

ما الذي ستتعلمه في هذا الفصل؟

- وصف طبيعة قوة الجاذبية.
- الربط بين قوانين كبلر في حركة الكواكب وقوانين نيوتن في الحركة.
- وصف مدارات الكواكب والأقمار الاصطناعية باستعمال قانون الجذب الكوني (العام).

الأهمية

تساعدك قوانين كبلر وقانون الجذب الكوني على فهم حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية. المذنبات اكتُشف مذنب هال-بوب على يد العالمين ألن هال وتوماس بوب عام 1995م. ودخل هذا المذنب نظامنا الشمسي عام 1997م، وكان مرئيًا في كاليفورنيا، وظهرت مناظر لذيله الغباري الأبيض وذيله الأيوني الأزرق.

فكر

تدور المذنبات حول الشمس كما تفعل الكواكب والنجوم. كيف تستطيع وصف مدار مذنب مثل مذنب هال-بوب؟

1 - 7 حركة الكواكب والجاذبية

مسائل تدريبية

١. $r_G = 11$ وحدة.

٢. $T_a = 2.8$ سنة.

٣. $T_M = 684$ يوماً.

٤.

(a) $T_s = 88.6 \text{ min}$

(b) $H = r_s - r_E = 3.2 \times 10^2 \text{ Km}$

٥. $r_s = 4.3 \times 10^4 \text{ Km}$

7-1 مراجعة

٦. $T = 6.02 \times 10^5$ يوم.

٧. ستزداد قيمة g .

٨. $F_g = G \frac{m_E m}{r^2} = 1.2 \times 10^{-7} \text{ N}$ ، 0.82 جزء من بليون من الوزن.

٩. تكون قيمة G نفسها لأنه باستعمال قيمة G نفسها تم بنجاح وصف التجاذب بين أجسام ذات تراكيب كيميائية مختلفة.

١٠.

(a) يبقى المسار قطعاً مكافئاً ولكنه سيكون أعرض بكثير (المدى الأفقي كبير).

(b) يكون الأذى أكبر على سطح الأرض لأن قيمة g على الأرض أكبر من قيمتها على القمر.

7-2 استخدام قانون الجذب الكوني

مسائل تدريبية

$$V = \sqrt{\frac{GmE}{r}} = 7.75 \times 10^3 \text{ m/s} \quad .11$$

أقل.

.12

$$V = \sqrt{\frac{GmE}{r}} = 7.8 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (a)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GmE}} = 88 \text{ min} \quad (b)$$

.13

$$V = \sqrt{\frac{GmE}{r}} = 2.86 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (a)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GmE}} = 1.65 \text{ h} \quad (b)$$



١٤.

$$\frac{g_S}{g_E} = 2.3 \quad (a)$$

$$G = 6.4 \times 10^{-3} \text{ N/Kg} \quad (b)$$

١٥. سدس شدة مجال الجاذبية الأرضية تقريباً أو $g = \frac{GM}{r^2} = 1.5 \text{ N/Kg}$

١٦.

(a) القمر الذي على بعد 160 Km من سطح الأرض له زمن دوري أكبر.

(b) القمر الذي على بعد 150 Km من سطح الأرض.

١٧. نعم، لأن الكرسي عديم الوزن وليس عديم الكتلة فلا يزال له قصور ويمكنه

توليد قوى تماس مع قدمك.

١٨. تدور الأرض في اتجاه الشرق وتضاف سرعتها إلى سرعة القمر

الاصطناعي الناتجة عن الصاروخ وبذلك تقلل السرعة التي يتعين على

الصاروخ تزويدها له.



٢٠. تتحرك الأرض في مدارها ببطء أكبر خلال الصيف ومن القانون الثاني لكبل يجب أن تكون أبعد عن الشمس لذلك تكون الأرض أقرب إلى الشمس في أشهر الشتاء.

٢١. لا، إن تساوي المساحات المقطوعة في وحدة الزمن يطبق على كل كوكب على حدة.

٢٢. عرف نيوتن أن القمر يتحرك في مدار منحن لذلك فهو متسارع والتسارع يتطلب وجود قوة مؤثرة فيه.

٢٣. قاس الكتلة وقاس المسافة وقوة التجاذب بينها، ثم حسب قيمة G باستعمال قانون نيوتن في الجذب الكوني.

٢٤. وفقا لقانون نيوتن فإن $F \propto \frac{1}{r^2}$ فإذا ضاعفنا المسافة قلت القوة إلى الربع.

٢٥. سرعته حيث أنه يسقط طوال الوقت في اتجاه الأرض.

٢٦. تعتمد السرعة فقط على b (البعد عن الأرض) و c (كتلة الأرض).

