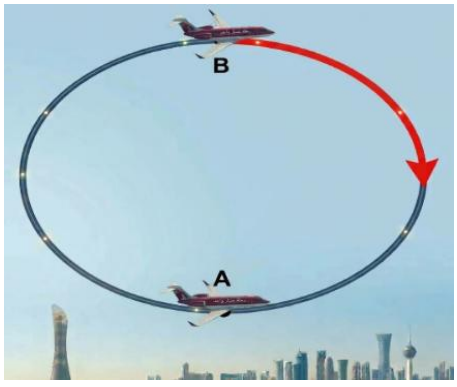
أ – $\theta = \frac{s}{r} = \frac{60}{4.25} = 14.11\ rad$ $\theta = 14.11 \times 57.3 = 809°$

ب – $n = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{14.11}{2\pi} = 2.25$

2- قم بإجراء التحويلات الآتية:

Rad إلى 90° ☚ $\theta = \frac{90}{57.3} = 1.57rad$	Rad إلى 180° ☚ $\theta = \frac{180}{57.3} = 3.14rad$	Rad إلى 30° ☚ $\theta = \frac{30}{57.3} = 0.5rad$
deg إلى 2rad ☚ ..... $\theta = 2 \times 57.3 = 114.6$	deg إلى $\frac{\pi}{2}\ rad$ ☚ $\theta = \frac{\pi}{2} \times 57.3 = 90$	deg إلى $\pi\ rad$ ☚ $\theta = \pi \times 57.3 = 180$

3- الشكل التالي يوضح طائرة تطير بحيث تصنع حركتها مساراً دائرياً نصف قطره 300m إذا علمت أن الطائرة تحركت من النقطة A إلى النقطة B فاحسب المسافة التي قطعتها الطائرة من A إلى B



$s = \theta \times r = \pi \times 300 = 300\pi\ m$



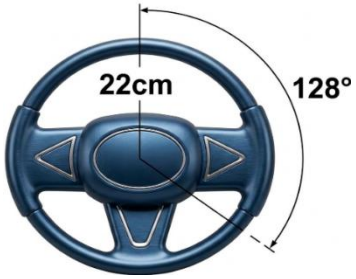
4- كم تكون الزاوية بالراد التي قطعها عقرب الدقائق في الشكل المقابل

$$\theta = \frac{9}{12} \times 2\pi = \frac{3\pi}{2} \text{ rad}$$

5- تحط بعوضة على مسافة 7 cm من مركز قرص يدور باتجاه دوران عقارب الساعة فتدور البعوضة

$$\theta = \frac{S}{r} = \frac{7}{7} = 1 \text{ rad}$$

6- احسب المسافة التي تقطعها مقود القيادة طبقا للزاوية الموضحة بالشكل



إجابة

$$\theta = \frac{128}{57.3} = 2.23\ rad$$

$$s = \theta \times r = 2.23 \times 0.22 = 0.49\ m$$

الزمن الدوري T

الزمن الدوري(s)	هو الزمن اللازم لقطع دورة كاملة (T)	
$T=\frac{t}{n}$	t	الزمن اللازم لعمل عدد من الدورات
	n	عدد الدورات

التحويل بين وحدات الزمن

min ×60 sec ، 60÷	hr ×(60×60) sec ، (60×60)÷

التردد f

التردد (f) (Hz)	هو عدد الدورات التي يدورها الجسم في وحدة الزمن	
$f=\frac{n}{t}$	t	الزمن اللازم لعمل عدد من الدورات
	n	عدد الدورات

ملاحظة

الزمن الدوري يساوي مقلوب التردد والعكس صحيح

$$T=\frac{1}{f} \quad \Longleftrightarrow \quad F=\frac{1}{T}$$

1- يدور حجر مربوط بطرف خيط حركة دائرية منتظمة 360 دورة كل دقيقتين احسب الزمن الدوري للحجر؟

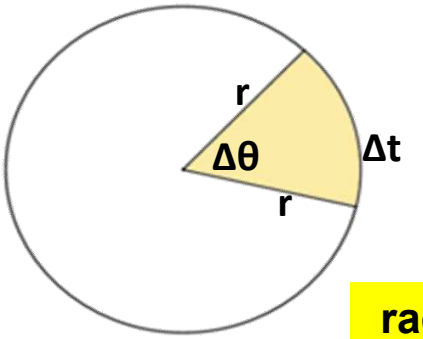
$$T=\frac{t}{n}=\frac{120}{360}=0.33\ s$$

2- إذا كان لديك ملف لمولد كهربائي يدور 3000 دورة في الدقيقة فكم تردد ذلك الملف؟

$$f=\frac{n}{t}=\frac{3000}{60}=50Hz$$

السرعة الزاوية ω

هي: معدل تغير زاوية دوران الجسم بالنسبة للزمن



ω	السرعة الزاوية (rad/s)
Δθ	التغير في الإزاحة الزاوية (rad)
Δt	تغير الزمن (s)

وحدة القياس ← rad/s

السرعة الزاوية بدلالة التردد	السرعة الزاوية بدلالة الزمن الدوري
$\omega = 2\pi f$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$

التحويل من rev/s إلى rad/s والعكس	التحويل من rpm/m إلى rad/s والعكس
rev/s ← (× 2π) → rad/s ; (2π ÷)	rpm ← (× $\frac{2\pi}{60}$) → rad/s ; (÷ $\frac{2\pi}{60}$)

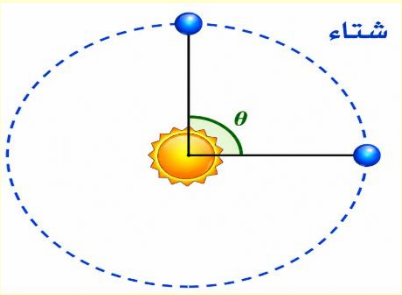
للتحويل بين الوحدتين rad/s و rev/m (rpm)

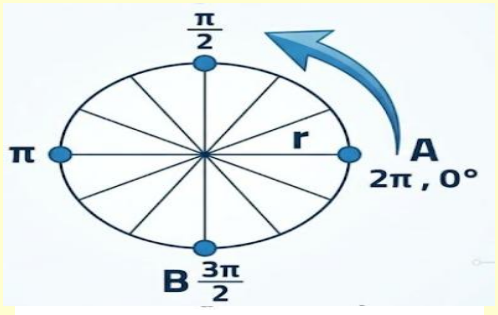
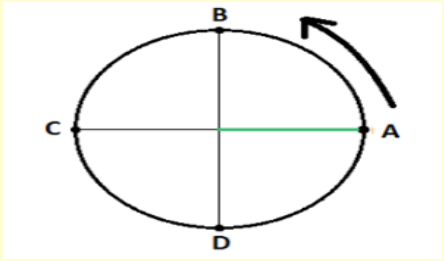


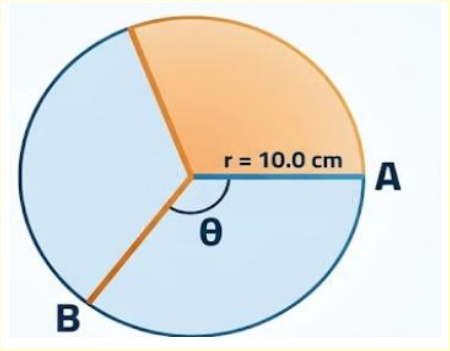
للحفظ

تكون إشارة السرعة الزاوية موجبة إذا كان اتجاه الدوران عكس عقارب الساعة وسالبة إذا كان اتجاه الدوران مع عقارب الساعة

تدريبات

1	يتحرك راكب دراجة في مسار دائري نصف قطره 7m فيقطع نصف المسار خلال 10s فكم تبلغ السرعة الزاوية له؟			
	a	$0.314\ rad/s$	c	$2\ rad/s$
	b	$0.7\ rad/s$	d	$20\ rad/s$
2	يتحرك جسم حركـة دائرية منتظمة بحيث يعمل دورة واحدة كل ثانية فكم تكون سرعته الزاوية بوحدة؟			
	a	$\pi\ rad/s$	c	$3\pi\ rad/s$
	b	$2\pi\ rad/s$	d	$4\ \pi\ rad/s$
3	إذا اعتبرنا مدار الأرض دائرياً ومدة فصل الشتاء ربع سنة، فما مقدار الإزاحة الزاوية للأرض مع بداية فصل الشتاء إلى نهايته؟  $\theta = 90 = \frac{\pi}{2} = 1.57rad$			
	a	$0.785\ rad$	c	$3.14\ rad$
	b	$1.57\ rad$	d	$6.28\ rad$
4	عندما تدور مروحة بسرعة زاوية مقدارها (60 π) Rad /s فاحسب زمنها الدوري؟			
	a	$30\ S$	c	$\frac{1}{30}\ s$ $T = \frac{2\pi}{}$
	b	$\frac{1}{20}\ s$	d	$\frac{1}{60}\ s$
5	ما هو مقياس الزاوية بالراديان التي يقطعها عقرب الدقائق في إحدى الساعات خلال 40 دقيقة؟			
	a	$\frac{2}{3}rad$	c	$\frac{2\pi}{3}rad$ $\theta = \frac{40}{60} \times 2\pi$
	b	$\frac{4}{3}rad$	d	$\frac{4\pi}{3}\ rad$ $= \frac{4\pi}{3}$ ra

6	ما طول القوس الناتج عن حركة جسم في مسار دائري نصف قطره 20cm عندما يقطع $\frac{3}{4}$ المسار (من النقطة A إلى النقطة B عكس عقارب الساعة) كما بالشكل أدناه  $s = \theta \times r = \frac{3\pi}{2} \times 20$				
		a	125.6 cm	c	62.8 cm
	$= 94.2cm$	b	94.2 cm	d	31.4 cm
7	ما قيمة السرعة الزاوية إذا تطلب زمن مقداره 4 s للانتقال عكس عقارب الساعة من A الى D؟  $T = \frac{t}{n} = \frac{4}{0.75} = 5.33\ s$				
		a	0.39Rad/s	c	1.18Rad/s
		b	0.78Rad/s	d	1.57Rad/s
8	انظر الى الشكل في الأسفل، ثم أحسب الزاوية التي دارتها عجلة الدراجة  $\theta = \frac{S}{r} = \frac{50}{25} = 2\ rad$				
		a	2 Rad	c	25 Rad
		b	12.5 Rad	d	75 Rad
9	ما طول القوس المقابل لزاوية مركزية قياسها ° 150 في دائرة نصف قطرها 8 cm؟ $s = \theta \times r = \frac{150}{57.3} \times 0.08 = 0.21cm$				
		a	120m	c	20.2m
		b	20.2m	d	0.21m
10	طفل يلعب في إحدى عربات اللعبة الدوارة في مدينة الألعاب وتحركت العربة بالطفل في مسار دائري لمسافة 8m احسب الإزاحة الزاوية للطفل علماً أن نصف قطر اللعبة الدوارة 5m. $\theta = \frac{S}{r} = \frac{8}{5} = 1.6\ rad$				
		a	0.8 rad	c	2.4 rad
		b	1.6 rad	d	3.2 rad

11	في الشكل المقابل إذا علمت أن طول القوس AB هو 0.3m كم يكون مقدار الزاوية θ؟  $\theta = \frac{S}{r} = \frac{0.3}{0.1} = 3\ \text{rad}$ $\theta = 3 \times 57.3 = 171.9$				
	0.03 Red	c	570°	a	
	1.5 Red	d	171.9°	b	

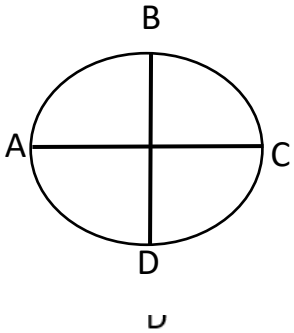
12 1-احسب السرعة الزاوية للأرض بوحدة rad/s عند دورانها حول محورها؟(اليوم 24 ساعة)

2-احسب السرعة الزاوية للأرض بوحدة rad/s عند دورانها حول الشمس؟ (السنة= 365 يوم)

$$1- \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24 \times 60 \times 60} = 7.27 \times 10^{-5}\ rad/s$$

$$2- \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 1.99 \times 10^{-7}\ rad/s$$

14 في الشكل أدناه جسم يتحرك في مسار دائري فإذا كان زمن انتقال الجسم من النقطة A إلى النقطة B يساوي (0.5 S)فما مقدار السرعة الزاوية للجسم؟

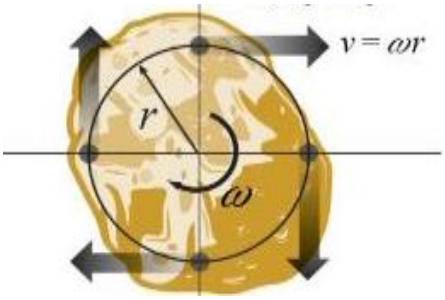


$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2}}{0.5} = \pi\ rad/s$$

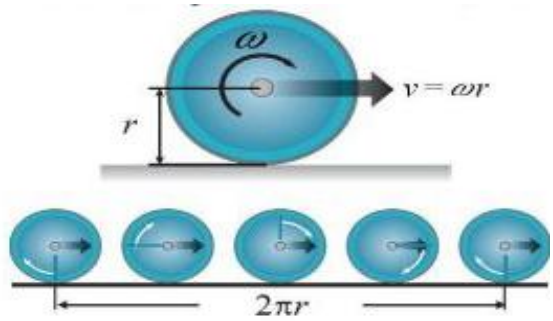
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4 \times 0.5} = \pi\ rad/s$$

السرعة الخطية(المماسية) في الحركة الدائرية

a السرعة الخطية لنقطة على حافة إطار يدور حول محور ثابت



b السرعة الخطية لمركز إطار يتدحرج من دون انزلاق

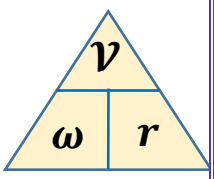


- عندما يتحرك جسم حركة دورانية، تكتسب كل نقطة من نقاطه سرعة خطية.
- في حالة جسم يدور حول محوره تكون السرعة الخطية لكل نقطة من نقاطه مماسية لدائرة نصف قطرها r
- في حالة إطار يتدحرج دون انكسار تكون السرعة الخطية لمركزه تعتمد على نصف قطره وسرعته الزاوية.

v	السرعة الخطية (m/s)
ω	السرعة الزاوية (rad/s)
r	نصف قطر الدائرة (m)

القانون

$$v = \omega r$$



$$v = 2\pi r\, f$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

السرعة الخطية

السرعة الخطية لنقطة ما متحركة في مسار دائري عند أي موضع وتكون باتجاه المماس أو هي طول القوس الذي يقطعه الجسم في وحدة الزمن

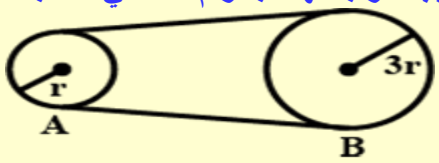
يمكن حساب السرعة الزاوية

الإزاحة الزاوية	$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta\tau}$
الزمن الدوري	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
التردد	$\omega = 2\pi F$
السرعة المتجهة	$\omega = \frac{v}{r}$

تدريبات

1	اعتبر نقطة على دولاب (عجلة) هوائية تدور حول محور ثابت فإذا كانت الدراجة تتحرك بسرعة ثابتة قارن بين مقداري السرعة الخطية والسرعة الزاوية للنقطة؟			
	A	كلتاهما ثابتتين	C	السرعة الخطية فقط ثابتة
	B	السرعة الزاوية فقط ثابتة	D	كلتاهما ليستا ثابتتين
2	يتحرك جسم في مسار دائري منتظم نصف قطره (100) cm بحيث كان زمنه الدوري يساوي s (2) فكم تبلغ سرعته الخطية؟			
	A	0.5 π m/s	C	π m/s
	B	2 π m/s	D	10 π m/s
	$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 1}{2} = 2\pi\ m/s$			
3	جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة قطرها m (4) بحيث كان يحدث (150) دورة خلال نصف دقيقة. فكم تبلغ سرعته الخطية؟			
	A	6.28 m/s	C	62.8 m/s
	B	125.6 m/s	D	40 m/s
	$T = \frac{t}{n} = \frac{30}{150} = 0.2\ s$			
	$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 4}{0.2} = 40\pi\ m/s$			
4	أي مما يلي يصف السرعة المماسية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة؟			
	A	ثابتة المقدار والاتجاه	C	متغيرة المقدار والاتجاه
	B	ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه	D	متغيرة المقدار فقط
5	مروحة طول شفرتها 0.3 m من المركز تدور بمعدل 20 دورة لكل دقيقة ما السرعة المماسية لحافة الشفرة؟			
	A	0.63m/s	C	6.0m/s
	B	37.7m/s	D	62.8 m/s
	$T = \frac{t}{n} = \frac{60}{20} = 3\ s$			
	$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 0.3}{3}$			
6	ما هي السرعة الخطية لحجر مربوط بخيط طوله 0.8 m ويتحرك حركة دائرية منتظمة إذا كان الزمن الدوري 0.8 s؟			
	A	13.0 m/s	C	3.0 m/s
	B	4.7 m/s	D	6.28 m/s
	$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 0.8}{0.8} = 2\pi\ m/s$			

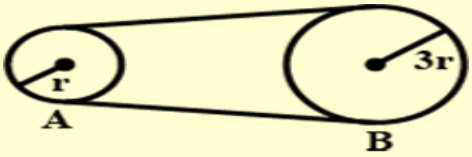
7 بكرتان مختلفتا الأقطار يدوران معا نتيجة ارتباطهما بحزام مطاطي كما بالشكل.
ما نسبة التردد بين A إلى B.



$\frac{f_A}{f_B} = \frac{r_B}{r_A}$ $\frac{f_A}{f_B} = \frac{3}{1}$

A	$\frac{1}{3}$	C	$\frac{1}{9}$
B	3	D	9

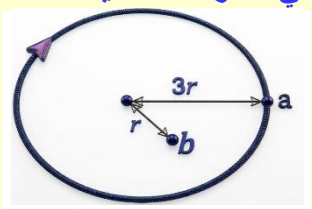
9 بكرتان مختلفتا الأقطار يدوران معا نتيجة ارتباطهما بحزام مطاطي كما بالشكل ما نسبة الزمن الدوري بين A إلى B



$\frac{T_A}{T_B} = \frac{r_A}{r_B}$ $\frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{3}$

A	$\frac{1}{3}$	C	$\frac{1}{9}$
B	3	D	9

10 الشكل يوضح موقع نقطتين (a) و (b) على عجلة تدور بحركة دائرية منتظمة حول محور فإذا كانت السرعة الخطية للنقطة (a) هي (v). فما هي السرعة الخطية للنقطة (b)؟

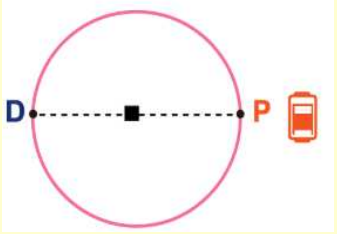


$\frac{v_b}{v_a} = \frac{r_b}{r_a} = \frac{1}{3}$

$v_b = \frac{v}{3}$

A	$\frac{v}{3}$	C	$\frac{3v}{2}$
B	v	D	$3v$

11 في الشكل المرفق تتحرك سيارة في مسار دائري بداية من النقطة (P) بسرعة زاوية مقدارها ($\frac{\pi}{4}$ rad/s)
ما الزمن اللازم للسيارة حتى تصل إلى النقطة D



$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

$\Delta t = \frac{\Delta\theta}{\omega} = \frac{\pi}{\frac{\pi}{4}} = 4s$

A	2 s	C	8 s
B	4 s	D	12 s

11- يبلغ نصف قطر إطار سيارة 30 cm احسب السرعة الزاوية للسيارة بوحدة (rpm)و (rad/s) إذا كانت السرعة الخطية للسيارة 30 m/s

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{30}{0.3} = 100\ rad/s$$

$$\omega\ rpm = \omega \times \frac{60}{2\pi} = 100 \times \frac{60}{2\pi} = 955 rpm$$

12- يتحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها 0.5m حركة دائرية منتظمة فإذا كان زمن الدورة الواحدة 2s فاحسب :(السرعة الزاوية ـ السرعة الخطية المماسية)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ rad/s$$

$$v = \omega . r = \pi \times 0.5 = 1.57\ rad/s$$

13- يدور حجر مربوط بخيط طوله 0.5m حركة دائرية منتظمة فإذا كان تردده 1.25 Hz احسب:

1-الزمن الدوري

2- السرعة الزاوية

3-السرعة الخطية المماسية

1 - $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1.25} = 0.8\ rad/s$

2 – $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.8} = 7.85\ rad/s$

3- $v = \omega . r = 7.85 \times 0.5 = 3.9\ m/s$

14- حجر صغير ملتصق بإطار دراجة على مسافة 36 cm من محورها. يستغرق الإطار زمن قدره 0.4s لعمل دورة كاملة. احسب سرعة الحجر في أي لحظة

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 0.36}{0.4} = 5.65\ rad/s$$

15- يدور إطار بمعدل 30rpm ما الزاوية التي تقطعها نقطة على الإطار في الثانية بوحدة الراديان و الدرجات؟

$$T = \frac{t}{n} = \frac{60}{30} = 2\ s$$

$$\omega = 30 \times \frac{2\pi}{60} = \pi\ rad/s$$

$$\theta = \omega \times t = \pi\ rad/s$$

16-يتحرك جسـم على محيط دائرة نصـف قطرها 0.5m حركة دائرية منتظمة فاذا كان زمن الدورة الواحدة 2sec فاحسب:

1) التردد
2) السرعة الزاوية
3) السرعة الخطية

1 - $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5\ rad/s$

2 - $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.5} = \pi\ rad/s$

3- $v = \omega . r = \pi \times 0.5 = 1.57\ m/s$

17- يتحرك راكب دراجة في مسار دائري نصف قطره 7m فيقطع نصف المسار خلال 10.0s

ما هو مقدار السرعة الخطية للجسم؟

$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{\pi}{10} = 0.314\ rad/s$

$v = \omega . r = 0.314 \times 7 = 2.198\ m/s$

18- يدور قرص فرن ميكروويف بسرعة زاوية 6rev/min أحسب سرعته الزاوية بوحدة rad/s

$\omega = 30 \div \frac{2\pi}{60} = 286.47$ rad/s

19- جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة نصف قطرها 4m ويعمل 8 دورات خلال دقيقة واحدة ما هو مقدار السرعة الخطية للجسم؟

$T = \frac{t}{n} = \frac{60}{8} = 7.5\ s$

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 4}{7.5} = 3.35\ m/s$

20- تتحرك دراجة بسرعة 30Km/h إذا كان نصف قطر كل من إطاري الدراجة 35 Cm ما السرعة الزاوية للإطارين

$v = 30 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 8.33\ m/s$

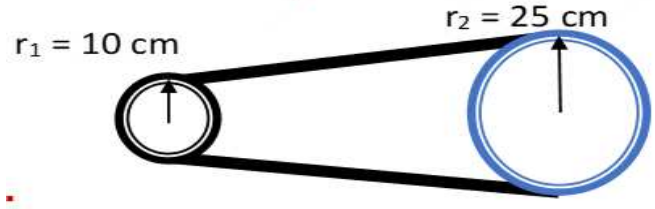
$\omega = \frac{v}{r} = \frac{8.33}{0.35} = 23.8$ rad/s

21- في يوم هادئ تدور شفرة طاحونة هوائية طولها 4m بزاوية 0.75 rad كل 3s كم تبلغ السرعة الخطية لطرف الشفرة؟

$$\omega = \theta\, t = 0.75 \times 3 = 2.25\ rad/s$$

$$v = \quad \omega \times r = 2.25 \times 4 = 9 m/s$$

22- بكرتان مختلفتا الأقطار يدوران معا نتيجة ارتباطهما بحزام مطاطي. ترتبط البكرة الصـــغرى بمحرك يدور بمعدل 200rpm ما تردد البكرة الكبرى. (مساعدة سرعة البكرتين متساوية عند الحافة الخارجية لكليهما)

