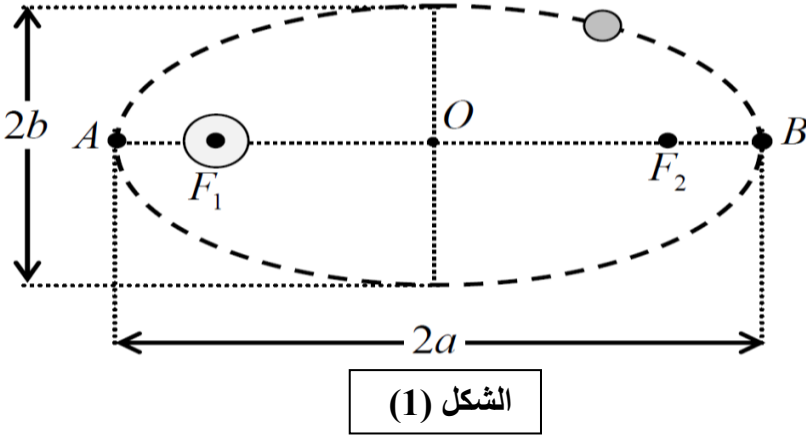


التمرين (1) :

I- دراسة قوانين كيبلر: موندريال قطر 2022 ، شاهده الملايين عبر شاشات التلفاز والانترنت بتقنيات عالية الجودة وذلك بفضل القمر الاصطناعي سهيل سات 2، الذي نعتبره نقطة مادية (S) يتحرك وفق مدار إهليلجي حول الأرض (T) بعده عن سطح الأرض يتغير بين القيمتين $h_p = 6 \times 10^5 m$ و $h_A = 3.6 \times 10^6 m$.



الشكل (1)

1- وضح على الشكل (1) :

أ- موضع كل من القمر (S) والأرض (T)

ب- النقطتين: الحضيض P و الأوج A

ت- أدنى مسافة h_p وأقصى مسافة h_A

2- ماذا يمثل مركز الأرض بالنسبة لهذا المدار ؟

3- استنتج طول المحور الكبير $2a$ لمدار (S)

4- ماذا يمثل OA ؟ احسب قيمته

5- ما هو القانون المحقق في هذه الدراسة ، أكتب نصه

6- أ- في أي نقطة تكون سرعة القمر الاصطناعي أعظمية وفي أي نقطة تكون أصغرية ، علل

ب - مثلهما كيفيا في الشكل

7- بين أن حركة (S) غير منتظمة.

II- دراسة الحركة الدائرية المنتظمة : نعتبر مدار القمر (S) حول الأرض (T) دائري نصف قطره $r = R_T + h$

1- حدد المرجع الغاليلي المناسب لدراسة حركة (S).

2- مثل شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ التي تجذب بها الأرض (T) القمر (S) ثم أكتب عبارتها بدلالة m_s و M_T و r و G .

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

أ- بين أن حركة (S) دائرية منتظمة حول (T) .

ب- جد عبارة مربع السرعة v^2 لـ (S) بدلالة كتلة الأرض M_T ، G ، r .

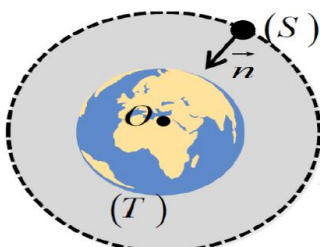
4- عندما يدور (S) على ارتفاع قدره $h = 35786 km$ عن سطح الأرض اوجد :

أ- نصف القطر r .

ب- السرعة v للقمر (S).

ج- الدور المداري T .

د- ما هي طبيعة هذا القمر الاصطناعي ، علل



الشكل (2)

كتلة الأرض

$$M_T = 5,98.10^{24} Kg$$

ثابت الجذب العام

$$G = 6,67 \times 10^{-11} SI$$

نصف لقطر الأرض

$$R_T = 6380 Km$$

دور الأرض

$$T_T = 24 h$$

المعطيات

التمرين (2) :



بعد وقت قصير من غروب شمس يوم 28 مارس 2023
رصد بسماء الوطن العربي حدث فلكي نادر (عرس السماء)
حيث اصطفت خمسة كواكب ومجموعة نجمية شهيرة والقمر
معا ، شكل عطارد والمشتري والزهرة وأورانوس والمريخ
قوساً بجانب القمر وكان الحدث مرئياً بالعين المجردة مما جعل
المشهد جميلاً في سماء الليل .

1- ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة كواكب المجموعة الشمسية ، عرفه

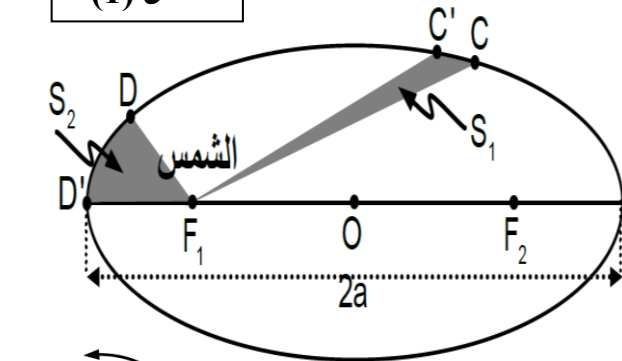
2- ان مراقبة حركة الكواكب مكنتنا من جدول القياسات التالي :

الكوكب	المريخ (Ma)	المشتري (J)	الزهرة (V)
الدور	686,98	4331,57	
نصف قطر الدوران	1,523		0,721

UA هي الوحدة الفلكية حيث : $1 UA = 1,5 \cdot 10^{11} m$ ، $G = 6,67 \cdot 10^{-11} SI$

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أكتب عبارة السرعة المدارية لكوكب من المجموعة الشمسية

الشكل (1)



ب- بين أن قانون كبلر الثالث يعطى بالعلاقة : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$

ت- أكمل الجدول أعلاه

ث- أحسب كتلة الشمس M_S

I- يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب (p) اهليلجيا كما

يوضحه الشكل (1) ، حيث ينتقل الكوكب من النقطة C إلى C'

ثم من النقطة D إلى D' خلال نفس المدة الزمنية Δt

1- اعتمادا على قانون كبلر الأول فسر وجود موقع الشمس في النقطة F_1

2- حسب قانون كبلر الثاني ماهي العلاقة بين المساحتين S_2 و S_1

3- بين أن السرعة المتوسطة بين الموضعين C و C' أقل من السرعة المتوسطة بين الموضعين D و D'

II- من أجل تسهيل الدراسة نقبل أن حركة الكوكب حول الشمس

دائرية وأنها لا تخضع إلا لتأثيرها فقط الشكل (2)

1- مثل القوة التي تأثر بها الشمس على الكوكب ثم اعط عبارتها

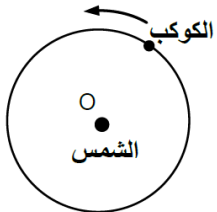
2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن عبارة تسارع a_G الكوكب

حول الشمس تعطى بالعلاقة $a_G = \alpha \cdot \frac{1}{r^2}$ ، عين عبارة α

3- أعط العبارة التي يترجمها بيان الشكل (5)

4- بالاعتماد على العلاقتين النظرية والعلمية ، استنتج كتلة الشمس

الشكل (2)



$a_G (\times 10^{-2} m/s^2)$

الشكل (5)

$\frac{1}{r^2} (\times 10^{-22} m^{-2})$

2

3

التمرين (3) :

في 21 ديسمبر 2005 أطلق المركز الفضائي المتواجد بـ غويان Guyane على ساحل المحيط الأطلسي بأمريكا الجنوبية ، قمر اصطناعي (S) من الجيل II لاستعماله في مجال الأرصاد الجوية حيث يملك صورة جد دقيقة ويضمن توفر المعطيات الجوية والبيئية ، إن تموضع القمر الاصطناعي (S) في مداره الدائري النهائي يتم وفق مرحلتين :

