شرح وحل تدريبات الحركة الدائرية – الدرس الأول من الوحدة الأولى الجاذبية والحركة الدائرية



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
موقع المناهج ⇦ المناهج القطرية ⇦ الصف الثاني عشر التكنولوجي ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الأول ⇦ اختبارات ⇦ الملف
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-11-16 17:00:47
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 التكنولوجي					
صفحة المناهج القطرية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر التكنولوجي والمادة فيزياء في الفصل الأول	
1	شرح وحل تدريبات الحركة الدائرية – الدرس الأول من الوحدة الأولى الجاذبية والحركة الدائرية
2	الخطة الفصلية وتوزيع الحصص الدراسية
3	حل الاختبار التجريبي الوزاري لنهاية الفصل الأول ٢٠٢٢م
4	الاختبار التجريبي الوزاري لنهاية الفصل الأول ٢٠٢٢م

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

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

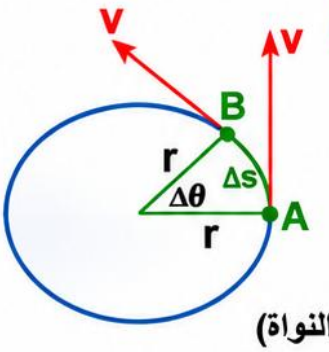
$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

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)

الإزاحة الزاوية هي الزاوية التي يقطعها جسم عندما يتحرك في مسار دائري

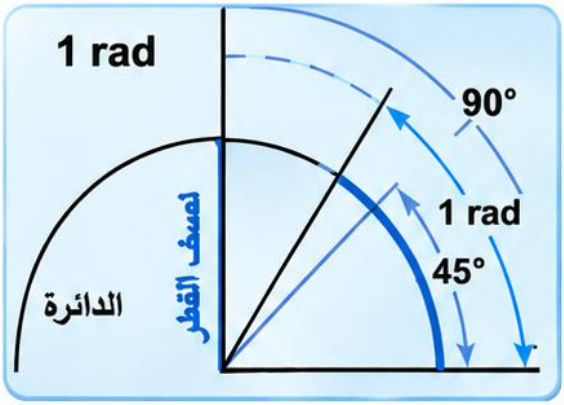
θ	الإزاحة الزاوية (rad)
s	المسافة المقطوعة (طول القوس) (m)
r	نصف القطر الدائري (m)

بالتالي $\theta = \frac{s}{r}$

وحدة القياس : الراديان rad

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

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



$1\ rad = 57.3°$ (الزاويان أكبر من الدرجة)

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

تحويل وحدة الدرجات إلى راديان

لنفترض جسما يدور حول نصف دائرة فيكون قياس نصف الذائرة:

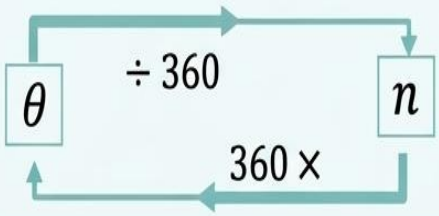
- بوحدة الدرجات هو $180°$
- بوحدة الراديان هو $\frac{180°}{57.3°} = 3.14rad$

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

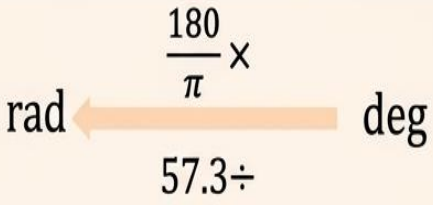
$\theta = n \times 360$



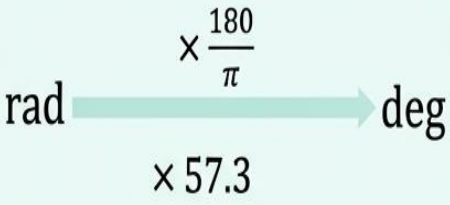
$n = \frac{\theta}{360}$

تحويل الزاوية بين الدرجات والراديان (θ)

تحويل من الدرجات إلى الراديان

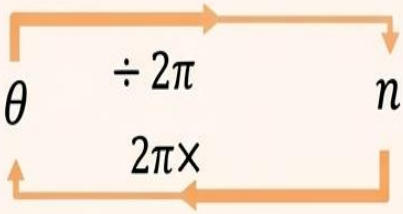


تحويل من الراديان إلى الدرجات



العلاقة بين الازاحة الزاوية بالراديان θrad وعدد الدورات n

$\theta_{rad} = n \times 2\pi$



$n = \frac{\theta_{rad}}{2\pi}$



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)

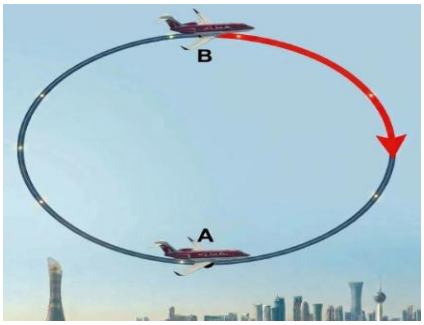
ب- كم دورة قطع الطالب خلال المسار؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2-قم بإجراء التحويلات الآتية:

(من درجات إلى راديان):		
90° إلى Rad ☚	**180° إلى Rad** ☚	**30° إلى Rad** ☚ ....
(من راديان إلى درجات):		
2rad إلى deg ☚	$\frac{\pi}{2}\ rad$ **إلى deg** ☚	$\pi\ rad$ **إلى deg** ☚ ....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....



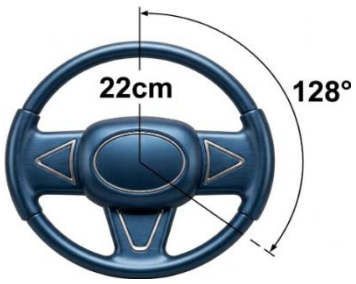
4-كم تكون الزاوية بالراد التي قطعها عقرب الدقائق في الشكل المقابل

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....

الزمن الدوري والتردد والعلاقة بينهما والتحويلات الزمنية

التردد (f)

هو عدد الدورات التي يدورها الجسم في وحدة الزمن

الوحدة: (f) (Hz)	t	الزمن اللازم لعمل عدد من الدورات
	n	عدد الدورات
القانون:	$f = \frac{n}{t}$	

الزمن الدوري (T)

هو الزمن اللازم لقطع دورة كاملة (T)

t	الزمن اللازم لعمل عدد من الدورات
n	عدد الدورات
القانون:	$T = \frac{t}{n}$

ملاحظة

الزمن الدوري يساوي مقلوب التردد والعكس صحيح

$$F = \frac{1}{T} \leftrightarrow T = \frac{1}{f}$$

التحويل بين وحدات الزمن

hr ⟵ (× (60 × 60)) ⟶ sec

hr ⟵ (÷ (60 × 60)) ⟶ sec

min ⟵ (× 60) ⟶ sec

min ⟵ (÷ 60) ⟶ sec

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

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

3- جسم يتحرك في مسار دائري بتردد 10 Hz احسب الزمن الدوري لهذا الجسم؟

.....

.....

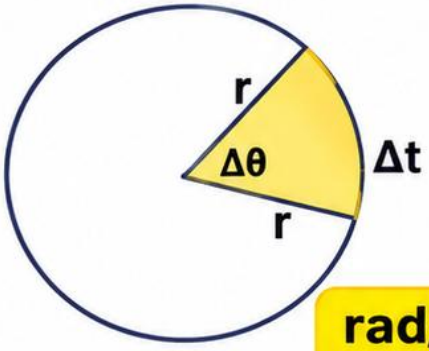
.....

.....

السرعة الزاوية ω

فيها: معدل تغير زاوية دوران الجسم بالنسبة للزمن

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



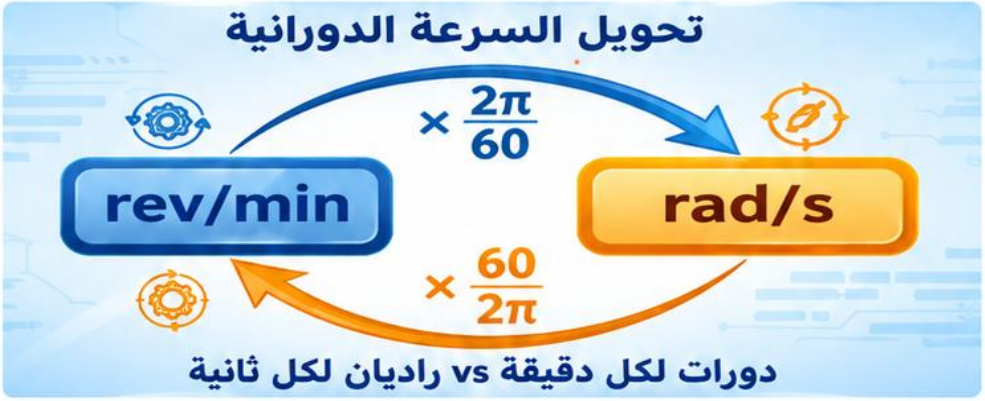
وحدة القياس: rad/s

ω	السرعة الزاوية (rad/s)
Δθ	التغير في الإزاحة الزاوية (rad)
Δt	تغير الزمن (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 وبالعكس	التحويل من rpm إلى rad/s وبالعكس
rev/s ×2π rad/s ÷2π	rpm ×2π/60 rad/s ÷2π/60

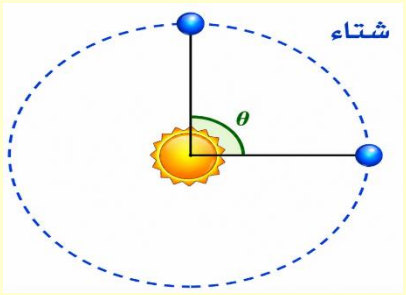
التحويل بين الوحدتين rad/s و reg/m

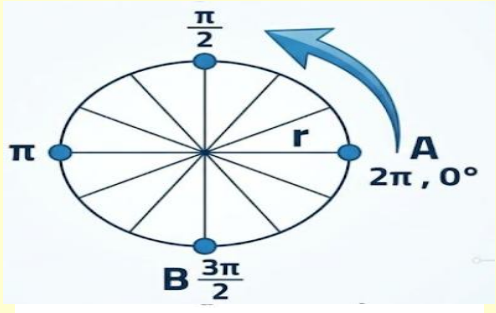
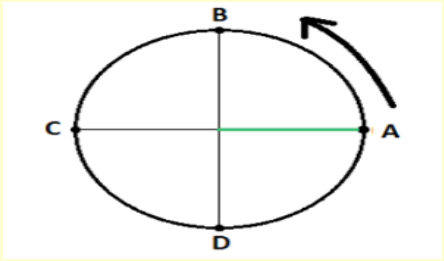