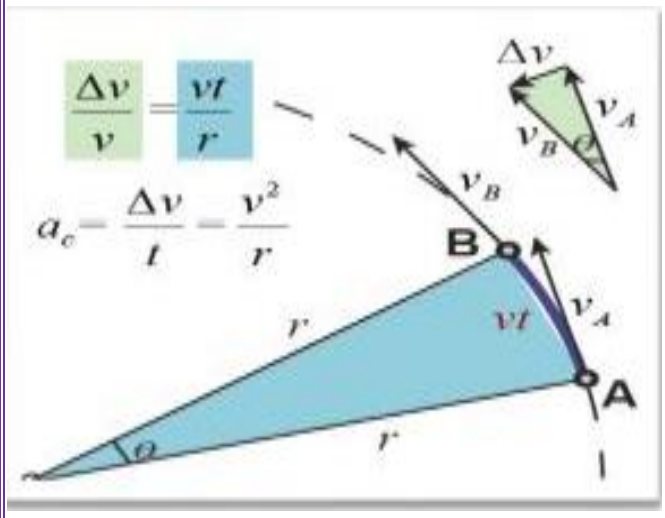


$v_1 = v_2$ $\quad \omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$ $\quad 2\pi f_1 r_1 = 2\pi f_2 r_2$

$$f_2 = \frac{200}{60} = 3.33Hz \qquad f_1 = \frac{f_2 r_2}{r_1} = \frac{3.33 \times 0.25}{0.1} = 1.33\ Hz$$

التسارع المركزي a_c

هو التغير في السرعة المتجهة لجسم يدور



إذا تحرك جسم حركة دائرية يكون:

1- اتجاه قوة الجذب المركزية F_c يكون نحو المركز
2- اتجاه التسارع المركزي a_c يكون نحو المركز
3- الزاوية بين قوة الجذب F_c و a_c تساوي $0°$

استنتاج قانون التسارع

من خلال الشكل المقابل:

- المثلثين الأزرق والأخضر كلاهما متساوي الساقين بالزاوية الرأسية نفسها $V_A = V_B = V$.
- الإزاحة من A إلى B تساوي $v.t$ (من قانون السرعة)

نستخدم خصائص المثلثات المتشابهة

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{v\tau}{r} \xrightarrow{\text{بتبادل الأطراف}} \frac{\Delta v}{\tau} = \frac{v^2}{r}$$

من قانون التسارع $a = \Delta v/t$

a_c	التسارع المركزي (m/s^2)
v_t	السرعة المماسية (m/s)
r	نصف قطر الدائرة (m)

لحساب التسارع المركزي

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

التسارع المركزي بدلالة السرعة الزاوية

$$a_c = \omega^2 . r$$

العوامل التي يعتمد عليها التسارع المركزي

- مربع السرعة الخطية المماسة (علاقة طردية)

$$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

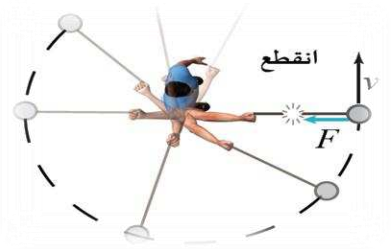
$$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$$

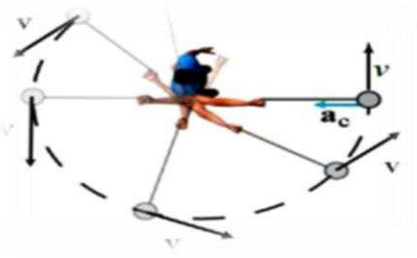
- نصف القطر (علاقة عكسية)

$$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_2}{r_1}$$

ملاحظات هامة

1- افترض جسماً صغيراً مربوط بخيط ويتحرك بحركة دائرية كما بالشكل ، نلاحظ: -





1-يشد الخيط الجسم بقوة لإجبار الجسم على الاستمرار في الحركة الدائرية
2- الجسم يدور بسرعة ثابتة المقدار
3- يتغير اتجاه السرعة من نقطة لأخرى على طول المسار الدائري وفي اتجاه المماس للمسار الدائري عند النقطة
4- ينتج عن تغيير اتجاه السرعة المماسية عجلة مركزية (تسارع مركزي) a_c اتجاهها نحو المركز

2- إذا أفلت الجسم أو انقطع الخيط فإن الجسم سوف ينطلق باتجاه المماس للمسار الدائري الذي كان يسلكه لحظة الإفلات (طبقاً للقانون الأول لنيوتن



الإزاحة الزاوية (θ)

بدلالة طول القوس (s) ونصف القطر (r)	بدلالة عدد الدورات (n)	بدلالة السرعة الزاوية (ω) والزمن (t)
$\theta = \frac{s}{r}$	$\theta = n.2\pi$	$\theta = \omega.t$



السرعة الزاوية (ω)

بدلالة التردد (f)	بدلالة الزمن الدوري (T)	بدلالة الإزاحة الزاوية (θ)	بدلالة السرعة الخطية (v)
$\omega = 2\pi.f$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	$\omega = \frac{v}{r}$



الزمن الدوري (T) والتردد (f)

العلاقة بين الزمن الدوري والتردد	بدلالة عدد الدورات (n) والزمن (t)	بدلالة الزمن الدوري (T) والزمن (n)	بدلالة السرعة الزاوية (ω)
$T = \frac{1}{f}$, $f = \frac{1}{T}$	$f = \frac{n}{t}$	$T = \frac{t}{n}$	$T = \frac{2\pi}{\omega}$

الحركة الدائرية المنتظمة



السرعة الخطية (الماسية) (v)

بدلالة التسارع الزاوي (a) والزمن (t)	بدلالة الزمن الدوري (T)	بدلالة التردد (f)	بدلالة السرعة الزاوية (ω)
$\omega = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	$v = 2\pi r f$	$v = \omega r$
ω : السرعة الزاوية (rad/s)	v : السرعة الخطية (m/s)	v : السرعة الخطية (m/s)	v : السرعة الخطية (m/s)
Δs : الإزاحة الزاوية (rad)	T : الزمن الدوري (s)	f : التردد (Hz)	ω : السرعة الزاوية (rad/s)
Δt : الزمن (s)	r : نصف القطر (m)	r : نصف القطر (m)	r : نصف القطر (m)

الحركة الدائرية المنتظمة



التسارع المركزي (العجلة المركزية) (a_c)

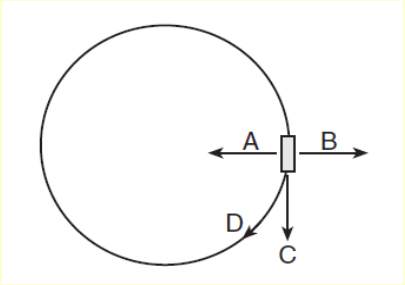
بدلالة القوة المركزية (F_c) والكتلة (m)	بدلالة السرعة الزاوية (ω)	بدلالة السرعة الخطية (v)
$a_c = \frac{F_c}{m}$	$a_c = \omega^2 \cdot r$	$a_c = \frac{v^2}{r}$
a_c : التسارع المركزي (m/s^2)	a_c : التسارع المركزي (m/s^2)	a_c : التسارع المركزي (m/s^2)
F_c : القوة المركزية (N)	ω : السرعة الزاوية (rad/s)	v : السرعة الخطية (m/s)
m : الكتلة (kg)	r : نصف القطر (m)	r : نصف القطر (m)

العوامل التي تعتمد عليها التسارع المركزي

عندما يتزامن الجسيمين عند تساوي السرعة الزاوية	عند ثبات نصف القطر وتغير السرعة الزاوية	عند تغير نصف القطر عند ثبات السرعة الخطية	مربع السرعة الخطية المناسبة وثبات نصف القطر
$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_1}{r_2}$	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_2}{r_1}$	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$

تدريبات

1 في الشكل التالي عربة صغيرة مربوطة في خيط تتحرك مع عقارب الساعة بسرعة منتظمة حول دائرة أفقية أي المواضع في الشكل يوضح السهم اتجاه التسارع المركزي؟



A	A	C	C
B	B	D	D

2 في الشكل السابق إذا قطع الخيط ففي أي اتجاه سوف تتحرك العربة؟

A	A	C	C
B	B	D	D

3 ما العلاقة بين التسارع المركزي والسرعة الزاوية؟

A	$a = \frac{v^2}{r}$	C	$a = \frac{\omega}{r}$
B	$a = \omega^2 r$	D	$a = \omega r$

4 سيارة تتحرك في مسار دائري نصف قطره 0.5 m بسرعة منتظمة 5 m/s فكم يكون التسارع المركزي لها؟

A	$2.5\ m/s^2$	C	50 m/s
B	2.5 m/s	D	$50\ m/s^2$

$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{5^2}{0.5} = 50\ m/s^2$

5 لماذا يسمى تسارع الحركة في الحركة الدائرية المنتظمة التسارع المركزي؟

A	لأن اتجاهها مع المماس	C	لأن اتجاهها غير ثابت
B	لأن اتجاهها نحو المركز	D	لأن اتجاهها عمودي على القوة المركزية

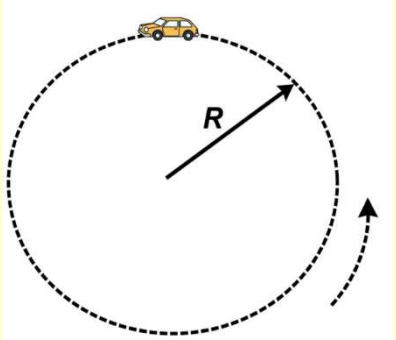
6	إذا زادت السرعة المماسية إلى الضعف وزاد نصف قطر المسار إلى الضعف فما الذي يحدث للتسارع المركزي				
	A	تقل إلى النصف	C	تزداد إلى الضعف	
	B	تزداد إلى أربعة أمثال	D	تبقى كما هي	

7	يتحـــرك جســـم على محيط دائرة قطرها m (2) بسرعة مماسية قدرها m/s (2) فاحسب تسارعه المركزي؟				
	A	$1.5 m/s^2$	C	$6 m/s^2$	$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{2^2}{1} = 4 m/s^2$
	B	$4 m/s^2$	D	$9 m/s^2$	

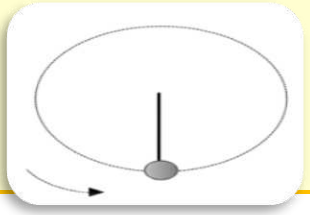
9	كرة مربوطة بخيط تدور بسرعة ثابتة 2m/s على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 0.5 m ما مقدار التسارع المركزي للكرة؟				
	A	$1.0 m/s^2$	C	$2.0 m/s^2$	$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{2^2}{0.5} = 8 m/s^2$
	B	$4.0 m/s^2$	D	$8.0 m/s^2$	

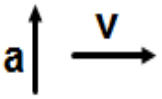
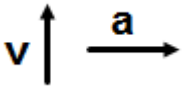
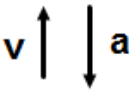
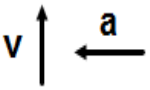
10	حجر مربوط بخيط ويدور في مسار دائري فإذا كان الحجر يقطع قوساً طوله 30cm عندما يدور نصف دورة فما طول الخيط؟				
	A	5.5 cm	C	9.5 cm	$r = \frac{s}{\theta} = \frac{30}{\pi} = 9.5 m$
	B	6.5 cm	D	15 cm	

11	سيارة تتحرك في مسار دائري من دائرة نصف قطرها ثابت بسرعة ثابتة. أي من العبارات التالية صحيحا؟				
	A	سرعة السيارة ثابتة مقدارا واتجاهاً	C	سرعة السيارة تتجه نحو المركز	
	B	عجلة السيارة ثابتة مقدارا واتجاهاً	D	عجلة السيارة تتجه نحو المركز	

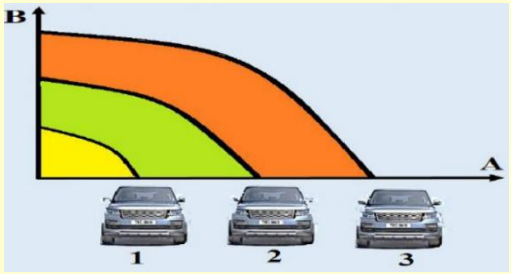


12 كرة صغيره تدور في مسار دائري رأسي حسب الرسم المرافق أي من المجموعات التالية يعتبر أفضل تمثيل لاتجاه سرعة وعجلة الكرة عند نقطة في أسفل الدائرة؟



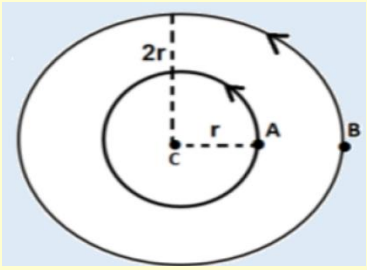
A		C	
B		D	

13 الشكل المقابل يوضح مسار ثلاث سيارات بدأت الحركة معاً في مسار دائري من A إلى B أي القيم التالية يجب أن تكون متساوية للسيارات الثلاث لتنهي المسار في نفس الوقت؟



A	السرعة الخطية	C	السرعة الزاوية
B	التسارع المركزي	D	القوة المركزية

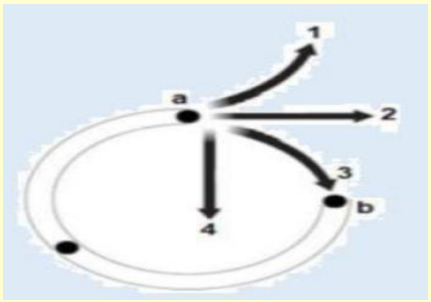
14 في الشكل أدناه الجسمان A و B يدوران معاً بشكل متزامن ما نسبة التسارع المركزي للجسم A إلى التسارع المركزي للجسم B؟



A	$\frac{a_A}{a_B} = \frac{1}{4}$	C	$\frac{a_A}{a_B} = 2$
B	$\frac{a_A}{a_B} = \frac{1}{2}$	D	$\frac{a_A}{a_B} = 4$

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

15 تتحرك كرة في مسار دائري أفقي في اتجاه دوران عقارب الساعة داخل أنبوب مجوفة كما هو موضح بالشكل المقابل.ما المسار الذي سوف تسلكه الكرة عند خروجها من النقطة (a)



A	1	C	3	
B	2	D	4	

16 مروحة طول شفرتها (0.4 m) من المركز تدور بمعدل (40 دورة / دقيقة) ما السرعة المماسية للحافة الحرة للشفرة؟

$f = \frac{n}{t} = \frac{40}{60} = 0.66Hz$

A	1.68 m/s	C	10.5 m/s	$v = 2\pi fr =$
B	16 m/s	D	100.5 m/s	$2\pi \times 0.666 \times 0.4$ =1.68 m/s

17 ما مقدار السرعة الزاوية لنقطة تقع على محيط إطار دراجة نصف قطره 0.35m تحركت بسرعة منتظمة مسافة 66 m دون انزلاق خلال زمن قدره 10 s ؟

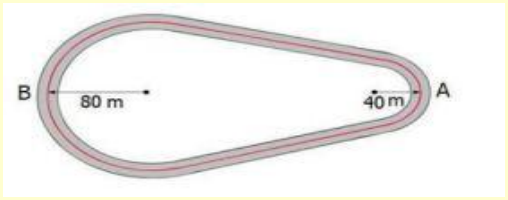
A	2.3 rad/s	C	18.8 rad/s	
B	3.0 rad/s	D	41.4 rad/s	

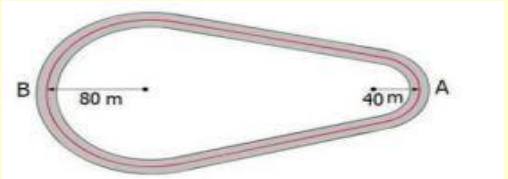
18 يحرك طالب كرة مربوطة بحبل حركة دائرية كما في الشكل، إذا انقطع الحبل عند النقطة A ففي أي اتجاه ستتحرك الكرة؟

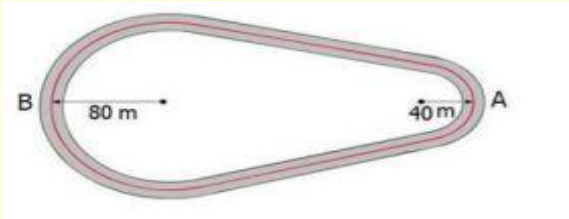


A	لليسار	C	لليمين	
B	للأسفل	D	للأعلى	

19	ماذا يحدث للتسارع المركزي عند مضاعفة الزمن الدوري؟ $a_c=(\frac{2\pi}{T})^2.r=(\frac{1}{2})^2=\frac{1}{4}\ m/s^2$			
	A	يقل إلى الربع	C	تزيد إلى الضعف
	B	يقل إلى النصف	D	يزيد إلى أربعة أمثال

20	تدور سيارة سباق بسرعه ثابته في مضمار به مسارين دائريين مختلفين في نصف القطر كما في الشكل المجاور ما هي النسبة بين السرعة الزاوية عند النقطة A إلى النقطة B؟ $\frac{\omega_A}{\omega_B}=\frac{r_B}{r_A}=\frac{80}{40}=2$ 			
	A	4	C	2
	B	0.5	D	0.25

21	تدور سيارة سباق بسرعه ثابته في مضمار به مسارين دائريين مختلفين في نصف القطر كما في الشكل المجاور ما هي النسبة بين التسارع المركزي عند النقطة A إلى النقطة B؟ $\frac{a_A}{a_B}=\frac{r_B}{r_A}=\frac{80}{40}=2$ 			
	A	2	C	1
	B	0.5	D	4

22	تدور سيارة سباق بسرعه ثابته في مضمار به مسارين دائريين مختلفين في نصف القطر كما في الشكل المجاور ما هي النسبة بين التسارع المماسي عند النقطة A إلى النقطة B؟ 			
	A	2	C	1
	B	$\frac{1}{2}$	D	منعدم عند كل منهما

23 يتحرك جسم بسرعة خطية ثابتة على مسار دائري. ما العبارة التي تصف تسارعه المركزي؟

A	تسارع الجسم باتجاه مركز الدائرة	C	تسارع الجسم مماسي لمسار الحركة الدائرية
B	تسارع الجسم صفر لأن سرعته ثابتة	D	تسارع الجسم بالاتجاه المعاكس لمركز الدائرة

24 يدور إلكترون حول النواة في حركة دائرية منتظمة. ما الزاوية بين متجه سرعة الإلكترون الخطية ومتجه تسارعه؟

A	0°	C	90°
B	45°	D	180°

25 سيارة سباق تسير على طريق دائري بتسارع مركزي $15m/s^2$ فإذا كانت السرعة المماسية للسيارة تساوي $30m/s$ فما المسافة بين السيارة ومركز الطريق؟

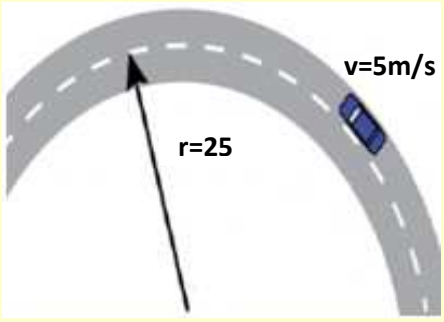
$a_c = \frac{v^2}{r}$

$r = \frac{v^2}{ac} = \frac{30^2}{15} = 60m$

A	2 m	C	7.5 m
B	60 m	D	450 m

26 يوضح الشكل أدناه سيارة تدور حول دوار نصف قطره 25m بسرعة 5m/s

ما مقدار التسارع المركزي a_c للسيارة؟



$a_c = \frac{v^2}{r}$

$= \frac{5^2}{25} = 1m/s^2$

A	0.5m/s²	C	1m/s²
B	5m/s²	D	125m/s²

27 تقطع سيارة سباق الحلبة التي طول محيطها 628.32 m خلال 200 s احسب التسارع المركزي للسيارة؟

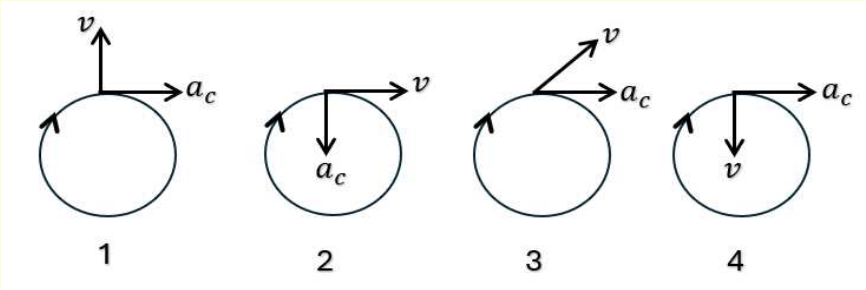
المحيط $= 2\pi r$

$r = \frac{\text{المحيط}}{2\pi} = \frac{628.32}{2\pi} = 100m$

A	0.10 m/s²	C	3.14 m/s²
B	2.75 m/s²	D	100 m/s²

$a_c = \omega^2 \gamma = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r = \left(\frac{2\pi}{200}\right)^2 \times 100 = 0.10m/s^2$

28	ما هو اتجاه كل من تغير السرعة والتسارع المركزي في الحركة الدائرية المنتظمة؟			
	A	كلاهما باتجاه المماس	C	كلاهما باتجاه مركز الدوران
	B	تغير السرعة باتجاه المماس والتسارع باتجاه المركز	D	متغير السرعة باتجاه المركز والتسارع باتجاه المماس

29	أي الرسومات التالية توضح الاتجاه الصحيح لكل من السرعة الخطية (v) والتسارع المركزي(a_c) لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة؟ 			
	A	1	C	3
	B	2	D	4

30 يحتاج المهندس المدني لتصميم دوار يسمح بتسارع مركزي $1m/s^2$

a-ما أقصر نصف قطر ممكن للدوار إذا كانت سرعته المتوقعة للسيارة عليه 6m/s

b- احسب السرعة الزاوية المطلوبة للسيارة؟

a- $r=\frac{v^2}{ac}=\frac{6^2}{1}=36\ m$

b- $\omega=\frac{v}{r}=\frac{6}{36}=\frac{1}{6}\ rad/s$

31 جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها 50 cm حركة دائرية منتظمة، بحيث يستغرق زمن قدره 90 s لعمل 45 دورة كاملة، احسب:

1) زمن الدورة 2) السرعة الزاوية 3) السرعة الخطية 4) التسارع المركزي

1- $T=\frac{t}{n}=\frac{90}{45}=2\ s$

2- $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{2}=\pi\ rad/s$

3- $v=\omega r=\pi\times 0.5=1.57\ m/s$

4- $a_c=\frac{v^2}{r}=\frac{1.75^2}{0.5}=4.92\ m/s^2$

32 ما التسارع المركزي لجسم يتحرك في دائرة نصف قطرها 2.45 m ليكمل 3.5 دورة في الثانية؟

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 3.5 = 7\pi\ rad/s$$

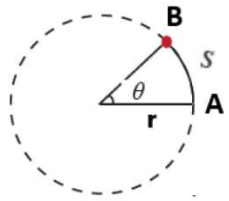
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(7\pi)^2}{2.45} = 197.39\ m/s^2$$

33 جسم يتحرك في مسار دائري نصف قطره 4 m فإذا كان الجسم يكمل دورتين تامتين خلال 5 s فما مقدار التسارع المركزي لهذا الجسم؟

$$T = \frac{t}{n} = \frac{5}{2} = 2.5\ s \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.5} = 2.5\ rad/s$$

$$a_c = v^2 r = 2.5^2 \times 4 = 25\ m/s^2$$

34 حجر مربوط بخيط ويدور في مسار دائري نصف قطره 60cm كما في الشكل أدناه ويقطع مسافة طولها 10cm من النقطة A إلى النقطة B بزمن قدره 3s احسب ما يلي



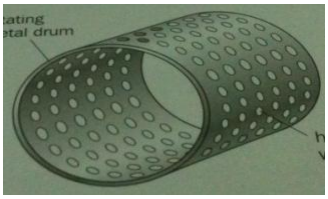
1- الإزاحة الزاوية للحجر بالرادين عندما يتحرك من النقطة A إلى النقطة B