المرحلة الأولى : يوضع القمر الاصطناعي (S) في مدار دائري أدنى (الشكل -1-) ، حيث يخضع لقوة جذب الأرض فقط ويدور حولها بسرعة ثابتة V_S على ارتفاع منخفض $h = 800 \text{ km}$

1- ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي (S) ؟

2- مثل على شكل مناسب الأرض و القمر الاصطناعي (S) ومثل عليه القوى التي تؤثر بها الأرض على القمر (S)

3- بالاستعانة بقانون الجذب العام و القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة تسارع القمر الاصطناعي (S) بدلالة كل من :

كتلة الأرض M_T ، ثابت الجذب العام G ، نصف قطر الأرض R_T ، ارتفاع القمر h عن سطح الأرض ؟

4- باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة ثابت الجذب العام G في النظام الدولي (SI)

5- أوجد عبارة السرعة المدارية V_{orb} للقمر الاصطناعي ، ثم أحسب قيمتها على المدار الدائري الأدنى ؟

المرحلة الثانية : عندما يصبح القمر الاصطناعي (S) في مداره الدائري الأدنى يتم نقله إلى المدار الدائري النهائي على ارتفاع $h' = 25000 \text{ km}$ بالعبور بصفة نهائية على مدار انتقالي إهليلجي .

علما أن القمر (S) يدور في نفس جهة دوران الأرض حول محورها ويدور في مستوى خط الاستواء.

1- على المدار الإهليلجي عين : نقطة الأوج A ، نقطة الحضيض P ومثل عليهما كيفيا شعاع السرعة ؟

2- عين الموضع الذي تكون فيه السرعة أصغرية ثم أحسب قيمتها عندئذ ؟

3- ماذا يمثل البعد AP ، عبر عنه بدلالة h' ، h ، R_T ثم أحسب قيمته ؟

4- ذكر بنص القانون الثالث لكبلر ، ثم استعمله لحساب دور القمر (S) على المدار النهائي ؟

5- هل القمر الاصطناعي (S) جيو مستقر ، علل ؟

6- حدد h' ارتفاع القمر (S) باعتباره جيو مستقر ؟

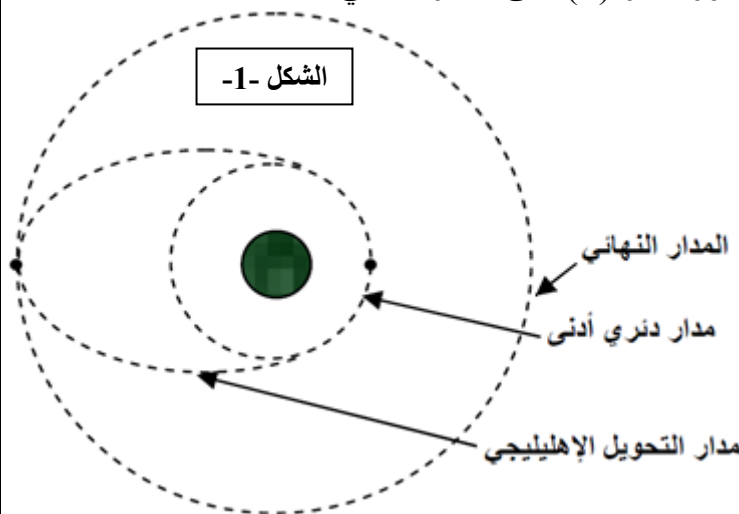
المعطيات :

كتلة القمر الاصطناعي : $m_S = 2,0 \cdot 10^3 \text{ Kg}$

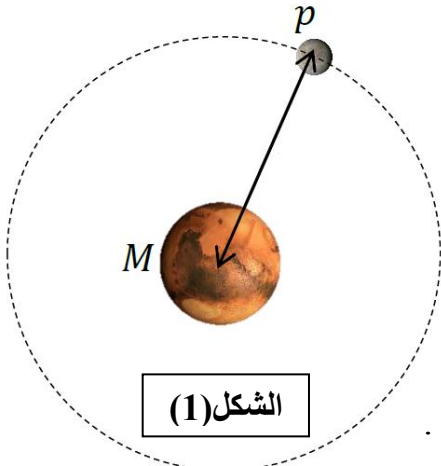
نصف قطر الأرض : $R_T = 6400 \text{ km}$

كتلة الأرض : $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

ثابت الجذب العام : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$



التمرين (4) :



