إجابات كتاب الطالب

العلوم ضمن سياقها

- قد تكون القوة الكهروستاتيكية أقوى بعدة مرات من قوة الجاذبية، ولكن قوة الجاذبية يمتد تأثيرها على مسافات كبيرة؛ لأن قوة الجاذبية تكون دائمًا في حالة تجاذب، في حين يوجد نوعان من الشحنات الكهربائية (موجبة وسالبة)؛ لذلك يمكن أن يكون التفاعل الكهرومغناطيسي إما تجاذبًا أو تنافرًا. وتميل الشحنات السالبة والموجبة بشكل عام إلى إلغاء تأثير بعضها على بعض، الأمر الذي يجعل أي جسم كبير الحجم متعادلًا كهربائيًا تقريبًا.
- يظهر التوازن بين قوى الجاذبية وقوى التنافر الكهروستاتيكي بصورة رائعة في تكوين النجوم. فالجاذبية تشدّ كميّات متزايدة من الغبار الكوني والغازات معًا؛ فترتفع الحرارة والضغط، وعندما يصبح هذا النجم الأولي كثيفًا بدرجة كافية، فإن كلًا من الحرارة والضغط يصبحان قويَّين بدرجة تكفي لدمج نوى الهيدروجين معًا، والتغلب على قوة التنافر (القوية جدًا) بين النوى موجبة الشحنة.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ.

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{10^{-1} \times 10^{-1}}{(1.0 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = 6.67 \times 10^{-9}\ \text{N}$$

ب.

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{5.0 \times 10^{10} \times 5.0 \times 10^{10}}{(4.0 \times 10^{9})^2}$$

$$F = 1.04 \times 10^{-8}\ \text{N} \approx 1.0 \times 10^{-8}\ \text{N}$$

ج.

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{1.4 \times 10^{4} \times 6.0 \times 10^{24}}{(6.8 \times 10^{6})^2}$$

$$F = 1.2 \times 10^{5}\ \text{N}$$

٢.

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{70 \times 70}{0.5^2}$$

$$F = 1.3 \times 10^{-6}\ \text{N} \approx 10^{-6}\ \text{N}$$

يزن الإنسان الذي كتلته (70 kg) نحو (700 N) على الأرض. فوزن كل منهما أكبر من جاذبيتهما المتبادلة بـ 10^9 مرة تقريبًا.

٣. عند مستوى سطح البحر:

$$W = F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24} \times 100}{(6.4 \times 10^{6})^2} = 977\ \text{N}$$

عند قمة جبل إيفرست:

$$W = F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24} \times 100}{(6.409 \times 10^{6})^2} = 974\ \text{N}$$

الفرق:

$$\Delta W = 977 - 974 = 3\ \text{N}$$

نلاحظ أن الفرق بسيط جدًا وربما لا يمكن قياسه وخصوصًا عند وجود عوامل أخرى تحول دون ذلك.

٤. أ. ١. شدة مجال الجاذبية بالقرب من سطح القمر:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{(1.74 \times 10^{6})^2}$$

$$= 1.6\ \text{N kg}^{-1}$$

٢. شدة مجال الجاذبية بالقرب من سطح الشمس:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{30}}{(7.0 \times 10^{8})^2}$$

$$\approx 270\ \text{N kg}^{-1}$$

ب. شدة مجال الجاذبية على سطح القمر ضعيفة جدًا، لذلك ستمتلك جزيئات الغاز طاقة كافية للتحرّر من قوة جاذبية القمر؛ لذلك يكون للقمر غلاف جوي رقيق في حين تمتلك الشمس شدة مجال جاذبية عالية جدًا،

المعلم الإلكتروني الشامل

وبالتالي فهي تشدّ جزيئات الغاز بحيث تكون قريبة جدًا منها؛ لذلك يكون للشمس غلاف جوي سميك.

٥. أ. شدة مجال الجاذبية الأرضية في موقع القمر:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{(3.8 \times 10^{8})^2}$$
$$\approx 2.8 \times 10^{-3} \text{ N kg}^{-1}$$

ب. القوة:

$$F = mg$$
$$F = 7.3 \times 10^{22} \times (2.8 \times 10^{-3}) = 2.0 \times 10^{20} \text{ N}$$

التسارع المركزي:

$$a = \frac{F}{m}$$
$$= \frac{2.0 \times 10^{20}}{7.3 \times 10^{22}} = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-2}$$

٦. $g_{\text{المشتري}} = \frac{GM}{r^2} = 9.81 \times \frac{320}{11.2^2} = 25 \text{ N kg}^{-1}$

٧. شدة مجال جاذبية الشمس على الأرض:

$$g_s = \frac{GM}{r^2}$$
$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{30}}{(1.5 \times 10^{11})^2} \approx 5.9 \times 10^{-3} \text{ N kg}^{-1}$$

شدة مجال جاذبية القمر على الأرض:

$$g_m = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{(3.8 \times 10^{8})^2} \approx 3.4 \times 10^{-5} \text{ N kg}^{-1}$$

لذلك، تمتلك الشمس قوة شدّ أكبر على كل كيلوغرام من مياه البحر.