2- التسارع المركزي للحجر

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{0.1}{0.6} = 0.166\ rad$$

$$a_c = \omega^2 r = = (\frac{\theta}{t})^2 r = (\frac{0.166}{2})^2 \times 0.6 = 1.85 \times 10^{-3}\ m/s^2$$

35 يعمل المجفف الدوار بالغسالة الكهربائية على إدارة الملابس بسرعة زاوية قدرها 80rad/s إذا علمت أن المجفف له نصف قطر 0.4m احسب:



a-سرعة حركة الملابس

b- تسارع حركة المجفف

$$v = \omega . r = 80 \times 0.4 = 32\ m/s$$

$$a_c = \omega^2 r = = (80)^2 \times 0.4 = 2560\ m/s^2$$

القوة المركزية F_c

هي القوة الثابتة في المقدار والمتغيرة في الاتجاه التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على حركة الجسم مسببة تحركه في مسار دائري بسرعة ثابتة

F_c	القوة المركزية (n)
m	الكتلة (kg)
v_t	السرعة المماسية (m/s)
r	نصف القطر (m)

قانون التسارع المركزي $a_c = \frac{v_t^2}{r}$ ---------- 1

قانون نيوتن الثاني $F=m.a$ ---------- 2

(بالتعويض بالقانون 1 في القانون 2)

قانون قوة الجذب المركزية

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

قانون قوة الجذب المركزية بدلالة السرعة الزاوية

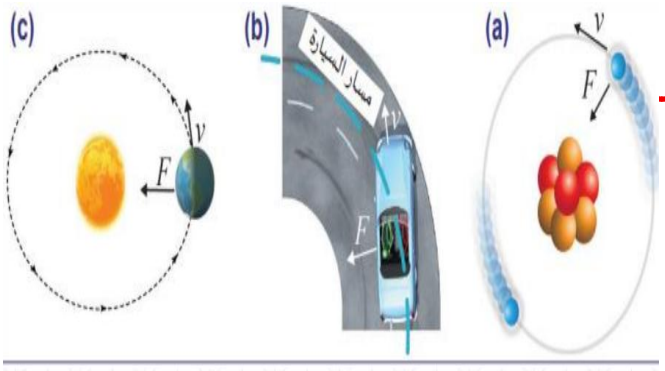
$$F_c = m\omega^2 r$$

- **أمثلة على القوة المركزية**

a-دوران الالكترون حول النواة بسبب القوة الكهربية الس

b-انعطاف السيارات حول المنعطفات بسبب الاحتكاك

c-دوران الكواكب حول الشمس بسبب الجاذبية



العوامل التي تعتمد عليها قوة الجذب المركزية

مربع السرعة الخطية v^2

(العلاقة طردية)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

كتلة الجسم (m)

(العلاقة طردية)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

نصف قطر المسار الدائري (r)

(العلاقة عكسية)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

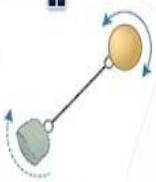
ـ عندما يدور الجسم في مسار دائري أفقي بسرعة ثابتة فإن قوة الاحتكاك تساوي القوة المركزية وبالتالي

$$F_c = F_s$$

القوة المركزية بدلالة معامل الاحتكاك		
القوة المركزية (N)	F_c	$F_c = \mu_s \cdot F_N$
معامل الاحتكاك	μ_s	
قوة رد الفعل (N)	F_N	

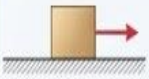
استنتاج قوانين القوة المركزية والاحتكاك السكوني

ومن العلاقة السابقة و وعلاقات المركزية يمكن استنتاج ما يلي:



$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_f = \mu_s \cdot F_N = \mu_s mg$$



القوة المركزية (F_c) — قوة الاحتكاك (F_f)

$$\frac{mv^2}{r} = \mu_s mg$$

$$\mu_s = \frac{v^2}{rg}$$

معامل الاحتكاك الاحتكاك السكوني (μ_s)

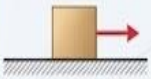
$$v = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot r}$$

السرعة المتجهة (v)



$$F_c = m\omega^2 r$$

$$F_f = \mu_s \cdot F_N = \mu_s mg$$



القوة المركزية (ω) — قوة الاحتكاك (F_f)

$$m\omega^2 r = \mu_s mg$$

$$\mu_s = \frac{\omega^2 r}{g}$$

معامل الاحتكاك السكوني (μ_s)

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu_s g}{r}}$$

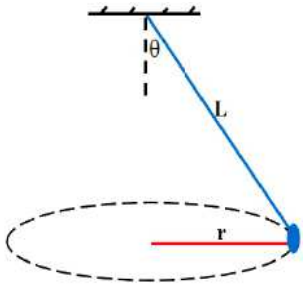
السرعة الزاوية الزاوية (ω)

عندما يدور الجسم فى مسار دائري بزاوية تكون القوة المركزية :

القوة المركزية بدلالة قوة الشد

$$F_c = T\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = L\sin\theta$$



قوة الجذب المركزية (F_c)

بدلالة الاحتكاك	بدلالة التسارع المركزي	بدلالة السرعة الزاوية	بدلالة السرعة الخطية
$F_c = \mu \cdot m \cdot g$	$F_c = m \cdot a_c$	$F_c = m\omega^2 r$	$F_c = \frac{mv^2}{r}$

العوامل التي يعتمد عليها قانون قوة الجذب المركزية

مربع السرعة الخطية (v^2)	كتلة الجسم (m)	نصف قطر المسار الدائري (r)
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1}$

عندما يدور الجسم في مسار دائري أفقي بسرعة ثابتة فإن قوة الاحتكاك تساوي القوة المركزية ومنها:

السرعة القصوى الآمنة في الدورات والمنعطفات	معامل الاحتكاك بدلالة السرعة الخطية
$v = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot r}$	$\mu_s = \frac{v^2}{rg}$
السرعة الزاوية بدلالة معامل الاحتكاك	**معامل الاحتكاك بدلالة السرعة الزاوية**
$\omega = \sqrt{\frac{\mu_s \cdot g}{r}}$	$\mu_s = \frac{\omega^2 r}{g}$

قوة الطرد المركزية



- هي تأثير يشعر به الجسم عند الدوران في مسار دائري نتيجة القصور الذاتي.
- يكون اتجاه قوة الطرد المركزي معاكساً لاتجاه قوة الجذب المركزي.

تطبيقات قوة الطرد المركزية

1- فاصل الكريمة (القشدة)





2- جهاز الطرد المركزي (فصل مكونات الدم)



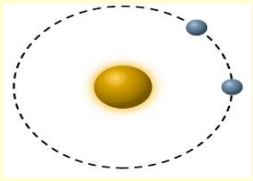
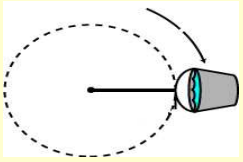
3 -مجفف الملابس الكهربي



-عند دوران الجسم في المسار الدائري تعمل القوة المركزية في اتجاه المركز ضد القصور الذاتي للجسم الذي يقاوم تغيير الجسم لاتجاه حركته في خط مستقيم فيبدو كما لو أن الجسم يتأثر بقوة ضد القوة المركزية (قوة الطرد المركزي) وهي طبعا ليست قوة حقيقية

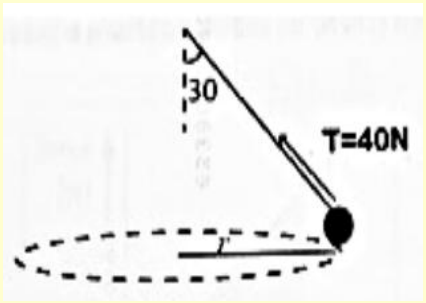
- وتقوم الفكرة على أن المكونات الأثقل ذات قصور ذاتي أكبر فتتحرك بعيداً عن مركز الدوران (إلى الخارج)

تدريبات

1	في حالة دوران الأرض حول الشمس ما هو مصدر القوة المركزية؟ 			
	A	قوة التجاذب الكتلي	C	قوة الاحتكاك
	B	قوة الشد في الخيط	D	القوة العمودية
2	إلكترون يدور حول نواة ذرة عنصر ما هو مصدر القوة المركزية؟ 			
	A	قوة التجاذب الكتلي	C	قوة رد الفعل
	B	قوة الاحتكاك	D	قوة التجاذب الكهربي
3	ما نوع القوة المركزية في الشكل التالي؟ 			
	A	قوة الشد	C	قوة التجاذب الكتلي
	B	قوة الاحتكاك	D	قوة التجاذب الكهربائي
4	ما نوع القوة المركزية التي تجعل الإلكترون يدور حول نواة ذرة الهيدروجين؟			
	A	قوة الضغط	C	قوة الاحتكاك
	B	قوة التجاذب الكتلي	D	قوة التجاذب الكهربي
5	ربط حجر بطرف خيط وأمسك من الطرف الآخر وأدير في مستوى أفقي، فإذا انقطع الخيط فماذا يحدث للحجر؟			
	A	يستمر بحركته حول المركز بسرعة أقل	C	يسقط مباشرة على الأرض
	B	يتحرك بخط مستقيم باتجاه السرعة	D	يستمر بحركته حول المركز بنفس السرعة
6	أي مما يلي تتناسب معه قوة الجذب المركزية عند ثبوت السرعة المماسية مما يلي؟			
	A	عكسيا مع نصف قطر المسار	C	طرديا مع نصف قطر المسار
	B	عكسيا مع مربع نصف قطر المسار	D	طرديا مع مربع نصف قطر المسار

7	حجر كتلته (0.5) kg مربوط في طرف خيط طوله (0.5) m ويدور في وضع أفقي محدثاً (25) دورة خلال (5) ثواني , فاحسب قوة الجذب المركزية المؤثرة على الحجر؟ $f=\frac{n}{t}=\frac{25}{5}=5Hz$				
	A	7.85N	C	274 N	$Fc=mw^2r=m(2\pi f)^2.r$
	B	31.25 N	D	246.7 N	$=0.5\times(2\pi\times5)^2\times0.5=$ 246.7 N
8	يدور كوكب حول الشمس بمسار دائري محيطه 2 π ، ما الشغل المبذول على الكوكب من قبل قوة التجاذب الكتلي للشمس؟				
	A	0	C	F_C	
	B	$2F_c$	D	$\frac{F_C}{2}$	
9	كرة كتلتها 400g تم تعليقها بنهاية خيط طوله 2 m ثم تم تدويرها بمستوى أفقي إذا كانت قوة الشد في الخيط تساوي 80N فما قيمة سرعة الكرة؟ $Fc=\frac{mv^2}{r}$				
	A	4m/s	C	20m/s	$v=\sqrt{\frac{Fc.r}{m}}=\sqrt{\frac{80\times2}{0.4}}$
	B	40m/s	D	80m/s	
10	ما القوة المركزية التي تحتاجها سيارة كتلتها 800kg لتدور في منحنى نصف قطره 40m إذا كانت تكمل الدورة الكاملة في زمن قدره 20 s ؟ $Fc=mw^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2.r$				
	A	$3.158x10^3$ N	C	$3.80x10^3$ N	$Fc=800\times\left(\frac{2\pi}{20}\right)^2\times40$
	B	$4.20x10^3$ N	D	$5.20x10^3$ N	
11	ما هو اتجاه كل من السرعة والقوة في الحركة الدائرية المنتظمة؟				
	A	كلاهما باتجاه المماس	C	كلاهما باتجاه مركز الدوران	
	B	السرعة باتجاه المماس والقوة باتجاه المركز	D	السرعة باتجاه المركز والقوة باتجاه المماس	
12	سيارة كتلتها 2000Kg تسير على منحنى قطره 800 m بسرعة زاوية 0.05 rad/s وعجلة الجاذبية الأرضية (g = 9.8 N/Kg)ما أقل قيمة ممكنة لمعامل الاحتكاك بين إطارات السيارة وأرضية الشارع ؟ $\mu_s=\frac{\omega^2r}{g}=\frac{(0.05)^2\times400}{9.8}$				
	A	0.1	C	0.2	
	B	0.3	D	0.4	

13 في الشكل أدناه كرة مربوطة بخيط وتدور بمسار دائري أفقي، ما مقدار القوة المركزية للكرة؟



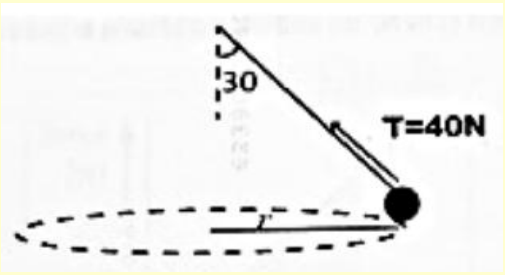
A	20N	C	23.1N	$F_c = T\sin\theta = 40.sin30 = 20N$	
B	40N	D	120N		

14 في الشكل أدناه كرة كتلتها (1.5kg) مربوطة بخيط وتدور بمسار دائري أفقي في كوكب ما ما مقدار التسارع المركزي للكرة؟

$F_c = T\sin\theta = 40.sin30 = 20N$

$F_c = ma_c$

$a_c = \frac{F_c}{m} = \frac{20}{1.5} = 13.3m/s^2$



A	13.3 m/s^2	C	6.75 m/s^2		
B	0.337 m/s^2	D	0.168 m/s^2		

15 جسم كتلته 6 kg يتحرك حول مركز دائرة نصف قطرها 6 m بسرعة منتظمة 10 m/s ما مقدار القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم؟

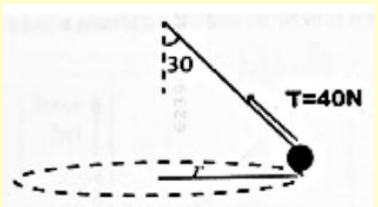
$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{6\times10^2}{6} = 100N$

A	50N	C	100N		
B	200N	D	400N		

16 في الشكل أدناه كرة كتلتها (1.5kg) مربوطة بخيط طوله 2m وتدور بمسار دائري أفقي في كوكب ما، ما مقدار السرعة المماسية للكرة؟

$F_c = \frac{mv^2}{r}$

$v = \sqrt{\frac{F_c.r}{m}} = \sqrt{\frac{(T\sin\theta)xL\sin\theta}{m}}$



A	13.3m/s	C	7.3m/s	$v = \sqrt{\frac{(40\ sin\ 30)x2\ sin\ 30}{1.5}}$	
B	5.1m/s	D	3.65m/s		

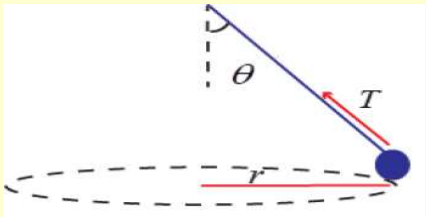
$=3.65m/s$

17 في الشكل أدناه سيارة تتحرك على طريق منحنى، ماذا يحدث للسيارة عند مرورها من المنطقة (A) والمغطاة ببقعة من الزيت العالي اللزوجة؟



A	تستمر في الحركة على مسارها المنحنى	C	تتوقف في مكانها في المنطقة (A)
B	تستمر في الحركة إلى الأمام بخط مستقيم	D	تنقلب على طرفها الأيسر

18 كرة معلقة بخيط يميل عن المحور الرأسي بزاوية θ وتدور في مسار دائري أفقيكما في الشكل أدناه،أي مما يلي يمثل القوة المركزية؟



A	$F_c = T\cos\theta$	C	$F_c = T\sin\theta$
B	$F_c = \frac{T\sin\theta}{2}$	D	$F_c = \frac{T\cos\theta}{2}$

19 كم تكون النسبة بين القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك بسرعة مقدارها 5m/s في دائرة قطرها 4m والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم آخر له نفس كتلة الجسم الأول ويتحرك بسرعة مقدارها 10m/s في دائرة قطرها 8m؟

$F_{c1} = \frac{m5^2}{2} = 12.5m$

$F_{c2} = \frac{m10^2}{4} = 25m$

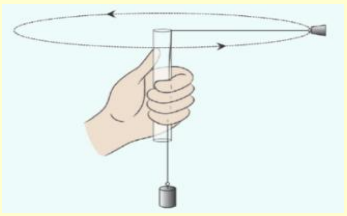
$\frac{F_{c1}}{F_{c2}} = \frac{12.5m}{25m} = \frac{1}{2}$

A	$\frac{2}{3}$	C	$\frac{1}{3}$
B	$\frac{1}{4}$	D	$\frac{1}{2}$

22 أي مما يلي يصف اتجاه القوة المركزية والتسارع المركزي في الحركة الدائرية المنتظمة؟

A	القوة المركزية باتجاه المركز والتسارع باتجاه المماس	C	القوة المركزية باتجاه المماس والتسارع باتجاه المماس
B	القوة المركزية باتجاه المركز والتسارع باتجاه المركز	D	القوة المركزية باتجاه المماس والتسارع باتجاه المركز

23 سدادة مطاطية كتلتها 15 g تتحرك في مسار دائري , نصف قطره 20 cm بينما هي متصلة بكتلة 25 g بواسطة حبل يمر عبر أسطوانة كما بالشكل المقابل، ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها السدادة لتبقى الأسطوانة معلقة.($g=9.8m/s^2$)



$F_c = m.g = 25 \times 10^{-3} \times 9.8$

$= 0.245N$

$v = \sqrt{\frac{F_c.r}{m}} = \sqrt{\frac{0.245 \times 0.2}{15 \times 10^{-3}}} = 1.807 m/s$

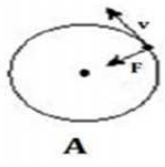
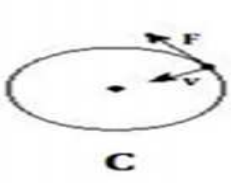
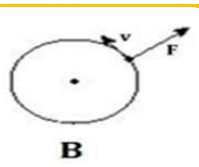
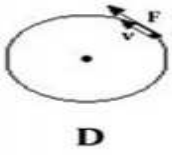
A	0.610 m/s	C	1.807 m/s
B	0.910 m/s	D	2.610 m/s

24 يوفر الاحتكاك للسيارة القوة اللازمة للمحافظة على حركتها في مسار دائري أفقي مستوي خلال السباق، ما أقصى سرعة زاوية ممكن ان تتحرك بها السيارة، حيث نصف قطر المسار 0.6 m ومعامل الاحتكاك السكوني بين العجلات والشارع 0.5؟ حيث $g = 9.8\ m/s^2$

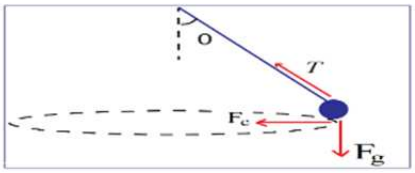
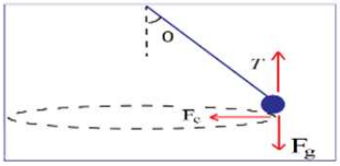
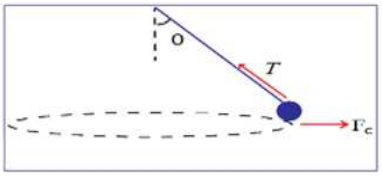
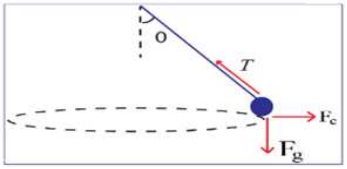
$\omega = \sqrt{\frac{\mu_s . g}{r}} = \sqrt{\frac{0.5 \times 9.8}{0.6}} = 2.86 rad/s$

A	0.9 rad/s	C	2.86 rad/s
B	9.2 rad/s	D	29 rad/s

25 أي الاشكال التالية توضح السرعة المماسية والقوة المركزية لحركة دائرية منتظمة؟

A		C	
B		D	

26 كرة معلقة بخيط تدور بحركة دائرية منتظمة في مسار دائري، أي المخططات تمثل اتجاهات القوى المؤثرة على الكرة بشكل صحيح؟

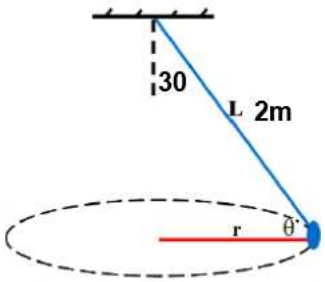
A		C	
B		D	

27	يصمم دوار أفقي محيطه $(125\ m)$ حيث السرعة الآمنة في الدوار تبلغ $(30\ Km/h)$ ، ما مقدار معامل الاحتكاك للطريق؟$(g = 9.8\ m/s^2)$				
	$\mu_s = \frac{v^2}{gr} = \frac{(0.05)^2}{9.8\times19.89} = 0.356$	0.356	A	$r = \frac{\text{المحيط}}{2\pi} = \frac{125}{2\pi} = 19.89m$ ، المحيط $= 2\pi r$	0.556 C
		0.456	B		0.656 D

28 كرة كتلتها 2kg مربوطة بحبل تتحرك في مسار دائري نصف قطره 15m والقيمة القصوى لقوة الشد 50N، احسب السرعة القصوى للكرة؟

$$v = 30 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 8.33m/s \quad \sqrt{\frac{F_C\, r}{m}} = \sqrt{\frac{50\times15}{2}} = 19.36m/s$$

29 كرة مربوطة بخيط تدور بشكل دائري كما هو موضح في الشكل إذا كانت قوة الشد 34N وكتلة الكرة 3kg احسب السرعة المماسية للكرة



أولاً: تكون القوة المركزية مساوية للمركبة الأفقية لقوة الشد

$T_x = T \sin 30^0 = 34 \sin 30^0 = 17\ N$

ثانياً: لحساب نصف القطر

$r = l \sin 30 = 2 \sin 30^0 = 1\ m$

$F_c = T_x$

$$v = \sqrt{\frac{1\times17}{3}} = 2.38\ m/s$$

30 سيارة كتلتها 900kg تسير على منحنى نصف قطره 500 m بسرعة زاوية مقدارها 0.05 rad/s احسب أقل قيمة ممكنة لمعامل الاحتكاك بين إطارات السيارة وأرضية الشارع

$$\mu_s = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{(0.05)^2\times500}{9.8} = 0.128$$

31 ركب طالب كتلته 62 kg عجلة فيريس الدورانية التي يبلغ قطرها 50m بحيث يقوم بدورة واحدة كاملة كل 35 ثانية احسب:

أ- السرعة الزاوية للعجلة

ب - السرعة الخطية للطالب

ج- التردد والزمن الدوري للعجلة

د- القوة المركزية المؤثرة في الطالب

أ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{35} = 0.179 rad/s$

ب $v = \omega r = 0.179 \times 25 = 4.457 m/s$

ج $T = 35\ S \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{35} = 0.028\ Hz$

د $F_C = m\omega^2 r = 62 \times (0.179)^2 \times 25 = 49.66 N$

32 تتحرك سيارة سباق بسرعة 200 Km/h على جزء دائري من مسار السباق الذي يبلغ نصف قطره 300m وتبلغ كتلة السائق والسيارة 800kg احسب:

أ- ما مقدار التسارع المركزي الذي يشعر به السائق؟

ب- ما مقدار القوة المركزية التي تؤثر في السيارة

$V = 200 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 55.55 m/s$

أ- $a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{55.55^2}{300} = 10.29\ m/s^2$

$F_C = \frac{mv^2}{r} = \frac{800 \times (55.55)^2}{300} = 8232 N$

33 يدور إلكترون ذرة الهيدروجين في مدار دائري حول النواة بسرعة خطية مقدارها $(2.2 \times 10^6\ m/s)$ إذا علمت أن نصف قطر ذرة الهيدروجين يساوي $(5.3 \times 10^{-11}\ m)$ وكتلة الإلكترون تساوي $(9.11 \times 10^{-31} kg)$ احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر بها النواة على الإلكترون

$$F_C = \frac{mv^2}{r} = \frac{9.11 \times 10^{-31} \times (2.2 \times 10^6)^2}{5.3 \times 10^{-11}} = 8.3 \times 10^{-8}\ N$$

