الأستاذ: تبيب حكيم	السنة الدراسية: 2026/2027
التصحيح المفصل — السلسلة 1: تطبيقات مباشرة حول حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية	
المستوى: السنة الثالثة ثانوي (الشعب العلمية)	الوحدة: تطور جملة ميكانيكية

حل التطبيق 1: صحيح أم خطأ؟

1- **خطأ.** مبدأ المرجع الهيليومركزي هو مركز الشمس، أما الذي مبدؤه مركز الأرض فهو المرجع الجيومركزي.

2- **صحيح.** القوة مركزية، حاملها المستقيم الذي يصل مركز الأرض بالقمر.

3- **خطأ.** قيمة السرعة ثابتة لكن جهة شعاعها تتغير، والتسارع ناظمي موجه نحو المركز: $a = \frac{v^2}{r}$

4- **خطأ.** السرعة $v = \sqrt{\frac{G\,M_T}{r}}$ لا تتعلق بكتلة القمر.

5- **خطأ.** تتغير السرعة حسب قانون المساحات: تكون أكبر عند الحضيض وأصغر عند الأوج.

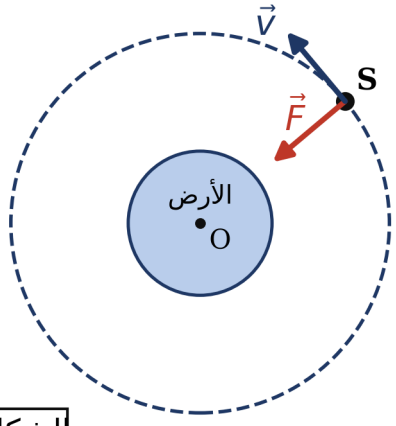
6- **خطأ.** يجب أيضا أن يكون مداره دائريا في مستوي خط الاستواء، وأن يدور في نفس جهة دوران الأرض.

حل التطبيق 2: قوة الجذب والتسارع

1- $$r = R_T + h = 6380 + 620 = 7000\,\text{km} = 7{,}00 \times 10^6\,\text{m}$$

2- $$F_{T/S} = G\frac{m\,M_T}{r^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{1000 \times 5{,}97 \times 10^{24}}{\left(7{,}00 \times 10^6\right)^2} = 8{,}13 \times 10^3\,\text{N}$$

3- طول السهم: $2{,}0\,\text{cm} \approx \frac{8130}{4000}$ ، موجه من S نحو O . أما $\vec{v}$ فمماسي للمدار.



الشكل (1)

4- القوة الوحيدة هي قوة الجذب، إذن $\vec{F}_{T/S} = m\,\vec{a}$ ، ومنه:

$$a = \frac{F_{T/S}}{m} = \frac{8{,}13 \times 10^3}{1000} = 8{,}13\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

حل التطبيق 3: السرعة المدارية والدور

1- بالقانون الثاني لنيوتن على المحور الناظمي: $G\frac{m\,M_T}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ومنه:

$$v = \sqrt{\frac{G\,M_T}{r}}$$

-2

$$v = \sqrt{\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24}}{7{,}20 \times 10^{6}}} = 7{,}44 \times 10^{3}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

-3

$$T = \frac{2\pi\, r}{v} = \frac{2\pi \times 7{,}20 \times 10^{6}}{7{,}44 \times 10^{3}} = 6{,}08 \times 10^{3}\ \mathrm{s} \approx 101\ \mathrm{min}$$

-4

$$n = \frac{86400}{6083} \approx 14{,}2$$

أي نحو 14 دورة في اليوم.

حل التطبيق 4: من السرعة إلى الارتفاع

-1 من $v^2 = \frac{G\,M_T}{r}$ نجد:

$$r = \frac{G\,M_T}{v^2} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24}}{\left(3{,}87 \times 10^{3}\right)^2} = 2{,}66 \times 10^{7}\ \mathrm{m}$$

$$h = r - R_T = 26600 - 6380 \approx 20200\ \mathrm{km}$$

-2

$$T = \frac{2\pi\, r}{v} = \frac{2\pi \times 2{,}66 \times 10^{7}}{3{,}87 \times 10^{3}} = 4{,}32 \times 10^{4}\ \mathrm{s} \approx 12\ \mathrm{h}$$

ليس جيومستقرا، لأن دوره لا يساوي دور دوران الأرض حول نفسها.

