أسهل
خبراء التعليم عن بُعد

برنامج تفوق التأسيسي للصف12

Google Meet

مدة البرنامج : 7 أسابيع

تاريخ البدأ : 10 يونيو 2024م

الفيزياء

الصف الثاني عشر

كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

دليل الوحدة الأولى

إعداد وتقديم

الأستاذة / آلاء بني عيسى

Google Meet

MUSCAT | AL-Khoude | Mark & Save
Office No : 07 | Floor 2
P.O. Box 215 | P.C 619 | Oman
E-mail: info@ashal.om

ashaledu
www.ashal.om

امسح الكود للانظمام
للاستفسار / 98925205

أسهل
خبراء التعليم عن بُعد

مميزات البرنامج :

ashal.om

تقديم الحصص مباشر عبر Google Meet

حفظ لجميع تسجيلات الحصص.

ملخصات خاصة بالمادة.

حل اختبارات نهائية على المنهج.

واجبات ومتابعة مستمرة.

جروبات واتس آب للتواصل والإشعارات.

مسابقات في المنهج وتحديات.

أسهل
خبراء التعليم عن بُعد

الأسبوع الأول

الوحدة الأولى: مجالات الجاذبية

١-١ تمثيل مجال الجاذبية .....

١-٢ شدة مجال الجاذبية (g) .....

١-٣ الطاقة وجهد الجاذبية .....

١-٤ الدوران تحت تأثير الجاذبية .....

حل أسئلة نهاية الوحدة .....

التاريخ

الأربعاء ١٠ يوليو

الأحد ١٤ يوليو

الفترة الصباحية

١٠:٣٠ إلى ١٢:٠٠

والشمس والقمر نفسه. ويُشار إلى هذه الجاذبية أحيانًا بمسمّى الجاذبية الميكروية.

تتجلى عظمة الله تعالى في جعل كافة أشكال الحياة على الأرض متكيفة للعيش ضمن مجال الجاذبية الأرضية، وقد خلق أجسام جميع الكائنات الحية بحيث تتمكن من التعامل مع تأثيرات القوى الكامنة؛ وذلك من أجل العيش في مجال الجاذبية. فعلى سبيل المثال سيجد روّاد الفضاء الذين يقضون فترات طويلة من الوقت تحت تأثير الجاذبية الميكروية -كما في الرحلات المخطط لها إلى المريخ- أن أجسامهم تفقد الكالسيوم، وتضعف عضلاتهم التي تُستخدم في دعم أوزانهم.

من أكثر الأشياء المدهشة حول الجاذبية هو دورها في تطوّر الكون. فالسدم (الصورة ١-٢) هي سحب كبيرة من الغبار وأغلبها غاز الهيدروجين موجودة في الفضاء الخارجي، حيث يؤدي عدم الانتظام في كثافة السحابة إلى جذب المزيد من المواد إلى المناطق ذات الكثافة الأعلى وبالتالي تصبح هذه المناطق أكثر تركيزًا في المادة كلما جُذب إليها مزيدٌ من المواد. تجري هذه العملية بوتيرة متسارعة إذ تتحول الكمية الهائلة من طاقة وضع الجاذبية للهيدروجين المنتشر إلى طاقة حركة كبيرة جدًا لذرّات الهيدروجين إلى الحدّ الذي يكون كافيًا لحدوث اندماج نووي بين هذه الذرّات فيولد النجم.

لماذا يُعدّ هذا مدهشًا؟ لأن تأثير الجاذبية ضعيف جدًا؛ عند مقارنتها بالتأثير الكهرومغناطيسي حيث يُعتبر أقوى بكثير منها؛ فالتنافر الكهربائي بين بروتونَين في نواة الذرّة أكبر بنحو 10^{36} مرة (أي 10 متبوعة بـ 35 صفرًا!) من قوة جذب الجاذبية.

ومع ذلك يكون تأثير الجاذبية هو الغالب، ولكن لماذا؟ لأن قوة الجاذبية دائمًا تكون في حالة تجاذب، في حين يوجد نوعان من الشحنات الكهربائية (موجبة وسالبة)؛ لذلك يمكن أن يكون التأثير الكهرومغناطيسي إما تجاذبًا أو تنافرًا، وتعمل الشحنات السالبة والموجبة بشكل عام على إلغاء تأثير بعضهما على بعض، الأمر الذي يجعل أي جسم كبير الحجم متعادلًا كهربائيًا تقريبًا.

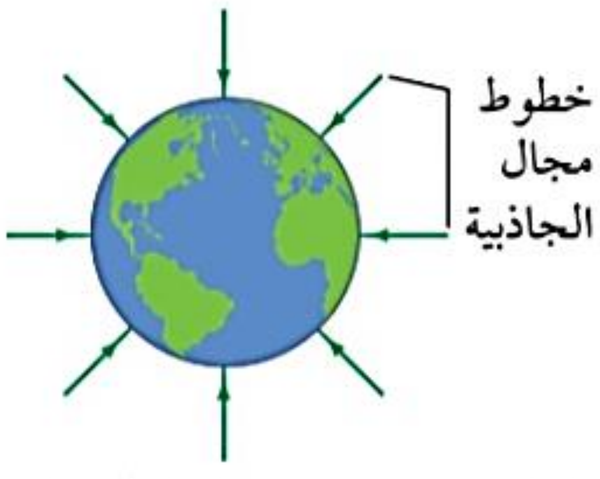
الصورة ١-٢ السُدُم (حاضنات النجوم الغازية).

١-١ تمثيل مجال الجاذبية

لتوضيح مفهوم الجاذبية وتأثيراتها استخدم الفيزيائيون مفهوم مجالات الجاذبية. يُمثل **مجال الجاذبية** **Gravitational field** باستخدام خطوط المجال، والتي تسمح لهم بفهم كيفية عمل الجاذبية. ويوضح الشكل ١-١ خطوط مجال الجاذبية الأرضية.

تبيّن لنا خطوط مجال الجاذبية أمرَين:

- تشير الأسهم على خطوط المجال إلى اتجاه قوة الجاذبية المؤثرة على كتلة موضوعة في المجال.
- يدلّ التباعد بين خطوط المجال على شدة مجال الجاذبية، فكلما تباعدت خطوط المجال بعضها عن بعض، أصبح المجال أضعف.



الشكل ١-١ تمثل خطوط المجال، مجال الجاذبية الأرضية.

مصطلحات علمية

مجال الجاذبية
Gravitational field:
منطقة من الفضاء تتأثر فيها كتلة ما بقوة الجاذبية.

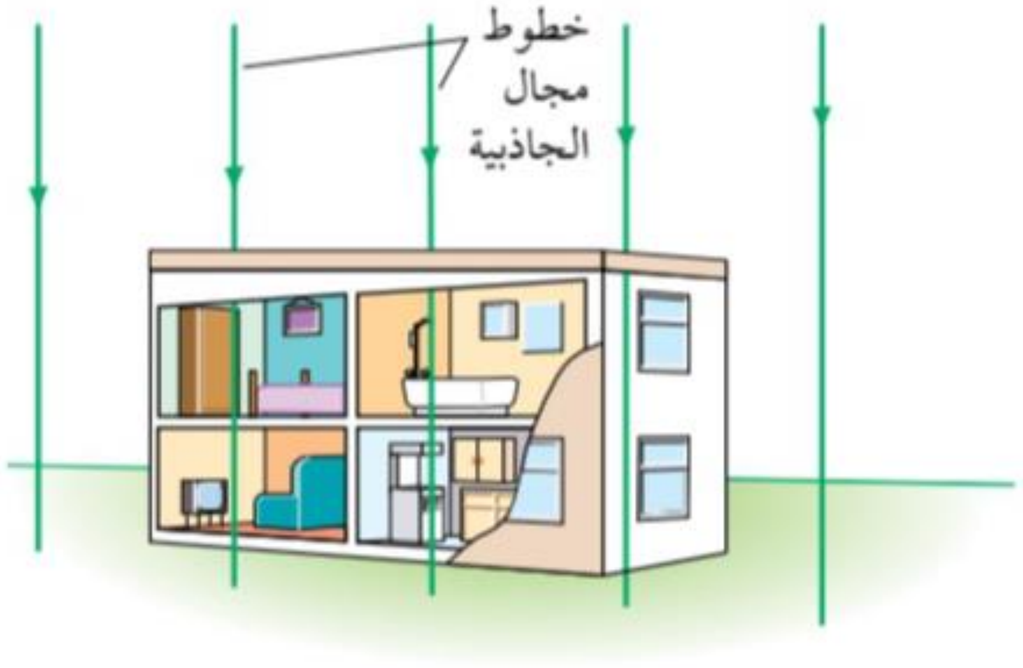
يبيّن رسم خطوط مجال الجاذبية الأرضية أن كل الأجسام تتجذب نحو مركز الأرض، وهذا صحيح حتى لو كانت هذه الأجسام تحت سطح الأرض، وتصبح قوة الجاذبية أضعف كلما ابتعدت عن سطح الأرض، وهذا واضح من خلال التباعد الأكبر بين خطوط المجال.

مصطلحات علمية

مركز الكتلة Centre of mass: هو النقطة التي يمكننا اعتبار إجمالي كتلة الجسم مركّزًا فيها.

تُعدّ الأرض كتلة كروية منتظمة تقريبًا، على الرغم من انتفاخها قليلًا عند خط الاستواء. ويُعتبر مجال الجاذبية للأرض كما لو كان مجمل كتلتها مركّزًا في مركزها؛ ويُسمّى هذا المركز **مركز الكتلة Centre of mass**. ولذلك تُعامل الأرض ككتلة نقطية مهما ابتعد أي جسم خارج سطحها.