34 سيارة كتلتها 800kg تتحرك على مسار دائري أفقي قطره 40 m بسرعة 10m/s ، إذا كان معامل الاحتكاك بين أرض الدوار وعجلات السيارة يساوي 0.3. هل ستستمر السيارة في الحركة دون انزلاق مع توضيح إجابتك حسابياً (g=10 N/kg)

$F_s = \mu_s . m . g = 0.3 \times 800 \times = 2400 N\ N$

$F_C = \frac{mv^2}{r} = \frac{800 \times 10^2}{20} = 4000 N\ N$

تنزلق السيارة لأن القوة المركزية أكبر من قوة الاحتكاك

35 - تسير سيارة كتلتها 1500 Kg على طريق دائري قطره 120 m بسرعة زاوية مقدارها 0.04 rad/s
أجب عن السؤالين التاليين:

1- ما نوع القوة المركزية المسببة للحركة الدائرية؟ قوة الاحتكاك

2- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة

$$F_c = m\omega^2 r = 1500 \times 0.04^2 \times 60 = 144N$$

- تسير سيارة على طريق دائري نصف قطره 700m احسب السرعة الزاوية(

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu_s\, g}{r}} = \sqrt{\frac{0.23 \times 9.8}{700}} = 0.056\ Rad/s$$

37 قاطرة كتلتها 1000 kg تدور على منعطف دائري أفقي نصف قطره 200 m وبسرعة 108 km/h
احسب القوة الأفقية التي تضغط بها عجلات القاطرة على قضبان الخط الحديدي

$$F_C = \frac{mv^2}{r} = \frac{1000 \times (108 \times \frac{5}{18})^2}{20} = 4500\text{N N}$$

38 جسم كتلته 50g يتحرك على محيط دائرة قطرها 400cm حركة دائرية منتظمة فإذا كان الجسيم يستغرق 65s لعمل دورة كاملة أحسب:

a) تردد الحركة
b) السرعة الزاوية
c) السرعة الخطية
d) التسارع المركزي
e) القوة الجاذبة المركزية

$$a - \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{65} = 15.4 \times 10^{-2}\text{Hz N}$$

$$b - \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{65} = 0.096 rad/s$$

$$c - \quad v = \omega . r = 0.096 \times 2 = 0.193 \quad m/s$$

$$d - \quad a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{0.193^2}{2} = 0.018\ m/s^2$$

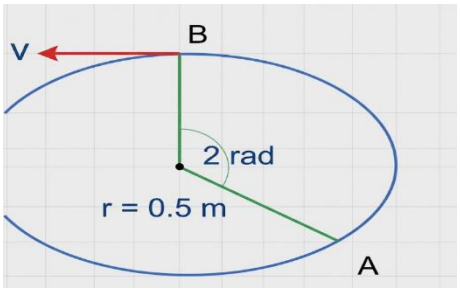
39 ما مقدار القوة المركزية التي يؤثر بها القلب الحديد لاطار سيارة إذا علمت أن كتلة الإطار 45.0 kg ونصف قطره 0.48 m ويدور بسرعة 30 m/s ؟

$$F_C = \frac{mv^2}{r} = \frac{45\times30^2}{0.48} = 8.43\times10^4\ N$$

40 حجر كتلته 200 g مربوط بخيط ويدور حركة دائرية منتظمة، إذا استغرق الحجر زمن قدره 0.5 s ليتحرك من النقطة A إلى النقطة B كما بالشكل احسب:

1-السرعة الزاوية

2- القوة الجاذبية المركزية



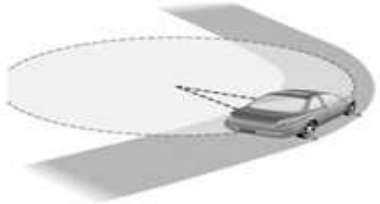
$$\omega = \frac{2}{0.5} = 4rad/s$$

$$F_C = m\omega^2 r = 0.2\times4^2\times0.5 = 1.6N$$

42 - الشكل المقابل يوضح سيارة كتلتها 1800kg تسير في منحنى قطره 50 m بسرعة زاوية مقدارها 0.6 rad/s احسب:

1- معامل الاحتكاك بين إطارات السيارة وأرضية الطريق.

2-مقدار السرعة الخطية اللازمة لعدم انزلاق السيارة على أرضية الشارع



$$1-\quad \mu_s = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{(0.6)^2\times25}{9.8} = 0.92$$

$$2-\quad v = \sqrt{\mu_s g r} = \sqrt{0\cdot92\times9\cdot8\times25} = 14.849 m/s$$

43 حجر مربوط بحبل طوله 50 cm ويدور الحبل في مسار دائري بمعدل دوران 240 دورة لكل دقيقة وكانت قوة الشد في الحبل 200N، أوجد :

a-السرعة الخطية للحجر

b-كتلة الحجر

$$f = \frac{n}{t} = \frac{240}{60} = 4\ Hz$$

$$a - \quad v = \omega.r = 2\pi r f = 2\pi \times 0.5 \times 4 = 12.56\ \ m/s$$

$$b - \quad F_C = \frac{mv^2}{r}$$

$$m = \frac{F_C\, r}{v^2} = \frac{200 \times 0.5}{(12.56)^2} = 0.63\ N$$

44 سيارة كتلتها 4000 kg تتحرك بسرعة ثابتة على منحني نصف قطره 60 m فإذا قطعت السيارة مسافة 200m خلال زمن 20 s :

1. احسب السرعة الزاوية للسيارة
2. أحسب التسارع المركزي للسيارة
3. احسب القوة المركزية المسببة لحركة السيارة

$$1 - \quad \omega = \frac{s}{rt} = \frac{200}{60 \times 20} = \frac{1}{6} rad/s$$

$$2 - \quad a_C = \omega^2 r = (\tfrac{1}{6})^2 \times 60 = 1.67 m/s^2$$

$$3 - \quad F_C = m.a_C = 4000 \times 1.67 = 6666.7\ N$$

45 - سيارة كتلتها 2000 kg تتحرك بسرعة 12 m/s على منحني نصف قطره 60 m احسب كلا مما يلي:

1-السرعة الزاوية للسيارة؟

2 - الزمن الدوري لحركة السيارة؟

3 - ما قيمة التسارع المركزي للسيارة؟

4 -القوة المركزية المؤثرة على السيارة؟

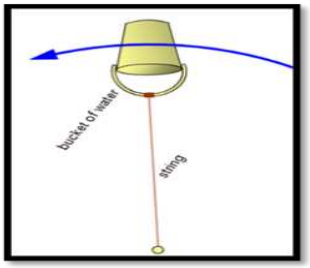
$$1 - \quad \omega = \frac{v}{t} = \frac{12}{60} = 0.2 rad/s$$

$$2 - \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{0.2} = 31.4\ s$$

$$3- \quad a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{12^2}{60} = 2.4\ m/s^2$$

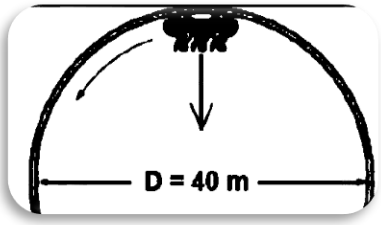
$$4 - \quad F_C = m.a_C = 2000 \times 2.4 = 4800\ N$$

46 دلو تم تدويره رأسيا في نهاية خيط طوله30cm كما بالشكل.
ما أقل عدد من الدورات في الثانية الواحدة لازمه حتى لا ينسكب الماء من الدلو
($g=9.8m/s^2$)



$$\omega = \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{9.8}{0.3}} = 5.7\ Rad/s \qquad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5.7}{2\pi} = 0.9\ Hz$$

47 احسب أقل سرعة للعربة بحيث تظل على المسار؟ (كتلة العربة و الركاب 600 Kg) (g=10 N/kg)



$$\omega = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \times 20} = 14.14\ m/s$$

48 جسم كتلته 250g مربوط بخيط طوله 40cm ويدور في مسار دائري أفقي بنصف قطر ثابت، حيث يقطع ربع دورة كاملة خلال زمن 0.5s. احسب قوة الشد في الخيط

$$f = \frac{n}{t} = \frac{0.25}{0.5} = 0.5\ Hz \qquad \omega = 2\pi f = 2\pi \times 0.5 = \pi\ rad/s$$

$$F_C = m\omega^2 r = 0.25 \times \pi^2 \times 0.4 = 0.986N$$

49 حطت ذبابة كتلتها 2 g على بعد 12 cm من مركز قرص دوار يصنع 33 دورة في الدقيقة

1- احسب مقدار القوة المركزية المفروضة على الذبابة.

2-القيمة الصغرى لمعامل الاحتكاك السكوني بين الذبابة وبين القرص التي تمنع الذبابة من الانزلاق.
$g=9.8m/s^2$

$$f = \frac{n}{t} = \frac{33}{60} = 0.55\ Hz \qquad \omega = 2\pi f = 2\pi \times 0.55 = 3.455\ rad/s$$

$$F_C = m\omega^2 r = 0.25 \times (3.455)^2 \times 0.12 = 2.86 \times 10^{-3} N$$

$$\mu_s = \frac{F_C}{mg} = \frac{2.86 \times 10^{-3}}{0.002} = 0.146$$

50- تستطيع سيارة أن تعبر منعطفًا قطره 160 m دون أن تنزلق . علما بأن معامل الاحتكاك بين الطريق والعجلات 0.81 وتسارع الجاذبية الأرضية 9.8m/s2. أوجد:

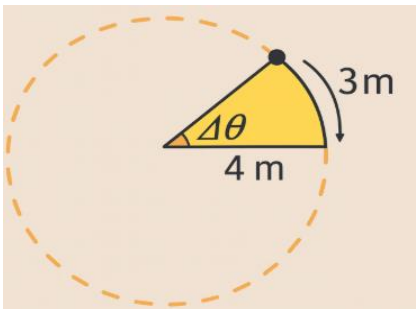
أ- السرعة الخطية العظمى للسيارة دون ان تنزلق

ب- السرعة الزاوية للسيارة

$$v = \sqrt{\mu_s g r} = \sqrt{0.81 \times 9.8 \times 80} = 25.2\ m/s$$

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu_s\ g}{r}} = \sqrt{\frac{0.81 \times 9.8}{80}} = 0.315\ Rad/s$$

51- في الشكل الآتي :جسم يدور حول مسار دائري بحركة دائرية منتظمة ، احسب ما يلي:



أ- السرعة الزاوية (ω) إذا قطع الجسم مسافة (3m) على المسار خلال زمن مقداره (6 s)

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{3}{4} = 0.75\ rad$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{0.75}{6} = 0.125\ rad/s$$

ب- التسارع المركزي (a_c) للجسم

$$a_c = \omega^2 r = (0.125)^2 \times 4 = 0.0625 m/s^2$$

2- ما القوة المركزية التي تسبب دوران الإلكترونات حول النواة؟

قوة التجاذب الكهربائي

الدرس الثاني: قانون نيوتن للجاذبية

الجاذبية

يشار إلى قوة الجاذبية عادة باسم قوة سحب الأرض

هي القوة التي تجذب جسمين أحدهما نحو الآخر .

تضمن قوة الجاذبية بيننا وبين الأرض ألا نطير بعيدًا كما أنها تبقي الأرض في دورانها حول الشمس

الجدول مقارنة التسارعات الناتجة عن جاذبية الكواكب المختلفة.

الكوكب	كتلة الكوكب	تسارع الجاذبية
عُطارَد	3.28×10^{23} kg	3.70 m/s²
الزُّهرَة	4.88×10^{24} kg	8.87 m/s²
الأرض	5.98×10^{24} kg	9.81 m/s²
المُرّيخ	6.39×10^{23} kg	3.93 m/s²
المُشتري	1.90×10^{27} kg	24.79 m/s²
زُحَل	5.68×10^{26} kg	10.44 m/s²
اورانوس	8.68×10^{25} kg	8.69 m/s²
نبتون	1.02×10^{26} kg	11.15 m/s²



العوامل التي تتوقف عليها قوة الجاذبية

1- كتلة الجسمين

2- المسافة بين الجسمين

قانون نيوتن للجاذبية

المعادلة

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

$G = 6.667 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2/\text{kg}^2$

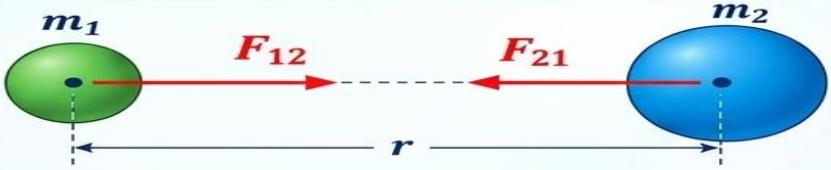
جدول الرموز

الرمز	الكمية الفيزيائية	وحدة القياس
F	قوة الجاذبية	(N)
G	ثابت الجذب العام	($\text{N m}^2/\text{kg}^2$)
M	كتلة الجسم الأول	(kg)
m	كتلة الجسم الثاني	(kg)
r	المسافة بين مركزي الجسمين	(m)

أهم النقاط

1. تؤثر قوة الجاذبية بين جسمين على امتداد الخط الواصل بين مركزيهما.
2. مع تحرك الأجسام تتغير اتجاه قوة الجاذبية لتبقى دائمًا على هذا الخط.
3. قوة الجاذبية بين جسمين هي فعل ورد فعل (قانون نيوتن الثالث)، وتكون متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.

الشكل يبين قوة التجاذب بين جسمين



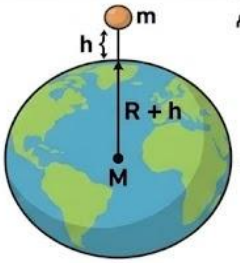
$$F_{12} = -F_{21}$$

وفقاً لقانون نيوتن الثالث، تمثل القوتان فعل ورد فعل.

قوة التجاذب الكتلي (قوة الجاذبية)

على ارتفاع (h) فوق سطح الأرض

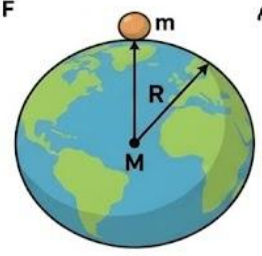
$$F = G\frac{M \cdot m}{(R+h)^2}$$



G = ثابت الجذب العام
F = قوة الجاذبية
M = كتلة الأرض
m = كتلة الجسم
R = نصف قطر الأرض
h = الارتفاع

على سطح الأرض

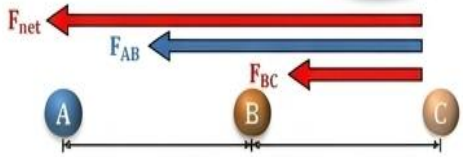
$$F = G\frac{M \cdot m}{R^2}$$



G = ثابت الجذب العام
F = قوة الجاذبية
M = كتلة الأرض
m = كتلة الجسم
R = نصف قطر الأرض

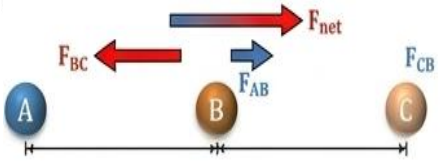


حساب محصلة قوى التجاذب الكتلي



1- إذا كانت القوتان في نفس الاتجاه

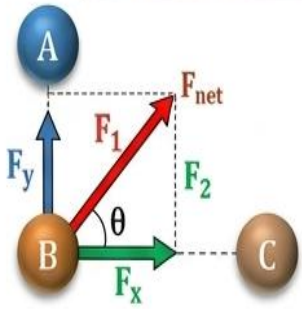
$$F_{net} = F_{AB} + F_{BC}$$



2- إذا كانت القوتان متعاكستين :

$$F_{net} = F_{BC} - F_{AB}$$

3-إذا كانت القوتان متعامدتين فالمحصلة تكون باستخدام قانون فيفاغورس:-



$$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$\theta = \tan 0^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$

4-إذا كانت القوتان غير متعامدتين فالمحصلة تكون:

فالمحصلة تكون: $F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

5-نقطة التعادل (نقطة الاتزان):

هي النقطة التي تنعدم أو تكون عندها محصلة القوي تساوي صفر

$F_{net} = 0 \Rightarrow F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{Gm_1m}{x^2} = \frac{Gm_2m}{(r-x)^2} \Rightarrow \frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(r-x)^2}$

$\frac{m_1}{r_1^2} = \frac{m_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{\sqrt{m_1}}{x} = \frac{\sqrt{m_2}}{r-x}$

لا تنسى

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ $\quad \frac{F_2}{F_2} = \frac{m_2}{m_2}$ $\quad \frac{F_1}{F_1} = \frac{m_1}{m_1}$

تدريبات

1 ما مقدار قوة التجاذب الكتلي بين بروتونين بحيث يبعدان $1.4 \times 10^{-14}m$ عن بعضهما البعض علما بأن كتلة البروتون $1.67\ 10^{-27}\ Kg$ $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

$F = \frac{GMm}{r^2} =$

A	$1.33X10^{-50}N$	C	$9.49\ X10^{-37}N$
B	$1.15X10^{-11}N$	D	$5.7528\ X10^{-10}N$

$\frac{6.667\times10^{-11}\times(1.67\times10^{-27})^2}{(1.4\times10^{-14})^2}$

2 وضعت كرتان من المعدن كتلتيهما 1.5kg و 2.3kg بحيث تبعدان 2m عن بعضهما البعض ما مقدار قوة التجاذب الكتلي بينهما $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

$F = \frac{GMm}{r^2} =$

A	$1.15X10^{-10}N$	C	$7528\ X10^{-11}N$
B	$7.95\ X10^{-24}N$	D	$5.75\ X10^{-11}N$

$\frac{6.667\times10^{-11}\times1.5\times2.3}{(2)^2}$

3 ما مقدار قوة التجاذب الكتلي المؤثرة على كتلة مقدارها 4 kg تبعد 1 m عن كتلة أخرى مقدارها 1kg $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

$F = \frac{GMm}{r^2} =$

A	$3.3 \times 10^{-11}\ N$	C	$2.7 \times 10^{-10}\ N$
B	$1.7 x10^{-11}\ N$	D	$6.7 \times 10^{-11}\ N$

$\frac{6.667\times10^{-11}\times4\times1}{(1)^2}$

4 إذا تغيرت المسافة بين مركزي جسمين كرويين من 1 cm إلى 4 cm فما مقدار قوة التجاذب الكتلي الجديدة بينهما ؟

$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{1\times1\times1}{(4)^2}$

A	تزداد 16 مرة	C	تزداد أربع مرات
B	تقل بمقدار 1/16 مرة	D	تقل الى الربع

$= \frac{1}{16}$

5 إذا تضاعفت كتلة جسمين متماثلين ونقصت المسافة بينهما للنصف فما التغير الذي يطرأ على قوة الجاذبية المتبادلة بينهما؟

$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{1\times2\times2}{(0.5)^2}$

A	تقل إلى النصف	C	تقل بمقدار 1/8
B	تزيد إلى الضعف	D	تزداد بمقدار 16 ضعف.

$= 16$

6 إذا تضاعفت المسافة الفاصلة بين مركزي جسمين إلى المثلين ماذا يحدث لمقدار قوة التجاذب الكتلي بينهما؟

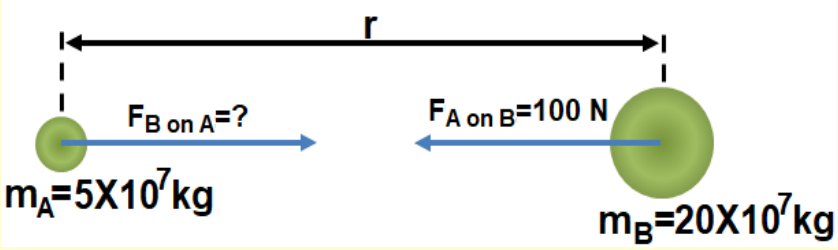
A	تصبح مثلي ما كانت عليه	C	تصبح ربع ما كانت عليه
B	تصبح نصف ما كانت عليه	D	تظل كما كانت

$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{1\times2\times1}{(2)^2} = \frac{1}{4}$

7	إذا كانت قوة التجاذب بين جسمين المسافة بينهما d تساوي 64×10^{-8} N فكم تصبح هذه القوة إذا صارت المسافة بينهما نصف المسافة d $\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ $\frac{64 \times 10^{-8}}{F_2} = \frac{0.5^2}{1^2}$			
	A	1.6×10^{-7} N	C	1.28×10^{-6} N
	B	3.2×10^{-7} N	D	2.56×10^{-6} N
8	جسمان كتلة الأول m_1 وكتلة الثاني m_2 والبعد بينهما r فإذا زادت كتلة الأول للضعف وزاد البعد بينهما للضعف فإن قوة الجذب المتبادلة بينهما $F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{1 \times 2 \times 1}{(2)^2} = \frac{1}{2}$			
	A	لا تتغير	C	تقل للنصف
	B	تزداد الضعف	D	تصبح أربعة أمثالها

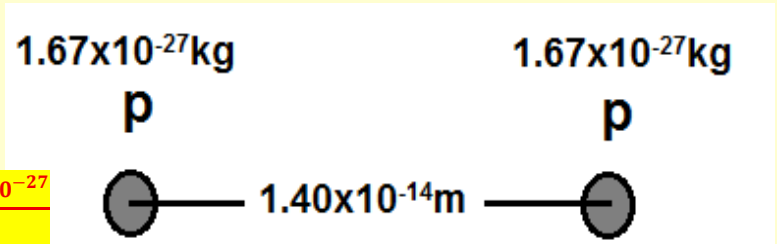
9	ما مقدار قوة الجاذبية المتبادلة بين الجسمين في الشكل أدناه؟ $F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.667 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 5 \times 8}{(10)^2}$			
	A	1.06×10^{-10} N	C	2.6×10^{-10} N
	B	1.06×10^{-11} N	D	2.67×10^{-11} N
10	إذا كانت قيمة قوة الجاذبية بين جسمين تساوي 16N فكم تصبح قيمتها إذا قلت المسافة بينهما إلى ربع ما كانت عليه؟ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ $\frac{16}{F_2} = \frac{0.25^2}{1^2}$			
	A	16N	C	32N
	B	64N	D	256N
11	جسم كتلته 3kg على سطح الأرض، ينجذب إلى الأرض بقوة حوالي 30N بينما لا نرى عليه أي تأثير ملحوظ لقوة جذب المريخ علماً بأن كتلة المريخ 6.4×10^{23} Kg وأقرب مسافة بين الأرض والمريخ 5.6×10^{10} m لماذا لا نلاحظ قوة جذب الجسم للمريخ؟			
	A	لأن كتلة الجسم صغيرة	C	لأن كتلة الجسم لا تتأثر بالجاذبية
	B	لأن اتجاه قوة الجذب على الجسم بواسطة المريخ هو مركز الأرض	D	لأن قوة الجذب بين المريخ والجسم صغيرة جداً مقارنة بقوة الجذب بين الأرض والجسم
12	جسمين كتلتاهما متساويتين يتجاذبان مع بعضهما بقوة مقدارها 6.7×10^{-4} N فإذا كانت المسافة بينهما 5m كم تكون كتلة إحداهما؟($G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2}) $F = \frac{GMm}{r^2}$ $m = \sqrt{\frac{Fr^2}{G}}$ $= \sqrt{\frac{6.7 \times 10^{-4} \times 5^2}{6.667 \times 10^{-11}}}$			
	A	15850.47 kg	C	2.51×10^8 Kg
	B	11300 Kg	D	5.1×10^7 K

13 الشكل التالي يوضّح قوة الجاذبية المتبادلة بين جسمين A و B.إذا كان مقدار قوة الجاذبية التي يؤثر بها الجسم A على الجسم B يساوي 100 N فما مقدار قوة الجاذبية التي يؤثر بها الجسم B على الجسم A؟