٢٧. قوة الجاذبية بينه وبين الأرض في اتجاه مركز الأرض.

$$\frac{N}{Kg} = \frac{hg.m/s^2}{kg} = m/s^2 \quad ٢٨.$$

٢٩. تتضاعف قيمة g .

تطبيق المفاهيم

٣٠. لا يعتمد التسارع على كتلة الجسم حيث تحتاج الأجسام ذات الكتلة الأكبر إلى قوة أكبر لتتسارع بالمعدل نفسه.

٣١. يجب أن تعرف الزمن الدوري ونصف قطر المدار لأحد الأقمار على الأقل.

٣٢. d هو المدار الممكن فقط ، أما a , b فلا تكون الشمس في البؤرة وفي c فإن الكوكب ليس في مدار حول الشمس.

٣٣. لا، حيث أن القوتين تمثلان كلا من الفعل ورد الفعل وتبعا للقانون الثالث لنيوتن فهما متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

٣٤. لا يتغير، لأن الثابت G ثابت كوني لا يعتمد على كتلة الأرض أما قوة جذبها فإنها ستتضاعف.

٣٥. إذا زاد نصف قطر المدار يزداد الزمن الدوري.

٣٦. قيمة g على المشتري تساوي ثلاثة أمثال قيمتها على الأرض.

٣٧. ستتضاعف أيضا.

إتقان حل المسائل

7-1 حركة الكواكب والجاذبية

٣٨. $T_J = 12$ سنة أرضية.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6.1 \times 10^{-9} \text{ N. } ٣٩$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 4.17 \times 10^{23} \text{ N. } ٤٠$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 8 \times 10^{-10} \text{ N. } ٤١$$



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6.5 \times 10^{-8} \text{ N.} \quad ٤٢$$

$$m_e = \sqrt{\frac{F r^2}{G}} = 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg.} \quad ٤٣$$

$$r_U = 19 r_E. \quad ٤٤$$

$$m_1 = 0.37 \text{ kg, } m_2 = 2m_1 = 0.75 \text{ kg.} \quad ٤٥$$

. ٤٦

$$\frac{\pi r^2}{T} = 2.24 \times 10^{15} \text{ m}^2/\text{s (a)}$$

$$\frac{\pi r^2}{T} = 2 \times 10^{11} \text{ m}^2/\text{s (b)}$$

7-2 استخدام قانون الجذب الكوني

$$G = \frac{F}{m} = 6.68 \text{ N/kg} \quad ٤٧$$

. ٤٨

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 2 \times 10^{20} \text{ N (a)}$$

$$G = \frac{F}{m} = 0.0028 \text{ N/kg (b)}$$

$$F_g = mg = 1.6 \text{ N/kg} \quad ٤٩$$

$$G = \frac{GmE}{rE^2} = 7.35 \text{ m/s}^2 \quad .٥٠$$

مراجعة عامة

$$M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{r^3}{T^2} = 2.01 \times 10^{30} \text{ kg} \quad .٥١$$

$$v = 3.46 \times 10^3 \text{ m/s} \quad \text{مقدار السرعة:} \quad .٥٢$$

$$T = 6.45 \times 10^3 \text{ s} = 1.79 \text{ h} \quad \text{الزمن الدوري:} \quad .٥٣$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = 84.5 \text{ min} \quad .٥٤$$

التفكير الناقد

.٥٤

$$F_{Sm} = (5.9 \times 10^{-3} \text{ N}) \text{ m} \quad (a)$$

$$F_{Mm} = (3.4 \times 10^{-5} \text{ N}) \text{ m} \quad (b)$$

(c) تجذب الشمس الماء الموجود على سطح الأرض بقوة أكبر مئة مرة من قوة جذب القمر له.

$$(2.288 \times 10^{-6} \text{ N}) \text{ m} \quad (d)$$

$$(1 \times 10^{-6} \text{ N}) \text{ m} \quad (e)$$

(f) القمر- ينتج المد بسبب الفرق بين قوة جذب القمر للماء الموجود على سطح الأرض القريب منه وقوة جذب الماء الموجود على سطح الأرض البعيد عنه.



الكتابة في الفيزياء

٥٥. متروك للطالب.

٥٦. متروك للطالب.

مراجعة تراكمية

٥٧. 404 km.

٥٨. $5 \times 10^{-7} \text{ N}$ ، مصدر القوة هو قوة الاحتكاك بين الحشرة والقرص.

اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. $4.0 \times 10^6 \text{ s C}$

٢. $4.0 \times 10^{28} \text{ kg D}$

٣. $1.5 \times 10^2 \text{ s B}$

٤. $1.2 \pi \times 10^3 \text{ s C}$

٥. 7.5 D

الأسئلة الممتدة

٦. $6.8 \times 10^5 \text{ Km}$