يبيّن الشكل ١-٢ مجال الجاذبية الأرضية بالقرب من سطح الأرض، ويتضح من خطوط مجال الجاذبية الأرضية داخل المبنى وحوله أن قوة الجاذبية متجهة في كل مكان رأسيًا إلى الأسفل، وبما أن خطوط المجال تكاد تكون متوازية تمامًا، وتفصل بينها مسافات متساوية تقريبًا، فإن شدة مجال الجاذبية هي نفسها تقريبًا في جميع النقاط داخل المبنى وحوله، وهذا يعني أن وزنك هو تقريبًا نفسه في كل مكان ضمن مجال الجاذبية هذا، وبالتالي لا يصبح وزنك أقل عندما تصعد إلى الطابق العلوي.



الشكل ١-٢ مجال الجاذبية الأرضية منتظم ضمن مقياس مبنى ما.

نَصِف مجال الجاذبية الأرضية بأنه **شعاعي** Radial، حيث تتباعد (تنتشر) خطوط المجال شعاعيًا كلما ابتعدنا عن مركز الأرض، ومع ذلك - على مقياس مبنى ما - يكون مجال الجاذبية **منتظمًا** Uniform نظرًا إلى أن المسافات بين خطوط المجال متساوية تقريبًا، وبما أن كوكب المشتري أضخم بكثير من الأرض فإننا سنمثل مجال جاذبيته برسم خطوط مجال أكثر تقاربًا من تلك التي للأرض.

قانون نيوتن للجاذبية

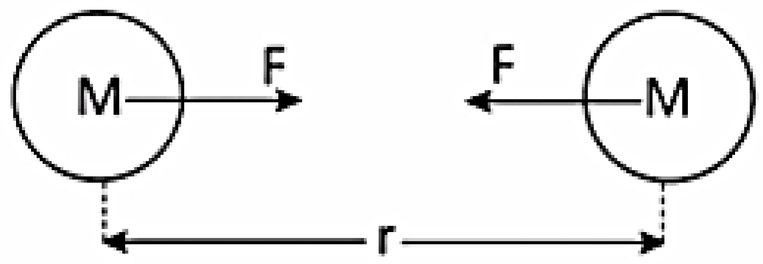
استخدم نيوتن أفكاره حول الكتلة والجاذبية ليقترح قانون الجاذبية لكتلتَين نقطيتَين (الشكل ١-٣).

الشكل ١-٣ كتلتان نقطيتان تفصلهما مسافة (r).

أخذ نيوتن بعين الاعتبار كتلتَين نقطيتَين (M) و (m) تفصل بينهما مسافة (r)، وكل كتلة نقطية تجذب الأخرى بقوة ($\vec{F}$). (ووفقًا لقانون نيوتن الثالث للحركة

اسئلة الاختبارات التجريبية السابقة

١) يوضّح (الشكل ١-١) جسمين متماثلين، المسافة بين مركزيهما (r) وقوة الجذب بينهما (F).



الشكل ١-١

أيّ البدائل الآتية توضح مقدار قوة التجاذب الصحيح عند التغير في المسافة والكتلة؟

(ظلّل الشكل (▭) أمام الإجابة الصحيحة)

[١]

٢) أكمل الجدول بالمصطلح العلمي الصحيح.

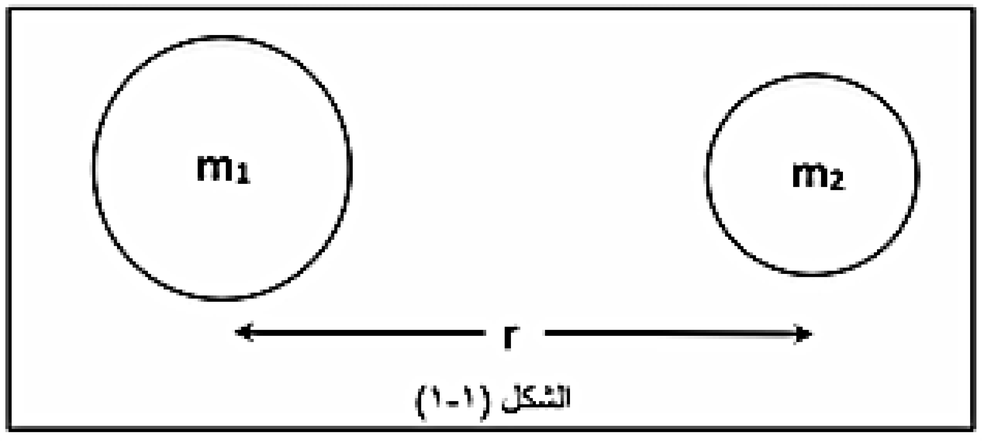
التعريف	المصطلح العلمي
المنطقة من الفضاء التي تتأثر فيها كتلة ما بقوة جاذبية.	_____
الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لنقل كتلة نقطية من اللانهاية إلى تلك النقطة.	_____

[٢]

أجب عن جميع الأسئلة التالية

١)الشكل (١-١) يوضح جسمين كتلة m_1 ضعف كتلة m_2 بينهما قوى تجاذب F والمسافة بين مركزيهما r عند زيادة المسافة بين مركزيهما الى الضعف تصبح القوة المتبادلة بينهما

(ظلل الاجابة الصحيحة)



الشكل (١-١)

[١] $\frac{F}{4}$ ☐ $\frac{F}{2}$ ☐ $2F$ ☐ F ☐

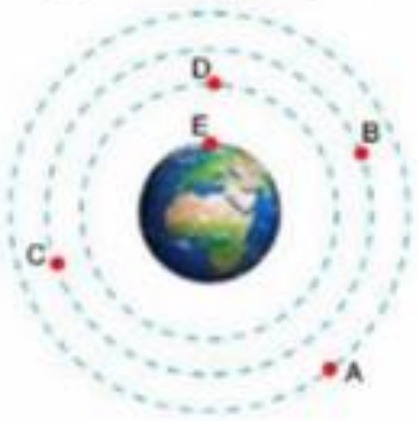
اسئلة مقترحة إضافية

سؤال 1 كتلتان المسافة بين مركزيهما (r) وقوة التجاذب الكتلي بينهما (4×10^{-8} N) ، فإذا أصبح البعد بينهما ($2r$) فإن قوة التجاذب تصبح بوحدة النيوتن :

سؤال 2 يدور قمر صناعي كتلته(2000kg) حول كوكب الأرض على ارتفاع يعادل نصف قطر الأرض ، فإن مقدار قوة التجاذب الكتلي بين الأرض والقمر الصناعي بوحدة النيوتن :

(أ) 4900 (ب) 490 (جـ) 49 (د) 4.9

سؤال 6 من خلال الشكل الآتي : عند أي نقطة يكون شدة مجال الجاذبية الأقل :



(أ) D
(ب) B
(جـ) E
(د) A

سؤال 7 من خلال الشكل الآتي : أي النقاط يكون لها نفس شدة مجال الجاذبية

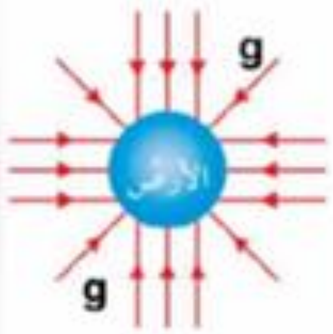
(أ) D,C
(ب) E,B
(جـ) B,C
(د) A,b

سؤال 10 الشكل الذي يمثل اتجاه شدة مجال الجاذبية الأرضية هو :

(أ)

(ب)

(جـ)

(د)


فإن كلًا من الكتلتَين النقطيتَين تتفاعل مع الأخرى؛ وبالتالي تؤثر كل منهما على الأخرى بقوة مساوية في المقدار ولكنها معاكسة في الاتجاه).

ينص **قانون نيوتن للجاذبية** **Newton's law of gravitation** على أن أي كتلتَين نقطيتَين تجذب كل منهما الأخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتَيهما وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما.

مهمّ

قانون نيوتن للجاذبية

Newton's law of gravitation:

أي كتلتَين نقطيتَين تجذب كل منهما الأخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتَيهما وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما.

لاحظ أن القانون يشير إلى «الكتلة النقطية» ويمكنك بدلًا من ذلك استخدام مصطلح «جُسيمات»، إلّا أن الموضوع يصبح أكثر تعقيدًا خصوصًا إذا فكّرنا في الأجسام الصلبة الكبيرة؛ فكل جُسيم من مكوّنات جسم ما يجذب كل جُسيم من مكوّنات الجسم الآخر؛ وبناء على ذلك علينا أن نجمع كل هذه القوى معًا لإيجاد القوة التي يؤثر بها كل جسم على الجسم الآخر.

استطاع نيوتن إثبات أن كُرتَين منتظمتَين تجذب إحداهما الأخرى بقوة هي نفسها كما لو كانت كتلة كل منهما تتركّز في مركزها (شرط أن تكون المسافة من المركز إلى المركز أكبر من مجموع نصفَي قطرَيهما).

ووفقًا لقانون نيوتن للجاذبية يكون لدينا:

ووفقًا لقانون نيوتن للجاذبية يكون لدينا:

$$\text{القوة} \propto \text{حاصل ضرب كتلة الجسمَين}$$

$$\vec{F} \propto Mm$$

$$\text{القوة} \propto \frac{1}{\text{مربع المسافة}}$$

$$\vec{F} \propto \frac{1}{r^2}$$

وبدمج العلاقتَين فإن:

$$\vec{F} \propto \frac{Mm}{r^2}$$

لتحويل هذه العلاقة إلى معادلة، نضع ثابت الجاذبية (G) فتصبح المعادلة:

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

القوة ($\vec{F}$) هي قوة تجاذب وهي متجهة نحو الجسم المنتج للقوة و (r) هي المسافة بين مركزي الجسمَين.