A	400 N	C	25 N
B	100 N	D	0 N

14 ما مقدار قوة التجاذب الكتلي بين بروتونين اثنين كتلة كل واحد منهما $1.67x10^{-27}Kg$ وتفصل بينهما مسافة قدرها $1.40x10^{-14}m$ ؟ $G=6.667x10^{-11}Nm^2kg^{-2}$



$$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.667\times10^{-11}\times1.67\times10^{-27}\times1.67\times10^{-27}}{(1.40\times10^{-14})^2}$$

A	$1.33x10^{-50}N$	C	$9.49x10^{-37}N$
B	$7.95x10^{-24}N$	D	$5.68x10^{-10}N$

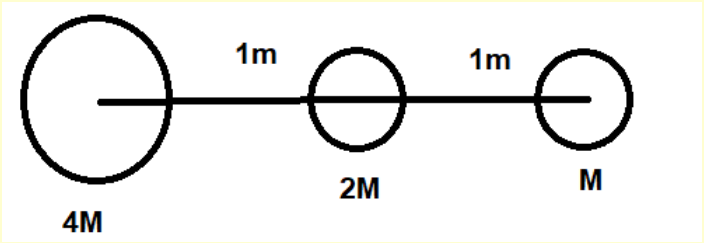
15 ما محصلة قوى الجذب على الكتلة M الموضح بالشكل؟

$$F_1 = \frac{GMm}{r^2} == \frac{GM\times2M}{1^2} = 2GM^2$$

$$F_2 = \frac{GMm}{r^2} == \frac{GM\times4M}{2^2} = GM^2$$

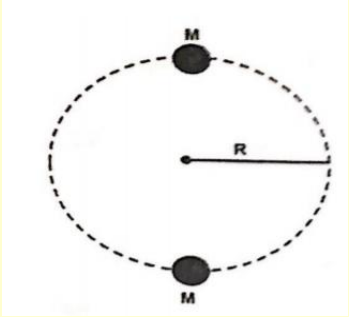
$$F_T = F_1+F_2 = 2GM^2 + GM^2$$

$$F_T = 3GM^2$$



A	GM^2	C	$6GM^2$
B	$3GM^2$	D	½ GM^2

15 ما قيمة قوة الجذب المتبادلة بين جسمين في الشكل أدناه علماً بأنهما متساويين في الكتلة (كتلة كل منهما M) يتحركان حول دائرة نصف قطرها R؟

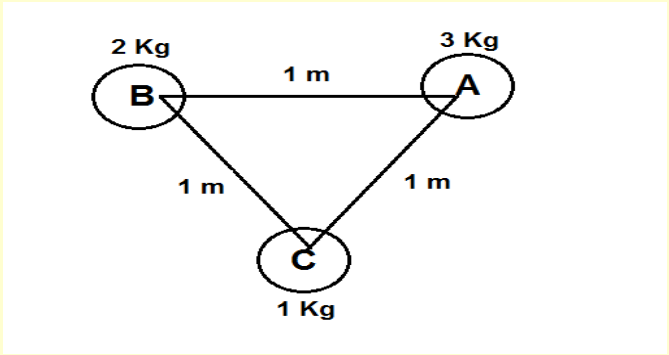


$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{GM \times M}{(R+R)^2} = \frac{GM^2}{(2R)^2}$

$F = = \frac{GM^2}{4R^2}$

A	$\frac{GM^2}{R^2}$	C	$\frac{GM^2}{4R^2}$	
B	$\frac{GM^2}{2R^2}$	D	$\frac{2GM^2}{R^2}$	

18 أي زوج من الكتل الموضحة في الشكل التالي بينهما أكبر قوة تجاذب؟



A	القوى متساوية.	C	$(B \text{ and } C)$	
B	$(A \text{ and } B)$	D	$(A \text{ and } C)$	

19 أي العبارات التالية توضح أن قوة الجاذبية بين جسمين ينطبق عليها قانون نيوتن الثالث؟

A	الجسم الأصغر يجذب الجسم الأكبر بقوة أقل	C	الجسم الأكبر يجذب الجسم الأصغر بقوة أكبر	
B	كل جسم يجذب الآخر بقوة مساوية في المقدار وفي نفس الاتجاه	D	كل جسم يجذب الآخر بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه	

20 احسب قوة التجاذب المتبادلة بين الشمس والمشترى بفرض أن كتلة الشمس $2X\ 10^{30}\ Kg$ وكتلة المشترى $1.8X\ 10^{27} kg$ والبعد بين مركزي والمشترى $7.73\ X10^{11} m$

$(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

إجابة

$$F = G\frac{Mm}{r^2} \qquad F = \frac{6.667\times10^{-11}\times2\times10^{30}\times1.8\times10^{27}}{(7.7x10^{11})^2} = N$$

21 كرتان صغيرتان كتلة كل منهما $7.3kg$ والبعد بين مركزيهما يساوي $0.5m$ احسب قوة التجاذب المتبادلة بينهما ثم علق على النتيجة

$(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

إجابة

$$F = G\frac{Mm}{r^2} \qquad F = \frac{6.667\times10^{-11}\times7.3\times7.3}{(0.5)^2} = N$$

22 أحسب المسافة الفاصلة بين كتلتين متساويتين $150\ kg$ لتكون فوة التجاذب الكتلي بينهما $2.0\ X\ 10^{-5}\ N$

$(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

إجابة

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

$$F = \frac{6.667\times10^{-11}\times150\times150}{(2x10^{-5})^2} = N$$

23 a-أحسب قوة الجاذبية بين الأرض وطالب يقف على سطحها كتلته 75kg

b-كيف تصبح هذه القوة إذا كان الطالب يركب طائرة على ارتفاع 12000m فوق سطح الأرض؟

(كتلة الأرض 5.98×10^{24} ونصف قطرها $6.38\times10^{6}m$)($G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

إجابة

$F = G\frac{Mm}{r^2}$ $\quad F = \frac{6.667\times10^{-11}\times5.98x10^{24}\times75}{(6.38x10^{6})^2} = 734.6N$

$$F = \frac{6.667\times10^{-11}\times5.98x10^{24}\times75}{(6.38x10^{6}+1200)^2} = 731.8N$$

24 ماذا يحدث لقوة الجاذبية بين جسمين إذا زادت المسافة بينهما للضعف؟

إجابة

$$F = G\frac{Mm}{r^2} = 1\times\frac{1\times1}{2^2} = \frac{1}{4}$$

25 ماذا يحدث لقوة الجاذبية بين جسمين إذا زادت كتلة أحدهما للضعف وقلت المسافة بينهما للنصف؟

إجابة

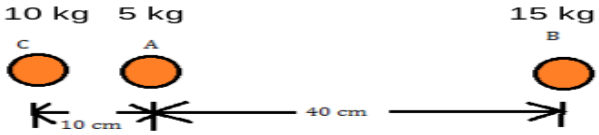
$$F = G\frac{Mm}{r^2} = 1\times\frac{1\times2}{0.5^2} = 8$$

26 وضعت ثلاث أجسام A وB وC تفصل بين كل جسم والآخر مسافة على خط أفقي كما بالشكل.

ما هي محصلة قوى الجاذبية على B كما في والناتجة من A وC

($G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

إجابة

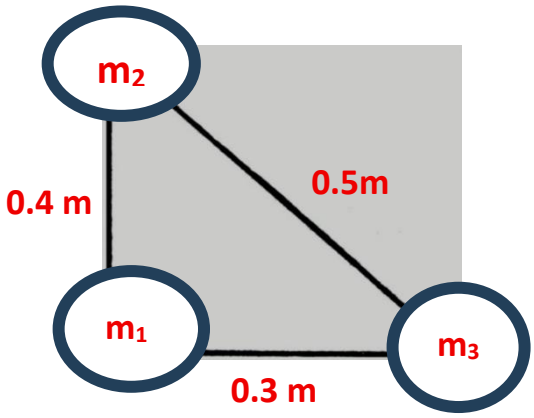


$F = G\frac{Mm}{r^2}$ $\quad F1 = \frac{6.667\times10^{-11}\times15\times10}{(0.5)^2} = 4\times10^{-8}N$

$$F_2 = \frac{6.667\times10^{-11}\times10\times10}{(0.2)^2} = 2.66\times10^{-8}N$$

$$F=(4\times10^{-8})-(2.66\times10^{-8}) = 1.34\times10^{-8}N$$

27 وضعت ثلاث كرات بلياردو كتلة كل منها 0.3kg على طاولة في زوايا مثلث قائم الزاوية كما في الشكل.
احسب قوة الجاذبية على الكرة m_1 والناتجة عن الكرات m_2 و m_3 $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$



إجابة

$F = G\frac{Mm}{r^2}$

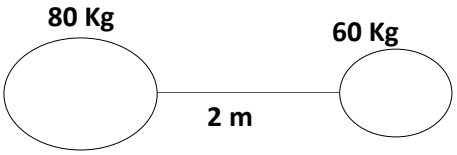
$F1 = \frac{6.667\times10^{-11}\times0.3\times0.3}{(0.4)^2} = 3.75\times10^{-11}N$

$F2 = \frac{6.667\times10^{-11}\times0.3\times0.3}{(0.3)^2} = 6.7\times10^{-11}N$

$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

$F_{net} = \sqrt{(3.75\times10^{-11})^2 + (6.7\times10^{-11})^2} = 7.7\times10^{-11}N$

28 جسمان كرويان المسافة بين مركزيهما 2m كما في الشكل أحد الجسمان كتلته 80 Kg والآخر 60 Kg
ما مقدار القوة بينهما؟ علما بأن $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$



إجابة

$F = G\frac{Mm}{r^2}$

$F_1 = \frac{6.667\times10^{-11}\times80\times60}{(2)^2} = 8\times10^{-8}N$

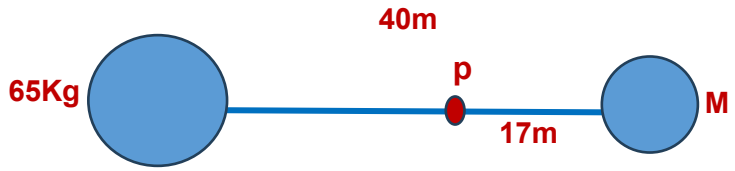
29 قوة جذب الأرض لمحطة فضـائية على ارتفاع معين هي $1.2 \times 10^2 N$ كم تكون قوة جذب الأرض لمحطة فضائية أخرى كتلة 1.5 مرة قدر المحطة الأولى وتقع على مسافة تساوي 0.45 قدر بعد المحطة الأولى عن الأرض احسب قوة جذب الأرض لتلك المحطة

إجابة

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 r_2^2}{m_2 r_1^2} \qquad \frac{1.2 \times 10^2}{F_2} = \frac{m \times (0.45r)^2}{1.5m \times (r)^2} \qquad \frac{1.2 \times 10^2}{F_2} = \frac{(0.45)^2}{1.5}$$

$$F_2 = 888.88N$$

30 جسمان الأول كتلته 65kg والثاني M ، المسافة بينهما 40m، إذا كانت محصلة قوة التجاذب بينهما تساوي صـفر عند النقطة P بينهما والتي تبعد مسـافة 17m عند الجسـم M على الخط بين الكتلتين. احسـب كتلة الجسم M



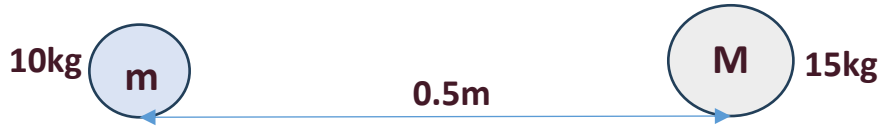
إجابة

$$\frac{m_1}{r_1^2} = \frac{m_2}{r_2^2} \qquad \frac{65}{23^2} = \frac{M}{17^2} \qquad M = 35.5KG$$

31 -وضع جسمان (m)و(M) بينهما مسافة 0.5m على خط أفقي كما هو موضح بالشكل احسب كلا مما يلي:($G=6.667\times10^{-11}\ Nm^2/kg^2$)

1-مقدار واتجاه قوة الجاذبية التي يؤثر بها (M) على (m) : (F_{Mm})

2-مقدار واتجاه قوة الجاذبية التي يؤثر بها (m) على (M) : (F_{mM})



إجابة

$F_{mM} = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.667\times10^{-11}\times15\times10}{(0.5)^2} = 40\times10^{-9}N$ لليمين

$F_{mM} = 40\times10^{-9}$ N لليسار

3-استخدم القانون الثالث لنيوتن لوصف العلاقة بين القوتين (F_{Mm}) و(F_{mM}) المحسوبتين في السؤال السابق

إجابة

طبقا للقانون الثالث لنيوتن (لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه) فإن

$F_{mM} = -F_{Mm}$

32 جسمان كتلتاهما m_2, m_1 تفصل بين مركزيهما مسافة r يجذب كل منهما الآخر بقوة جاذبية مقدارها F_1 في حال تضاعفت كتلة كل جسم منهما، ونقصت المسافة بين مركزيهما إلى ربع قيمتها الأولى، نحصل على قوة جذب جديدة F_2 ما العلاقة بين F_1 وF_2

إجابة

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 r_2^2}{m_2 r_1^2}$ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{2\times0.25^2}{2\times0.25^2} = 1$

34 -كرتان كتلتاهما 16 kg و 4 kg بينهما مسافة 2 m وضعت كرة ثالثة 5 kg بينهما علما بأن $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$ أحسب بعد الكرة الثالثة عن كل منهما حتى تظل متزنة؟

إجابة

$\frac{m_1}{r_1^2} = \frac{m_2}{r_2^2}$ $\frac{m_1}{(x)^2} = \frac{m_2}{(r-x)^2}$ $\frac{4}{(x)^2} = \frac{16}{(2-x)^2}$

$x = \frac{2}{6} = 0.3m$

مجال الجاذبية لكتلة M

هو المنطقة المحيطة بالكتلة من جميع الاتجاهات ويظهر فيها قوة جذب هذه الكتلة للأجسام الأخرى نحو مركز هذه الكتلة

يحدث تأثير الجاذبية من خلال خطوتين:

1- ينشأ حول كتلة الجسم M (مجال جاذبية) في الفضاء ينتشر بسرعة الضوء

2- ينشئ مجال الجاذبية قوة على أي كتلة أخرى m تتحرك في الفضاء.

لمجال الجاذبية g وحدة تيوتن N لكل كيليلورام kg من الكتلة: $g = \frac{F_G}{m}$

عند دمج العلاقة السابقة مع قانون نيوتن للجذب $F = G\frac{Mm}{r^2}$

تنتج معادلة حساب شدة الجاذبية على مسافة r منها $g = G\frac{M}{r^2}$

$g = G\frac{M}{(R+h)^2}$

يمكن استخدام المعادلة السابقة لحساب شدة الجاذبية على سطح الأرض أو سطح أي كوكب آخر

العوامل التي تتوقف عليها شدة مجال الجاذبية:

1- المسافة: $g \propto \frac{1}{r^2}$

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

2- كتلة الكوكب: $F \propto M$

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

حساب شدة الجاذبية عند نقطة بدلالة مجال الجاذبية للأرض :

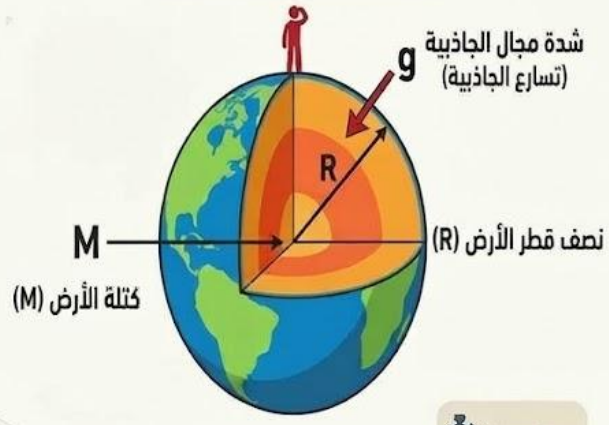
$$g_P = \frac{gR^2}{r^2}$$

إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

almanahj.com

شدة مجال الجاذبية

على سطح الأرض

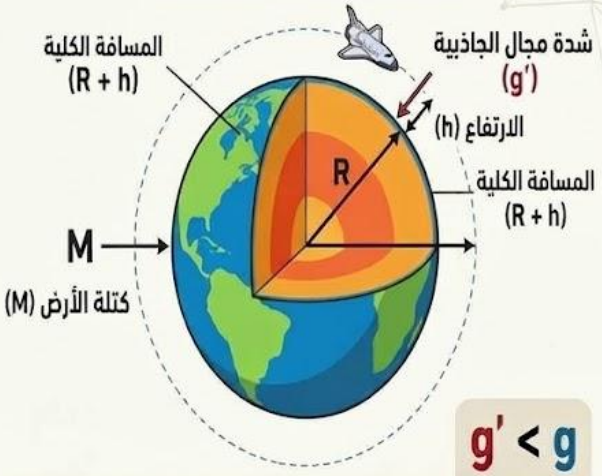


9.81 م/ث²

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

g = شدة مجال الجاذبية على السطح
G = ثابت الجذب العام ($6.674 \times 10^{-11}\ N \cdot m^3/kg^2$)
M = كتلة الأرض
R = نصف قطر الأرض

على ارتفاع فوق السطح

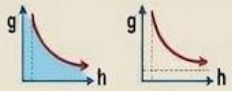


$g' < g$

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

g′ = شدة مجال الجاذبية على الارتفاع h
R+h = المسافة من مركز الأرض إلى الجسم

- شدة مجال الجاذبية تقل مع زيادة الارتفاع
- تتناسب عكسياً مع مربع المسافة من المركز



- شدة مجال الجاذبية نقطة من المسافة لى المكر
- تتناسب عكسياً مع مربع المسافة من المركز

خطوط مجال الجاذبية

هي خطوط وهمية تمثل مجال الجاذبية:

- خطوط المجال للجسم الكروي تكون اتجاه نحو المركز.
- تتقارب عند زيادة الجاذبية والعكس صحيح.
- خطوط المجال للكتلة ذات السطح المستوي تكون متوازية.


السطح المستوي

الجسم الكروي

تدريبات

1 نجمان يدور أحدهما حول الآخر وفق قانون نيوتن للجاذبية، إذا تضاعفت كتلة أحد النجمين وتضاعفت المسافة بينهما أيضاً، فماذا يحدث لقوة الجاذبية بين النجمين؟

A تتضاعف قوة الجاذبية $F_g = \frac{GMm}{r^2}$

B تنخفض قوة الجاذبية للنصف $F_g = \frac{1\times2\times1}{2^2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

C تظل قوة الجاذبية كما هي

D تصبح قوة الجاذبية أكبر بأربع مرات

2 كم تبلغ قوة الجاذبية بين بروتون (كتلة البروتون $1.67\times10^{-27}kg$) وإلكترون في ذرة هيدروجين (كتلة الالكترون $9.1\times10^{-31}kg$) إذا كان البعد بينهما $2.5\times10^{-11}m$ ؟ $F_g = \frac{GMm}{r^2} =$

A $1.6\times10^{-46}N$

B $3.5\times10^{-46}N$

C $6.4\times10^{-46}N$

$$\frac{6.667\times10^{-11}\times1.67\times10^{-27}\times9.1\times10^{-31}}{(2.5\times10^{-11})^2}$$

3 افترض أن كلا من كتلتك وكتلة زميلك تساوي 80kg وأنكما تطفوان من دون حركة في الفضاء وأن البعد بينكما 1.5m ما مقدار قوة الجاذبية بينكما؟ $F_g = \frac{GMm}{r^2} =$

A $2.90\times10^{-6}N$

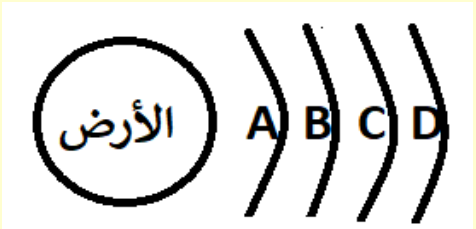
B $1.89\times10^{-7}N$

C $2.41\times10^{-9}N$

D $62\times10^{-9}N$

$$\frac{6.667\times10^{-11}\times80\times80}{(1.5)^2}$$

4 من الرسم المقابل أي النقاط تكون عندها شدة مجال الجاذبية أكبر ما يمكن؟



A A

B C

C B

D D

5 ماذا يحدث لشدة مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة تقع على سطح الأرض، إذا ازداد بعد النقطة ثلاثة أضعاف؟

A تقل للنصف

B تقل للثلث

C تقل للربع $g = \frac{GM}{r^2} = \frac{1\times1}{(3)^2} = \frac{1}{9}$

D تقل للتسع

6 إذا كان تسارع الجاذبية عند سطح الأرض تساوي (g). كم تكون قيمة تسارع الجاذبية على مسافة $(2.5\ R)$ من سطح الأرض؟ (حيث R تمثل نصف قطر الأرض)

A 0.08 g

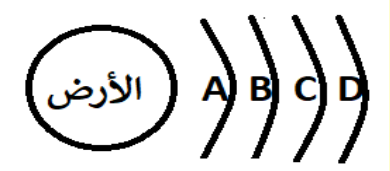
B 0.16 g

C 0.29 g $g_P = \frac{gR^2}{r^2} = \frac{gR^2}{(R+h)^2}$

D 0.4 g $g_P = \frac{gR^2}{(R+2.5R)^2}$

$$g_P = \frac{gR^2}{(3.5R)^2} = \frac{gR^2}{12.25R^2} = \frac{1}{12.25}g = 0.08g$$

7 من الرسم المقابل أي الاختيارات الأتية تعبر عن الترتيب التنازلي الصحيح لقيم شدة مجال الجاذبية بالنسبة للأرض؟



A	$g_A < g_B < g_C < g_D$	C	$g_A > g_B > g_C > g_D$
B	$g_A = g_B = g_C = g_D$	D	$g_A > g_B = g_C > g_D$

8 أي مما يلي يصف بشكل صحيح خطوط مجال الجاذبية حول الأرض؟

A	تتباعد كلما ابتعدنا من الأرض وتقل شدة المجال	C	تتقارب كلما اقتربنا من الأرض وتقل شدة المجال
B	تتباعد كلما اقتربنا من الأرض وتقل شدة المجال	D	تتباعد كلما اقتربنا من الأرض وتزداد شدة المجال

9 ماذا يحدث لشدة مجال الجاذبية المؤثرة على جسم إذا زادت كتلة الجسم إلى ضعف ما كانت عليه، وقل بعده عن مركز مصدر الجاذبية إلى النصف؟

A	تبقى كما هي	C	تزداد إلى أربعة أمثال ما كانت عليه
B	تزداد إلى الضعف	D	تزداد إلى ثمان أمثال ما كانت عليه

10 الجدول التالي يوضح كتلة ونصف قطر أربعة كواكب (A,B,C,D) , فاذا كانت كتلة الأرض M ونصف قطر الأرض R أي من هذه الكواكب الأربعة تتساوى شدة مجال الجاذبية لها مع شدة مجال جاذبية الأرض ؟

الكوكب	نصف قطر الكوكب	كتلة الكوكب
A	2R	2M
B	$\frac{R}{\sqrt{2}}$	2M
C	$\frac{R}{\sqrt{2}}$	$\frac{M}{\sqrt{2}}$
D	$\frac{R}{\sqrt{2}}$	$\frac{M}{2}$

A	A	C	C
B	B	D	D

11	ما قيمة شدة مجال الجاذبية عند سطح القمر علماً بأن : كتلة القمر (7.35×10^{22} kg) ونصف قطره (1.74×10^{6} m) وثابت الجذب العام ($G = 6.67\times10^{-11}$ N m^2 / kg^2) $g = G\frac{M}{r^2} =$ $\frac{6.667\times10^{-11}\times7.35\times10^{22}}{(1.74\times10^{6})^2}$ $=1.619$ N/kg				
	1.619 m/s	A	161.9 m/s^2	C	
	16.19 m/s^2	B	1619 m/s^2	D	

12 احسب التسارع الناتج عن الجاذبية g على كوكب كتلته أكبر من الأرض بعشر مرات ونصف قطره أكبر من نصف قطر الأرض عشرون مرة علماً بأن:

