إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

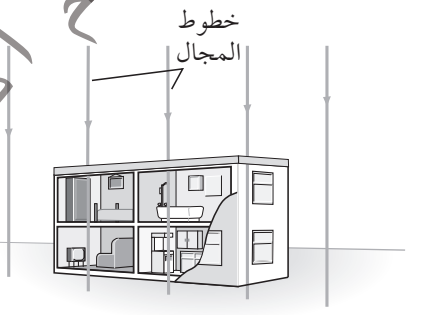
إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ١-١: قانون نيوتن للجاذبية

١. أ. لأن قوة الجاذبية تكون دائمًا موجهة نحو مركز الأرض.

ب. مركز الأرض (أصل مجال الجاذبية).

ج. ١. يبيّن المخطط خطوط المجال المستقيمة والمتوازية والمتباعدة بشكل متساوٍ والموجهة نحو سطح الأرض على سبيل المثال.



٢. خطوط المجال مستقيمة ومتوازية ومتباعدة بشكل متساوٍ.

د. تتباعد خطوط المجال أكثر مع ازدياد المسافة عن الأرض.

٢. أ. القوتان باتجاهَين متعاكسَين.

ب. القوتان متساويتان في المقدار.

ج. B سيكون له تسارع أكبر. على الرغم من أن كلًا من الجسمَين يتأثر بقوة لها المقدار نفسه؛ لذلك فإن التسارع يساوي $\frac{F}{m}$. ونظرًا إلى أن الكتلة B أقل، فإنه سيكون لها تسارع أكبر.

٣. أ. $G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2}$

ب. بتعويض الوحدات في المعادلة: وحدات

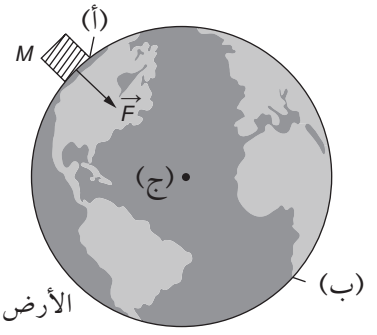
$G = \text{N} \times \text{m}^2 / \text{kg}^2 = \text{kg m s}^{-2} \times \text{m}^2 / \text{kg}^2$

$= \text{m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$

٤. أ. الإجابة على الرسم.

ب. النقطة (أ) تسبب أكبر قوة جاذبية لأنها الأقرب إلى الكتلة.

ج. النقطة (ب) تسبب أقل قوة جاذبية لأنها الأبعد عن الكتلة.



د. انظر إلى المخطط موضع (ج). فهذه النقطة هي مركز كتلة الأرض (والكتلة موزّعة بشكل منتظم حول هذه النقطة).

٥. أ. $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24} \times 6.0}{(6400 \times 10^3)^2} \approx 59 \text{ N}$

ب. $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{30} \times 6.0 \times 10^{24}}{(150 \times 10^9)^2}$

$F \approx 3.6 \times 10^{22} \text{ N}$

نشاط ١-٢: شدة مجال الجاذبية

١. أ. $W = mg = 20.0 \times 9.80 = 196 \text{ N}$

ب. الوزن عند خط الاستواء:

$W = mg = 20.0 \times 9.78 = 195.6 \text{ N}$

الوزن عند القطب:

$W = mg = 20.0 \times 9.83 = 196.6 \text{ N}$

المعلم الإلكتروني الشامل

الازدياد في الوزن:

$= 196.6 - 195.6 = 1.0\ \text{N}$

ج. ستنخفض g كلما صعدت إلى قمة الجبل؛ لأن المسافة من مركز الأرض تزداد، و g تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة عن مركز الأرض.

٢. أ. $g = \frac{F}{m}$ وبما أن $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ فإن:

$$g = \frac{Gm_1m_2}{m_2r^2} = \frac{Gm_1}{r^2} = \frac{GM}{r^2}$$

(لأن $m_1 = M$)

ب.
$$g = \frac{GM}{r^2}$$
$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2}$$
$$= 9.77 \approx 9.8\ \text{N kg}^{-1}$$

(رقمَين معنويَّين)

٣. أ.
$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$
$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22} \times 1.0}{(1.74 \times 10^6)^2} \approx 1.6\ \text{N}$$

ب. $g = 1.6\ \text{N kg}^{-1}$، لأن g تعرّف على أنها القوة لوحدة الكتلة.

ج. $W = mg = 20.0 \times 1.6 = 32\ \text{N}$

د. $F = ma = mg$

$a = g = 1.6\ \text{m s}^{-2}$

٤. أ.
$$g = \frac{GM}{r^2}$$
$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.27 \times 10^{22}}{(2070 \times 10^3)^2} \approx 0.198\ \text{N kg}^{-1}$$

يتجه نحو بلوتو (إلى اليمين).