يُطلق على ثابت الجاذبية (G) أحيانًا ثابت الجذب الكوني؛ لأن له القيمة نفسها في أي مكان في الكون وهي تساوي ($6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$). وهذا الثابت مهم لفهم تاريخ الكون ومستقبله على المدى البعيد.

يمكن تطبيق المعادلة على الأجسام الكروية أيضًا (مثل الأرض والقمر) شرط أن نتذكّر قياس المسافة الفاصلة (r) **بين مركزَي الجسمَين**. يمكن كتابة معادلة قوة الجاذبية أيضًا على الصيغة:

قانون نيوتن للجاذبية

$$\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

حيث (m_1) و (m_2) هما كتلتا الجسمَين.

أسئلة

(١) احسب قوة الجاذبية لكل من:

أ. جسمَين تفصل بين مركزيهما مسافة (1.0 cm)، وكتلة كل منهما (100 g).

ب. كويكبَين تفصل بين مركزيهما مسافة (4.0×10^9 m) وكتلة كل منهما (5.0×10^{10} kg).

ج. قمر صناعي كتلته (1.4×10^4 kg) يدور حول الأرض على بُعد (6800 km) من مركز الأرض (كتلة الأرض تساوي 6.0×10^{24} kg).

(٢) قدّر قوة الجاذبية بين شخصَين يجلسان جنبًا إلى جنب على مقعد في حديقة. كيف تقارن هذه القوة بقوة الجاذبية التي تؤثر بها الأرض على كل منهما (بمعنى آخر، وزن كل منهما)؟ افترض أن كتلة كل شخص (70 kg)، وبينهما مسافة (0.5 m).

٢-١ شدة مجال الجاذبية g

يمكننا وصف مدى قوة مجال الجاذبية أو ضعفها بواسطة تحديد **شدة مجال الجاذبية** **Gravitational field strength**، فقد تعوّدنا على هذه الفكرة للأجسام الموجودة على سطح الأرض أو بالقرب منها، فشدة مجال الجاذبية الأرضية هي الكمية المألوفة (g) والتي تبلغ قيمتها ($9.81\ m\ s^{-2}$) تقريبًا، وهذه الكمية هي التي تمكّننا من معرفة أن وزن الجسم (W) الذي كتلته (m) من العلاقة ($W = mg$).

مصطلحات علمية

شدة مجال الجاذبية

Gravitational field strength:
شدة مجال الجاذبية عند نقطة ما هي قوة الجاذبية المؤثرة لكل وحدة كتلة لجسم صغير موضوع في تلك النقطة.

لجعل معنى شدة مجال الجاذبية (g) أكثر وضوحًا، يجب أن نكتبها (بالنسبة إلى الأرض) على الشكل ($9.81\ N\ kg^{-1}$)؛ أيّ أن كل ($1\ kg$) من الكتلة يتعرّض لقوة جاذبية مقدارها ($9.81\ N$)، وتعرّف شدة مجال الجاذبية (g) عند أي نقطة في مجال الجاذبية بأنها: قوة الجاذبية المؤثرة لكل وحدة كتلة لجسم صغير موضوع في تلك النقطة (وحدة كتلة تعني كيلوغرامًا واحدًا).

ويمكن كتابة ذلك على شكل معادلة:

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$$

مساحة شرح
اشتقاق القانون

شدة مجال الجاذبية (g) الناتجة عن كتلة نقطية هي:

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

حيث (G) هو ثابت الجذب الكوني، و (M) هي الكتلة المسبّبة للمجال، و (r) هي المسافة من مركز الكتلة.

مثال الكتاب صفحة ٢٦

أسئلة

ستحتاج إلى البيانات الواردة في الجدول ١-١ للإجابة عن الأسئلة من ٣ إلى ٧.

الجسم	الكتلة (kg)	نصف القطر (km)	المسافة من مركز الأرض (km)
الأرض	6.0×10^{24}	6400	–
القمر	7.3×10^{22}	1740	3.8×10^{5}
الشمس	2.0×10^{30}	7.0×10^{5}	1.5×10^{8}

الجدول ١-١

(٣) يبلغ ارتفاع جبل إيفرست (9.0 km) تقريبًا. قدّر كم يقل وزن متسلق جبال كتلته (100 kg) (مع حقيبة الظهر)، مقارنة بوزنه عند مستوى سطح البحر. هل سيكون هذا الاختلاف قابلًا للقياس بميزان الأشخاص؟

(٤) **أ.** احسب شدة مجال الجاذبية:
١. بالقرب من سطح القمر.
٢. بالقرب من سطح الشمس.

ب. اقترح كيف تساعد إجاباتك في شرح سبب وجود غلاف جوي رقيق للقمر، بينما يكون للشمس غلاف جوي سميك.

(٥) **أ.** احسب شدة مجال الجاذبية الأرضية في موقع القمر.

ب. احسب القوة التي تؤثر بها الأرض على القمر، ثم احسب تسارع القمر نحو الأرض.

(٦) تبلغ كتلة المشتري 320 مرة كتلة الأرض، ونصف قطره 11.2 مرة نصف قطر الأرض، وشدة مجال الجاذبية على سطح الأرض ($9.81\ N\ kg^{-1}$). احسب شدة مجال الجاذبية بالقرب من سطح كوكب المشتري.

(٧) يُسهم كل من القمر والشمس في المدّ والجزر على محيطات الأرض. أيّ منهما له قوة شد أكبر على كل كيلوغرام من مياه البحر، الشمس أم القمر؟

(٨) طفل كتلته (4.0 kg)، احسب قوة الجاذبية المؤثرة عليه بسبب:

أ. تأثير كوكب المريخ عندما يكون عند أقرب مسافة له عن الأرض ومقدارها (1.0×10^8 km) بين مركزيهما. علمًا بأن كتلة كوكب المريخ (6.4×10^{23} kg).

ب. تأثير أمّه التي كتلتها (50 kg) وتبعد عنه مسافة (0.40 m).

٥)تبلغ شدة مجال الجاذبية على سطح القمر $1.6Nkg^{-1}$ وقطر القمر $3480\ km$

احسب كتلة القمر ؟

_____

_____.

_____

_____

_____

$M =$_____ kg [٢]

٣) احسب نصف قطر القمر إذا علمت أن كتلته تساوي (7.3×10^{22} kg) وشدة مجال الجاذبية على سطحه تساوي ($1.6\ N\ kg^{-1}$).

_____

_____

_____

r = _____ m [٢]

سؤال 4 كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض فإن نسبة شدة جاذبية الكوكب إلى نسبة شدة مجال جاذبية الأرض هي:

(أ) 2 (ب) 1 (جـ) 0.5 (د) 4

سؤال 8 يكون مقدار قوة الجاذبية المؤثرة في كتلة مقدارها (1 kg) عند موقع فوق سطح الأرض ارتفاعه يساوي نصف قطر الأرض :

(أ) 2.5 N (ب) 4 N (جـ) 3 N (د) 1 N

سؤال 9 يعتمد شدة مجال الجاذبية على سطح أي كوكب على :

(أ) كتلة الكوكب. (ب) نصف قطر الكوكب.

(جـ) بعد الجسم عن سطح الكوكب (د) الخيار الأول والثاني

١-٣ الطاقة وجهد الجاذبية

بالإضافة إلى القوة المؤثرة على كتلة جسم ما في مجال الجاذبية، يمكننا أن نفكر أيضًا في طاقة الجسم في مجال الجاذبية، فإذا رفعت جسمًا عن الأرض فإنك تزيد من طاقة وضع الجاذبية (G.P.E) له؛ إذ يزداد الشغل الذي تبذله عليه كلما رفعته إلى أعلى، وهكذا تزداد طاقة وضع الجاذبية له، ويمكن حساب التغيّر في طاقة وضع الجاذبية للجسم من العلاقة $mg\Delta h$، حيث Δh هو التغيّر في ارتفاعه (كما تعلمته سابقًا).

هذه الطريقة كافية عندما نأخذ في الاعتبار الأجسام القريبة من سطح الأرض، ومع ذلك فنحن بحاجة إلى اتباع طريقة أعم لحساب طاقة الجاذبية وذلك لسببَين:

- إذا استخدمنا طاقة وضع الجاذبية $E_p = mg\Delta h$، فنحن نفترض أن طاقة وضع الجاذبية لجسم ما على سطح الأرض تساوي صفرًا باعتبارها المستوى المرجعي، وهذا جيد للعديد من الأغراض العملية ولكن ليس دائمًا، فعلى سبيل المثال إذا كنا نفكر في حركة الأجسام عبر الفضاء بعيدًا عن الأرض، فلا يوجد سبب يلزمنا باعتبار الأرض المستوى المرجعي دائمًا.
- إذا رفعنا جسمًا إلى ارتفاع كبير جدًا فإن (g) تقلّ وسنحتاج إلى أخذ ذلك بعين الاعتبار عند حساب طاقة وضع الجاذبية للجسم.

لهذه الأسباب نحتاج إلى إيجاد طرائق مختلفة للتفكير في طاقة وضع الجاذبية، فمثلًا نبدأ بتصوّر كتلة في اللانهاية، أي على مسافة لانهائية من جميع الكتل الأخرى، فنقول هنا إن هذه الكتلة ليس لها طاقة وضع، وهذه طريقة أفضل لتحديد قيمة الصفر لطاقة وضع الجاذبية بدلًا من استخدام سطح الأرض كمستوى مرجعي. والآن نتخيّل تحريك الكتلة إلى النقطة التي نريد أن نعرف طاقة وضع الجاذبية عندها، كما هي الحال مع رفع جسم ما عن الأرض فإننا نحدّد الشغل المبذول لتحريك الكتلة إلى النقطة، والذي يساوي الطاقة المنقولة إليها، وتسمّى طاقة وضع الجاذبية، وبهذه الطريقة نتمكن من تحديد طاقة وضع الجاذبية لكتلة معيّنة.