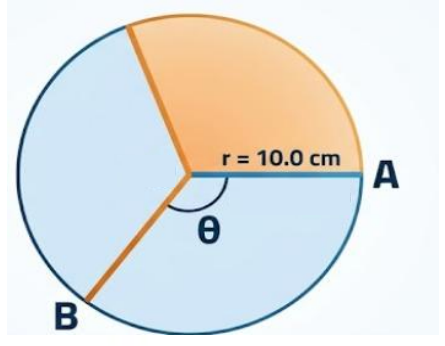
الملاحظة

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؟ 			
	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	$\frac{1}{30}\ s$
	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	$\frac{2\pi}{3}rad$
	b	$\frac{4}{3}rad$	d	$\frac{4\pi}{3}\ rad$

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 				
	a	125.6 cm	c	62.8 cm	
	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؟ 				
	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 				
	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؟				
	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.				
	a	0.8 rad	c	2.4 rad	
	b	1.6 rad	d	3.2 rad	

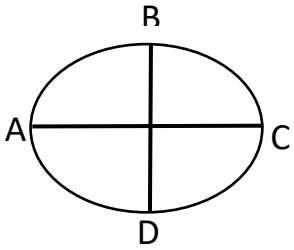
11	في الشكل المقابل إذا علمت أن طول القوس AB هو 0.3m كم يكون مقدار الزاوية θ؟ 				
	570°	a	0.03 Red	c	
	171.9°	b	1.5 Red	d	

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

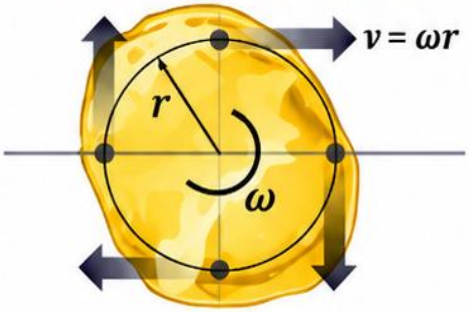
14 في الشكل أدناه جسم يتحرك في مسار دائري فإذا كان زمن انتقال الجسم من النقطة A إلى النقطة B يساوي (0.5 S)فما مقدار السرعة الزاوية للجسم؟



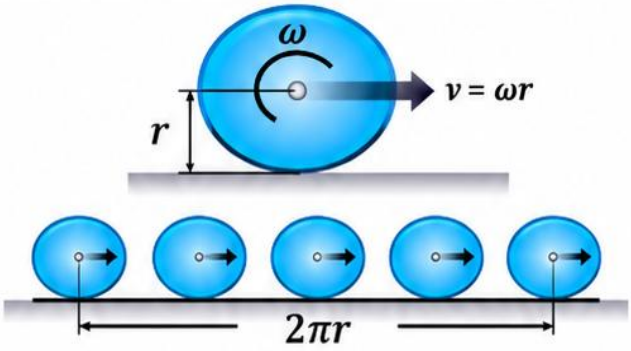
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

السرعة الخطية (الماسية) في الحركة الدائرية

a السرعة الخطية لنقطة على حافة إطار يدور حول محوره ثابت



b السرعة الخطية لمركز إطار يندحرج من دون انزلاق

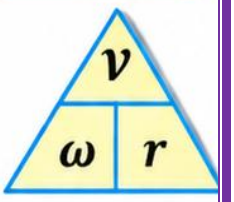


- عندما يتحرك جسم حركة دورانية، تكتسب كل نقطة من نقاطه سرعة خطية.
- في حالة جسم يدور حول محوره تكون السرعة الخطية لكل نقطة من نقاطه مماسية لدائرة نصف قطرها r
- في حالة إطار يتدحرج دون انكسار تكون السرعة الخطية لمركزه تعتمد على نصف قطره وسرعته الزاوية.

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

القانون

$$v = \omega r$$



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

السرعة الخطية

السـرعة الخطية لنقطة ما متحركة في مسـار دائري عند أي موضـع وتكون باتجاه المماس أو هي طول القوس الذي يقطعه الجسم في وحدة الزمن

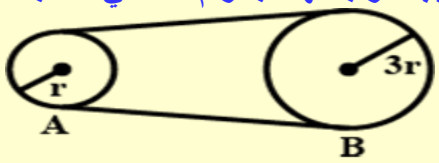
تلاحظ

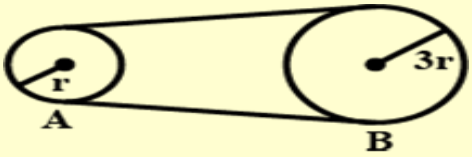
يمكن حساب السرعة الزاوية من خلال

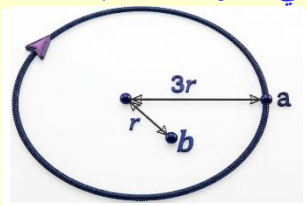
الإزاحة الزاوية	$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$
الزمن الدوري	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
التردد	$\omega = 2\pi f$
السرعة المتجهة	$\omega = \frac{v}{r}$

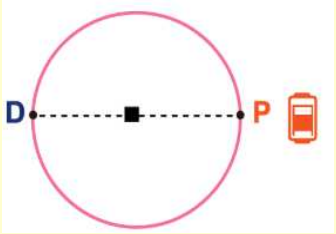
تدريبات

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	$0.5\ \pi$ m/s	C	π m/s
	B	$2\ \pi$ m/s	D	$10\ \pi$ 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
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 m 0.3 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
6	ما هي السرعة الخطية لحجر مربوط بخيط طوله m 0.8 ويتحرك حركة دائرية منتظمة إذا كان الزمن الدوري s 0.8؟			
	A	13.0 m/s	C	3.0 m/s
	B	4.7 m/s	D	6.28 m/s

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

.....
.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

ما هو مقدار السرعة الخطية للجسم؟

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

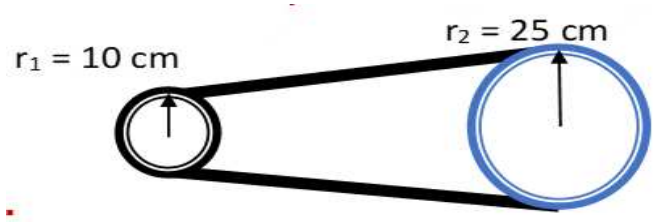
20- تتحرك دراجة بسـرعة 30Km/h إذا كان نصـف قطر كل من إطاري الدراجة 35 Cm ما السـرعة الزاوية للإطارين

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

23- إذا كان طول عقرب الدقائق في ساعة حائط 5cm احسب:

1- مقدار الزاوية التي يقطعها خلال 50 دقيقة. (بالتقدير الدائري rad والدرجات deg)

2- مقدار السرعة الخطية لنقطة تقع على نهاية العقرب

3- مقدار السرعة الخطية لنقطة تقع في منتصف العقرب

.....
.....
.....
.....
.....

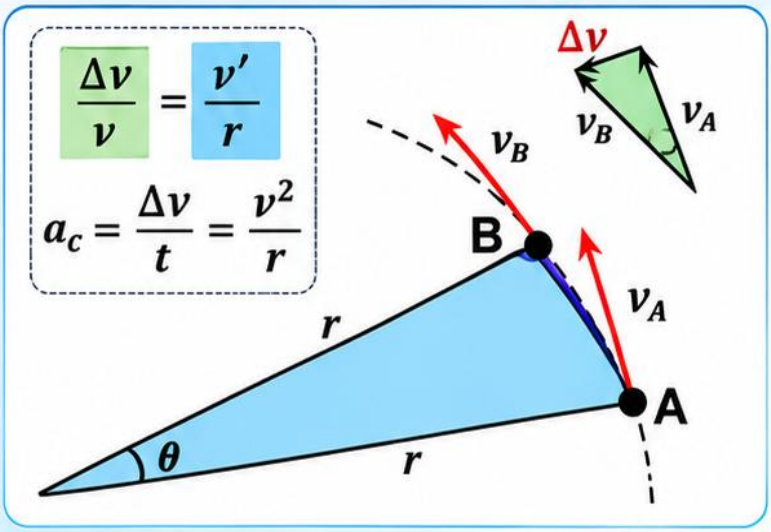
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

التسارع المركزي a_c

التعريف

هو التغير في السرعة المتجهة لجسم يدور في مسار دائري نحو مركز الدائرة.



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°.

من الشكل السابق:

- المتجهان الأزرق والأخضر كلاهما متساويان بالزاوية الرأسية نفسها بحيث: $V_A = V_B = V$
- الإزاحة من A إلى B تساوي t، ومن قانون السرعة.

استنتاج قانون التسارع

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{v'}{r}$$ عند الاقتراب $$\frac{\Delta v}{t} = \frac{v^2}{r}$$

من قانون التسارع

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

لحساب التسارع المركزي

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

رموز الكميات الفيزيائية

الرمز	الكمية الفيزيائية	الوحدة في النظام الدولي (SI)
a_c	التسارع المركزي	(m/s^2)
v	السرعة المماسية	(m/s)
r	نصف قطر الدائرة	(m)

التسارع المركزي بدلالة السرعة الزاوية

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

العوامل التي يعتمد عليها التسارع المركزي

مربع السرعة المماسية (علاقة طردية)

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

يزداد التسارع المركزي بزيادة مربع السرعة المماسية.

نصف القطر (علاقة عكسية)

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

يزداد التسارع المركزي عندما يقل نصف القطر.

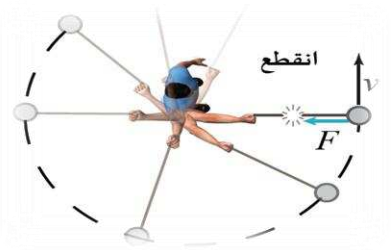
إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

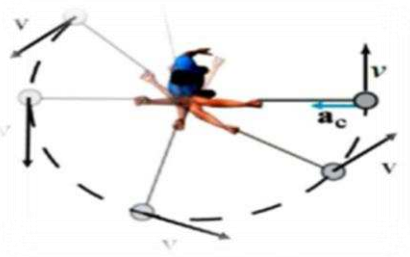
العلاقة بين نصف قطر المسار الدائري والتسارع المركزي وقوانين النسب

الحالة/القانون المستخدم	الثوابت	العلاقة مع نصف القطر (r)	قانون النسب (التناسب)	الشرح
$a_c = \frac{v^2}{r}$	السرعة الخطية (v) = ثابت	عكسية التسارع المركزي، والى ه نصف القطر	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_2}{r_1}$	عندما تكون السرعة الخطية (v) ثابتة، فإن التسارع المركزي (a_c) عكسيًا مع نصف القطر (r).
$a_c = w^2 . r$	السرعة الزاوية (ω)= ثابت	طردية التسارع المركزي، والى نصف القطر	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_1}{r_2}$	عندما تكون السرعة الزاوية (ω) ثابتة، فإن التسارع المركزي (a_c) يتناسب طرديًا مع نصف القطر (r).