ب.
$$g = \frac{GM}{r^2}$$
$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.50 \times 10^{21}}{(19600 \times 10^3 - 2070 \times 10^3)^2}$$
$$\approx 3.26 \times 10^{-4}\ \text{N kg}^{-1}$$

يتجه نحو قمر بلوتو (إلى اليسار).

ج. g كمية متجهة.

محصلة g:

$g = 0.198 - 3.26 \times 10^{-4} = 0.197\ \text{N kg}^{-1}$

(باستخدام القيم الأصلية غير المقربة).

القوة على كتلة 1 kg = محصلة g = 0.197 N

(باتجاه بلوتو، إلى اليمين).

نشاط ١-٣: الطاقة وجهد الجاذبية

١. أ. $E_p = -60\ \text{J}$

ب. $E_p = m\phi = 50 \times -60 = -3000\ \text{J}$

ج. $W = -3000\ \text{J}$

د. $W = +3000\ \text{J}$

هـ. ١. Q

٢. $W = m\Delta\phi = 50.0 \times (-40 - -60) = 1000\ \text{J}$

٢. أ. G هو ثابت الجاذبية، و M هي كتلة الجسم الذي تسبّب بمجال الجاذبية، و r هي المسافة من (مركز) الكتلة التي تسبّبت بالمجال.

ب.
$$\phi = -\frac{GM}{r}$$
$$= -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6}$$
$$= -6.3 \times 10^7\ \text{J kg}^{-1}$$

ج.
$$\phi = -\frac{GM}{r}$$
$$= -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6}$$
$$= -2.8 \times 10^6\ \text{J kg}^{-1}$$

د. $E_p = m\phi = 120 \times -2.8 \times 10^6 = -3.4 \times 10^8\ \text{J}$

هـ. رائد الفضاء في المركبة الفضائية له أعلى جهد جاذبية لأنه على مسافة أكبر عن مركز القمر (بُذل شغل لرفعه إلى المدار).

٣. أ.
$$E_p = m\phi = -\frac{GMm}{r}$$
$$= -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6.400000 \times 10^6} = -62531250\ \text{J}$$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. $E_p = m\phi = -\frac{GMm}{r}$

$= -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24} \times 1.0}{6.400100 \times 10^{6}}$

$= -62530273$ J

ج. $\Delta E_p = -62530273 - (-62531250) = 977$ J

د. $\Delta E_p = mg\Delta h = 1.0 \times 9.81 \times 100 = 981$ J

(الإجابة نفسها تقريبًا؛ يأتي الاختلاف لأننا لم نستخدم قيمة دقيقة جدًا لنصف قطر الأرض).

نشاط ١-٤: المجال والجهد الناشئ عن كتلتَين

١. أ. $g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{(3.41 \times 10^{8})^2}$

$= 3.4 \times 10^{-3}$ N kg^{-1}

يتجه نحو الأرض.

$\phi = -\frac{GM}{r} = -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{3.41 \times 10^{8}}$

$= -1.2 \times 10^{6}$ J kg^{-1}

ب. $g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{(3.8 \times 10^{7})^2}$

$\approx 3.4 \times 10^{-3}$ N kg^{-1}

يتجه نحو القمر.

$\phi = -\frac{GM}{r} = -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{3.8 \times 10^{7}}$

$= -1.3 \times 10^{5}$ J kg^{-1}

ج. 0 N kg^{-1}، لأن شدة مجال الجاذبية كمية متجهة وعند النقطة P يوجد متجهان لشدة مجال الجاذبية متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.

د. جهد الجاذبية كمية عددية؛ لذلك يمكن إيجاد الجهد الكلّي ببساطة وذلك بجمع الجهدَين.

$\phi_T = \phi_{\text{الأرض}} + \phi_{\text{القمر}}$

$\phi = -1.2 \times 10^{6} + (-1.3 \times 10^{5})$

$= -1.3 \times 10^{6}$ J kg^{-1}

٢. أ. $g = \frac{GM_1}{r_1^2} + \frac{GM_2}{r_2^2}$

$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 8.0 \times 10^{30}}{(2.0 \times 10^{11})^2} + \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{30}}{(1.0 \times 10^{11})^2}$

$= 0.027$ N kg^{-1}

يتجه نحو اليسار.