مساحة شرح طاقة الوضع

جهد الجاذبية

في الممارسات العملية من المفيد التطرّق إلى مفهوم جهد الجاذبية عند نقطة ما، فهو يشير إلى طاقة الوضع لكل وحدة كتلة موضوعة عند تلك النقطة (تمامًا كما تشير شدة المجال (g) إلى القوة لكل وحدة كتلة عند نقطة في المجال).

الرمز الذي يستخدم لجهد الجاذبية هو (ϕ) (الحرف اليوناني phi)، و**جهد الجاذبية** **Gravitational potential** في نقطة ما يُعرّف بأنه الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لنقل كتلة نقطية من اللانهاية إلى تلك النقطة ووحدة جهد الجاذبية ($J\ kg^{-1}$).

بالنسبة إلى كتلة نقطية (M)، يمكننا كتابة معادلة لـ (ϕ) عند مسافة (r) عن (M):

جهد الجاذبية:

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

حيث (G) هو ثابت الجذب الكوني كما عرّفناه سابقًا، وتعني الإشارة السالبة أن جهد الجاذبية دائمًا سالب؛ لأنه كلما قرّبنا كتلة من كتلة أخرى فإن طاقة وضع الجاذبية لها تقل، بما أن طاقة وضع الجاذبية تساوي صفرًا عند اللانهاية – لذلك في أي مكان آخر – ستكون طاقة وضع الجاذبية وجهد الجاذبية أقل من صفر أي أنهما سالبتان.

ونظرًا إلى أن جهد الجاذبية عند نقطة ما يتم تعريفه على أنه الشغل المبذول لكل وحدة كتلة في تحريك كتلة نقطية من اللانهاية $\left(\phi = \frac{W}{m}\right)$، يمكن حساب طاقة وضع الجاذبية (E_p) للكتلة النقطية بضرب جهد الجاذبية (ϕ) في الكتلة النقطية (m):

$$E_p = m\phi$$

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

طاقة وضع الجاذبية:

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

مصطلحات علمية

جهد الجاذبية

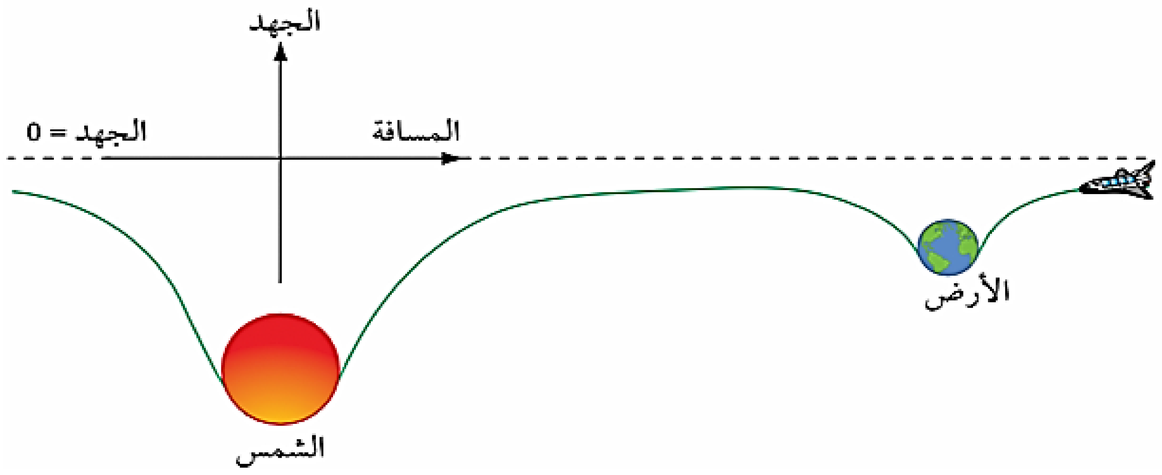
Gravitational potential: جهد الجاذبية عند نقطة ما هو الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لنقل كتلة نقطية من اللانهاية إلى تلك النقطة.

تخيّل مركبة فضائية قادمة من نجم بعيد إلى النظام الشمسي. يظهر تغير جهد الجاذبية على طول مسارها في الشكل ١-٦. وسنركز على ثلاثة أجزاء من رحلتها:

١. عندما تقترب المركبة الفضائية من الأرض، فإنها ستنجذب نحوها. وكلما اقتربت من الأرض، فإن طاقة وضع الجاذبية تقل، ويقل كذلك جهد الجاذبية لها.

٢. عندما تتحرك المركبة الفضائية بعيدًا عن الأرض، فإنها تبذل شغلًا عكس جاذبية الأرض، وعندها فإن طاقة وضع الجاذبية لها تزداد وبالتالي يمكننا القول إن جهد الجاذبية يزداد كذلك. يُنشئ مجال الجاذبية الأرضية «بئر جهد عملاقًا» في الفضاء، ونحن نعيش في قاع هذا البئر.

٣. عندما تقترب المركبة الفضائية من الشمس، فإنها تنجذب في بئر جهد أعمق بكثير؛ لأن كتلة الشمس أكبر بكثير من الأرض لذلك فإن جذبها سيكون أقوى بكثير من الأرض وجهد الجاذبية على سطح الشمس سيكون أكثر سالبية ممّا هو على سطح الأرض (على سطح الشمس $\phi = -1.9 \times 10^{11}\ J\ kg^{-1}$، وعلى سطح الأرض $\phi = -6.3 \times 10^{7}\ J\ kg^{-1}$).



مثال

٢. كوكب قطره (6800 km) وكتلته (4.9×10^{23} kg).
وعلى مسافة بعيدة من الكوكب يوجد صخرة كتلتها (200 kg). في البداية كانت في حالة سكون ومن ثم تسارعت باتجاهه وارتطمت بسطحه. احسب التغيّر في طاقة وضع الجاذبية للصخرة وسرعتها عندما ارتطمت بسطح الكوكب.

سؤال

(٩) مستعينًا بالبيانات الواردة في الجدول ١-٢ أجب عما يأتي:

ثابت الجاذبية: $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$

الجسم	الكتلة (kg)	نصف القطر (km)
الأرض	6.0×10^{24}	6400
القمر	7.3×10^{22}	1740

الجدول ١-٢

أ. احسب جهد الجاذبية عند سطح الأرض.

ب. احسب جهد الجاذبية عند سطح القمر.

ج. أي «بئر جهد» أقل عمقًا: الأرض أم القمر؟ ارسم مخططًا مشابهًا للشكل ١-٦ لمقارنة «بئرَي الجهد» للأرض والقمر.

د. استخدم مخططًا لشرح سبب وجود حاجة إلى صاروخ كبير لرفع مركبة فضائية من سطح الأرض، في حين يمكن أن يستخدم صاروخ أصغر بكثير للانطلاق من سطح القمر.

فرق جهد الجاذبية

في كثير من الأحيان يكون من المفيد معرفة مقدار الطاقة اللازمة لرفع قمر صناعي من سطح كوكب أو سطح قمر ذي نصف قطر (r_1) إلى مدار ما ذي نصف قطر (r_2)، ولإيجاد التغير في جهد الجاذبية نحتاج إلى تطبيق معادلة جهد الجاذبية وهي $\phi = -\frac{GM}{r}$ على خطوتين:

الأولى لإيجاد جهد الجاذبية على السطح.

والثانية لإيجاد جهد الجاذبية على الارتفاع المداري المطلوب.

ثم إيجاد الفرق بينهما، أو من الأسهل دمج الخطوتَين في خطوة واحدة باستخدام المعادلة الآتية:

$$\Delta\phi = GM\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

وبمجرد تحديد التغير في جهد الجاذبية ($\Delta\phi$)، يمكن حساب التغير في طاقة وضع الجاذبية (ΔE_p) عبر ضرب التغير في جهد الجاذبية بكتلة القمر الصناعي (أو أي جسم آخر).

سؤال

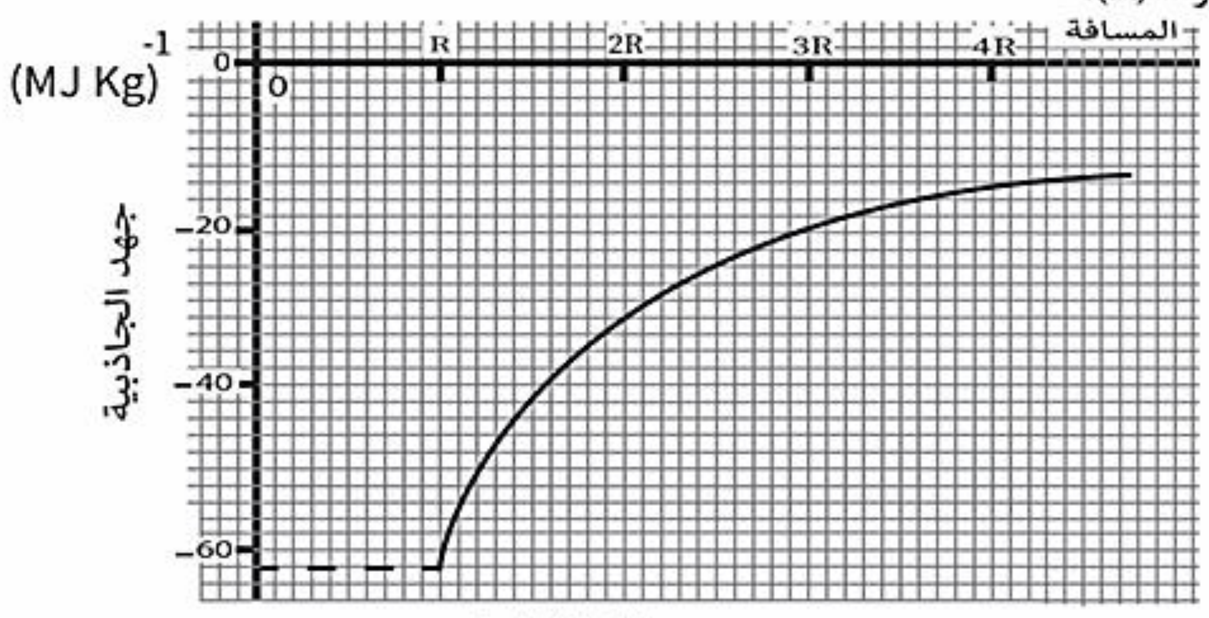
(١٠) أثناء عمليات هبوط المركبات المأهولة على سطح القمر في الستينيات دارت مركبة القيادة للقمر الصناعي حول القمر في مدار إهليلجي بارتفاع أقصاه (310 km) فوق سطح القمر، في حين هبطت المركبة القمرية على سطح القمر.