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)

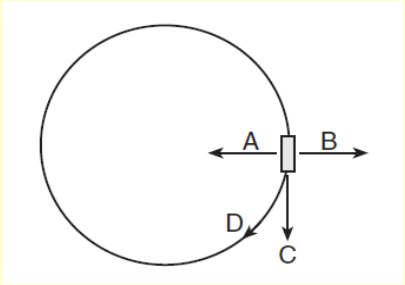
العوامل التي تعتمد عليها التسارع المركزي

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
$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_1}{r_2}$	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_2}{r_1}$	$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$

إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

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	$50\ m/s^2$

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

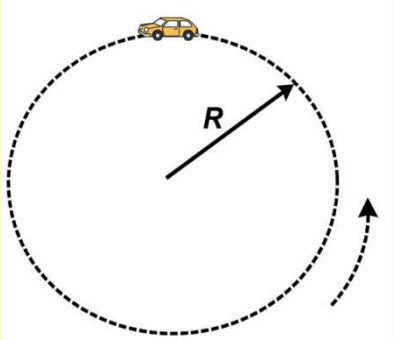
A	لأن اتجاهها مع المماس	C	لأن اتجاهها غير ثابت
B	لأن اتجاهها نحو المركز	D	لأن اتجاهها عمودي على القوة المركزية

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

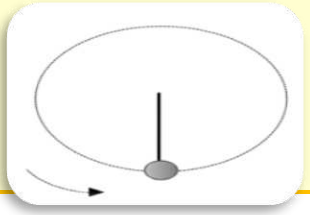
7	يتحـــرك جســـم على محيط دائرة قطرها m (2) بسرعة مماسية قدرها m/s (2) فاحسب تسارعه المركزي؟			
	A	$1.5m/s^2$	C	$6\ m/s^2$
	B	$4\ m/s^2$	D	$9\ m/s^2$

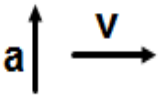
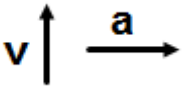
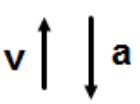
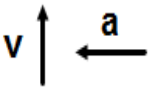
9	كرة مربوطة بخيط تدور بسرعة ثابتة 2m/s على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 0.5 m ما مقدار التسارع المركزي للكرة؟			
	A	$1.0\ m/s^2$	C	$2.0\ m/s^2$
	B	$4.0\ m/s^2$	D	$8.0\ m/s^2$

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
	B	6.5 cm	D	15 cm

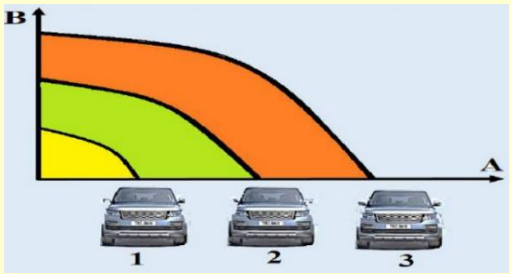
11	سيارة تتحرك في مسار دائري من دائرة نصف قطرها ثابت بسرعة ثابتة. أي من العبارات التالية صحيحا؟ 			
	A	سرعة السيارة ثابتة مقدارا واتجاهاً	C	سرعة السيارة تتجه نحو المركز
	B	تسارع السيارة ثابت المقداروالاتجاه	D	تسارع السيارة تتجه نحو المركز

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؟



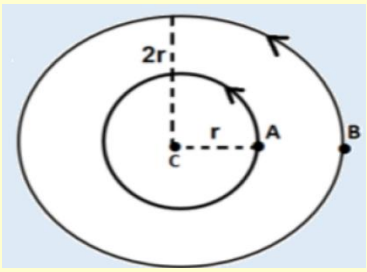
A		C	
B		D	

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؟

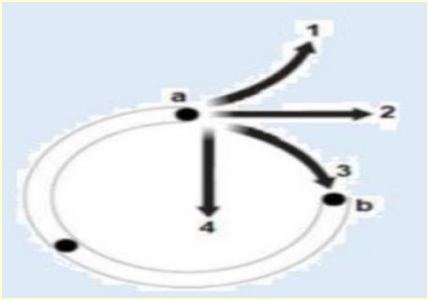


A	السرعة الخطية	C	السرعة الزاوية
B	التسارع المركزي	D	القوة المركزية

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	$\frac{a_A}{a_B} = 4$

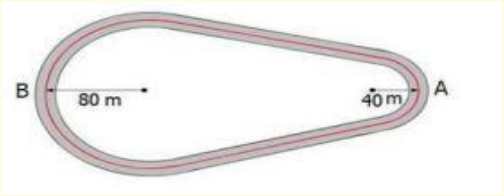
15	تتحرك كرة في مسار دائري أفقي في اتجاه دوران عقارب الساعة داخل أنبوب مجوفة كما هو موضح بالشكل المقابل.ما المسار الذي سوف تسلكه الكرة عند خروجها من النقطة (a)  			
	A	1	C	3
	B	2	D	4

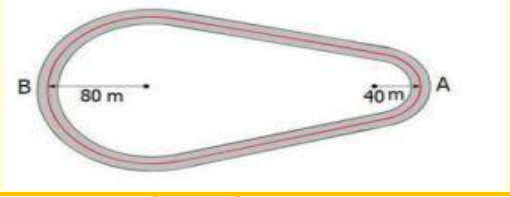
16	مروحة طول شفرتها (0.4 m) من المركز تدور بمعدل (40 دورة / دقيقة) ما السرعة المماسية للحافة الحرة للشفرة؟			
	A	1.68 m/s	C	10.5 m/s
	B	16 m/s	D	100.5 m/s

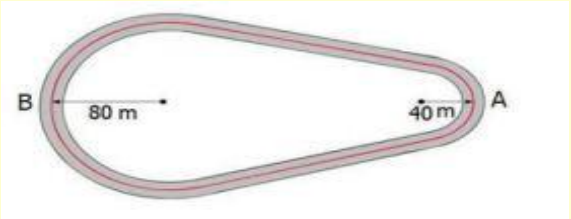
17	ما مقدار السرعة الزاوية لنقطة تقع على محيط إطار دراجة نصف قطره 0.35m تحركت بسرعة منتظمة مسافة 66 m دون انزلاق خلال زمن قدره 10 s ؟			
	A	2.3 rad/s	C	18.8 rad/s
	B	3.0 rad/s	D	41.4 rad/s

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	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؟ 			
	A	4	C	2
	B	0.5	D	0.25

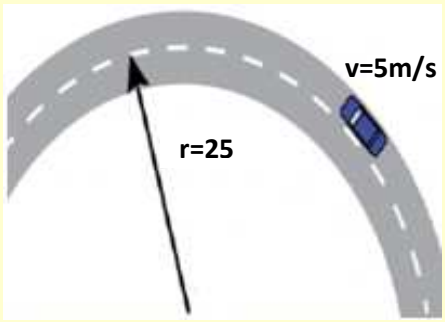
21	تدور سيارة سباق بسرعه ثابته في مضمار به مسارين دائريين مختلفين في نصف القطر كما في الشكل المجاور ما هي النسبة بين التسارع المركزي عند النقطة A إلى النقطة B؟ 			
	A	2	C	1
	B	0.5	D	4

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

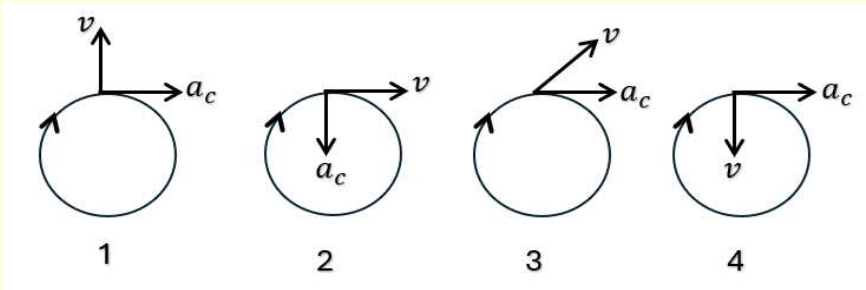
24	يدور إلكترون حول النواة في حركة دائرية منتظمة. ما الزاوية بين متجه سرعة الإلكترون الخطية ومتجه تسارعه؟			
	A	0^o	C	90^o
	B	45^o	D	180^o

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	*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	$0.5m/s^2$	C	$1m/s^2$
	B	$5m/s^2$	D	$125m/s^2$

27	تقطع سيارة سباق الحلبة التي طول محيطها 628.32 m خلال 200 s احسب التسارع المركزي للسيارة؟			
	A	*0.10 m/s^2*	C	3.14 m/s^2
	B	2.75 m/s^2	D	100 m/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؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

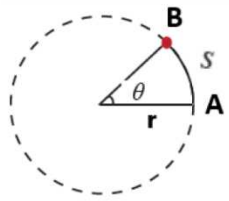
32 ما التسارع المركزي لجسم يتحرك في دائرة نصف قطرها 2.45 m ليكمل 3.5 دورة في الثانية؟

.....
.....
.....
.....
.....

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؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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 بالراديان عندما يتحرك من النقطة A إلى النقطة B

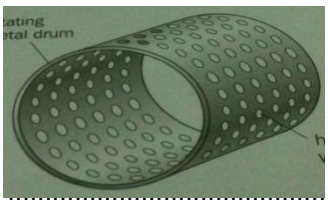
2- التسارع المركزي للحجر

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

القوة الجاذبة المركزية F_c

القوة المركزية هي القوة المحصلة المؤثرة على جسم يتدرك في مسار دائري، وتكون دائماً عمودية على اتجاه الحركة ومتجهة نحو مركز الدائرة. إذا انعدمت، يتحرك الجسم في خط مستقيم مماس المسار الدائري.

متغيرات Variables

الاسم	الرمز	وحدة القياس
القوة المركزية	F_c	(N) Newton
الكتلة	m	(kg) Kilogram
السرعة	v	(m/s) Meters per second
نصف القطر	r	(m) Meter

استنتاج قانون القوة المركزية

قانونا نيوتن والتسارع المركزي

$F = m.a$ (1)

Centripetal Acceleration

$a_c = \frac{v_t^2}{r}$ (2)

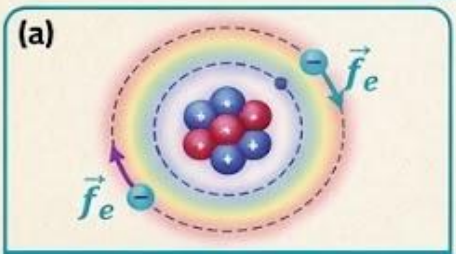
قانون القوة المركزية F_c (بالتعويض بقانوني الكتلة والتسارع)

$F_c = \frac{m.v_t^2}{r}$

Angular Speed

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

أمثلة على القوة المركزية



Electric Force
النشأة: قوة كهربائية
بسناء تعييبي الشحنات



Friction Force
النشأة: قوة احتكاك



Gravitation Force
النشأة: قوة جاذبية
قوة النتني

العوامل التي تؤثر على قوة الجذب المركزية

نصف القطر (r)
العلاقة عكسية
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1}$

السرعة (v)
العلاقة طردية
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$

الكتلة (m)
العلاقة طردية
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2}$

إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

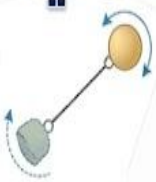
ـ عندما يدور الجسم في مسار دائري أفقي بسرعة ثابتة فإن قوة الاحتكاك تساوي القوة المركزية وبالتالي

$$F_c = F_s$$

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	

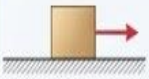
استنتاج قوانين القوة المركزية والاحتكاك السكوني