المريخ هو الكوكب الرابع من حيث البعد عن الشمس في النظام الشمسي وهو الجار الخارجي للأرض ويصنف كوكبا صخريا ، من مجموعة الكواكب الأرضية (الشبيهة بالأرض)

أما اسمه بالعربية فهو مُشتق من كلمة أمرخ أي صاحب البقع الحمراء يلقب بـ الكوكب الأحمر بسببه لون الكوكب المائل إلى الاحمرار بفعل نسبة غبار أكسيد الحديد الثلاثي العالية على سطحه وفي جوه .

يملك كوكب المريخ قمران هما : ديموس (D) Deimos و فوبوس (p) phobos .

1- أرسم شكلا لمدار القمر فوبوس (p) ومثل عليه : \vec{V} شعاع سرعة القمر و \vec{F} شعاع القوة التي يطبقها كوكب المريخ

M على القمر ، ثم أكتب عبارتها الشعاعية بدلالة : m_M كتلة المريخ و m_p كتلة القمر فوبوس (p) و R_M

نصف قطر المريخ و h ارتفاع القمر عن سطح المريخ ، ثابت الجذب العام G وشعاع الوحدة \vec{u} .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن حركة مركز عطالة هذا القمر دائرية منتظمة ؟

3- استنتج عبارة سرعة دوران القمر p حول المريخ M ؟

4- جد عبارة دور حركة القمر T_p حول المريخ بدلالة المقادير : R_M , h , G , m_M ؟

5- الجدول التالي يعطي خصائص القمرين :

القمر	ديموس (D)	فوبوس (P)
الدور T	30 h , 13 min	7 h , 39 min
الارتفاع h	20069 Km	5988 km

أ- أذكر نص القانون الثالث لكبلر ، ثم بين أنه متوافق مع النتائج المدونة في الجدول ؟

ب- أحسب كتلة المريخ ؟

مشروع الإمارات لاستكشاف المريخ يُعرف باسم مهمة مسبار الأمل انطلقت في 20 جويلية 2020 الغرض من المسبار هو دراسة دورات الطقس اليومية والموسمية وأحداث الطقس في الجو المنخفض مثل العواصف الترابية ، وكيفية تغير الطقس في مناطق المريخ المختلفة ، ويُستخدم المسبار (S) لمحاولة الإجابة عن الأسئلة العلمية حول سبب فقدان الغلاف الجوي للمريخ الهيدروجين والأكسجين في الفضاء والسبب وراء التغيرات المناخية الشديدة في المريخ.

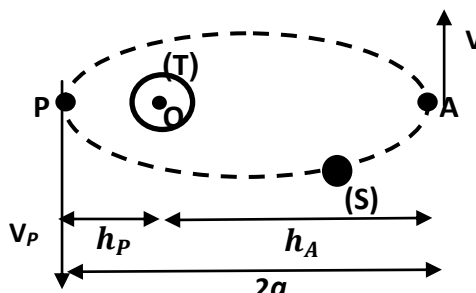
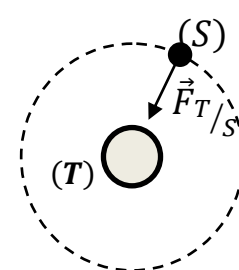
1- ما هو المرجع المناسب لهذه الدراسة ، عرفه ؟

2- احسب السرعة المدارية للمسبار (S) ثم حدد دوره ؟

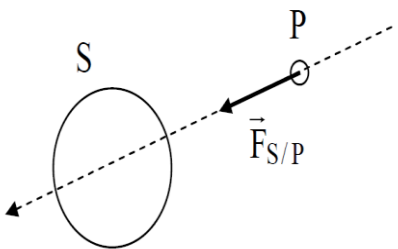
3- ما هي الشروط التي يجب أن يحققها المسبار (S) ليكون مستقرا بالنسبة للمريخ ، وعلى أي ارتفاع يكون عندئذ ؟

