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

د. طاقة وضع الجاذبية (GPE) المفقودة = طاقة الحركة المكتسبة (KE)

$$m\Delta\phi = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2\Delta\phi} = \sqrt{2 \times 10 \times 10^6} = 4.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

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

ب. قوة الجاذبية = القوة المركزية

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

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

ج. ١. شدة مجال الجاذبية كمية متجهة وتكون عند P لكل من الكتلتَين متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.

٢. أ. يحلّل كل متجه لشدة مجال جاذبية إلى مركّبتَين رأسية وأفقية. مجموع المركّبتَين الأفقيتَين يساوي صفرًا لأنهما ستكونان متساويتَين في المقدار ومتعاكستَين في الاتجاه.

المركّبة الرأسية لشدة مجال الجاذبية لكتلة واحدة:

$$g_y = \frac{GM}{R^2} \times \cos 45^\circ$$

المركّبة الرأسية المحصلة للكتلتَين:

$$g_T = 2 \times \frac{GM}{R^2} \times \cos 45^\circ$$

المحصلة:

$$g_T = \frac{2GM}{R^2} \times \cos 45^\circ$$

ب. $$\phi_T = -\frac{2GM}{R}$$

(وذلك نظرًا إلى أن جهد الجاذبية هو كمية عددية، لذلك فإن جهد الجاذبية لكل كتلة يُجمع ببساطة إلى جهد جاذبية الكتلة الأخرى).

المعلم الإلكتروني الشامل