أ. لماذا كانت طاقة وضع الجاذبية لمركبة القيادة تتغيّر في مدارها؟ اشرح إجابتك.

ب. احسب أكبر فرق لجهد الجاذبية بين سطح القمر وموقع مركبة القيادة.

اسئلة اختبارات تجريبة سابقة

٧) يوضّح التمثيل البياني في (الشكل ٧-١) العلاقة بين تغير جهد جاذبية الأرض (ϕ) والبعد عن مركزها (R).

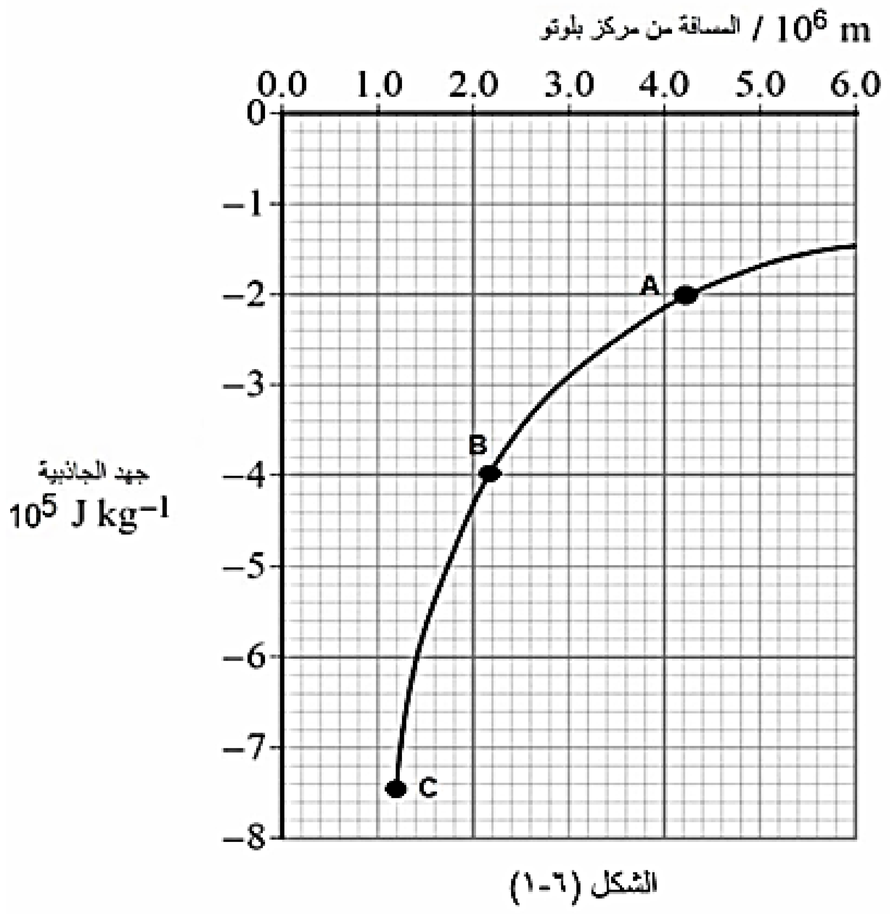


الشكل ٧-١

احسب الزيادة في طاقة وضع الجاذبية لقمر صناعي كتلته (1200 kg) عند رفعه من سطح الأرض إلى مسافة (3R) من مركز الأرض.

ΔE_P = _____ J

٦)يوضح الرسم البياني بالشكل (٦-١) التغيرات في جهد الجاذبية والمسافة عن مركز كوكب بلوتو .



الشكل (٦-١)

أ-عرف مجال الجاذبية ؟

_____

_____

_____

_____ [٢]

ب-احسب شدة مجال الجاذبية لكوكب بلوتو عند النقطة A؟

_____

_____

_____

_____

$g =$_____ $N\ kg^{-1}$

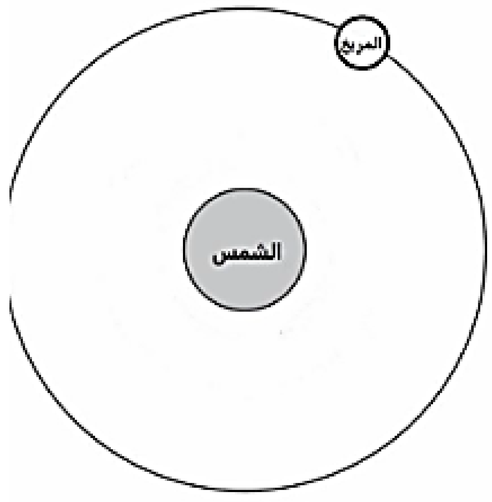
٢)يدور المريخ حول الشمس في مدار كما بالشكل (٢-١)

بقوة جذب مقدارها $F = 1.6x10^{31}N$

احسب طاقة وضع الجاذبية للمريخ علما

بأن كتلة المريخ $\mathrm{m} = 6.4x10^{23}\ kg$

وكتلة الشمس $M = 2.0x10^{30}kg$



الشكل (٢-١)

E_p =_____ J

إعداد أ.الاء بني عيسى
98268876

سؤال مقترح للدرس الثالث

لديك قيم جهد لكل من الكوكبين (x) و (y) إعتمد على هذه القيم للإجابة على الاسئلة

جهد الجاذبية للكوكب (x) =(- 6.5x10^5) J/kg
جهد الجاذبية للكوكب (y) = (- 8*10^6) J/kg

١_ أي الكوكبين كتلته أكبر ؟

٢ _ أي الكوكبين له بئر جاذبية أعمق ؟

٣_ ما مقدار الشغل المبذول لتحريك كتلة مقدارها 2kg من سطح الكوكب y الى المالانهاية ؟

٤_ ما مقدار الشغل المبذول لتحريك كتلة مقدارها 100kg من سطح الكوكب y إلى سطح الكوكب x ؟

٥- اذا علمت أن نصف قطر الكوكب y = 7200km
إحسب كتلة ذلك الكوكب

١-٤ الدوران تحت تأثير الجاذبية

توفر الجاذبية القوة المركزية لجسم يدور حول كوكب - مثل قمر صناعي يدور حول الأرض- بحيث تبقيه في مداره (الشكل ١-٧)، وهذه حالة بسيطة حيث توجد قوة واحدة فقط تؤثر على القمر الصناعي وهي قوة الجاذبية الأرضية. يتبع القمر الصناعي مسارًا دائريًا؛ لأن قوة الجاذبية تكون بزاوية قائمة على سرعته المتجهة.

درست سابقًا أن مقدار القوة المركزية ($\vec{F}$) المؤثرة على جسم تُعطى من خلال المعادلة:

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

لنفترض قمرًا صناعيًا كتلته (m) يدور حول الأرض على بُعد (r) من مركزها بسرعة ثابتة (v)، ونظرًا إلى أن قوة الجاذبية بين الأرض والقمر الصناعي هي مصدر القوة المركزية فإن:

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

وبإعادة الترتيب نحصل على المعادلة:

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

الشكل ١-٧ تعمل قوة الجاذبية الأرضية كقوة مركزية تؤثر على القمر الصناعي وتبقيه في المدار.

تتيح لنا هذه المعادلة حساب السرعة التي يجب أن يتحرك بها القمر الصناعي للبقاء في مدار دائري. لاحظ أن كتلة القمر الصناعي (m) تُحذف من المعادلة الأخيرة؛ وهذا يعني أن جميع الأقمار الصناعية مهما كانت كتلتها تتحرك في مدار معيّن بالسرعة نفسها، وقد تجد هذا مطمئنًا جدًا إذا كنت رائد فضاء وخرجت خارج مركبتك (الصورة ١-٣)، حيث إنك ستتحرك بسرعة مركبتك نفسها، على الرغم من حقيقة أن كتلتك أقل بكثير من كتلة مركبتك. يمكن تطبيق هذه المعادلة على كواكب نظامنا الشمسي حيث تمثل (M) كتلة الشمس.

الصورة ١-٣ يتحرك كل من رائد الفضاء والمركبة الفضائية عبر الفضاء خلال هذه الرحلة الفضائية بسرعة تزيد عن ($8\ km\ s^{-1}$).

المثال ٣ يوضح كيف يمكنك حساب السرعة (v).

مثال

٣. يدور القمر حول الأرض على مسافة متوسطها ($384\ 000\ km$) من مركز الأرض. احسب سرعته المدارية. (كتلة الأرض $6.0 \times 10^{24}\ kg$).