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)

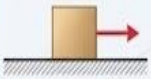
$$v = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot r}$$

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)

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

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

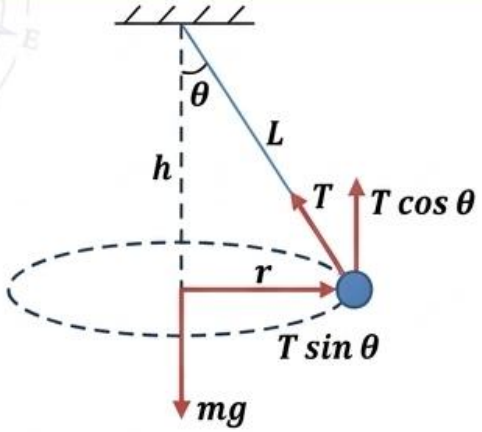
معامل الاحتكاك السكوني (μ_s)

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

السرعة الزاوية الزاوية (ω)

عندما يدور الجسم في 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 تعتمد 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 فان 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)



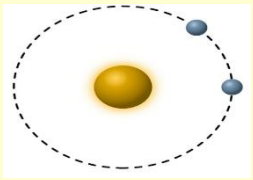
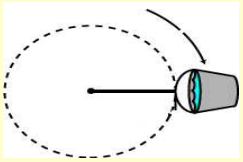
3 -مجفف الملابس الكهربي



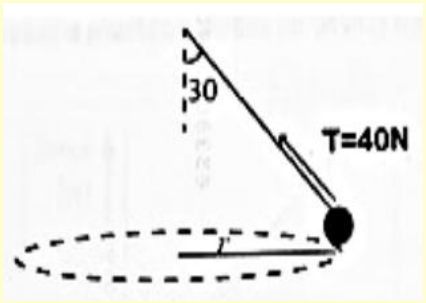
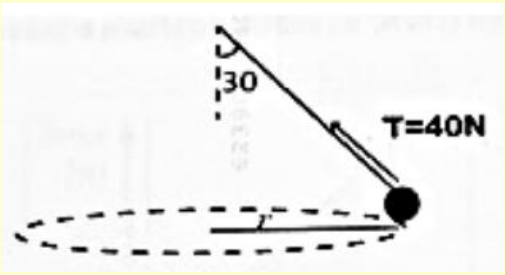
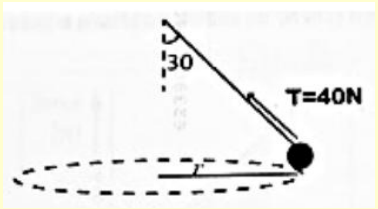
-عند دوران الجسم في المسار الدائري تعمل القوة المركزية في اتجاه المركز ضد القصور الذاتي للجسم الذي يقاوم تغيير الجسم لاتجاه حركته في خط مستقيم فيبدو كما لو أن الجسم يتأثر بقوة ضد القوة المركزية (قوة الطرد المركزي) وهي طبعا ليست قوة حقيقية

- 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 m (0.5) ويدور في وضع أفقي محدثاً (25) دورة خلال (5) ثواني , فاحسب قوة الجذب المركزية المؤثرة على الحجر؟			
	A	7.85N	C	274 N
	B	31.25 N	D	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؟			
	A	4m/s	C	20m/s
	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 ؟			
	A	$3.158x10^3$ N	C	$3.80x10^3$ N
	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 ؟			
	A	0.1	C	0.2
	B	0.3	D	0.4

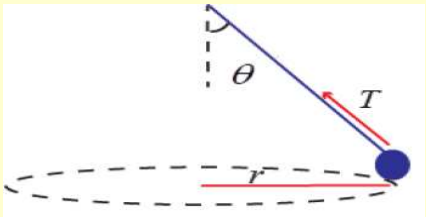
13	في الشكل أدناه كرة مربوطة بخيط وتدور بمسار دائري أفقي، ما مقدار القوة المركزية للكرة؟ 				
	20N	A	23.1N	C	
	40N	B	120N	D	
14	في الشكل أدناه كرة كتلتها (1.5kg) مربوطة بخيط وتدور بمسار دائري أفقي في كوكب ما ما مقدار التسارع المركزي للكرة؟ 				
	13.3 m/s^2	A	6.75 m/s^2	C	
	0.337 m/s^2	B	0.168 m/s^2	D	
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؟				
	50N	A	100N	C	
	200N	B	400N	D	
16	في الشكل أدناه كرة كتلتها (1.5kg) مربوطة بخيط طوله 2m وتدور بمسار دائري أفقي في كوكب ما، ما مقدار السرعة المماسية للكرة؟ 				
	13.3m/s	A	7.3m/s	C	
	5.1m/s	B	3.65m/s	D	

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	$F_c = \frac{T\cos\theta}{2}$

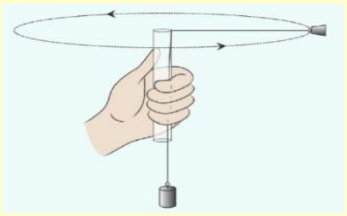
19 كم تكون النسبة بين القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك بسرعة مقدارها 5m/s في دائرة قطرها 4m والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم آخر له نفس كتلة الجسم الأول ويتحرك بسرعة مقدارها 10m/s في دائرة قطرها 8m؟

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.($g=9.8m/s^2$)

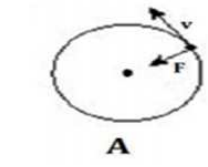
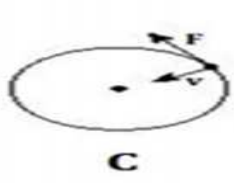
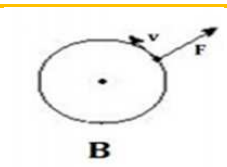
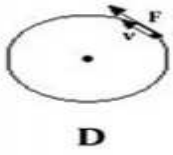


A	0.610 m/s	C	1.807 m/s
B	0.910 m/s	D	2.610 m/s

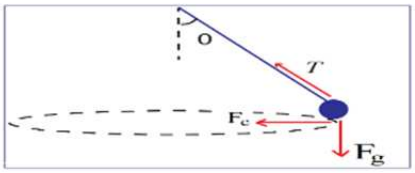
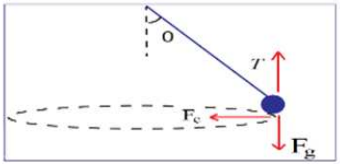
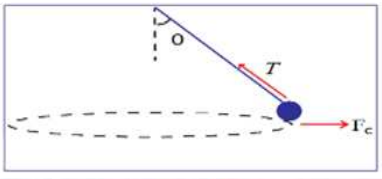
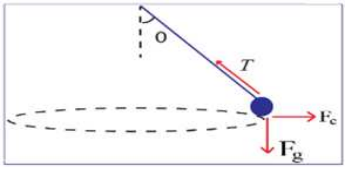
24 يوفر الاحتكاك للسيارة القوة اللازمة للمحافظة على حركتها في مسار دائري أفقي مستوي خلال السباق، ما أقصى سرعة زاوية ممكن ان تتحرك بها السيارة، حيث نصف قطر المسار 0.6 m ومعامل الاحتكاك السكوني بين العجلات والشارع 0.5؟ حيث $g = 9.8\ m/s^2$

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؟

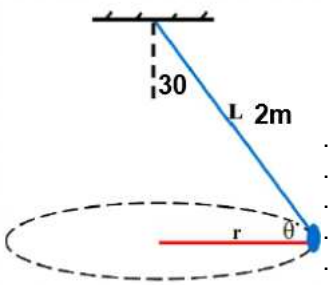
A		C	
B		D	

27	يصمم دوار أفقي محيطه $(125\ m)$ حيث السرعة الآمنة في الدوار تبلغ $(30\ Km/h)$ ، ما مقدار معامل الاحتكاك للطريق؟$(g = 9.8\ m/s^2)$			
	A	0.356	C	0.556
	B	0.456	D	0.656

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

33 يدور إلكترون ذرة الهيدروجين في مدار دائري حول النواة بسرعة خطية مقدارها $(2.2x10^{6}\ m/s)$ إذا علمت أن نصف قطر ذرة الهيدروجين يساوي $(5.3x10^{-11}\ m)$ وكتلة الإلكترون تساوي $(9.11x10^{-31}kg)$ احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر بها النواة على الإلكترون

.....
.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....

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؟

2- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

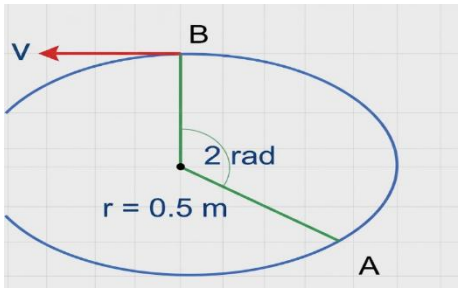
39 ما مقدار القوة المركزية التي يؤثر بها القلب الحديد لاطار سيارة إذا علمت أن كتلة الإطار 45.0 kg ونصف قطره 0.48 m ويدور بسرعة 30 m/s ؟

.....
.....
.....
.....
.....

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

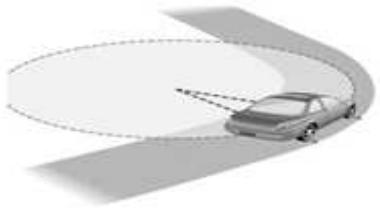


.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

1-السرعة الزاوية للسيارة؟

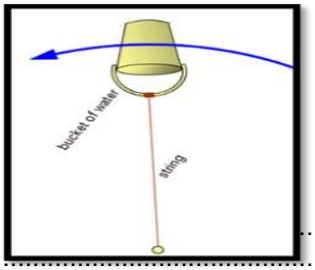
2 - الزمن الدوري لحركة السيارة؟

3 - ما قيمة التسارع المركزي للسيارة؟

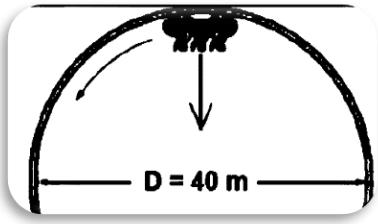
4 -القوة المركزية المؤثرة على السيارة؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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
$g=9.8m/s^2$)



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



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

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.
$g=9.8m/s^2$

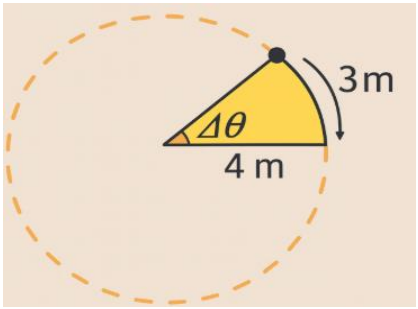
50- تستطيع سيارة أن تعبر منعطفًا قطره 160 m دون أن تنزلق . علما بأن معامل الاحتكاك بين الطريق والعجلات 0.81 وتسارع الجاذبية الأرضية 9.8m/s2. أوجد:

أ- السرعة الخطية العظمى للسيارة دون ان تنزلق

ب- السرعة الزاوية للسيارة

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ب- التسارع المركزي (a_c) للجسم

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....