٨. أ. قوة جاذبية كوكب المريخ على الطفل:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$
$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23} \times 4.0}{(1.0 \times 10^{11})^2} = 1.7 \times 10^{-8} \text{ N}$$

ب. قوة جاذبية الأم على الطفل:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 50 \times 4.0}{0.40^2}$$
$$= 8.3 \times 10^{-8} \text{ N}$$

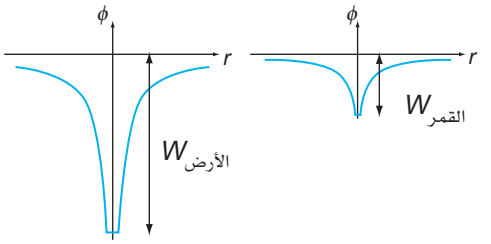
٩. أ. $\phi_{\text{الأرض}} = -\frac{GM}{r} = -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^{6}}$

$$= -6.3 \times 10^{7} \text{ J kg}^{-1}$$

ب. $\phi_{\text{القمر}} = -\frac{GM}{r} = -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^{6}}$

$$\approx -2.8 \times 10^{6} \text{ J kg}^{-1}$$

ج.



بئر جهد القمر　　بئر جهد الأرض

بئر جهد القمر أقل عمقًا.

د. يتضح من المخطط في الجزئية (ج) أن $W_{\text{الأرض}}$ هي الطاقة اللازمة لرفع كل كيلوغرام ابتداءً من سطح الأرض ليتحرّر من المجال الأرضي، والذي يمكن رؤيته على أنه أكبر بكثير من $W_{\text{القمر}}$ وهي الطاقة اللازمة لرفع كل كيلوغرام ابتداءً من سطح القمر ليتحرّر من مجال القمر. لذلك، لا يحتاج الصاروخ الذي ينطلق من سطح القمر إلى حمل كمية كبيرة من الوقود.

١٠. أ. يختلف نصف قطر مدار مركبة القيادة حول القمر (المدار إهليلجي)؛ فكلما اقتربت من القمر، كانت في موضع أعمق في بئر الجهد وكان جهدها أصغر وبالتالي فإن لها طاقة وضع جاذبية متغيرة.

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

$r_2 = r_1 + 310 = 1740 + 310 = 2050 \text{ km}$

$$= 6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}\left[\frac{1}{(1.74 \times 10^{6})} - \frac{1}{(2.05 \times 10^{6})}\right]$$

$\Delta\phi = 4.2 \times 10^{5} \text{ J kg}^{-1}$

المعلم الالكتروني القطري

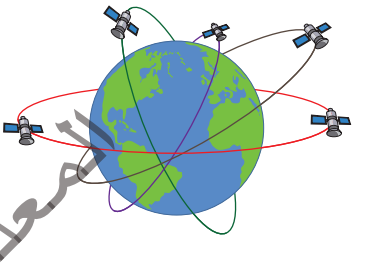
١١. نصف القطر المداري = نصف قطر الأرض + ارتفاع القمر الصناعي فوق سطح الأرض:

$$= 6.4 \times 10^6 + 2.0 \times 10^5 = 6.6 \times 10^6 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6.6 \times 10^6}}$$

$$= 7.8 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

١٢. يبيّن المخطط قمرًا صناعيًا وهو يدور لولبيًا نحو الأرض.



يحتاج القمر الصناعي إلى إطلاق صاروخ دفع صغير للإبقاء على سرعته ومداره.

١٣.
$$r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$r^3 = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23} \times (24.6 \times 3600)^2}{4\pi^2}$$

$$= 8.48 \times 10^{21} \text{ m}^3$$

$$r = 2.0 \times 10^7 \text{ m}$$

١٤. المسافة المقطوعة للإشارة المرسلة إلى القمر الصناعي وعودتها:

$$= 2 \times (42300000 - 6400000) = 7.18 \times 10^7 \text{ m}$$

الزمن الإضافي الذي تستغرقه الإشارة التي تنتقل عبر القمر الصناعي (t):

$$\text{الزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$$

$$t = \frac{7.18 \times 10^7}{3.0 \times 10^8} = 0.24 \text{ s}$$

تنتقل الإشارات أبطأ في الكابلات ولكن المسافة تكون أقصر بكثير. لذا فإن التأخير الزمني (أو الفرق الزمني) الإجمالي أقل من التأخير بالنسبة إلى الأقمار الصناعية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. ب (أ: أخطأ في تربيع r؛ ج و د: قلب المضاعفات)

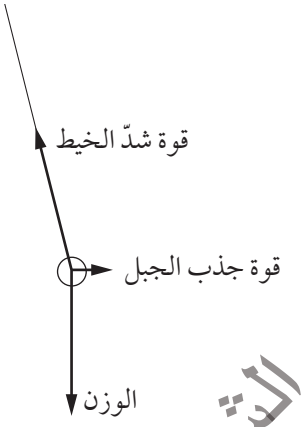
٢. ب (أ: القسمة على r^2 ؛ ج و د: جهد الجاذبية سالب وليس موجبًا).

٣.
$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$= 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{20 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^{-3}}{(5.00 \times 10^{-3})^2}$$

$$F = 1.07 \times 10^{-9} \text{ N}$$

٤. أ. سهم يميل رأسيًا إلى الأسفل بعنوان «الوزن» أو «قوة الجاذبية الأرضية»، وسهم إلى اليمين بعنوان «قوة جذب الجبل»، وسهم على طول الخيط بعنوان «قوة شدّ الخيط».



ب.
$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$= 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{3.8 \times 10^{12} \times 0.020}{1200^2}$$

$$F = 3.5 \times 10^{-6} \text{ N}$$

ج. قوة الجاذبية الأرضية:

$$F = mg = 0.020 \times 9.81 = 0.196 \text{ N}$$

وهذه القوة أكبر بمقدار 5.6×10^4 مرة من القوة المؤثرة على الكتلة نفسها بسبب الجبل.

المعلم الإلكتروني الشامل