حل التطبيق 5: شدة الجاذبية مع الارتفاع

-1 لدينا $g\left(h\right) = \frac{G\,M_T}{(R_T + h)^2}$ و $g_0 = \frac{G\,M_T}{R_T^2}$ ، ومنه $G\,M_T = g_0\,R_T^2$ ، وبالتعويض نجد العلاقة المطلوبة.

-2

$$g = 9{,}8 \times \frac{(6380)^2}{(6380 + 400)^2} = 8{,}68\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

-3 $\frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} = \frac{1}{4}$ ومنه $R_T + h = 2\,R_T$ ، أي:

$$h = R_T = 6380\ \mathrm{km}$$

حل التطبيق 6: القانونان الأول والثاني لكبلر

-1 المسار إهليلجي، وتشغل الشمس أحد محرقيه (القانون الأول لكبلر).

-2 $\mathcal{A}_1 = \mathcal{A}_2$ حسب **قانون المساحات** (القانون الثاني لكبلر): يمسح المستقيم الرابط بين الشمس والكوكب مساحات متساوية خلال مدد زمنية متساوية.

-3 P هي الحضيض (أقرب نقطة من الشمس) و A هي الأوج (أبعد نقطة). القوس M_1M_2 أطول من القوس M_3M_4 خلال نفس المدة، إذن السرعة **أكبر عند** P

حل التطبيق 7: القانون الثالث لكبلر (قمران حول الأرض)

-1 مربع دور الدوران يتناسب طردا مع مكعب نصف المحور الكبير للمدار (أو نصف القطر إذا كان المدار دائريا)، بالنسبة لنفس الجسم المركزي.

-2 $$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{r_1^3}{G\,M_T}} = 2\pi\sqrt{\frac{\left(7{,}00\times10^{6}\right)^3}{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}97\times10^{24}}} = 5{,}83\times10^{3}\ \text{s} \approx 97{,}2\ \text{min}$$

-3 للقمرين نفس الثابت لأنهما يدوران حول الأرض: $\frac{T_2^2}{r_2^3} = \frac{T_1^2}{r_1^3}$ ومنه $T_2^2 = 4^3\,T_1^2 = 64\,T_1^2$، إذن:

$$T_2 = 8\,T_1 = 8\times97{,}2 = 778\ \text{min} \approx 13\ \text{h}$$

حل التطبيق 8: القانون الثالث لكبلر (كواكب حول الشمس)

بالوحدتين ua و an لدينا $\frac{T_T^2}{a_T^3} = 1$، ومنه لكل كوكب: $T^2 = a^3$

-1 $$T^2 = \left(1{,}52\right)^3 = 3{,}51 \Rightarrow T = 1{,}87\ \text{an}$$

-2 $$a^3 = \left(29{,}46\right)^2 = 867{,}9 \Rightarrow a = 9{,}54\ \text{ua}$$

حل التطبيق 9: كتلة كوكب من حركة قمره

-1 من $v^2 = \frac{G\,M_M}{r}$ و $v = \frac{2\pi\,r}{T}$ نجد $\frac{4\pi^2\,r^2}{T^2} = \frac{G\,M_M}{r}$، ومنه:

$$M_M = \frac{4\pi^2\,r^3}{G\,T^2}$$

-2 مع $T = 7{,}65\times3600 = 27540\ \text{s}$:

$$M_M = \frac{4\pi^2\times\left(9{,}38\times10^{6}\right)^3}{6{,}67\times10^{-11}\times\left(27540\right)^2} = 6{,}44\times10^{23}\ \text{kg}$$

حل التطبيق 10: القمر الجيومستقر

-1 مداره دائري في مستوي خط الاستواء، يدور في نفس جهة دوران الأرض حول نفسها، دوره يساوي دور دوران الأرض حول نفسها.

-2 من القانون الثالث لكبلر:

$$r^3 = \frac{G\,M_T\,T^2}{4\pi^2} = \frac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}97\times10^{24}\times\left(86164\right)^2}{4\pi^2} = 7{,}49\times10^{22}\ \text{m}^3$$

$$r = 4{,}215\times10^{7}\ \text{m} = 42150\ \text{km}$$

$$h = r - R_T = 42150 - 6380 = 35770\ \text{km}$$

-3 $$v = \frac{2\pi\,r}{T} = \frac{2\pi\times4{,}215\times10^{7}}{86164} = 3{,}07\times10^{3}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

الأستاذ تبيب حكيم — www.tebibphysique.com