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

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

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

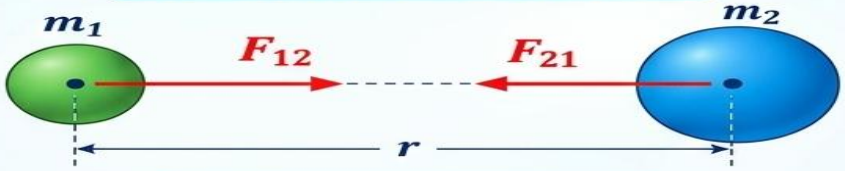
جدول الرموز

الرمز	الكمية الفيزيائية	وحدة القياس
F	قوة الجاذبية	(N)
G	ثابت الجذب العام	($N\ m^2/kg^2$)
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



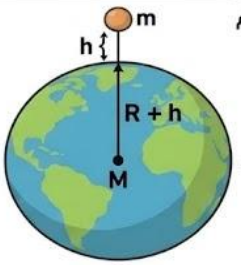
$$F_{12} = -F_{21}$$

وفقاً لقانون نيوتن الثالث، تمثل القوتان فعل ورد فعل.

قوة التجاذب الكتلي (قوة الجاذبية)

على ارتفاع (h) فوق سطح الأرض

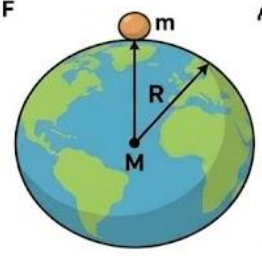
$$F = G\frac{M \cdot m}{(R+h)^2}$$



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

على سطح الأرض

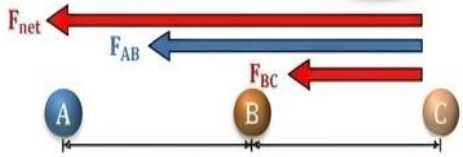
$$F = G\frac{M \cdot m}{R^2}$$



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

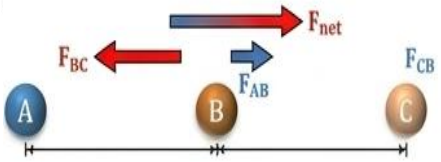


حساب محصلة قوى التجاذب الكتلي



1- إذا كانت القوتان في نفس الاتجاه

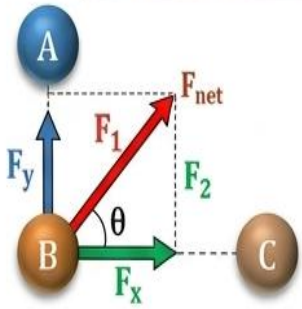
$$F_{net} = F_{AB} + F_{BC}$$



2- إذا كانت القوتان متعاكستين :

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

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



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

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

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 تتعدم 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

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

تدريبات

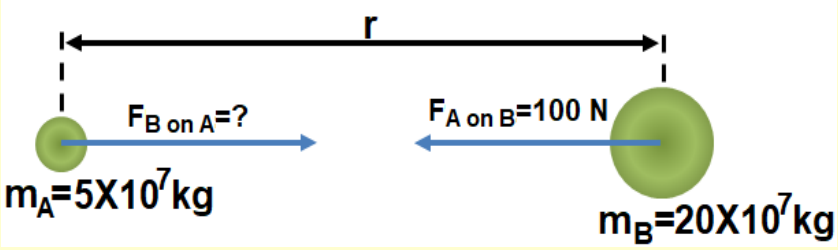
1	ما مقدار قوة التجاذب الكتلي بين بروتونين بحيث يبعدان $1.4 \times 10^{-14}m$ عن بعضهما البعض علما بأن كتلة البروتون $1.67\ 10^{-27}\ Kg$ $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$				
	A	$1.33X10^{-50}N$	C	$9.49\ X10^{-37}N$	
	B	$1.15X10^{-11}N$	D	$5.7528\ X10^{-10}N$	
2	وضعت كرتان من المعدن كتلتيهما 1.5kg و 2.3kg بحيث تبعدان 2m عن بعضهما البعض ما مقدار قوة التجاذب الكتلي بينهما $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$				
	A	$1.15X10^{-10}N$	C	$7528\ X10^{-11}N$	
	B	$7.95\ X10^{-24}N$	D	$5.75\ X10^{-11}N$	
3	ما مقدار قوة التجاذب الكتلي المؤثرة على كتلة مقدارها 4 kg تبعد 1 m عن كتلة أخرى مقدارها 1kg $(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$				
	A	$3.3 \times 10^{-11}\ N$	C	$2.7 \times 10^{-10}\ N$	
	B	$1.7x10^{-11}\ N$	D	$6.7 \times 10^{-11}\ N$	
4	إذا تغيرت المسافة بين مركزي جسمين كرويين من 1 cm إلى 4 cm فما مقدار قوة التجاذب الكتلي الجديدة بينهما ؟				
	A	تزداد 16 مرة	C	تزداد أربع مرات	
	B	تقل بمقدار $\frac{1}{16}$ مرة	D	تقل الى الربع	
5	إذا تضاعفت كتلة جسمين متماثلين ونقصت المسافة بينهما للنصف فما التغير الذي يطرأ على قوة الجاذبية المتبادلة بينهما؟				
	A	تقل إلى النصف	C	تقل بمقدار $\frac{1}{8}$	
	B	تزيد إلى الضعف	D	تزداد بمقدار 16 ضعف.	

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	

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			
	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			
	A	لا تتغير	C	تقل للنصف
	B	تزداد الضعف	D	تصبح أربعة أمثالها

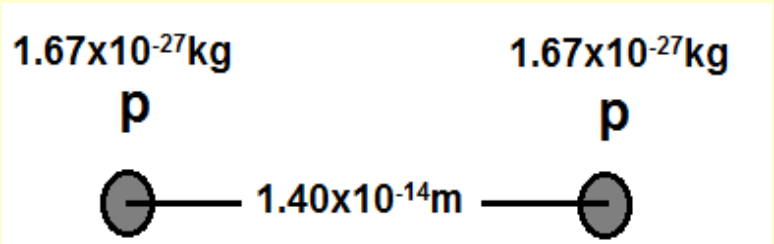
9	ما مقدار قوة الجاذبية المتبادلة بين الجسمين في الشكل أدناه؟ 			
	A	1.06×10^{-10} N	C	2.6×10^{-10} N
	B	1.06×10^{-11} N	D	2.67×10^{-11} N
10	إذا كانت قيمة قوة الجاذبية بين جسمين تساوي 16N فكم تصبح قيمتها إذا قلت المسافة بينهما إلى ربع ما كانت عليه؟			
	A	16N	C	32N
	B	64N	D	256N
11	جسم كتلته 3kg على 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 المريخ للجسم؟			
	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؟ $(G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2})$			
	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؟



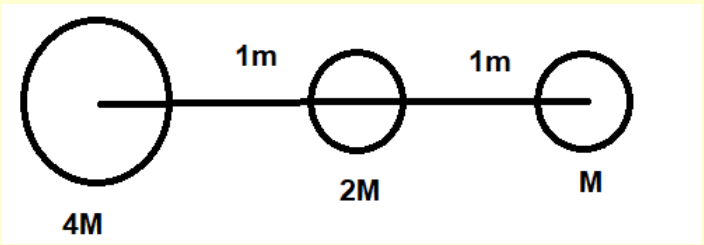
A	400 N	C	25 N
B	100 N	D	0 N

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

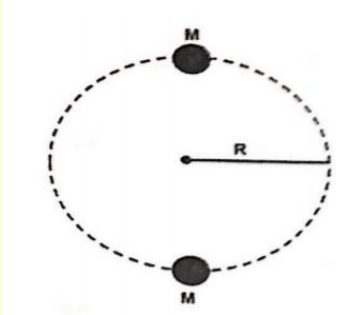


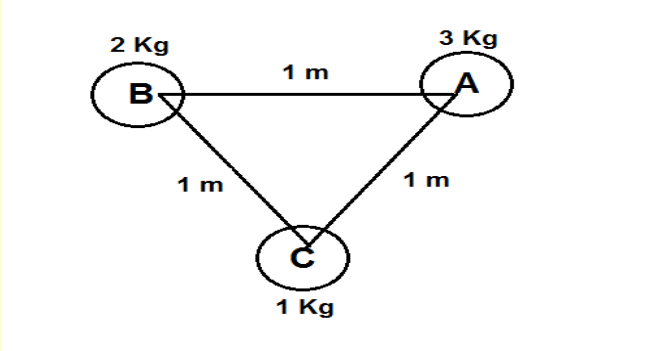
A	$1.33x10^{-50}N$	C	$9.49x10^{-37}N$
B	$7.95x10^{-24}N$	D	$5.68x10^{-10}N$

15 ما محصلة قوى الجذب على الكتلة M الموضح بالشكل؟



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؟ 			
	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	$(B\ and\ C)$
	B	$(A\ and\ B)$	D	$(A\ and\ C)$

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 $7.73\ X10^{11} m$

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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 $6.38\times10^{6} m$)$(G = 6.667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2)$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

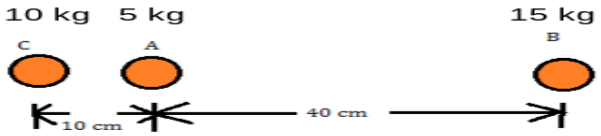
24 ماذا يحدث لقوة الجاذبية بين جسمين إذا زادت المسافة بينهما للضعف؟

.....
.....

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

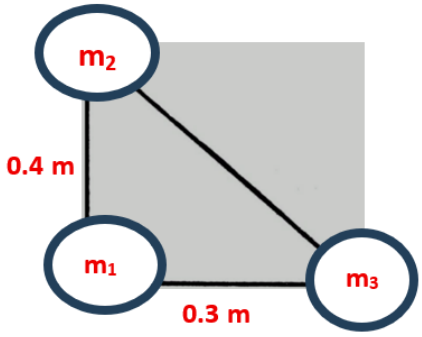
.....
.....
.....

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



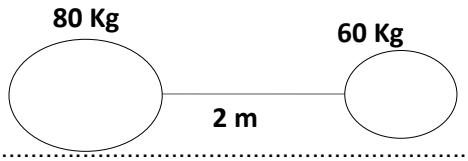
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

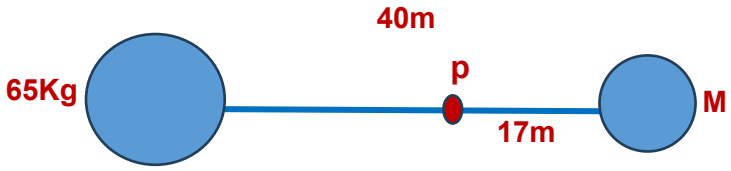


.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

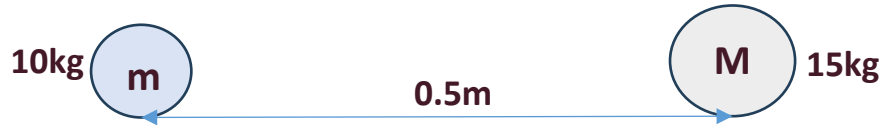


.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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})



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

إجابة

.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

مجال الجاذبية لكتلة M

هو المنطقة المحيطة بالكتلة من جميع الاتجاهات ويظهر فيها قوة جذب هذه الكتلة للأجسـام 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- ينشي مجال الجاذبية قوة على أي كتلة آخرى m تتحرك في الفضاء.