كتلة الأرض = $5.972\ x10^{24}$kg ونصف قطر الأرض R= $6.38x\ 10^{6}$ m ($G = 6.67\times10^{-11}$ N m^2 / kg^2)

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{6.667\times10^{-11}\times10\times5.972\times10^{24}}{(20\times6.4\times10^{6})^2} = 0.244\ \text{N/kg}$$

13 احسب شدة مجال الجاذبية على سطح الأرض إذا علمت ان كتلة الأرض M= $5.972\ x10^{24}$kg ويبلغ نصف قطرها R= $6.38\ x\ 10^{6}$ m

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{(6.667\times10^{-11}\times5.972\times10^{24}}{(6.38\times10^{6})^2} = 9.766\ \text{N/kg}$$

14 تبلغ كتلة القمر $7.35x10^{22}$ kg ونصف قطره $1.74x\ 10^{6}$ m ما مقدار تسارع الجاذبية على سطح القمر؟ ($G = 6.667\ x\ 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{(6.667\times10^{-11}\times7.35\times10^{23}}{(1.74\times10^{6})^2} = 9.766\ \text{N/kg}$$

15 احسب تسارع الجاذبية الناتج عن كوكب كتلته أكبر من كتلة الأرض 10 مرات ويبلغ نصف قطره 20 مرة أكبر من نصف قطر الأرض (كتلة الأرض 5.972×10^{24}kg) نصف قطر الأرض (6.38×10^{6} m)

($G = 6.667\times10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{(6.667\times10^{-11}\times10\times5.972\times10^{24}}{(20\times6.4\times10^{6})^2} = 0.244 \text{ N/kg}$$

16 احسب شدة مجال الجاذبية على سطح الأرض علماً بأن كتلة الأرض (6.0×10^{24} kg) ونصف قطرها (6.4×10^{6} m) وثابت الجذب العام (6.667×10^{-11} Nm^2/kg^2)

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{(6.667\times10^{-11}\times5.972\times10^{24}}{(6.38\times10^{6})^2} = 9.766 \text{ N/kg}$$

17 يبلغ نصف قطر كوكب 1.5 مرة نصف قطر الأرض وكتلته تساوي كتلة الأرض احسب شدة مجال الجاذبية على سطح ذلك الكوكب (كتلة الأرض = 5.972×10^{24}kg)؟

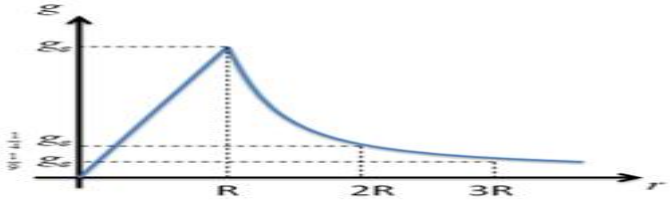
($G = 6.667\times10^{-11}$ N.m^2/kg^2) ($R=6.38\times10^{6}$ m نصف قطر الأرض)

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{(6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(1.5\times1.74\times10^{6})^2} = 4.34 \text{ N/kg}$$

18 احسب قيمة شدة المجال عند نقطة تقع على بعد 3R من سطح الأرض (g =9.8N/Kg)

إجابة





$$g_P = \frac{9.8 \times R^2}{(3R)^2} = \frac{9.8 \times R^2}{9 \times R^2} = \frac{9.8}{9} = 1.09 N/kg$$

19 أ- الجدول التالي يوضح مجموعة من الحقائق حول القمر

الجسم	الكتلة	نصف القطر عند خط الاستواء
القمر	7.35×10^{22} Kg	1.74×10^{6} m

مستخدماً تلك الحقائق احسب: ($G=6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2\Kg^2)

1-شدة مجال الجاذبية عند نقطة على خط الاستواء على سطح القمر

إجابة

$$g = G\frac{M}{r^2} = \frac{(6.667\times10^{-11}\times7.35\times10^{22})}{(1.74\times10^{6})^2} = 1.6 \text{ N/kg}$$

ب- صف شكل خطوط مجال الجاذبية في الحالات التالية:

1- لجسم كروي

خطوط تتجه من جميع الجهات نحو مركز الكرة

2-حالة السطح اللامتناهي

خطوط متوازية لا تتقاطع تتجه نحو السطح

طاقة الوضع التجاذبية

طاقة الوضع: هي الطاقة المختزنة في الجسم نتيجة وضعه أو شكله.

طاقة الوضع التجاذبية: هي مقدار الشغل الذي يبذل في الجسم ضد الجاذبية.

الشغل لتحريك كتلة لمسافة h

$$\Delta E_p = h \times m \times g$$

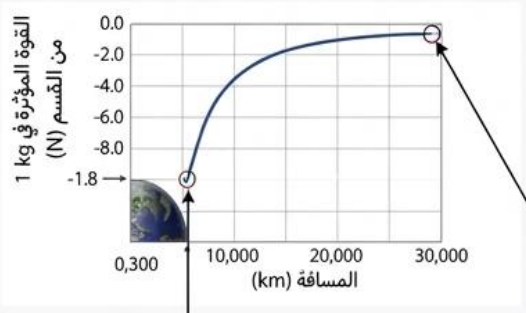
قوة الجذب العام

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

طاقة الوضع التجاذبية

$$E_p = -G\frac{Mm}{r}$$

حساب طاقة الوضع التجاذبية E_p والرسوم البيانية

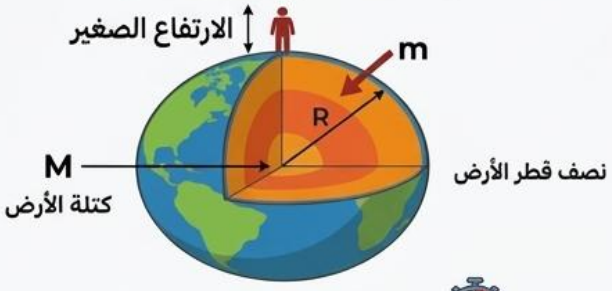


الارتفاع الصغير (بالقرب من سطح الأرض)

الارتفاع الكبير والصغير (بعيداً عن سطح الأرض)

حساب طاقة الوضع التجذبية E_p

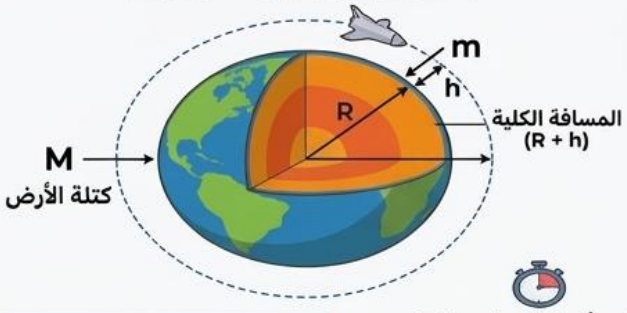
عند سطح الكوكب



$$E_p = -G\frac{Mm}{R}$$

G = ثابت الجذب العام
M = كتلة الكوكب
m = كتلة الجسم
R = نصف قطر الكوكب
E_p = طاقة الوضع التجاذبية

على ارتفاع فوق الكوكب



$$E_p = -G\frac{Mm}{R+h}$$

G = ثابت الجذب العام
M = كتلة الكوكب
m = كتلة الجسم
R = نصف قطر الكوكب
h = الارتفاع فوق السطح
E_p = طاقة الوضع التجاذبية

التغير في طاقة الوضع التجاذبية

$$\Delta E_p = E_{pf} - E_{pi}$$

- تستخدم المعادلة الأولى عندما يكون ارتفاع الجسم أقل بكثير من نصف قطر الأرض لأن شدة مجال الجاذبية
- في هذه الحالة ثابتة تقريباً
- طاقة الوضع التجاذبية في المعادلة الثانية بإشارة سالبة لأن الشغل المبذول ضد قوة الجاذبية التي يكون اتجاهها لأسفل
- تستخدم المعادلة الثانية لأي ارتفاع
- عندما تتباعد الكتل بعدا لا نهائيا ($r=\infty$)تكون القوى بينها = صفر وكذلك طاقة الوضع التجاذبية = صفر
- عند سقوط الجسم تحت تأثير الجاذبية تقل طاقة الوضع التجاذبية وتزداد طاقة الحركة ويتسارع الجسم

إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

تدريبات

1	أي مما يلي صحيح حول طاقة الوضع التجاذبية؟			
	A	تنتج طاقة الوضع التجاذبية من الشغل المبذول من قوة الجاذبية	C	تقل طاقة الوضع التجاذبية لنظام كلما تباعدت الكتل عن بعضها البعض
	B	تنتج طاقة الوضع التجاذبية من الشغل المبذول ضد قوة الجاذبية	D	تزداد طاقة الوضع التجاذبية لنظام كلما تقاربت الكتل من بعضها البعض

2 قمر اصطناعي كتلته $3.9\times10^4\ kg$ يدور حول الأرض على ارتفاع $3.6\times10^7 m$ احسب طاقة الوضع التجاذبية للقمر الاصطناعي؟

$(G= 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2,\ M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg,\ R_{earth} = 6.4 \times 10^6\ m)$

إجابة

$$E_p = -\frac{GMm}{r} = -\frac{(6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times3.9\times10^4}{6.4\times10^6+3.6\times10^7} = -3.679\times10^{11}J$$

3 يوجد كويكب كتلته 1420 kg في الفضاء بالقرب من كوكب كتلته $8.08\times10^7\ kg$، يبعد الكويكب مسافة 23900Km عن مركز الكوكب، ما مقدار طاقة الوضع التجاذبية لنظام الكويكب والكوكب؟

إجابة

$$E_p = -\frac{GMm}{r} = -\frac{(6.667\times10^{-11}\times8.08\times10^7\times31420}{2.39\times10^7} = -3.2\times10^{-7}J$$

4 إذا كانت المسافة بين مركزي كتلتي جسمين r، ماذا يحدث لطاقة الوضع التجاذبية للنظام إذا زادت بين الكتلتين إلى 3r؟

إجابة

$$E_p = -\frac{GMm}{r} = -\frac{1}{3}$$

5 - قمر صناعي كتلته 100kg نصف قطر مداره $3X10^9$ m صدرت له أوامر بالانتقال الى مسار آخر نصف قطرة $4X10^9$m أوجد الطاقة اللازمة لهذه العملية علما بأن كتلة الأرض $6X10^{24}$kg

(ثابت الجذب العام $6.673X10^{-11}$ Nm^2/kg^2)

إجابة

$E=E_2-E_1$

$E=G\,Mm\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

$E=6.67X10^{-11}\ X6X10^{24}\ X100\left(\frac{1}{3X10^9}-\frac{1}{4X10^9}\right)=\ldots\ldots\ldots\ldots J$

6 قمر اصـــطناعي كتلته 1500kg يدور حول الأرض، إذا كانت طاقة الوضـــع التجاذبية لنظام الأرض والقمر الاصطناعي تساوي -49.8 GJ، فما نصف قطر مدار القمر الاصطناعي؟

($G= 6.667 \times 10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}$ kg)

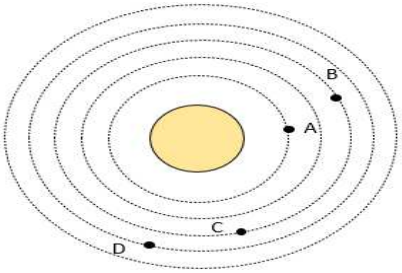
إجابة

$E_p = -\frac{GMm}{r}$ $\quad -49\times10^9=-6.667\times10^{-11}\times\frac{6\times10^{24}\times870}{r}$

$r=1.2\times10^7 m$

7 يوضـح الشـكل كوكبًا وخمس نقاط على انصـاف أقطار خمس مدارات مختلفة بعيدة عن مركز الكوكب، استخدام الشكل لتوضيح ما يحدث لطاقة الوضع التجاذبية لجسم كتلته m إذا تحرك في الحالات الآتية:

إجابة



- من النقطة A إلى النقطة B ..... تزداد .....
- من النقطة B إلى النقطة C..... لا تتغير .....
- من النقطة D إلى النقطة A..... تقل .....

8 قمران اصطناعيان X وY لهما نفس الكتلة يدوران حول الأرض، أوجد نسبه طاقتي وضعيهما التجاذبية إذا كان نصف قطر مدار القمر X ضعف نصف قطر مدار القمر الاصطناعي Y؟

إجابة

$mx = my$

$r_x=2r_y$

$Ep=-G\frac{Mm}{R}$

$\frac{Epx}{Epy}=\frac{-\frac{GMm_x}{\dot{r}_x}}{-\frac{GMm_y}{r\ddot{y}}}=$ $\quad \frac{Epx}{Epy}=\frac{-\frac{GMm_x}{2\dot{r}_x}}{-\frac{GMm_y}{r\ddot{y}}}=\frac{1}{2}$

جهد الجاذبية



هو طاقة الوضع التجاذبية المكتسبة لكل وحدة كتلة (m)

$$V_G = \frac{E_p}{m} \rightarrow V_G = \frac{\frac{-GMm}{r}}{m} \rightarrow V_G = -\frac{GM}{r}$$

الجدول التعريفي للرموز

الرمز	الكمية الفيزيائية	الوحدة القياسية (S.I)
E_p	طاقة الوضع الجاذبية	J
V_G	جهد الجاذبية	J/kg
M	كتلة المصدر (الكوكب / النجم)	kg
m	كتلة الاختبار (الجسم الأصغر)	kg
r	المسافة بين مركزي الكتلتين	m
G	ثابت الجذب العام	$N \cdot m^2/kg^2$

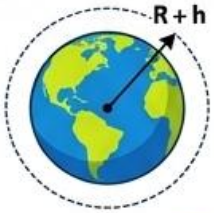
تطبيقات جهد الجاذبية

1 - عند سطح الكوكب / الأرض



$$V_G = -\frac{GM}{R}$$

2 - عند ارتفاع (h) من السطح



$$V_G = -\frac{GM}{R+h}$$

العوامل التي يعتمد عليها جهد الجاذبية

★ 1) كتلة المصدر (M): يتناسب طردياً مع جهد الجاذبية (كلما زادت M، قلّ الجهد - أكثر سلبية).

★ 2) المسافة (r): يتناسب عكسياً مع جهد الجاذبية (كلما زادت r، زاد الجهد - اقترب من الصفر).

جهد الجاذبية هو كمية قياسية سية (سالبة دائماً)

للحفظ جهد الجاذبية لا يعتمد على كتلة جسم الاختبار (m).

س / قارن بين جهد الجاذبية وطاقة الوضع الجاذبية؟

	جهد الجاذبية (V_G)	طاقة الوضع الجاذبية (E_p)
التعريف	طاقة الوضع لكل وحدة كتلة	الطاقة الكلية المختزنة في النظام
القانون	$V_G = -\frac{GMm}{r}$	$E_p = -\frac{GMm}{r}$
النوع	كمية قياسية (Scalar)	كمية قياسية (Scalar)
يعتمد على	M , r	M , m , r
الوحدة	J/kg	J
سالب؟	نعم، دائماً	نعم، دائماً

طاقة الوضع التجاذبية لنظام يتكون من عدة كتل:

ما هي العلاقة بين طاقة الوضع التجاذبية لنظام وجهد الجاذبية؟

$V_G = -G\frac{M}{r}$

$E_P = G\frac{M\ m}{r}$

$E_p = V_{GT} \cdot m$

جهد الجاذبية الكلي لنظام

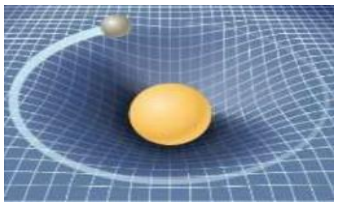
$V_{GT} = V_{G1} + V_{G2} + V_{G3}$

طاقة الوضع التجاذبية لكتلة جسم ما في نظام من عدة كتل لنظام

لحساب قوة الجاذبية	لحساب شدة مجال الجاذبية	لحساب طاقة الوضع التجاذبية	لحساب جهد الجاذبية
$F = G\frac{Mm}{r^2}$	$g = G\frac{M}{r^2}$	$EP = -G\frac{M\,m}{r}$	$V_G = \frac{-GM}{r}$

لحساب جهد الجاذبية عند نقطة تبعد عن مركز الكوكب مسافة r بمعلومية شدة مجال الجاذبية g

$$v_G = -gr$$



منطقة انحناء الجهد: من خلال الشكل المقابل ثم أجب عن الأسئلة التالية:

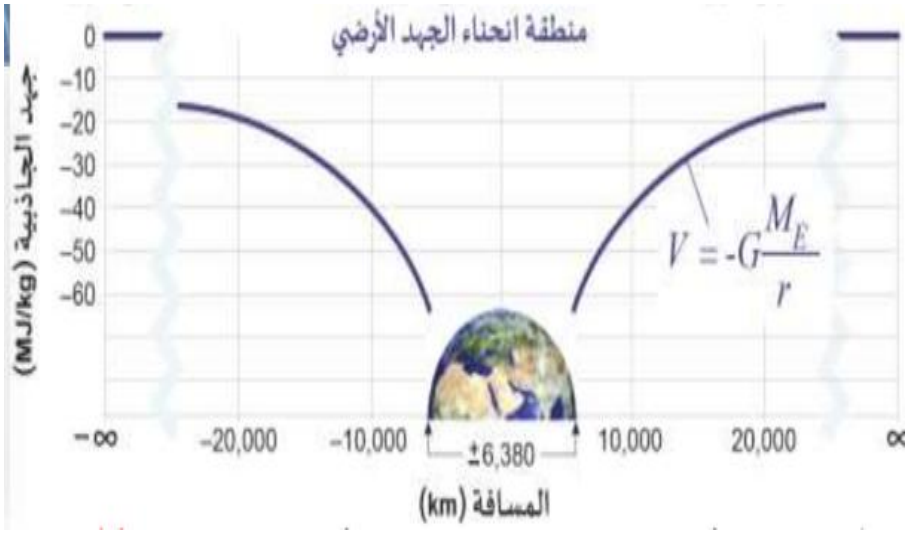
1- ماذا يحدث لقيمة الجهد بالاقتراب من مركز الكتلة؟ تقل وتصبح سالبة أكثر

2- وضح ما يحدث للأجسام عند دخولها (سقوطها) في منطقة انحناء الجهد؟

شبه العلماء منطقة انحناء الجهد الناتج عن كتلة ما كالبئر حين تسقط الأجسام في منطقة انحناء جهد الجاذبية (البئر) تكتسب أشكالاً أخرى من الطاقة كالطاقة الحركية الناتجة من فقدان طاقة الوضع التجاذبية للنظام

3- ما أهمية دراسة منطقة انحنا الجهد؟

يشكل ذلك إطاراً جيداً لفهم تأثيرات الأجسام الساقطة على الأرض كالنيازك والمذنبات



تدريبات

1 إذا كان جهد الجاذبية لنقطة في مجال الجاذبية الأرضية يساوي(-9.4×10^{6} J/kg)، ما طاقة الوضع التجاذبية لقمر صناعي كتلته (200 kg) عندما يمر من تلك النقطة؟

$E_p = V_G \cdot m$

$E_p = -9.4\times10^{6}\times200$

A	-9.4×10^{6} J	C	-4.7×10^{5} J
B	-1.88×10^{9} J	D	-4.7×10^{9} J

2 إذا علمت أن سرعة الإفلات من كوكب المريخ 5 km/s، وأن نصف قطر كوكب المريخ 3390km، أوجد تسارع الجاذبية للمريخ ؟

$V_{escape} = \sqrt{2gR}$

$g = \frac{v_{es}^2}{2R} = \frac{(5000)^2}{2\times3390\times10^3}$

A	0.36 N/ Kg	C	7.35 N/kg
B	3.69 N/kg	D	14.7 N/kg

3 ماذا يحدث لكل من طاقة الوضع التجاذبية وطاقة الحركة للأجسام التي تسقط في «منطقة انحناء الجهد»؟

A	تقل طاقة الوضع التجاذبية وتزداد طاقة الحركة	C	تزداد طاقة الوضع التجاذبية وتزداد طاقة الحركة
B	تقل طاقة الوضع التجاذبية وتقل طاقة الحركة	D	تزداد طاقة الوضع التجاذبية وتقل طاقة الحركة

4 قمر صناعي كتلته (m) يدور على ارتفاع ($3R_{\text{الأرض}}$) عن سطح الأرض، انخفض إلى مدار يرتفع مسافة ($R_{\text{الأرض}}$) عن سطح الأرض، ما مقدار التغير في طاقة الوضع للقمر الصناعي؟

$\Delta Ep = E_{pf} - Epi$

$\Delta Ep = (-\frac{GMm}{r_1}) - (-\frac{GMm}{r_2})$

$\Delta Ep = (-\frac{GMm}{R+R}) - (-\frac{GMm}{R+3R})$

$\Delta Ep = (-\frac{GMm}{2R}) - (-\frac{GMm}{4R})$

A	$\frac{-GMm}{2R}$	C	$\frac{-GMm}{4R}$
B	$\frac{-GMm}{3R}$	D	$\frac{-GMm}{6R}$

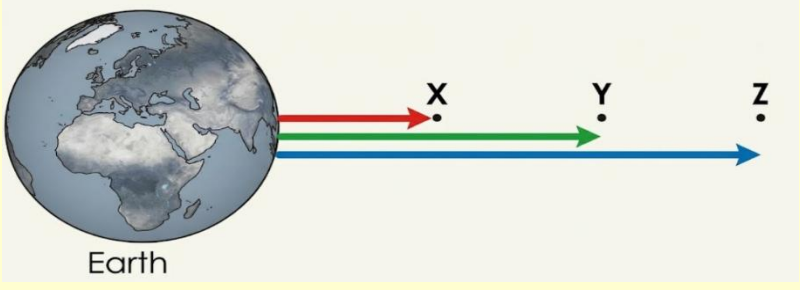
5 قمر صناعي كتلته 400 Kg يدور في مدار حول الأرض إذا كانت طاقة وضعه التجاذبية عند هذا الارتفاع -2.5×10^{10} J احسب جهد الجاذبية عند هذا الارتفاع؟

$V_G = \frac{Ep}{m}$

$= \frac{-2.5\times10^{10}}{400}$

A	$-6.25\ X\ 10^{7}$ J/Kg	C	6.25×10^{7} J/Kg
B	-1×10^{13} J/Kg	D	1×10^{13} J/Kg

6 الرسم التالي يوضح ثلاث نقاط X,Y,Z على ابعاد مختلفة من سطح الأرض، فأيها صحيح بالنسبة لجهد الجاذبية V_G؟

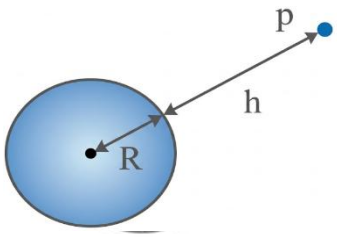


A	$V_{G\,Z} > V_{G\,Y} > V_{G\,X}$	C	$V_{G\,Z} = V_{G\,Y} = V_{G\,X}$
B	$V_{G\,X} > V_{G\,Y} > V_{G\,Z}$	D	$V_{G\,Y} > V_{G\,X} > V_{G\,Z}$

7 كوكب نصف قطره $4 \times 10^6\ m$ شدة مجال الجاذبية لهذا الكوكب عند نقطة p هي 2.5 N/kg أجب عما يلي:

a-ما مقدار جهد الجاذبية عند النقطة p إذا كانت تبعد عن سطح الكوكب مسافة $3.5 \times 10^7 m$ ؟

b-أحسب الشغل المبذول لنقل كتلة 1kg من سطح الكوكب الى النقطة p



إجابة

$$a- \quad V_G = -gr = -2.5 \times (4 \times 10^4 + 3.5 \times 10^7) = -8.8 \times 10^7 J/kg$$

$$b- \quad w = -8.8 \times 10^7 J$$

8 كم يبلغ بعد نقطة عن مركز الأرض، إذا علمت أن جهد الجاذبية عندها هو (-50×10^6 J/kg).