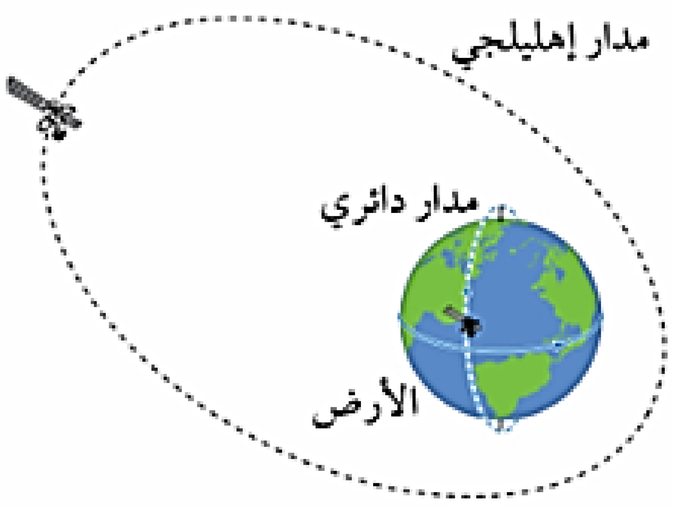
سؤال

(١١) احسب السرعة المدارية لقمر صناعي يدور على ارتفاع (200 km) فوق سطح الأرض (نصف قطر الأرض 6.4×10^{6} m وكتلتها 6.0×10^{24} kg).

مراقبة الأرض

للأقمار الصناعية استخدامات عديدة متنوعة، إذ يُستخدم الكثير منها لمراقبة سطح الأرض لأغراض تجارية أو بيئية أو جوية أو عسكرية، ويُستخدم بعضها الآخر في الرصد الفلكي، مستفيدين من وجودها فوق الغلاف الجوي للأرض، كما يُستخدم بعضها الآخر في الملاحة والاتصالات اللاسلكية والبث الإذاعي.

يوضح الشكل ١-٨ مدارَين نموذجيَّين، أحدهما لقمر صناعي في مدار دائري قريب من سطح الأرض ويمر من فوق القطبَين، ويكمل نحو 16 دورة في 24 ساعة، حيث «يرى» القمر الصناعي شريطًا مختلفًا من سطح الأرض خلال كل دورة له في أثناء دوران الأرض من تحته: أمّا المدار الآخر فهو لقمر صناعي يدور في مدار إهليلجي فيرى مشهدًا أبعد للأرض.



الشكل ١-٨ قمران صناعيان يدوران حول الأرض.

مدارات الأقمار الثابتة بالنسبة إلى الأرض

هناك نوع خاص من المدارات يتحرك فيه القمر الصناعي من الغرب إلى الشرق، ويُوضع بحيث يدور في أثناء دوران الأرض من تحته بالسرعة الزاوية نفسها، فيظل القمر الصناعي فوق نقطة ثابتة على خط الاستواء، هذا النوع من المدارات يُسمى **مدار الأقمار الثابتة بالنسبة إلى الأرض Geostationary orbit**.

هناك أكثر من 300 قمر صناعي في مثل هذه المدارات، وتُستخدم هذه الأقمار للاتصالات اللاسلكية مثل بث رسائل الهواتف حول العالم، وبث القنوات التلفزيونية الفضائية، حيث تُرسل المحطة الأساسية على الأرض الإشارة التلفزيونية إلى القمر الصناعي الذي يُضخّمها ويبثها مرة أخرى إلى الأرض.

مصطلحات علمية

مدار الأقمار الثابتة بالنسبة إلى الأرض
Geostationary orbit:
مدار يبقى فيه القمر الصناعي مباشرةً فوق النقطة نفسها على الأرض في جميع الأوقات.

يُعدّ منظر أطباق استقبال إشارات الأقمار الصناعية منظرًا مألوفًا، وربما تكون قد لاحظت كيف تتجه جميع لواقط تلك الأطباق إلى النقطة نفسها في السماء، ونظرًا إلى أن القمر الصناعي يكون في مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض، فإنه يمكن تثبيت الطبق اللاقط؛ أمّا الأقمار الصناعية التي تتحرك في مدارات أخرى عبر السماء فتحتاج إلى نظام تتبع للتواصل معها، مثل هذا النظام معقّد ومكلف ومطلوب بكثرة في السوق.

الأقمار الثابتة بالنسبة إلى الأرض لها عمر يقارب العشر سنوات، حيث إنها تنحرف تدريجيًا خارج مداراتها الصحيحة؛ لذلك تحتاج إلى وقود خاص لمحركاتها الصاروخية لكي يعيدها إلى مداراتها الثابتة ويبقيها في موقعها الصحيح بالنسبة إلى الأرض، ولكن عندما ينفد الوقود منها فإنه لا بد من استبدالها.

يمكن تحديد بُعد القمر الصناعي في المدار الثابت بالنسبة إلى الأرض باستخدام المعادلة:

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) r^3$$

ولكي يبقى القمر الصناعي فوق نقطة ثابتة على خط الاستواء يجب أن يستغرق 24 ساعة بالضبط لإكمال دورة واحدة (الشكل ١-٩).

نحن نعلم أن:

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$$

$$T = 24\ \text{hours} = 86400\ \text{s}$$

$$M = 6.0 \times 10^{24}\ \text{kg}$$

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) r^3$$

$$86400^2 = \left(\frac{4\pi^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}\right) r^3$$

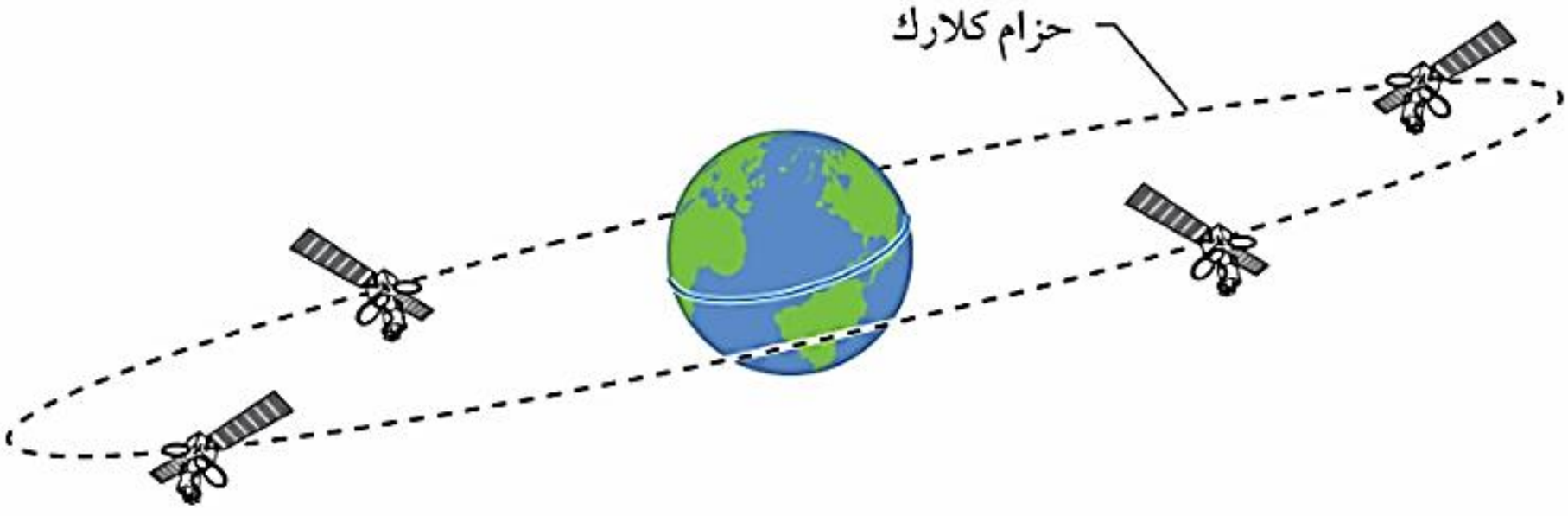
$$r^3 = \frac{86400^2}{\left(\frac{4\pi^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}\right)}$$

$$r^3 = 7.57 \times 10^{22}\ \text{m}^3$$

$$r = \sqrt[3]{7.57 \times 10^{22}}$$

$$r \approx 4.23 \times 10^{7}\ \text{m}$$

لذلك، لكي يبقى القمر الصناعي في مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض، يجب أن يكون على بُعد (42300 km) من مركز الأرض وعند نقطة تقع فوق خط الاستواء مباشرة. لاحظ أن نصف قطر الأرض (6400 km)، وبالتالي فإن نصف قطر المدار يعادل 6.6 مرة قدر نصف قطر الأرض مقاسًا من مركز الأرض (أو 5.6 مرة قدر نصف قطر الأرض مقاسًا من سطحها). رُسم الشكل ١-٩ ليعطي تصورًا عن مدى كبر المدار.



الشكل ١-٩ الأقمار الصناعية الثابتة بالنسبة إلى الأرض مستقرة في «حزام كلارك»، عاليًا فوق خط الاستواء.

أسئلة

(١٣) سيكون من المفيد لأي مهمة مستقبلية إلى المريخ إنشاء نظام من ثلاثة أو أربعة أقمار صناعية ثابتة بالنسبة إلى المريخ للسماح بالتواصل بين المريخ والأرض.

احسب نصف قطر المدار المناسب حول المريخ إذا علمت أن كتلة كوكب المريخ (6.4×10^{23} kg)، وزمنه الدوري 24.6 ساعة.

(١٤) على الرغم من وجود بعض إشارات الهاتف الدولية التي تُرسل عبر الأقمار الصناعية في المدارات الثابتة بالنسبة إلى الأرض، إلّا أن معظمها يُرسل عبر الكابلات الموجودة على سطح الأرض، وهذا يقلّل من التأخير الزمني بين إرسال الإشارة واستقبالها. قدّر قيمة هذا التأخير الزمني عبر الأقمار الصناعية، واشرح السبب في أن يكون ذلك أقل أهمية عند استخدام الكابلات.