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

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

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: $F \propto M$

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

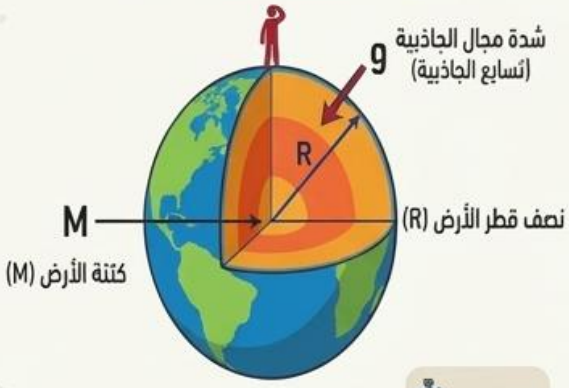
حساب شدة الجاذبية عند نقطة بدلالة مجال الجاذبية للأرض :

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

إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

شدة مجال الجاذبية

على سطح الأرض

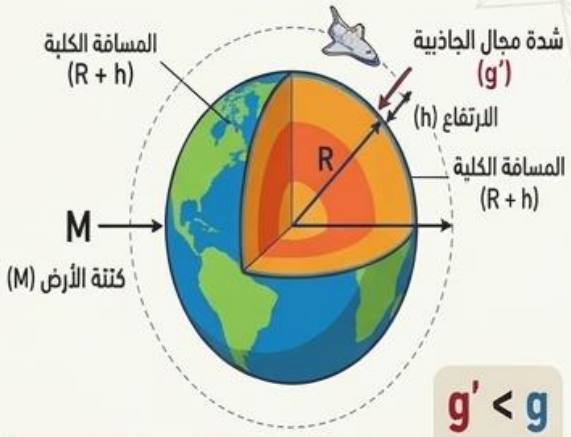


9.81 م/ث²

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

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

على ارتفاع فوق السطح

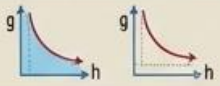


$g' < g$

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

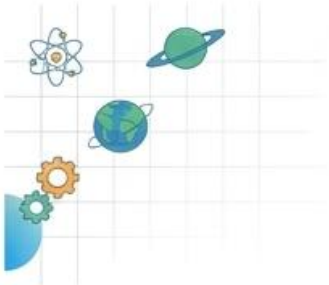
g' = شدة مجال الجاذبية على الارتفاع h
R+h = المسافة من مركز الأرض إلى الجسم

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



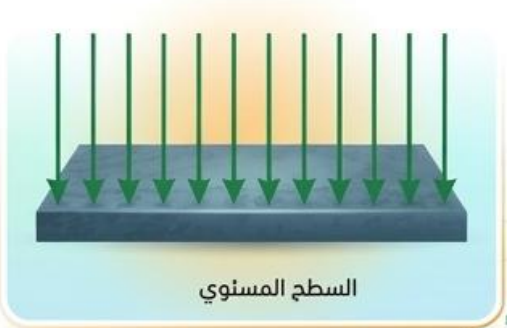
- شدة مجال الجاذبية نقطة من المسافة إلى المكر
- تتناسب عكسياً مع مربع المسافة من المركز

خطوط مجال الجاذبية



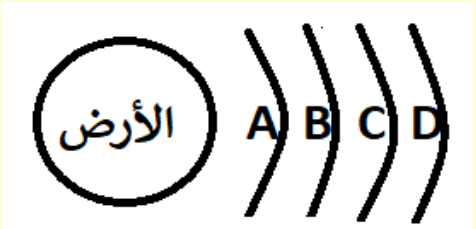
هي خطوط وهمية تمثل مجال الجاذبية:

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

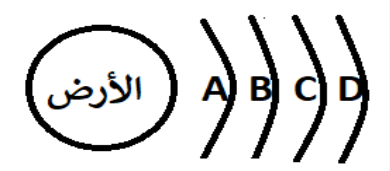

السطح المسنوي


الجسم الكروي

تدريبات

1	نجمان يدور أحدهما حول الآخر وفق قانون نيوتن للجاذبية، إذا تضـــاعفت كتلة أحد النجمين وتضـــاعفت المسافة بينهما أيضاً، فماذا يحدث لقوة الجاذبية بين النجمين؟				
	A	تتضاعف قوة الجاذبية	C	تظل قوة الجاذبية كما هي	
	B	تنخفض قوة الجاذبية للنصف	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 $2.5\times10^{-11}m$ ؟				
	A	$1.6\times10^{-46}N$	C	$6.4\times10^{-46}N$	
	B	$3.5\times10^{-46}N$	D	$8.9\times10^{-46}N$	
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؟				
	A	$2.90\times10^{-6}N$	C	$2.41\times10^{-9}N$	
	B	$1.89\times10^{-7}N$	D	$3.62\times10^{-9}N$	
4	من الرسم المقابل أي النقاط تكون عندها شدة مجال الجاذبية أكبر ما يمكن؟ 				
	A	A	C	B	
	B	C	D	D	
5	ماذا يحدث لشـــدة مجال الجاذبية الأرضـــية عند نقطة تقع على ســـطح الأرض، إذا ازداد بعد النقطة ثلاثة أضعاف؟				
	A	تقل للنصف	C	تقل للربع	
	B	تقل للثلث	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	C	0.29 g	
	B	0.16 g	D	0.4 g	

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)			
	A	1.619 m/s	C	161.9 m/s^2
	B	16.19 m/s^2	D	1619 m/s^2

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

15 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)

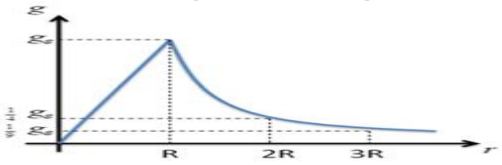
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

16 يبلغ نصف قطر كوكب 1.5 مرة نصف قطر الأرض وكتلته تساوي كتلة الأرض احسب شدة مجال الجاذبية على سطح ذلك الكوكب (كتلة الأرض = $5.972x10^{24}kg$)؟

نصف قطر الأرض($R=6.38 \times 10^{6}$ m) ($G = 6.667 \times 10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$)

.....
.....
.....
.....

17 احسب قيمة شدة المجال عند نقطة تقع على بعد 3R من سطح الأرض (g =9.8N/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: ($G=6.67 \times 10^{-11}$ $N.m^2\backslash Kg^2$)

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

.....
.....
.....
.....

ب- صف شكل خطوط مجال الجاذبية في الحالات التالية:

1- لجسم كروي.....

2-حالة السطح المستوي اللامتناهي .....

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

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

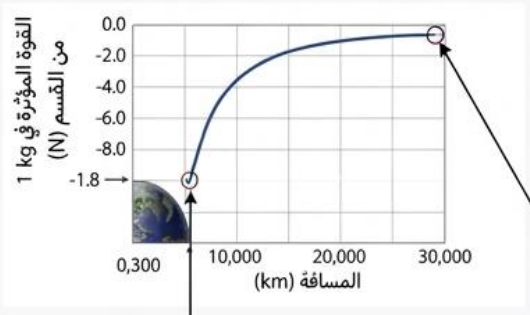
قوة الجذب العام

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

طاقة الوضع التجاذبية

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

حساب طاقة الوضع التجاذبية E_p والرسوم البيانية

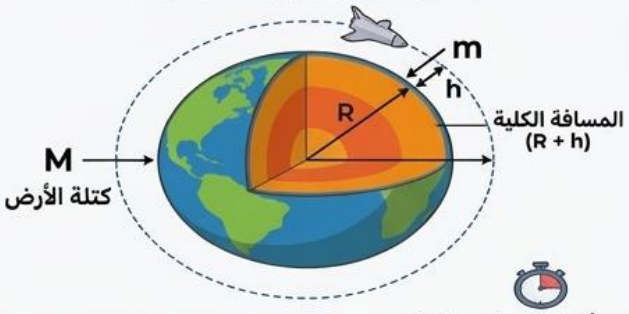


الارتفاع الصغير (بالقرب من سطح الأرض)

الارتفاع الكبير والصغير (بعيداً عن سطح الأرض)

حساب طاقة الوضع التجذبية E_p

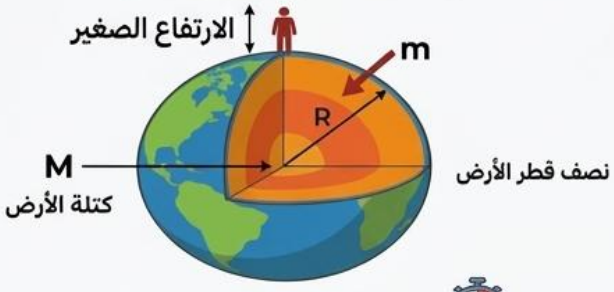
على ارتفاع فوق الكوكب



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

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

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

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=∞)تكون القوى بينها = صفر وكذلك طاقة الوضع التجاذبية = صفر
- عند سقوط الجسم تحت تأثير الجاذبية تقل طاقة الوضع التجاذبية وتزداد طاقة الحركة ويتسارع الجسم

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 $3.9x10^4\ kg$ يدور حول الأرض على ارتفاع $3.6x10^7 m$ احسب طاقة الوضع التجاذبية للقمر الاصطناعي؟

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3 يوجد كويكب كتلته $1420\ kg$ في الفضاء بالقرب من كوكب كتلته $8.08x10^7\ kg$، يبعد الكويكب مسافة $23900Km$ عن مركز الكوكب، ما مقدار طاقة الوضع التجاذبية لنظام الكويكب والكوكب؟

.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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؟

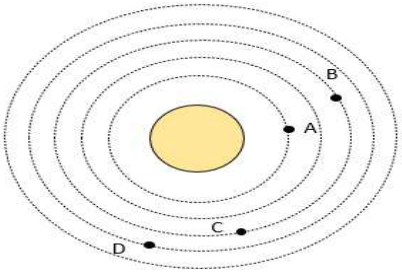
($G= 6.667 \times 10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}$ kg)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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 .....
- من النقطة B إلى النقطة C.....
- من النقطة D إلى النقطة A.....