علماً بأن كتلة الأرض $6 \times 10^{24}\ Kg$

إجابة

$$V_G = \frac{-GM}{r}$$

$$r = \frac{-GM}{V_G} = \frac{-6.667 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{-50 \times 10^6} = 8 \times 10^6 m$$

$$h = r - R = 8 \times 10^6 - 6.4 \times 10^6 = 1.6 \times 10^6 m$$

9 إذا علمت أن كتلة الشمس 1.99×10^{30} kg احسب جهد الجاذبية المؤثرة على كتلة مقدارها 125kg عند نقطة تبعد 150×10^6 km عن مركز الشمس؟

إجابة

$$r = 150 \times 10^6 \times 10^3 = 150 \times 10^9 m$$

$$V_G = \frac{-GM}{r} = \frac{-6.667 \times 10^{-11} \times 1.99 \times 10^{30}}{150 \times 10^9} = -8.8 \times 10^8 J/kg$$

10 أجب عن الأسئلة الآتية: (Mearth = 6 x 10^{24} kg, Rearth = 6.4 x10^{6} m)

1- احسب جهد الجاذبية الأرضية الذي يؤثر في جسم كتلته 60kg على سطح الأرض.

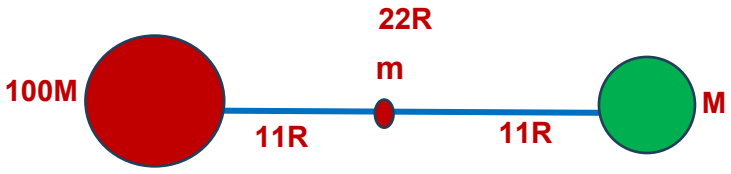
2- ما هو الجهد الذي تؤثر به الأرض في الجسم نفسه على ارتفاع 36000km من سطح الأرض؟

إجابة

(1) $V_G = \frac{-GM}{r} = \frac{-6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^{6}} = -6.3\times10^{7} J/kg$

(2) $V_G = \frac{-GM}{r} = \frac{-6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^{6}+3.6\times10^{7}} = -9.4\times10^{6} J/kg$

11 تبلغ كتلة أحد الأقمار M ويبعد مسافة 22R عن كوكب كتلته 100 M. ما قيمة الجهد الكلي المؤثر على كتلة موضوعة في منتصف المسافة بينهما؟



إجابة

$V_G = \frac{-GM}{r}$ $V_{G1} = \frac{-GM}{11R}$ $V_{G2} = \frac{-100GM}{11R}$

$V_{GT} = (\frac{-100GM}{11R}) + (\frac{-GM}{11R}) = \frac{-101GM}{11R} = -9.8\frac{-GM}{R}$

12 تبلغ كتلة الشمس 2×10^{30}kg ونصف قطرها 7×10^{8}m تخيل نموذجاً بسيطاً للشمس تتساوى فيه كتلة جسيمات الغاز والغبار مع كتلة الشمس وتسقط من اللانهاية الى داخل الشمس، احسب

a- جهد الجاذبية على سطح الشمس b- الطاقة المفقودة من الكتلة الساقطة

b. $E = mV_G = (2\times10^{30}\ kg)(-1.9\times10^{11}\ J/kg) = \boxed{-3.8\times10^{41}\ J}$ حسوبة في الجزء b إذا علمت ان قدرة الشمس 3.8×10^{26}w

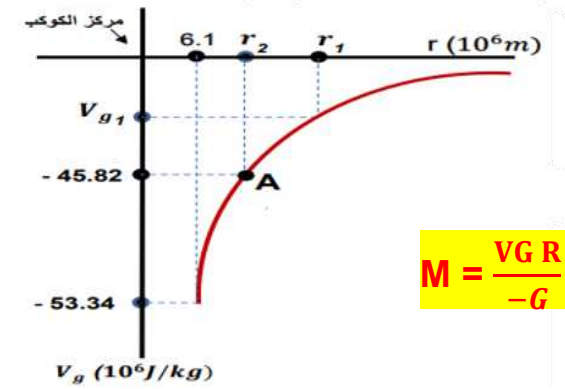
إجابة

(a) $V_G = \frac{-GM}{r} = \frac{-6.667\times10^{-11}\times2\times10^{30}}{7\times10^{8}} = -1.9\times10^{11} J/kg$

(b) $P = \frac{E}{t}$ $t = \frac{E}{P} = \frac{3.8\times10^{41}}{3.8\times10^{26}} = 10^{15} S$

$E = mV_G = (2\times10^{30})(-1.9\times10^{11}) = -3.8\times10^{41} J$

13 يمثل المنحنى الموضح جانبا، العلاقة بين جهد الجاذبية لكوكب الزهرة والبعد عن مركز الكوكب ، معتمدا على البيانات المثبتة على المنحنى، احسب كتلة كوكب الزهرة



(G = 6.667X10^{-11}Nm^2/ kg^2)

إجابة

$V_G = \frac{-GM}{r}$

$M = \frac{V_G R}{-G} = \frac{-53.34\times10^6}{-6.667\times10^{-11}} =$ kg

14 يمتلك جسم 240J من الطاقة عند نقطة في مجال يبلغ جهد جاذبيته 60J/kg، كم تبلغ كتلة هذا الجسم؟

إجابة

$E=mV_G$ $m=\frac{EP}{VG}=\frac{240}{60}=4kg$

15 صاروخ كتلته 200kg ساكن على سطح كوكب يبلغ جهد الجاذبية على سطحه -50MJ/kg، احسب طاقة الوضع للصاروخ على سطح الكوكب؟

إجابة

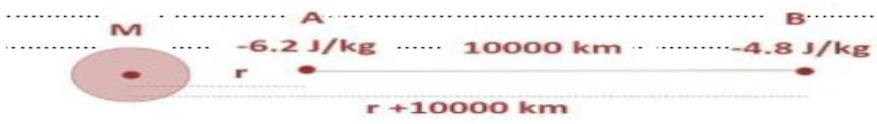
$V_G = -50\times10^6 J/kg$

$E=mV_G=200\times(-50\times10^6)=-1\times10^{10}J$

16 تقع النقطتان B,A في مجال الجاذبية لكويكب كبير. يقيس مسبار فضائي جهد الجاذبية عند النقطتين ويجدها، 6.2J/kg -، 4.8J/kg- تفصل بين النقطتين مسافة قدرها 1000kmاحسب كتلة الكويكب ؟

إجا

ترسم شكل توضيحي للمسألة



$V_{GA}=\frac{-GM}{r}$ ⇒ $-6.2=\frac{-(6.667\times10^{-11})M}{r}$ ⇒ $6.2r=6.667\times10^{-11}M$ (1)

$V_{GA}=\frac{-GM}{r}$ ⇒ $-4.8=\frac{-(6.667\times10^{-11})M}{(r+10^7)}$ ⇒ $4.8r+(4.8\times10^7)=6.667\times10^{-11}M$ (2)

بقسمة المعادلة 1 على 2

$\frac{6.2r}{4.8r+(4.8\times10^7)}=\frac{M}{M}=1$

نحسب قيمة r

$6.2r=4.8+(4.8\times10^7)$ ⇒ $6.2r-4.8=(4.8\times10^7)$ ⇒ $r=\frac{(4.8\times10^7)}{1.4}=3.34\times10^7 M$

بالتعويض عن قيمة r في معادلة جهد جاذبية النقطة A

$M=\frac{6.2\,x3.43x10^7}{6.667\times10^{-11}}=3.189\,x10^{18}\,kg$

17 - قمر صناعي كتلته (250kg) يدور حول الأرض على بعد (40×10^6 m) من مركز الأرض إذا علمت أن كتلة الأرض (6.0×10^{24} kg)وثابت الجذب العام (6.667×10^{-11} Nm^2/kg^2)احسب كل مما يلي:

1-جهد الجاذبية الذي تنشئه الأرض عند موضع القمر الصناعي

2-الطاقة الحركية للقمر الصناعي

إجابة

$$V_{GT} = V_{GE} + V_{GM} = -G\left(\frac{M\ earth}{L} + \frac{M\ mon}{3.844\times10^8 - L}\right)$$

$$V_{GT} = -6.667\times10^{-11}\times\left(\frac{6\times10^{24}}{3.9\times10^7} + \frac{7.35\times10^{22}}{3.844\times10^8 - 3.9\times10^7}\right)$$

$$V_{GT} = -1.02\times10^7\ J/kg$$

20 قارن بين شدة مجال الجاذبية وطاقة الوضع التجاذبية بين جسمين من خلال إكمال الجدول التالي.

وجه المقارنة	شدة مجال الجاذبية	جهد الجاذبية
التعريف	المنطقة المحيطة بالكتلة من جميع الاتجاهات ويظهر فيها قوة جذب هذه الكتلة للأجسام الأخرى نحو مركز هذه الكتلة	هو طاقة الوضع التجاذبية التي تؤثر في كتلة مقدارها 1kg عند نقطة معينة في مجال الجاذبية
نوع الكمية (متجهة - قياسية)	متجهة	قياسية

السرعة الإفلات Vescape

هي الحد من السرعة اللازمة للإفلات تماماً من جاذبية الكوكب

$$V_{esc\ ape} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

سرعة الإفلات Vescape	m/s
كتلة الكوكب (الجسم الأكبر) M	kg
المسافة بين مركزي الكوكب والجسم r	m
ثابت الجذب العام G	Nm^2/kg^2

استنتاج قانون سرعة الإفلات:

من قانون حفظ الطاقة $E_{pi} + E_{pk} = E_{pf} + E_{kf}$

بـمـا $E_{pf} + E_{pf} = 0$ إذا: $E_{pi} + E_{ki} = 0$

بالتعويض عن طاقة الوضع وطاقة الحركة

$$-G\frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}mv^2 = 0$$

$$G\frac{M\cancel{m}}{r} = \frac{1}{2}\cancel{m}v^2$$

$$V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

العوامل التي يعتمد عليها جهد الجاذبية

1) كتلة المصدر (الكوكب) M

2) المسافة بين مركزي الكوكب والجسم r

✓ إذا كانت سرعة الانطلاق

العلاقة بين سرعة الإفلات وجهد الجاذبية

$$V_G = -G\frac{M}{r}$$

$$V_{esc\ ape} = \sqrt{2(-v_G)}$$

العلاقة بين سرعة الإفلات وشدة مجال الجاذبية

$$g = G\frac{M}{r^2}$$

$$V_{esc\ ape} = \sqrt{2gr}$$

تدريبات

1 كوكبان A و B نصف قطر الكوكب A مثلي نصف قطر الكوكب B ، وكتلة الكوكب B أربعة أمثال كتلة الكوكب A ، فما النسبة بين سرعة الإفلات لجسم كتلته m من سطح الكوكب A سرعة الافلات لجسم كتلته 2m من سطح الكوكب B؟

$V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$\frac{v_A}{v_b} = \sqrt{\frac{M_A R_B}{M_B R_A}}$

A	$\sqrt{2}$	C	$\frac{1}{2}$
B	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	D	$\frac{1}{2\sqrt{2}}$

$\frac{v_A}{v_b} = \sqrt{\frac{1\times 1}{4\times 2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$

2 ما سرعة إفلات صاروخ كتلته $(2000\ kg)$ عن سطح كوكب كتلته $(8\times 10^{22} kg)$، وقطره $(4\times 10^{6} m)$؟ حيث: $G = 6.67\times 10^{-11} N.m^2/kg^2$

$V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$= \sqrt{\frac{2\times 6.667\times 10^{-11}\times 8\times 10^{22}}{4\times 10^{6}}}$

A	$1633\ m/s$	C	$2610\ m/s$
B	$2310\ m/s$	D	$310\ m/s$

3 ما قيمة سرعة الإفلات من سطح الأرض إذا كان نصف قطرها (6.4×10^{6} m) وكتلتها (5.98×10^{24}) $G=6.667\times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$ kg)

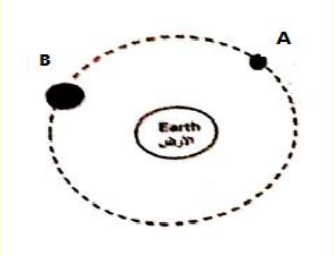
$V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2\times 6.667\times 10^{-11}\times 5.98\times 10^{24}}{6.4\times 10^{6}}}$

A	$2.35 m/s^2$	C	30Km/s
B	11.2km/s	D	22.14m/s

4 أي من المعادلات الرياضية تُعبر عن العلاقة بين السرعة المدارية لقمر صناعي $V_{orbital}$ يبعد مسافة r عن مركز الأرض وشدة مجال الجاذبية المؤثر عليه في مداره g ؟

A	$v = \sqrt{2gr}$	C	v = gr
B	$v = \sqrt{gr}$	D	v=2gr

5 الشكل التالي يوضح قمرين صناعيين كتلة القمر B أكبر من كتلة القمر A يدوران حول الأرض في نفس المدار، أي من الكميات الفيزيائية التالية تكون مختلفة للقمرين؟



A	الزمن الدوري	C	السرعة المدارية
B	الطاقة الكلية	D	التسارع المركزي

6 أيهما أفضل لإطلاق المركبات الفضائية، سطح القمر أم سطح الأرض؟

(M_{earth} = 6 x 10^{24} kg, R_{earth} = 6.4 x10^{6} m) (M_{moon}= 7.35 x 10^{22} kg, R_{moon}= 1.73 x 10^{6} m)

إجابة

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

M_{moon} =7.35X10^{22} kg

R_{moon} =1.74X 10^{6} m

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2X6.667X10^{-11}X7.35X10^{22}}{1.74X\ 10^{6}}}$$

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

M_{earth} = 5.98 × 10^{24} kg

R_{earth} = 6.38 × 10^{6} m

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2X6.667X10^{-11}X5.98\times 10^{24}}{6.38\times 10^{6}}}$$

7 احسب سرعة الإفلات للمريخ إذا كانت كتلته M_{mars} = 6.39 x 10^{23} kg ونصف قطره R_{mars}= 3389.5km

إجابة

الحل

M_{mars} = 6.39 × 10^{23} kg

R_{mars} = 3.39 × 10^{6} m

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2X6.667X10^{-11}X6.39\times 10^{23}}{3.39\times 10^{6}}}$$

V_{escape}= 5013 m/s

8 ما سرعة الإفلات من الأرض لجسم كتلته 8KG؟

(M_{earth} = 6 x 10^{24} kg, R_{earth} = 6.4 x10^{6} m)

إجابة

الحل

M_{earth} = 5.98 × 10^{24} kg

R_{earth} = 6.38 × 10^{6} m

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$V_{escape}=\sqrt{\frac{2X6.667X10^{-11}X5.98\times 10^{24}}{6.38\times 10^{6}}}$$

V_{escape}= 11179 m/s = 11.2 km/s

9 صاروخ كتلته 200KG ساكن على سطح الكوكب يبلغ جهد الجاذبية على سطحه -50MJ/kg

a. احسب طاقة الوضع التجاذبية للصاروخ على سطح الكوكب.

b. احسب سرعة افلات الصاروخ.

إجابة

V_G= -50 MJ/kg = -50 $X10^{6}$ J/kg

$E_p= mV_G$

E_p= 200X(−50X10^{6})

E_p= -1 $X10^{10}$ J

0 × 10^{6} J/kg

50 × 10^{6}) = −1

$V_{escape}=\sqrt{2(-V_G)}$

$V_{escape}=\sqrt{2X-(-50\ X10^{6})}$

V_{escape}= 10000.0 m/s

10 إذا علمت ان كتلة الشمس $M_{sun} = 1.99 \times 10^{30}$ نصف قطر الشمس $R_{sun} = 6.9 \times 10^{8}\ m$

a. ماهي سرعة الإفلات من سطح الشمس؟

b. احسب سرعة الإفلات لكي تحسب الكتلة المطلوبة للشمس حتى تصبح ثقباً اسود شرط ألا يتغير نصف، قطرها. (سرعة الضوء $3 \times 10^{8}\ m/s$)

إجابة

(a) $V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2\times6.667\times10^{-11}\times1.99\times10^{30}}{6.96\times10^{8}}} = 6.17 \times 10^{5} m/s$

(b) $V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ $\qquad 3 \times 10^{8} = \sqrt{\frac{2\times6.667\times10^{-11}\times M}{6.96\times10^{8}}}$

$M_{SUN} = 4.7 \times 10^{35} Kg$

الدرس الرابع: الحركة المدارية

- **الحركة المدارية:** هي الحركة التي يستمر فيها الجسم بالسقوط حول الأرض
- **السرعة المدارية v:** هي السرعة التي يتحرك بها الجسم اثناء سيره في مدار.

كيف تعمل المدارات؟ (تجربة مدفع نيوتن الافتراضي)

نلاحظ من الشكل المقابل أن:

- في المسارات A وB وC سقطت طلقات المدفع نحو الأرض بسبب قوة الجاذبية.
- في المسار D لم تسقط الطلقة نحو الأرض بسبب اكتسابها سرعة مناسبة تمكنها من الدوران حول الأرض وبقاءها في مدار محدد.

استنتاج العلاقة الرياضية للسرعة المدارية للقمر الصناعي:

نفترض جسم صغير كتلته m (قمراً اصطناعيا) يدور حول الأرض كتلتها M وهذا القمر يدور في مسار دائري

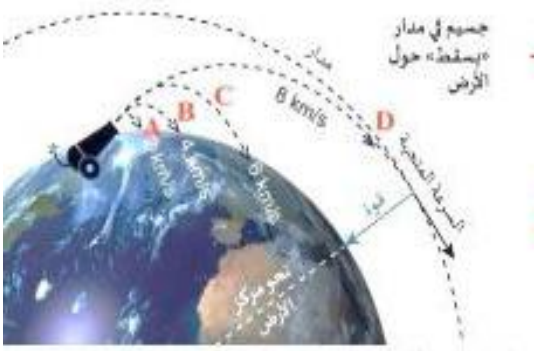
السرعة المدارية v	m/s
كتلة مصدر الجاذبية M	kg
نصف قطر المدار r	m
ثابت الجذب العام G	Nm2/kg2

يؤثر على الجسم قوة مركزية $F_c = \frac{mv^2}{r}$

يؤثر على الجسم قوة جاذبية $F_g = G\frac{Mm}{r^2}$

بما ان القوتان متساويتان $G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \longrightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$

إذا $\longleftarrow$ $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$



العوامل المؤثرة في السرعة المدارية

1) كتلة مصدر الجاذبية M

2) بعد الجسم عن مصدر الجاذبية r

الزمن الدوري المداري T

- هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المداري لإكمال دورة واحدة كاملة

- وتذكر من درس الحركة الدائرية $v = \omega r \rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$

- استنتاج العلاقة الرياضية بين الزمن الدوري المداري ونصف قطر المدار

سرعة القمر عندما يكمل دورة واحدة حول الأرض: $v = \frac{2\pi r}{T}$

بتربيع الطرفين ينتج: $v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$ ← 1

قانون السرعة المدارية: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

بتربيع الطرفين:

$v^2 = \frac{\alpha M}{r}$ ← 2

بمساواة الطرفين 1 و2

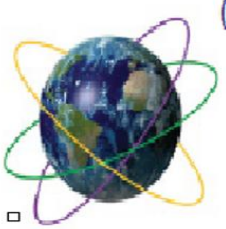
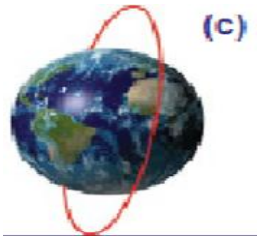
$\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r} \rightarrow T^2 \frac{4\pi^2 r^2}{GM}$

لحساب الزمن الدوري المداري: T =2

لحساب نصف القطر المداري: $r = \sqrt[3]{\frac{T^2 GM}{4\pi^2}}$

لحساب كتلة الكوكب: $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

أنواع الأقمار الاصطناعية

الأقمار المتزامنة مع الأرض	الأقمار الثابتة بالنسبة للأرض	الأقمار الاصطناعية القطبية
▪ يستغرق دورانه حول الأرض 24 ساعة = زمن دوران الأرض حول نفسها ▪ يمكن أن يكون للأقمار المتزامنة مدارات مختلفة ▪ يستخدم في مجالات (الاتصالات – دراسة الأعاصير) (a) 	▪ هي أقمار متزامنة بحيث تبدو مثبتة عند نقطة واحدة فوق سطح الأرض ▪ خصائص القمر الاصطناعي الثابت بالنسبة للأرض: 1. يدور فوق سطح الأرض فوق خط الاستواء 2. يدور في نفس اتجاه دوران الأرض حول نفسها 3. الزمن الدوري المداري للقمر المداري نفس الزمن الدوري المداري للأرض (b) 	▪ هي أقمار تدور فوق القطبين ▪ تستخدم للحصول على تغطية على طول خط البعد لنصفي الكرة الشمالي والجنوبي ▪ تستخدم هذه الأقمار البحثية لقياس تركيز الأوزون في طبقة الستراتوسفير ودرجة حرارة الغلاف الجوي (c) 

ملخص العلاقات الرياضية الخاص بالدرس

السرعة المدارية	الزمن الدوري المداري	نصف القطر المداري	لحساب كتلة الكوكب
$V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$	$r = \sqrt[3]{\frac{T^2 GM}{4\pi^2}}$	$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

تدريبات

1 يتحرك قمر اصطناعي في مدار دائري بسرعة ثابتة المقدار حول الأرض. كم تبلغ محصلة القوة المؤثرة في القمر الاصطناعي؟

A	القوة = صفر	C	القوة نفسها هي قوة الجاذبية المؤثرة في القمر الاصطناعي
B	القوة = أي قوة يتأثر بها صاروخ القمر الاصطناعي	D	القوة هي مجموع قوة الجاذبية والقوة المركزية المؤثرة في القمر الاصطناعي

2 أي مما يلي بعد التبرير الأفضل لكون المريخ يستغرق زمنا أطول من الأرض في دورانه حول الشمس؟

A	المريخ أبعد مسافة (مداره أطول)	C	يدور المريخ بشكل أبطأ (سرعته اقل)
B	كلا الاجابتين a و b صحيحتين	D	كلا الاجابتين a و b خاطئة

3 يدور قمر اصطناعي حول الأرض على ارتفاع 100Km من سطح الأرض ما مقدار الزمن الدوري المداري للقمر الصناعي؟(كتلة الأرض 5.98×10^{24} - $G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ونصف قطرالأرض $6.38\times10^{6}m$)

$T = 2$

A	1.44h	C	3.44h
B	2.44h	D	4.44h

$$T = \frac{5206}{60 \times 60} = 1.446h$$

4 ماذا يحدث لكل من السرعة المدارية وجهد الجاذبية المؤثرة على قمر صناعي بزيادة كتلته إلى الضعف؟

A	السرعة المدارية لا تتغير وجهد الجاذبية لا يتغير	C	السرعة المدارية تزداد للضعف وجهد الجاذبية يقل للنصف
B	السرعة المدارية تقل للنصف وجهد الجاذبية يقل للنصف	D	السرعة المدارية تزداد للضعف وجهد الجاذبية يزداد للضعف

5 قمر صناعي A كتلته m_A و آخر B كتلته m_B يقعان على المدار نفسه حول الأرض ، فإذا كانت $m_A=2m_B$ أي من التالي يوضح العلاقة بين سرعتيهما المدارية ؟

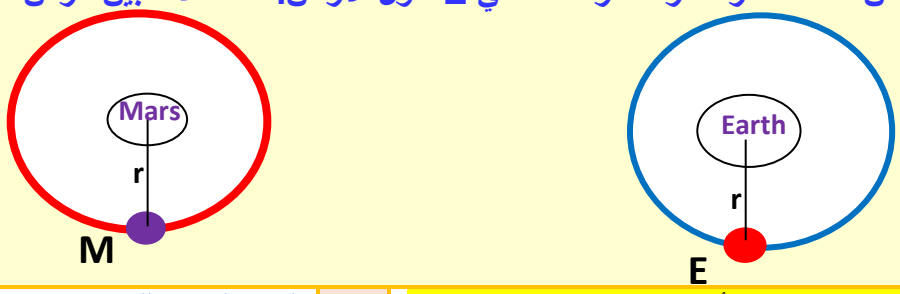
A	$v_A = ¼\ v_B$	C	$v_A = v_B$
B	$v_A = ½\ v_B$	D	$v_A = 2\ v_B$