ستحتاج إلى ما يأتي:

- نصف قطر المدار الثابت بالنسبة إلى الأرض = 42300 km
- نصف قطر الأرض = 6400 km
- سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ تساوي $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

اسئلة اختبارات تجريبة سابقة

٤)قمر صناعي يبعد عن سطح الأرض بمقدار ($36x10^6m$)ويدور حول الأرض من الغرب الى الشرق عند خط الاستواء .بحيث يبقى دائما فوق النقطة نفسها من سطح الأرض أثناء دورانه حولها فإن سرعته المدارية بوحدة ($m\ s^{-1}$) تساوي :

علما بأن نصف قطر الأرض ($6.4x10^6m$)

(ظلل الاجابة الصحيحة)

50 ▭ 2600▭ 1200 ▭ 3100 ▭

٣)قمران صناعيان A و B متماثلان في الكتلة يتحركان في مدارين مختلفين حول كوكب نصف قطر مدار القمرB ضعف نصف قطر مدار القمر A . أثبت أن نسبة الزمن الدوري المداري للقمر الصناعي A مع الزمن الدوري المداري للقمر الصناعي B بنسبة ($1 : 2\sqrt{2}$)؟

٥) يدور القمر حول الأرض في مدار دائري نصف قطره (r) وبزمن دوري (T)، حيث أن شدة مجال الجاذبية الأرضية تساوي (g).

أثبت أن: $r = g\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$

٤) قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع ($h = 38 \times 10^6$ m) من سطحها.

ما السرعة المدارية للقمر الصناعي؟ ((إذا علمت بأن كتلة الأرض (6.0×10^{24} kg)، ونصف قطرها (6.4×10^6 m).

(ظلّل الشكل (▭) أمام الإجابة الصحيحة)

- ▭ 3.0×10^3 m s^{-1}
- ▭ 7.9×10^3 m s^{-1}
- ▭ 9.0×10^6 m s^{-1}
- ▭ 6.3×10^7 m s^{-1}

٤)قمر صناعي يبعد عن سطح الأرض بمقدار ($36x10^6$m)ويدور حول الأرض من الغرب الى الشرق عند خط الاستواء .بحيث يبقى دائما فوق النقطة نفسها من سطح الأرض أثناء دورانه حولها فإن سرعته المدارية بوحدة ($m\ s^{-1}$) تساوي :

علما بأن نصف قطر الأرض ($6.4x10^6$m)

(ظلل الاجابة الصحيحة)

50 ▭ 2600▭ 1200 ▭ 3100 ▭

٣)قمران صناعيان A و B متماثلان في الكتلة يتحركان في مدارين مختلفين حول كوكب نصف قطر مدار القمرB ضعف نصف قطر مدار القمر A . أثبت أن نسبة الزمن الدوري المداري للقمر الصناعي A مع الزمن الدوري المداري للقمر الصناعي B بنسبة (1 : $2\sqrt{2}$)؟

أسئلة نهاية الوحدة

أسئلة نهاية الوحدة

١ يقف رائد فضاء على سطح كوكب كتلته ($0.50\ M_E$) ونصف قطره ($0.75\ r_E$)، حيث (M_E) هي كتلة الأرض و (r_E) هو نصف قطر الأرض. كم تبلغ شدة مجال الجاذبية على سطح الكوكب؟

أ. $6.5\ \text{N kg}^{-1}$

ب. $8.7\ \text{N kg}^{-1}$

ج. $11\ \text{N kg}^{-1}$

د. $12\ \text{N kg}^{-1}$

٢ يمكن اعتبار الكوكب القزم بلوتو كرة نصف قطرها ($1.2 \times 10^6\ \text{m}$) وكتلتها ($1.27 \times 10^{22}\ \text{kg}$). ما جهد الجاذبية على سطح بلوتو؟

أ. $-0.59\ \text{J kg}^{-1}$

ب. $-7.1 \times 10^5\ \text{J kg}^{-1}$

ج. $0.59\ \text{J kg}^{-1}$

د. $7.1 \times 10^5\ \text{J kg}^{-1}$

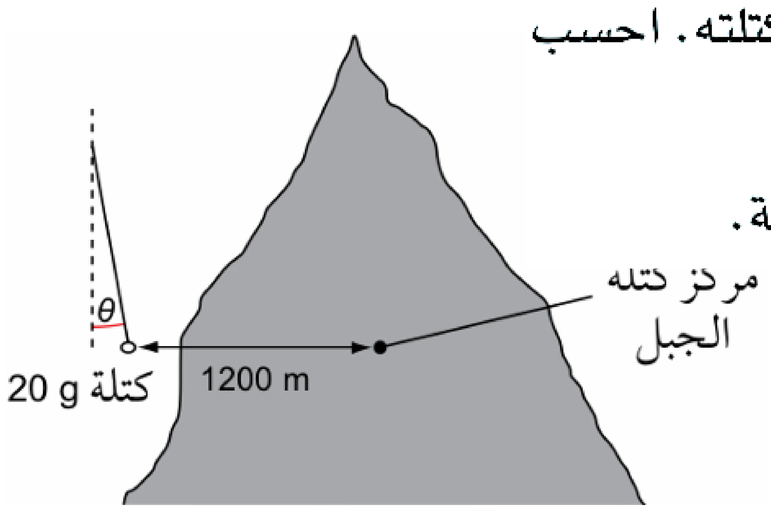
٣ كُرتان صغيرتان كتلة كل منهما (20 g) معلّقتان جنبًا إلى جنب، والبُعد بين مركزَيهما (5.00 mm). احسب مقدار قوة الجاذبية بين الكُرتَين.

٤ يوضح الشكل ١-١٠ أنه يمكن قياس كتلة جبل ما بانحراف كتلة معلّقة عن الاتجاه الرأسي.

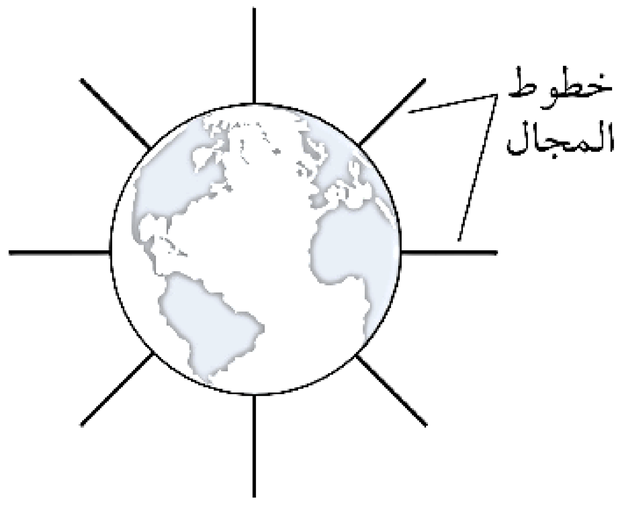
أ. انسخ الشكل وارسم الأسهم التي تمثل القوى المؤثرة على الكتلة. سمِّ الأسهم.

ب. الكتلة الكلّية للجبل هي (3.8×10^{12} kg) ويمكن اعتبارها كما لو أنها مركزة في مركز كتلته. احسب القوة الأفقية المؤثرة على الكتلة بسبب الجبل.

ج. قارن بين القوة المحسوبة في الجزئية (ب) وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على الكتلة.



٥ يوضح الشكل ١-١١ خطوط مجال الجاذبية الأرضية.



الشكل ١-١١

أ. انسخ الشكل وأضف أسهمًا لتبيّن اتجاه المجال.

ب. اشرح سبب استخدام صيغة طاقة الوضع المكتسبة ($mg\Delta h$) لإيجاد الزيادة في طاقة الوضع عند صعود طائرة إلى ارتفاع (10000 m)، ولا يمكن استخدامها لحساب الزيادة في طاقة الوضع عندما تنتقل مركبة فضائية من سطح الأرض إلى ارتفاع (10000 km).

٦ عطارد – أصغر كواكب المجموعة الشمسية الثمانية المعروفة – يبلغ قطره (4.88×10^6 m)، ومتوسط كثافته (5.4×10^3 kg m^{-3}).

أ. احسب شدة مجال الجاذبية على سطحه.

ب. رجل يبلغ وزنه (900 N) على سطح الأرض. كم سيكون وزنه لو كان على سطح عطارد؟

أسئلة نهاية الوحدة

٧ احسب طاقة وضع الجاذبية لمركبة فضائية كتلتها (250 kg) عندما تكون على بُعد (20000 km) من كوكب المريخ (كتلة المريخ = 6.4×10^{23} kg، نصف قطر المريخ = 3.4×10^{6} m).

٨ جانيميد هو أكبر أقمار كوكب المشتري، وتبلغ كتلته (1.48×10^{23} kg)، ويدور حول كوكب المشتري بنصف قطر مداري يبلغ (1.07×10^{6} km)، ويدور حول محوره بزمن دوري مقداره 7.15 يومًا. اقتُرح من أجل مراقبة مركبة هبوط غير مأهولة على سطح جانيميد أنه يجب وضع قمر صناعي ثابت بالنسبة إلى جانيميد في مدار حوله.

أ. احسب نصف القطر المداري للقمر الصناعي الثابت المقترح.

ب. تنبأ بالصعوبات التي يمكن مواجهتها في تحقيق المدار الثابت لهذا القمر.

أسئلة نهاية الوحدة

٩ تدور الأرض حول الشمس بزمن دوري مقداره سنة واحدة في مدار متوسط نصف قطره (1.50×10^{11} m).
احسب:

أ. السرعة المدارية للأرض.

ب. التسارع المركزي للأرض.