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؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

جهد الجاذبية



هو طاقة الوضع التجاذبية المكتسبة لكل وحدة كتلة (m)

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

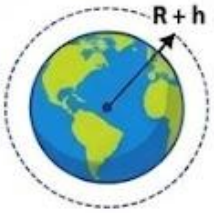
تطبيقات جهد الجاذبية

1 - عند سطح الكوكب / الأرض



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

2 - عند ارتفاع (h) من السطح



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

الجدول التعريفي للرموز

الرمز	الكمية الفيزيائية	الوحدة القياسية (S.I)
E_p	طاقة الوضع التجاذبية	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	$N \cdot m^2/kg^2$

العوامل التي يعتمد عليها جهد الجاذبية

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

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

جهد الجاذبية هو كمية قياسية (سالبية 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 الجاذبية لنظام يتكون من عدة كتل:

ما هي العلاقة بين طاقة الوضع التجاذبية لنظام وجهد الجاذبية؟

جهد الجاذبية الكلي لنظام $E_p = V_{GT} \cdot m$

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

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

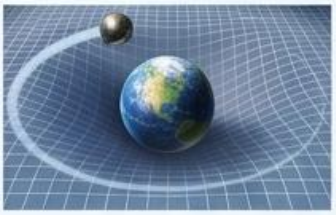
$$V_{GT} = V_{g1} + V_{g2} + V_{g3}$$

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

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

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 من الأسئلة التالية:

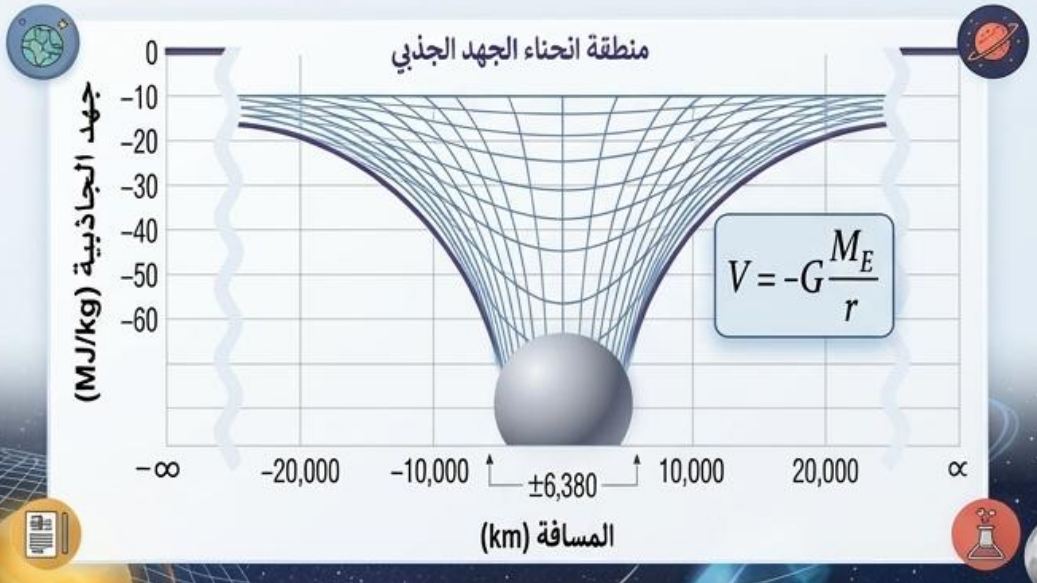
1- ماذا يحدث لقيمة الجهد بالاقتراب من مركز الكتلة؟ تقل وتصبح سالبة أكثر

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

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

3- ما أهمية دراسة منطقة انحناء 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(-9.4x10 ^{6} J/kg)، ما طاقة الوضع التجاذبية لقمر صناعي كتلته (200 kg) عندما يمر من تلك النقطة؟

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

2 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

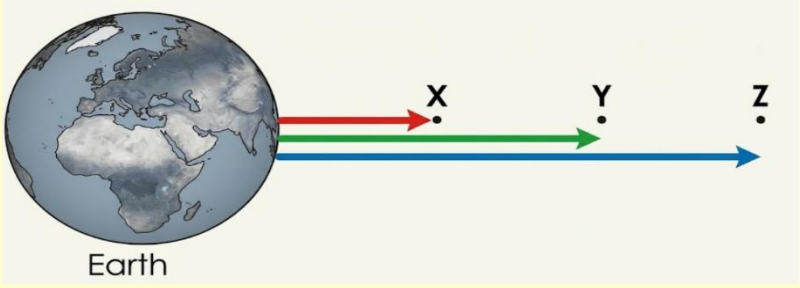
3 قمر صناعي كتلته (m) يدور على ارتفاع ($3R_{\text{الأرض}}$) عن سطح الأرض، انخفض إلى مدار يرتفع مسافة ($R_{\text{الأرض}}$) عن سطح الأرض، ما مقدار التغير في طاقة الوضع للقمر الصناعي؟

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

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

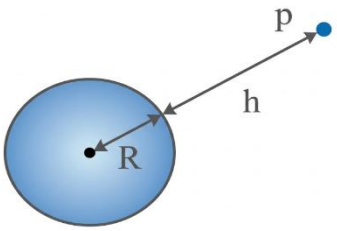
A	-6.25 X 10^{7} J/Kg	C	6.25 x 10^{7} J/Kg
B	-1 x 10^{13} J/Kg	D	1 x 10^{13} J/Kg

5 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	$V_{G\,Y} > V_{G\,X} > V_{G\,Z}$

6 كوكب نصف قطره $4 \times 10^6\ m$ شدة مجال الجاذبية لهذا الكوكب عند نقطة p هي $2.5\ N/kg$
ما مقدار جهد الجاذبية عند النقطة p إذا كانت تبعد عن سطح الكوكب مسافة $3.5 \times 10^7 m$ ؟



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

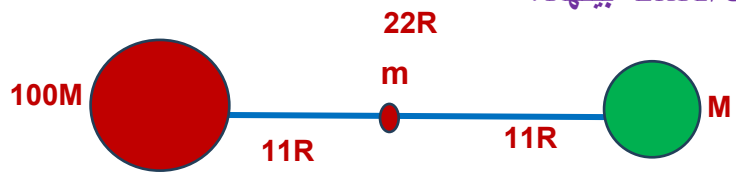
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

9 أجب عن الأسئلة الآتية: $(M_{earth} = 6 \times 10^{24}\ kg,\ R_{earth} = 6.4 \times 10^6\ m)$

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؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

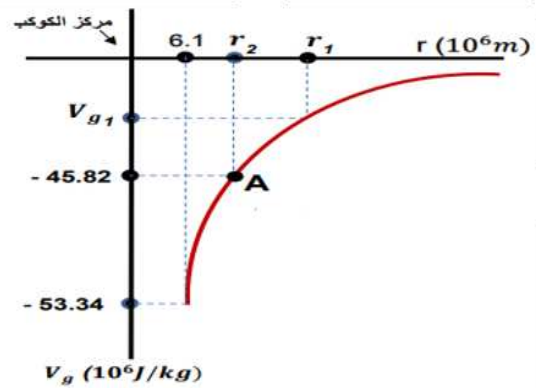


11 تبلغ كتلة الشمس $2\times10^{30}kg$ ونصف قطرها $7\times10^{8}m$ تخيل نموذجاً بسيطاً للشمس تتساوى فيه كتلة جسيمات الغاز والغبار مع كتلة الشمس وتسقط من اللانهاية الى داخل الشمس، احسب

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

c- الزمن الذي تستغرقه الشمس لتشع الطاقة المحسوبة في الجزءb إذا علمت ان قدرة الشمس $3.8\times10^{26}w$

12 يمثل المنحنى الموضح جانبا، العلاقة بين جهد الجاذبية لكوكب الزهرة والبعد عن مركز الكوكب ، معتمدا على البيانات المثبتة على المنحنى، احسب كتلة كوكب الزهرة ($G = 6.667X10^{-11}Nm^2/kg^2$)



13 يمتلك جسم 240J- من طاقة الوضع عند نقطة في مجال يبلغ جهد جاذبيته 60J/kg-،

كم تبلغ كتلة هذا الجسم؟

.....

.....

.....

.....

.....

14 صاروخ كتلته 200kg ساكن على سطح كوكب يبلغ جهد الجاذبية على سطحه 50MJ/kg-،

احسب طاقة الوضع للصاروخ على سطح الكوكب؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

15 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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

16 قارن بين شدة مجال الجاذبية وطاقة الوضع التجاذبية بين جسمين من خلال إكمال الجدول التالى

وجه المقارنة	شدة مجال الجاذبية	جهد الجاذبية
التعريف		
نوع الكمية (متجهة - قياسية)		

سرعة الإفلات Vescape

هي الحد من السرعة اللازمة للإفلات تماماً من جاذبية الكوكب.

الرموز ووحداتها

الرمز	الكمية الفيزيائية	وحدة القياس
V_{esc}	سرعة الإفلات	m/s
M	كتلة الكوكب (الجسم الأكبر)	kg
r	المسافة بين مركزي الكوكب والجسم	m
G	ثابت الجذب العام	Nm^2/kg^2

استنتاج قانون سرعة الإفلات:

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



من قانون حفظ الطاقة

$$E_{pi} + E_{pk} = E_{pf} + E_{kf}$$

$$E_{pi} + E_{ki} = 0$$

ابتداءً $E_{pf} + E_{kf} = 0$

بالتعويض عن طاقة الوضع وطاقة الحركة

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

$$\frac{GMm}{r} = \frac{1}{2}mv^2$$

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

ومنه أيضاً:

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

العوامل التي تعتمد عليها سرعة الإفلات

1 كتلة الكوكب (M)

2) المسافة بين مركزي الكوكب والجسم r

- ✓ إذا كانت سرعة الانطلاق 5 سرعات الإفلات --> يتغير الجسم من الجاذبية ويفادر سطح الأرض.
- ✓ إذا كانت سرعة الانطلاق < سرعة الإفلات --> لا يتمكن الجسم من الجاذبية ولكن يغادر سطح الأرض ثم يعود مرة أخرى.

العلاقة بين سرعة الإفلات وجهد الجاذبية

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

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



العلاقة بين سرعة الإفلات وشدة مجال الجاذبية

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

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



إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

تدريبات

1 كوكبان A و B نصف قطر الكوكب A مثلي نصف 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؟

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

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

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

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

A	$1633\ m/s$	C	$2610\ m/s$
B	$2310\ m/s$	D	$3310\ m/s$

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

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

5 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

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)

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

8 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.

9 إذا علمت ان كتلة الشمس M_{sun} = 1.99 x10^{30} نصف قطر الشمس R_{sun} = 6.9 x 10^{8} m

a. ماهي سرعة الإفلات من سطح الشمس؟
b. احسب الكتلة المطلوبة للشمس حتى تصبح ثقباً اسود شرط ألا يتغير نصف، قطرها.

(سرعة الضوء 3x 10^{8} m/s)

الدرس الرابع: الحركة المدارية

تعريفات هامة

الحركة المدارية: هي الحركة التي يستمر فيها الجسم بالسقوط حول الأرض.

السرعة المدارية v هي السرعة التي يتحرك بها الجسم أثناء سيره في مدار.



تجربة نيوتن (مدفع نيوتن)

أطلق نيوتن مدفعا على سطح عال. ليوضح أن القذيفة ستسير في مدار.