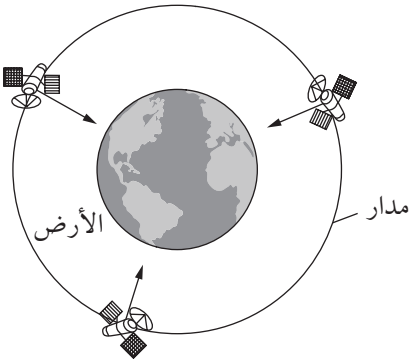
ب. $\phi = -\frac{GM_1}{r_1} + \left(-\frac{GM_2}{r_2}\right)$

$= -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 8.0 \times 10^{30}}{2.0 \times 10^{11}} - \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2.0 \times 10^{30}}{1.0 \times 10^{11}}$

$= -4.0 \times 10^{9}$ J kg^{-1}

نشاط ١-٥: الدوران تحت تأثير الجاذبية

١. أ.



ب. المسافة:

$= 6.4 \times 10^{6} + 2.6 \times 10^{6} = 9.0 \times 10^{6}$ m

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

$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24} \times 450}{(9.0 \times 10^{6})^2}$

$= 2223.3 \approx 2200$ N

ج. تعمل قوة الجاذبية كقوة مركزية:

$F = \frac{mv^2}{r} = 2200$

$v = \sqrt{\frac{Fr}{m}} = \sqrt{\frac{2200 \times 9.0 \times 10^{6}}{450}} \approx 6600$ m s^{-1}

د. $T = \frac{2\pi r}{v}$

$= \frac{2\pi \times 9.0 \times 10^{6}}{6600} \approx 8500$ s

أو 140 دقيقة تقريبًا.

٢. أ. S

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. S، حيث إن قوة الجاذبية تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة بين مركزَي الكتلتين.

ج. S، لأنها أقل قيمة سالبة في هذه النقطة.

د. S، لأن لها أكبر طاقة وضع جاذبية في هذه النقطة وأقل طاقة حركة وطاقتها الكلية تبقى ثابتة خلال مدارها.

٣. أ. الزمن الدوري المداري هي فترة دوران الأرض حول نفسها أي ٢٤ ساعة.

$$T = 24 \times 60 \times 60 = 86400 \text{ s}$$

ب. ١. M = كتلة المريخ.

r = المسافة من مركز المريخ إلى موقع القمر الصناعي.

٢. للمريخ:

$$T = 24.6 \text{ h} = 88560 \text{ s} \text{ ، } M = 6.4 \times 10^{23} \text{ kg}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \text{ لذلك } r^3 = \frac{T^2 GM}{4\pi^2}$$

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

$$= \sqrt[3]{\frac{88560^2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23}}{4\pi^2}}$$

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

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. شدة مجال الجاذبية عند نقطة ما هي قوة الجاذبية المؤثرة لكل وحدة كتلة لجسم صغير موضوع في تلك النقطة.

ب. $g = \frac{F}{m} = \frac{W}{m} = \frac{836}{220} = 3.8 \text{ N kg}^{-1}$

ج. $g = \frac{GM}{r^2}$

$$M = \frac{gr^2}{G} = \frac{3.8 \times (3.375 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}}$$

$$= 6.5 \times 10^{23} \text{ N kg}^{-1}$$

د. شدة المجال هي نفسها من حيث المقدار والاتجاه داخل منطقة محددة بالقرب من سطح المريخ.

٢. أ. جهد الجاذبية هو الشغل المبذول لكل وحدة كتلة في نقل جسم من اللانهاية إلى نقطة ما في مجال الجاذبية.

ب. ١. نصف قطر المدار:

$$r = 6400 + 500 = 6900 \text{ km}$$

$$\phi = -\frac{GM}{r} = -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6900 \times 10^3}$$

$$= -5.8 \times 10^7 \text{ J kg}^{-1}$$

٢. $5.8 \times 10^7 \text{ J kg}^{-1}$، هذا هو الشغل المطلوب لكل كيلوغرام من الكتلة لتحريك الجسم إلى ما لا نهاية (وبالتالي التحرّر من المجال).

٣. قوة الجاذبية = القوة المركزية

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

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6900 \times 10^3}}$$

$$= 7615.8 \approx 7600 \text{ m s}^{-1}$$

٤. $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 6900 \times 10^3}{7600} \approx 5700 \text{ s}$

أو 95 دقيقة تقريبًا.

٣. أ. أي يتطلب 30 MJ من الشغل لتحريك 1 kg من نقطة على هذا السطح إلى ما لا نهاية.

ب. طاقة وضع الجاذبية تساوي صفرًا في اللانهاية؛ أي يُبذل شغل سالب في نقل الجسم من اللانهاية إلى سطح الأرض (وجود قوة تجاذب).

ج. مسافة أصغر لبذل الشغل نفسه في الانتقال من (-50 MJ kg^{-1}) إلى (-40 MJ kg^{-1})، بالمقارنة مع الانتقال من (-40 MJ kg^{-1}) إلى (-30 MJ kg^{-1})؛ حيث إن الشغل = القوة × المسافة، لذا فإن المسافة الأصغر تعني قوة أكبر.

المعلم الالكتروني الشامل