6 ما قيمة السرعة المدارية لقمر صناعي يدور في مدار دائري حول الأرض على ارتفاع $36\times10^{6}\ m$ من سطح الأرض إذا كان نصف قطر الأ $6.38\times10^{6}\ m$ وتسارع الجاذبية عند سطح الأرض؟ ($M_E=5.89\times10^{24}\ Kg$/ $R_E=6.38\times10^{6}\ m$/ $G=6.667\times10^{-11}\ Nm^2/kg^2$)

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

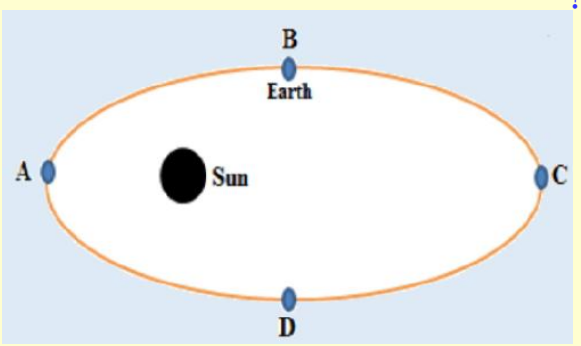
$$= \sqrt{\frac{6.667 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^{6} + 36 \times 10^{6}}}$$

A	300m/s	C	3076.8m/s
B	7604m/s	D	72300m/s

7	إذا كانت السرعة المدارية لقمر صناعي في مدار نصف قطره (r) تساوي (v) فما سرعته إذا أصبح نصف قطر مداره (4r)				
	A	تقل للنصف	C	تزداد للضعف	$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}=\sqrt{\frac{1}{4}}$
	B	تصبح صفراً	D	تبقى كما هي	
8	إذا كانت كتلة كوكب الأرض = 9 أمثال كتلة كوكب المريخ أطلق قمر صناعي M كما بالشكل حول كوكب المريخ له نفس نصف قطر مدار القمر الصناعي E حول الأرض. ما العلاقة بين الزمن الدوري لكلا القمرين E , M 				
	A	الزمن الدوري للقمر M أكبر من الزمن الدوري للقمر E	C	الزمن الدوري للقمر Eيساوي الزمن الدوري للقمر M	
	B	الزمن الدوري للقمر E أقل من الزمن الدوري للقمر M	D	لا توجد علاقة بينهما	
9	تم وضع قمر صناعي للاتصالات في مدار جغرافي ثابت بالنسبة للأرض. ما ميزة هذا الوضع؟				
	A	يتيح للقمر الصناعي الدوران حول الأرض بارتفاعات متنوعة	C	يتيح للقمر الصناعي البقاء فوق نفس المنطقة من سطح الأرض	
	B	*يتيح للقمر الصناعي المرور على جميع البلدان الواقعة على خط الاستواء*	D	يتيح للقمر الصناعي الدوران حول الأرض بأقل ارتفاع ممكن	

10	تم وضع قمر صناعي للاتصالات في مدار جغرافي ثابت بالنسبة للأرض. ما ميزة هذا الوضع؟				
	A	يتيح للقمر الصناعي الدوران حول الأرض بارتفاعات متنوعة	C	يتيح للقمر الصناعي البقاء فوق نفس المنطقة من سطح الأرض	
	B	*يتيح للقمر الصناعي المرور على جميع البلدان الواقعة على خط الاستواء*	D	يتيح للقمر الصناعي الدوران حول الأرض بأقل ارتفاع ممكن	

11	الشكل المقابل يبين مدار الأرض حول الشمس في أي موقع من المواقع التالية (A,B,C,D) تكون السرعة المدارية للأرض حول الشمس أقل قيمة؟



A	A	C	C
B	B	D	D

12	ما هو الزمن الدوري للقمر الصناعي المتزامن الذي يمتلك مدارا ثابتاً حول الأرض؟

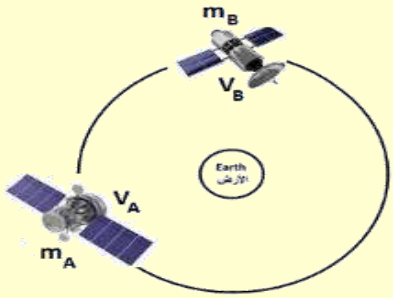
A	24 s	C	24 hour
B	24 min	D	24 days

13	قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع يساوي نصف قطر الأرض فوق سطحها ما مقدار السرعة المدارية له؟ ($M = 6 \times 10^{24} kg$ و $G = 6.67 \times 10^{-11} N.m^2/kg^2$ و $R = 6.4 \times 10^6 m$)

A	2800 m/s	C	5592 m/s
B	4200 m/s	D	16800 m/s

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6.667 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6 + 6.4 \times 10^6}}$$

14	يُبيّن الشكل أدناه قمرين صناعيين A و B يدوران في نفس المدار حول الأرض كتلتيهما m_A و m_B على التوالي بحيث أنَّ $m_A=4m_B$ أيّ مما يلي العلاقة الصحيحة بين السرعتين المداريتين V_A و V_B لهما؟



A	$V_A=4V_B$	C	$V_A=V_B$
B	$V_A=2V_B$	D	$V_A=\frac{1}{4}$

15	ما المعادلة الرياضية الصحيحة لحساب الزمن الدوري المداري لقمر صناعي يدور حول الأرض؟			
	A	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^2}{GM}}$	C	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
	B	$T = 2\pi\sqrt{\frac{GM}{r^2}}$	D	$T = 2\pi\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

16 قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة ثابتة بنفس اتجاه دورانها، إذا علمت أن ارتفاعه عن سطح الأرض يساوي 3.59×10^7 m احسب الزمن الدوري له بالساعات

(كتلة الأرض 5.98×10^{24} ونصف قطرها 6.38×10^6m)

($G = 6.667 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

إجابة

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6.4\times10^6 + 3.59\times10^7)^3}{6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}}} = 86427\ s$$

$$T = \frac{86427}{60\times60} = 24\ h$$

16 أكمل جدول المقارنة التالي:

	المدار	الاستخدامات
الأقمار الإصطناعية المتزامنة مع الأرض	يمكن ان يكون للأقمار المتزامنة مدارات مختلفة	يستخدم في مجالات (الاتصالات – دراسة الأعاصير)
الأقمار الإصطناعية القطبية	هي أقمار تدور فوق القطبين	تستخدم هذه الأقمار البحثية لقياس تركيز الأوزون في طبقة الستراتوسفير ودرجة حرارة الغلاف الجوي تستخدم للحصول على تغطية على طول خط البعد لنصفي الكرة الشمالي والجنوبي

17 يكمل قمر اصطناعي ثابت بالنسبة إلى الأرض مداره في 24 ساعة. احسب ارتفاعه عن سطح الأرض إذا علمت أن: Rearth = 6.4 x10^6 m) ، (G= 6,667 × 10^{-11} N.m2/kg2, Moarth = 6 x 10^{24} kg

إجابة

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \qquad r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

T=24X60X60=86400S

$$r^3 = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.667\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}\times(86400)^2}{4\pi^2}} = 4.225\times10^7\ m$$

$$h = r - R = (4.23\times10^7) - (6.4\times10^6) = 3.59\times10^7\ m$$

18 قارن بين الأقمار الاصطناعية الثابتة بالنسبة للأرض والأقمار الاصطناعية الثابتة كما هو

وجه المقارنة	الأقمار الاصطناعية المتزامنة	الأقمار الاصطناعية الثابتة
موقع الدوران	يمكن أن يكون للأقمار المتزامنة مدارات مختلفة	يدور فوق سطح الأرض فوق خط الاستواء يدور في نفس اتجاه دوران الأرض حول نفسها
زمن الدوران حول الأرض	يستغرق دورانه حول الأرض 24 ساعة = زمن دوران الأرض حول نفسها	الزمن الدوري المداري للقمر المداري نفس الزمن الدوري المداري للأرض

19 سفينتان فضائيتان متماثلتان تدور إحداهما حول الأرض والأخرى حول المريخ، فإذا كان نصف قطر مداريهما متماثلين أيضاً. أي منهما ستتحرك أسرع؟ وضح اجابتك؟

إجابة

بما أن كتلة الأرض أكبر من كتلة المريخ بما أن السرعة المدارية تتناسب طرديا مع
كتلة المصدر إذا سرعة المركبة حول الأرض أكبر من سرعتها حول المريخ

20 تؤثر قوة الاحتكاك في حركة قمر اصطناعي للداخل نحو الأرض. هل يؤثر ذلك في سرعته؟ وضح ذلك

إجابة

- بما أن قوة الاحتكاك ستقلل من نصف قطر المدار r
- وبما أن السرعة تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لنصف القطر
- إذا تزداد السرعة عندما يقل نصف القطر

21 افترض قمراً اصطناعياً يدور على ارتفاع 5900km فوق سطح الأرض. احسب:

a. سرعته المدارية b. الزمن الدوري المداري له

($G= 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg$ ، $R_{earth} = 6.4 \times 10^6\ m$)

الحل

نلاحظ من العلاقة $r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$ أن نصف القطر يتناسب طردياً مع الجذر التكعيبي لمربع الزمن الدوري

فإذا قل طول اليوم على الأرض T فإن البعد r سيقل ويقل الارتفاع كذلك

باستخدام العلاقة أن نصف القطر يتناسب طردياً مع الجذر التكعيبي للكتلة

فإذا زادت الكتلة مثلي كتلتها فإن البعد r سيزداد ويزداد الارتفاع كذلك

22 إذا كان الزمن الدوري لدوران الأرض حول نفسها هو 86164 S. احسب نصف قطر مدار القمر الاصطناعي المتزامن مع الأرض

($G = 6{,}667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg$ ،$R_{earth} = 6.4 \times 10^{6}\ m$)

إجابة

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.667 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24} \times (86164)^2}{4\pi^2}} = 4.22 \times 10^{7}\ m$$

23 احسب كتلة الشمس إذا علمت أن نصف قطر مدار الأرض حول الشمس $1.5 \times 10^{8}\ km$ وأن الأرض تكمل مدارها في 365. day.

($G = 6{,}667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg$ ،$R_{earth} = 6.4 \times 10^{6}\ m$)

إجابة

$$T = 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31.54 \times 10^{6}\ s$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} \qquad T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$$

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 (1.5 \times 10^{11})^3}{6.667 \times 10^{-11} \times (31.54 \times 10^{6})^2} = 2 \times 10^{30}\ kg$$

24 تبعد الأرض $1.5 \times 10^{8}\ km$ عن الشمس فإذا اكتشف كوكب يبعد عن الشمس 14 مرة ضعف بعد الأرض عنها. فكم سيكون الزمن الدوري المداري لهذا الكوكب؟ (اعتبر أن الزمن الدوري للأرض حول الشمس 365 يوم. ($G = 6{,}667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$, $M_{sun} = 1.99 \times 10^{30}$)

إجابة

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(14 \times 1.5 \times 10^{11})^3}{6.667 \times 10^{-11} \times 1.99 \times 10^{30}}} = 1.7 \times 10^{9}\ s$$

25 يدور حول كوكب زحل العديد من الحلقات وهي تتكون من جسيمات صغيرة تدور حوله، فإذا كانت كتلة كوكب زحل تبلغ $5.69 \times 10^{26}\ kg$، القطر الخارجي لإحدى الحلقات $2.72 \times 10^{8}\ m$

فكم يكون الزمن الدوري المداري لجسيم يدور على الحافة الخارجية للحلقة؟

إجابة

$$r = \frac{2.75 \times 10^{8}}{2} = 1.36 \times 10^{8}\ m$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(1.36 \times 10^{8})^3}{6.667 \times 10^{-11} \times 5.69 \times 10^{26}}} = 1.5 \times 10^{4}\ s$$

الطاقة والحركة المدارية

عندما يدور قمر اصطناعي أو جسم حول الأرض فإنه يمتلك 3 أنواع من الطاقات:

1- طاقة حركة 2- طاقة وضع 3- الطاقة الكلية

أولا: طاقة الحركة	ثانياً: طاقة الوضع
استنتاج العلاقة الرياضية لطاقة الحركة للقمر الاصطناعي	استنتاج العلاقة الرياضية لطاقة الوضع للقمر الاصطناعي
قانون السرعة المدارية: $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ← 1	قانون جهد الجاذبية: $V = \frac{GM}{r}$ ← 1
قانون طاقة الحركة: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ← 2	قانون طاقة الوضع بدلالة جهد الجاذبية: $E_P = m \times v_G$ ← 2
بتربيع المعادلة 1 والتعويض بها في 2 ينتج: $E_k = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$	بالتعويض بالمعادلة 1 في المعادلة 2 ينتج: $E_P = -\frac{GMm}{r}$

استنتاج العلاقة الرياضية للطاقة الكلية للقمر الاصطناعي

قانون طاقة الحركة: $E_k = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$ ← 1

قانون الطاقة الكلية: $E = (\frac{1}{2} - 1)\frac{GMm}{r}$ ← 2

$$E_T = -\frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$$

السرعة المدارية v	m/s
كتلة مصدر الجاذبية M	kg
نصف قطر المدار r	m
ثابت الجذب العام G	Nm^2/kg^2
جهد الجاذبية Ve	J/kg
طاقة الحركة Ek	J
طاقة الوضع EP	J
الطاقة الكلية E	J

نظرية فريال

متوسط مجموع الطاقة الحركية لنظام مستقر ومرتبط بقوى جهد مثل قوى الجاذبية يساوي نصف مجموع طاقة الوضع التجاذبية للنظام

$$E_k = \frac{1}{2}E_p$$

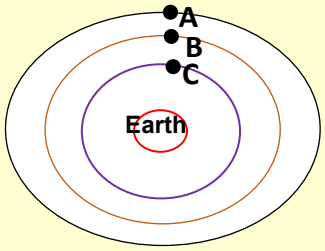
ملحوظة هامة

- ✓ طاقة الوضع التجاذبية دائماً قيمة سالبة
- ✓ الطاقة الكلية لنظام القمر الصـــناعي والأرض ســـالبة، لو كانت هذه الطاقة موجبة لأفلت القمر الاصطناعي ولم يرتبط بالنظام
- ✓ جميع العلاقات السابقة للطاقات بأنواعها المختلفة تنطبق على جميع أنظمة الجاذبية

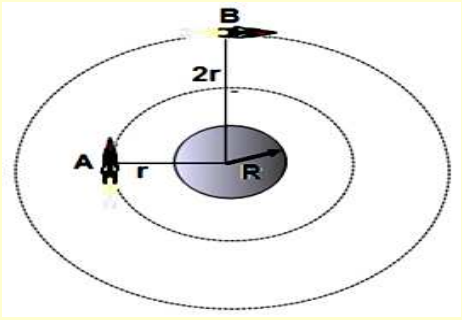
ملخص العلاقات الرياضية الخاص بالدرس

نظرية فيريال	قانون الطاقة الكلية	لحساب طاقة الحركة	لحساب طاقة الوضع التجاذبية
$E_k = \frac{1}{2}E_p$	$E_T = -\frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$	$E_k = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$	$E_P = -G\frac{M\,m}{r}$
✓ العلاقة بين طاقة الوضع وطاقة الحركة		✓ العلاقة بين طاقة الكلية وطاقة الحركة	
$E_k = \left\|\frac{1}{2}E_p\right\|$	$E_p = \|2E_k\|$	$E_p = 2E_T$	$E_T = \frac{1}{2}E_p$
✓ العلاقة بين الطاقة الكلية وطاقة الحركة		✓ العلاقة بين طاقة الوضع والسرعة المدارية	
$E_K = -E_T$		$E_P = -v^2m$	

تدريبات

1	قمر اصطناعي كتلته m يدور في مسار دائري على ارتفاع يساوي 3R من سطح الأرض، انخفض إلى مدار يرتفع R عن سطح الأرض، ما مقدار الفرق في طاقة وضعه التجاذبية (حيث R نصف قطر الأرض و M كتلة الأرض) $\Delta Ep = E_{pf} - Epi$ $\Delta Ep = (-\frac{GMm}{r_1}) - (-\frac{GMm}{r_2})$ $\Delta Ep = (-\frac{GMm}{R+R}) - (-\frac{GMm}{R+3R})$ $\Delta Ep = (-\frac{GMm}{2R}) - (-\frac{GMm}{4R})$					
	A	$\Delta Ep = -\frac{GMm}{2R}$	C	$\Delta Ep = -\frac{GMm}{4R}$	
	B	$\Delta E_p = -\frac{GMm}{3R}$	D	$\Delta Ep = -\frac{GMm}{6R}$	
2	ما مقدار طاقة الحركة لقمر صناعي طاقة وضعة 40000 J – ؟				
	A	+20000 J	C	+40000 J	
	B	-20000 J	D	-40000 J	
3	كم تكون قيمة الطاقة الكلية لجسم إذا كانت قيمة طاقة وضعه التجاذبية بالقرب سطح الأرض لجسم هي $-4x10^{-6}J$ ؟				
	A	$-2x10^{-6}J$	C	$-8x10^{-6}J$	
	B	$-4x10^{-6}J$	D	$8x10^{-6}J$	
4	الشكل أدناه يمثل ثلاث أقمار صناعية متماثلة في مدارات دائرية. ما العلاقة التي تصف طاقاتهم الحركية؟ 				
	A	$E_k(A) = E_k(B) = E_k(C)$	C	$E_k(A) < E_k(B) < E_k(C)$	
	B	$E_k(A) > E_k(B) > E_k(C)$	D	$E_k(A) = E_k(B) > E_k(C)$	
5	ما العلاقة الرياضية التي تربط طاقة الوضع التجاذبية لقمر صناعي يدور حول الأرض وسرعته التي يتحرك بها في مداره؟				
	A	$E_P = -v^2m$	C	$E_T = -\frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$	
	B	$E_p = \lvert 2E_k \rvert$	D	$E_P = -G\frac{M\,m}{r}$	

6 قمرين صناعيين A , B يدوران حول نفس الكوكب . القمر الصناعي B يدور في مدار دائري نصف قطره أكبر مرتين مع من مدار القمر الصناعي A. ما هي طاقة الحركة للقمر الصناعي B بالمقارنة مع طاقة الحركة للقمر الصناعي A ؟



A	$E_{KA} = \frac{1}{2} E_{Kb}$	C	$E_{KB} = 4\ E_{KA}$
B	$E_{KB} = \frac{1}{4} E_{KA}$	D	$E_{KA} = 2\ E_{Kb}$

8 قمر صناعي متزامن كتلته 50 Kg يدور حول الأرض في مسار دائري نصف قطره 4.23×10^7 m احسب ما يلي:

1- الطاقة الحركية للقمر الصناعي

2- الطاقة الكلية للقمر الصناعي

علما بأن $G = 6.667 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$, $M = 5.98 \times 10^{24}\ Kg$

إجابة

$$E_k = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r} = \frac{1}{2}\frac{6.667\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}\times50}{4.23\times10^{7}} = 2.4\times10^{8} J$$

$$E_T = -2.4\times10^{8} J$$

يتحرك قمر اصطناعي كتلته 2750 kg في مدار نصف قطره غير معروف، إذا علمت أن طاقة وضعه التجاذبية تساوي

إجابة

1- $E_P = -\frac{GMm}{r}$ $\quad r = \frac{-GMm}{EP}$

$$r = \frac{-GMm}{EP} = \frac{-6.667\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}\times2750}{-2.5\times10^{10}} = 4.4\times10^{7} m$$

2- $E_T = -3.2\times10^{6} J$

10 يدور القمر الاصطناعي سهيل الذي تبلغ كتلته (3000 kg) حول الأرض على ارتفاع (36000 km) عن سطح الأرض. إذا علمت أن كتلة الأرض (5.98×10^{24} kg) ونصف قطر الأرض (6.38×10^{6} m) وثابت الجذب العام ($G=6.67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}).؟

1- ما مقدار طاقة الوضع التجاذبية له

2- ما مقدار الزمن الدوري المداري للقمر سهيل سات

إجابة

$$1-\quad E_p = -\frac{GMm}{r} = -\frac{6.667\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}\times3000}{6.4\times10^{6}+3.6\times10^{7}} = -1.2\times10^{10}J$$

$$2-\quad T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6.4\times10^{6}+3.6\times10^{7})^3}{6.667\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}}} = 8.7\times10^{4}\ s$$

11 يتحرك قمر اصطناعي كتلته 1500Kg على ارتفاع 11000Km من سطح الأرض، أوجد طاقة الحركة للقمر الاصطناعي، ثم وضح أثر وضع معدات إضافية على طاقة حركة القمر الاصطناعي عند الارتفاع نفسه:

($G= 6{,}667 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}$ kg ،$R_{earth} = 6.4 \times 10^{6}$ m)

إجابة

$$E_k = \frac{GMm}{2r} = \frac{GMm}{2(R+h)} = \frac{6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times1500}{2\times(6400\times10^{3}+11000\times10^{3})} = -1.73\times10^{10}J$$

عند وضع معدات إضافية هذا يعني زيادة كتلة القمر m وبالتالي فإن طاقة حركته تزداد لأن كتلة القمر الاصطناعي تؤثر طردياً في طاقته الحركية

12 يتحرك قمر اصطناعي كتلته 3000Kg في مدار نصف قطره 423000Km تقريباً أوجد طاقته الكلية:

($G= 6{,}667 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}$ kg ،$R_{earth} = 6.4 \times 10^{6}$ m)

إجابة

$$E_T = \frac{GMm}{2r} = \frac{6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times3000}{2\times(42300\times10^{3})} = -1.42\times10^{10}J$$

13 يتحرك قمر اصـــطناعي كتلته 2750Kg في مدار نصـــف قطره غير معروف فإذا علمت أن طاقة وضـــعا التجاذبية تساوي $-2.5 \times 10^{10} J$ احسب:

a. نصف قطر مداره b. طاقته الحركية c. الطاقة الكلية للقمر الاصطناعي

$(G= 6{,}667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2,\ M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg\ ،R_{earth} = 6.4 \times 10^6\ m)$

إجابة

$a)\ E_P = -\frac{GMm}{r}$

$r= -\frac{GMm}{Ep}=-\frac{6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times2750}{-2.5\times10^{10}}=4.4\times10^{7}m$

b) $E_k = \frac{1}{2}Ep=-\frac{1}{2}(2.5\times10^{10})=1.25\times10^{10}J$

c) $E_T = -E_K =-\frac{1}{2}(2.5\times10^{10})=-1.25\times10^{10}J$

16 تحرك قمر اصـطناعي كتلته 2000 Kg في مدار على ارتفاع يسـاوي 36000 km عن سـطح الأرض، احسب:

a. طاقة الوضع التجاذبية للقمر الصناعي
b. ماذا يحدث لطاقة وضعه التجاذبية عند وضعه في مدار أعلى

$R_{earth} = 6.4 \times 10^6\ m\ ،G= 6{,}667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2,\ M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg$

إجابة

A) $E_p = -\frac{GMm}{R+h}=-\frac{6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times2000}{(6400\times10^3+36000\times10^3)}=-1.9\times10^{10}J$

b) سوف تزداد طاقة وضعه (حيث تزيد طاقة الوضع بزيادة البعد عن سطح الأرض)

18 يتحرك قمر اصطناعي كتلته 1500kg يدور حول الأرض. احسب:



a. أكبر قيمة لطاقة الوضع التجاذبية
b. احسب طاقة الوضع التجاذبية إذا كان مداره يقع عند النقطة x كما في الرسم

$R_{earth} = 6.4 \times 10^6$ m ،$G = 6{,}667 \times 10^{-11}$ N.m²/kg², $M_{earth} = 6 \times 10^{24}$ kg

إجابة

a) إن أكبر طاقة وضع تجاذبية محتملة للقمر هي الصفر وعندها يكون موضع القمر الاصطناعي في اللانهاية (خارج مجال جاذبية الأرض)

b) $E_p = -\frac{GMm}{r} = -\frac{6.667\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times\times1.5\times10^{3}}{10000\times10^{3}} = -6\times10^{10}J$