ملاحظة من الشكل المقابل:

- نفترض جسم صغير كتلته m (قمر اصطناعي يدور حول الأرض بسبب قوة الجاذبية).
- في المسال D أم نفذ الطلقة نحو الأرض بسبب اكتسابها بسرعة مناسبة تمكنها من الدوران حول الأرض وبقاءها في مدار محدد.

اشتقاق العلاقة الرياضية للسرعة المدارية (قمر صناعي):

نفترض جسم صغير كتلته m (قمر اصطناعي)

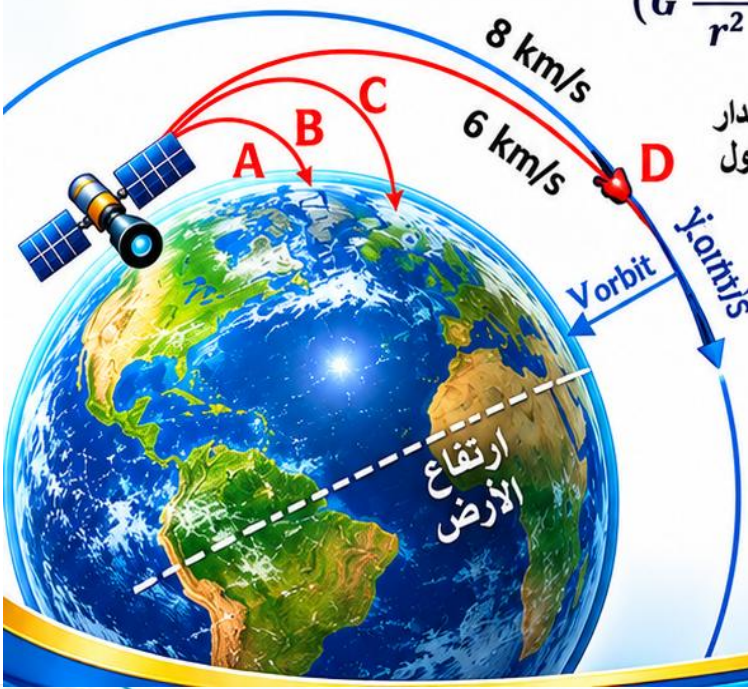
الكمية	الوحدة
السرعة المدارية v	m/s
كتلة مصدر الجاذبية M	kg
نصف قطر المدار r	m
ثابت الجذب العام G	$N\,m^2/kg^2$

يؤثر على القمر قوة مركزية: $F_C = \frac{mv^2}{r}$

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

بما أن القوتان متساويتان $\left(G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \longrightarrow v^2 = \frac{GM}{r}\right)$

إذن العلاقة النهائية لجسم في مدار (يسقط) حول الأرض: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$



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.

◆ ونذكر من درس الحركة الدائرية

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

◆ 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:

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

⇦ قانون السرعة المدارية:

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

⇦ بتربيع الطرفين:

$$2 \longleftarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

⇦ بمساواة الطرفين 1 و 2

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

لحساب الزمن الدوري المداري:

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

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 المترامنة مع الأرض

- يستغرق دورانه حول الأرض 24 ساعة = زمن دوران الأرض حول نفسها
- يمكن أن يكون للأقمار المترامنة مدارات مختلفة
- يستخدم في مجالات (الاتصالات – دراسة الأعاصير)

(a)



الأقمار الثابتة بالنسبة للأرض

- 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 المعاري نفس الزمن الدوري المداري للأرض

(b)



الأقمار الاصطناعية القطبية

- هي أقمار تدور فوق القطبين تستخدم للحصول على تغطية على طول خط البعد لتصفي الكرة الشمالي والجنوبي
- تستخدم هذه الأقمار الجثية لقياس تركيز الأوزون في طبقة الستراتوسفير ودرجة حرارة الغلاف الجوي

(c)

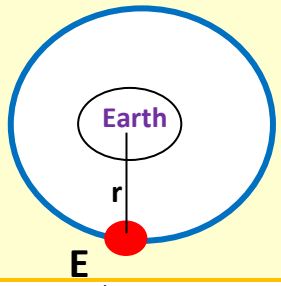
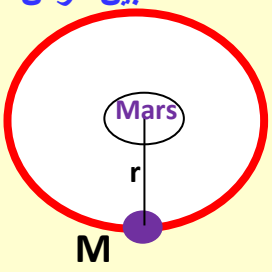
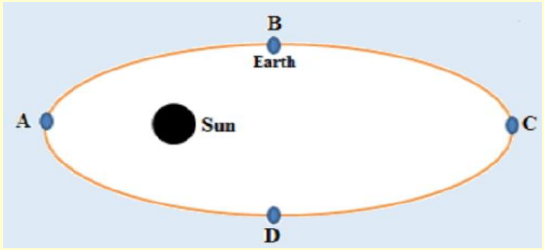


ملخص العلاقات الرياضية الخاص بالدرس

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

تدريبات

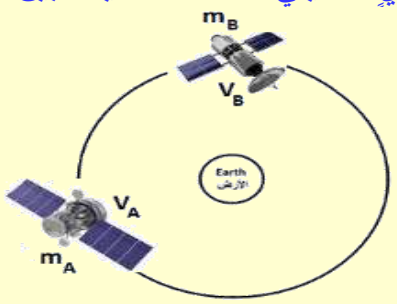
1	يتحرك قمر اصطناعي في مدار دائري بسرعة ثابتة المقدار حول الأرض. كم تبلغ محصلة القوة المؤثرة في القمر الاصطناعي؟			
	A	القوة = صفر	C	القوة نفسها هي قوة الجاذبية المؤثرة في القمر الاصطناعي
	B	القوة = أي قوة يتأثر بها صاروخ القمر الاصطناعي	D	القوة هي مجموع قوة الجاذبية والقوة المركزية المؤثرة في القمر 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 c صحيحتين	D	كلا الاجابتين a وb 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 $6.38\times10^{6}m$)			
	A	1.44h	C	.44h
	B	2.44h	D	4.44h
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؟ ($M_E=5.89\times10^{24}\ Kg$/ $R_E=6.38\times10^{6}\ m$/ $G=6.667\times10^{-11}\ Nm^2/kg^2$)			
	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
	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	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
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 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

13 يُبيّن الشكل أدناه قمرين صناعيين A و B يدوران في نفس المدار حول الأرض كتلتيهما m_A و m_B على التوالي بحيث أنَّ $m_A=4m_B$ أيٍّ 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	$V_A=\frac{1}{4}$

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

15 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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

16 أكمل جدول المقارنة التالي:

	المدار	الاستخدامات
الأقمار الإصطناعية المتزامنة مع الأرض		
الأقمار الإصطناعية القطبية		

17 يكمل قمر اصطناعي ثابت بالنسبة إلى الأرض مداره في 24 ساعة. احسب ارتفاعه عن سطح الأرض إذا علمت أن: $R_{earth} = 6.4 \times 10^{6}$ m) ، ($G = 6{,}667 \times 10^{-11}$ N.m2/kg2, $M_{oarth} = 6 \times 10^{24}$ kg

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

وجه المقارنة	الأقمار الاصطناعية المتزامنة	الأقمار الاصطناعية الثابتة
موقع الدوران		
زمن الدوران حول الأرض		

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

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

a. سرعته المدارية

b. الزمن الدوري المداري له

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

24 تبعد الأرض $1.5x\ 10^8\ km$ 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. $(G= 6,667 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2,\ M_{sun} = 1.99 \times 10^{30})$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

الطاقة والحركة المدارية

عندما يدور قور اصطناعي أو جسم دول الأرض فإنه يمتلك 3 أنواع من الطاقات:

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

أولاً: طاقة الحركة

استنتاج العلاقة الرياضية لطاقة الحركة القمر الاصطناعي:



قانون السرعة المدارية: $v = \omega r$

$$1 \longleftarrow V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

قانون طاقة الحركة:

$$2 \longleftarrow E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

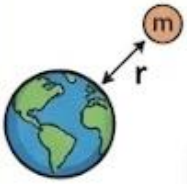
بتربيج المعادلة 1 والتعويض بها في 2 ينتج:

$$E_k = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$$



ثانياً: طاقة الوضع

استنتاج العلاقة الرياضية لطاقة الوضع القمر الاصطناعي:



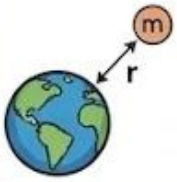
قانون جهد الجذنية:

$$1 \longleftarrow V = \frac{GM}{r}$$

قانون طاقة الوضع بدالة جهد الجذابية:

$$2 \longleftarrow E_p = m \times V_G$$

بالتعوض المعادلة 1 في المعادلة 2 ينتج:



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

استنتاج العلاقة الرياضية للطاقة للقمر الاصطناعي

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

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

قانون طاقة الوضع: $E_p = -\frac{GMm}{r}$

2 قانون الطاقة الكلية: $E_T = \left(\frac{1}{2} - 1\right)\frac{GMm}{r}$



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

إعداد: أ. عبدالهادي البرادعي

نظرية فيريال



متوسط مجموع الطاقة الحركية لنظام مستقر ومرتبط بقوى يساوي نصف مجموع طاقة الوضع التجاذبية للنظام.

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

ملاحظات هامة

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

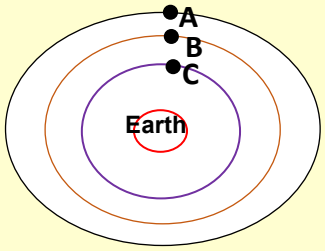
ملخص العلاقات الرياضية الخاصة بالدرس

نظرية فيريال	قانون الطاقة الكلية	لحساب طاقة الحركة	لحساب طاقة الوضع التجاذبية
$E_k = \frac{1}{2} E_p$	$E_T = -\frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$	$E_k = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$	$E_p = -\frac{GMm}{r}$

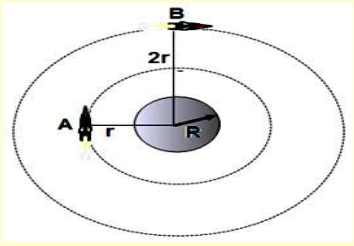
العلاقة بين طاقة الوضع وطاقة الحركة		العلاقة بين طاقة الكلية وطاقة الحركة	
$E_k = \frac{1}{2} E_p$	$E_p = -2E_k$	$E_p = 2E_T$	$E_T = \frac{1}{2} E_p$

العلاقة بين الطاقة الكلية وطاقة الحركة	العلاقة بين طاقة الوضع والسرعة المدارية
$E_k = -E_T$	$E_p = -v^2 m$

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)				
	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	$E_{KA} = ½ E_{Kb}$	C	$E_{KB} = 4 E_{KA}$
B	$E_{KB} = ¼ E_{KA}$	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 $G = 6.667 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$, $M = 5.98 \times 10^{24}\ Kg$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

13 يتحرك قمر اصـــطناعي كتلته 2750Kg في مدار نصـــف قطره غير معروف فإذا علمت أن طاقة وضـــعه التجاذبية تساوي -2.5×10^{10} J احسب:

a. نصف قطر مداره b. طاقته الحركية c. الطاقة الكلية للقمر الاصطناعي

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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.m^2/kg^2, $M_{earth} = 6 \times 10^{24}$ kg

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....