ج. شدة مجال جاذبية الشمس على الأرض.

١٠ تبلغ كتلة كوكب المريخ (6.4×10^{23} kg)، وقطره (6790 km).

أ. ١. احسب التسارع بسبب الجاذبية على سطح الكوكب.

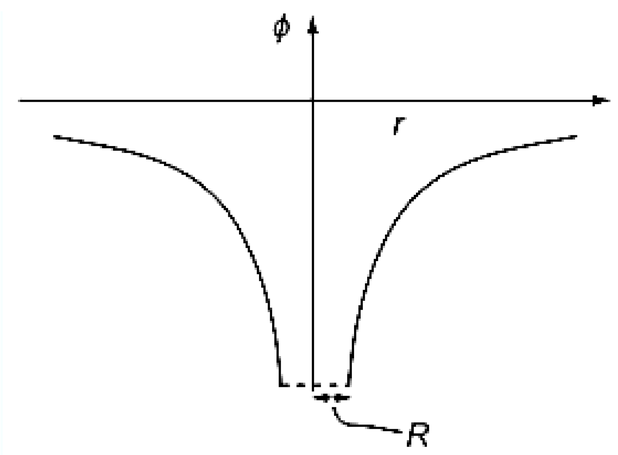
٢. احسب جهد الجاذبية على سطح الكوكب.

ب. يعيد الصاروخ عيّنات لبعض المواد من المريخ إلى الأرض. اكتب مقدار الطاقة الذي يجب أن تُعطى لكل كيلوغرام من المادة للإفلات تمامًا من مجال جاذبية المريخ (الإفلات من مجال الجاذبية يحتاج إلى طاقة إذ يصل الجسم إلى نقطة حيث جهد الجاذبية $0\ J\ kg^{-1}$).

ج. استخدم إجابتك عن الجزئية (ب) لتوضح أن الحد الأدنى للسرعة التي يجب أن يصلها الصاروخ للإفلات من مجال جاذبية المريخ هو ($5000\ m\ s^{-1}$).

د. من أجل مهمة ناجحة إلى المريخ يجب تجميع المركبة التي تنقل رواد الفضاء إلى المريخ في محطة فضائية في مدار حول الأرض لتُطلق من هناك وليس من سطح الأرض. ما سبب ذلك؟

١١ يبيّن الشكل ١-١٢ جهد الجاذبية بالقرب من كوكب كتلته (M) ونصف قطره (R).



الشكل ١-١٢

أ. اشرح المقصود بجهد الجاذبية عند نقطة ما.

ب. انسخ الشكل وارسم عليه منحنيات مشابهة:

١. لكوكب له نصف القطر نفسه ولكن كتلته ($2M$) سمِّ هذا المنحنى (أ).

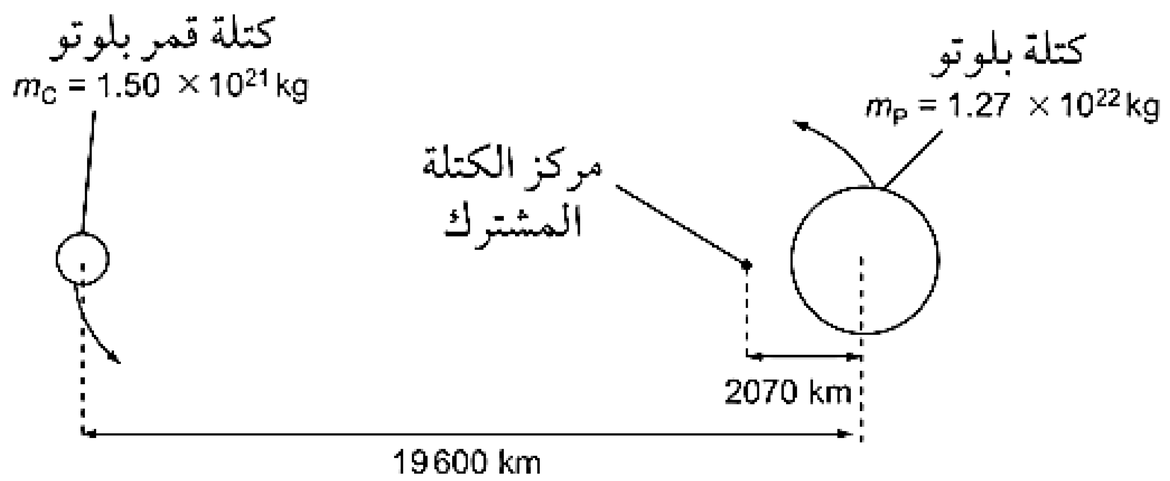
٢. لكوكب له الكتلة نفسها ولكن نصف قطره ($2R$) سمِّ هذا المنحنى (ب).

ج. أيّ من هذه الكواكب الثلاثة يتطلب أقل قدر من الطاقة للإفلات من سطحه؟ استخدم المخططات لشرح إجابتك.

د. يبلغ قطر كوكب الزهرة (12100 km) وكتلته (4.87×10^{24} kg). احسب الطاقة اللازمة لرفع كيلوغرام واحد من سطح كوكب الزهرة إلى محطة فضائية في مدار يبعد (900 km) عن سطحه.

١٢ **أ.** اشرح المقصود بشدة مجال الجاذبية عند نقطة ما.

ب. يبيّن الشكل ١-١٣ الكوكب القزم بلوتو وقمره، ويمكن اعتبارهما نظامًا كوكبيًا مزدوجًا يدوران حول المركز المشترك لكتلتَيهما.



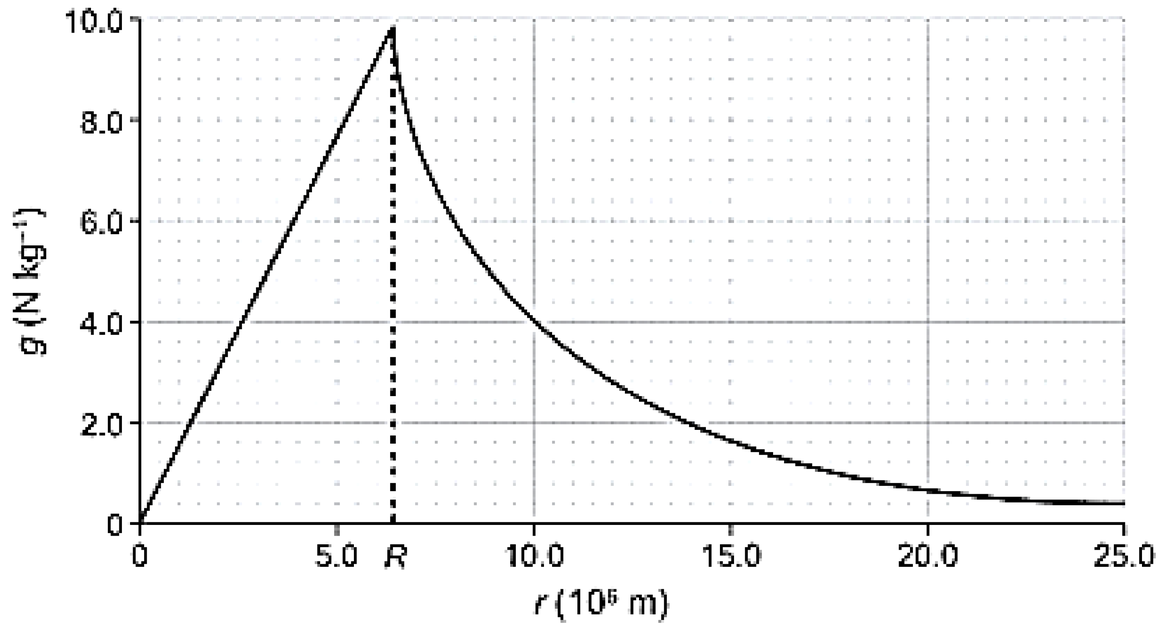
الشكل ١-١٣

١. احسب قوة جاذبية الكوكب بلوتو لقمره.

٢. استخدم إجابتك في الجزئية (١) لحساب الزمن الدوري المداري لقمر بلوتو.

٣. لماذا يجب أن يكون الزمن الدوري المداري لكوكب بلوتو مماثلًا لقمره؟ اشرح إجابتك.

١٣ يبيّن التمثيل البياني في الشكل ١-١٤ اختلاف شدة مجال الجاذبية الأرضية مع البُعد عن مركزها.



الشكل ١-١٤

أ. حدّد شدة مجال الجاذبية على ارتفاع يساوي (2R) فوق سطح الأرض، حيث (R) هو نصف قطر الأرض.

ب. يوضع قمر صناعي في مدار على هذا الارتفاع. احسب التسارع المركزي للقمر الصناعي.

ج. احسب السرعة التي يجب أن يتحرك بها القمر الصناعي للبقاء في هذا المدار.

د. قوى الاحتكاك تعني أن القمر الصناعي يتباطأ تدريجيًا بينما يكمل دورة كاملة. ارسم مخططًا للمسار المداري الدائري الابتدائي للقمر الصناعي، وبيّن المدار الناتج عندما تعمل قوى الاحتكاك على إبطاء حركة القمر الصناعي.

هـ. لماذا لا تسقط الأقمار الصناعية القديمة على سطح الأرض باستمرار؟ اقترح السبب واشرح إجابتك.

أسهل

خبراء التعليم عن بُعد

تم بحمد الله وتوفيقه

الوحدة الأولى

تابعونا في الوحدة الثانية

شكراً

MUSCAT | AL-Khoude | Mark & Save
Office No : 07 | Floor 2
P.O. Box 215 | P.C 619 | Oman
E-mail: info@ashal.om

ashaledu

www.ashal.om

منصة أسهل

للاستفسار / 98925205