المعطيات : نصف قطر المريخ $R_M = 3390 \text{ Km}$ دور المريخ $T_M = 24 \text{ h } 37 \text{ min } 22 \text{ s}$
ارتفاع المسبار (S) عن سطح المريخ $h_s = 28110 \text{ Km}$ الثابت $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ SI}$

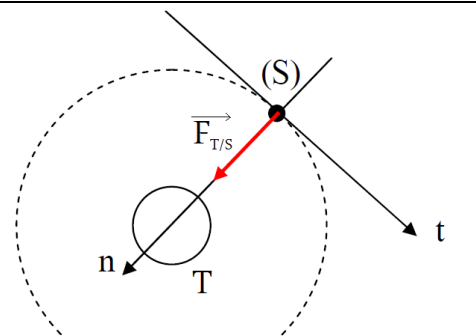
التمرين (1) :

العلامة		عناصر الإجابة	
مجموع	مجزأة		
		التمرين : (06 نقاط)	
I.			
3,75	0,25 × 3 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25		1 تمثيل 2 يمثل مركز الأرض O بالنسبة للمدار أحد المحرقين (البؤرة) F_1
		$2a = h_P + 2.R_T + h_A$ $= (6 + 36) \times 10^5 + (2 \times 6380).10^3$ $2a = 16,96 \times 10^6 m.$	3 طول المحور الكبير $2a$
		$OA = \frac{2a}{2} = \frac{16,96 \times 10^6}{2} = 8,48 \times 10^6 m$	4 OA
		القانون الأول لكبلر : في المرجع الهيليومركزي مسار مركز عطالة الكوكب عبارة عن مدار إهليلجي (قطع ناقص) حيث تقع الشمس في أحد محرقيه	5 القانون
		تكون سرعة القمر الاصطناعي أعظمية في نقطة الحضيض لأنها أقرب نقطة إلى الأرض ، وتكون أصغرية في نقطة الأوج لأنها أبعد نقطة عن الأرض	6 السرعة
		$\begin{cases} \vec{F}_{T/S}(A) = \frac{G.M_T.m_S}{h_A^2} \\ \vec{F}_{T/S}(P) = \frac{G.M_T.m_S}{h_P^2} \end{cases}$ $h_A > h_P \Rightarrow \vec{F}_{T/S}(A) < \vec{F}_{T/S}(P)$ اذن السرعة غير ثابتة ومنه حركة القمر غير منتظمة	7 تبين أن حركة القمر غير منتظمة
	II.		
2,25	0,25	المرجع الغاليلي المناسب هو المرجع المركزي الأرضي (الجيومركزي)	1
	0,25 0,25 0,25		2 تمثيل القوى
		$\vec{F}_{T/S} = \frac{G.M_T.m_S}{r^2}$ بتطبيق قانون نيوتن الثاني: $\sum \vec{F}_{ext} = m_S \vec{a} \Rightarrow \frac{G.M_T.m_S}{r^2} = m_S a_n$ $a_n = \frac{G.M_T}{r^2} = Cte$ بم أن المسار دائري و الجسم خاضع لقوة مركزية فإن القمر (S) في حركة دائرية منتظمة	3 أ - حركة دائرية منتظمة
		$\begin{cases} a_n = \frac{G.M_T}{r^2} \\ a_n = \frac{v^2}{r} \end{cases} \Rightarrow \frac{G.M_T}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{G.M_T}{r}$	ب/ عبارة السرعة v^2
		$r = R_T + h = 6380 + 35786 = 42166 \times 10^3 m$	4 أ/ قيمة نصف قطر r
		$v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{42166 \times 10^3}} = 3076 m/s$	ب/ حساب السرعة
		$T = \frac{2.\pi.r}{v} = \frac{2 \times \pi \times 42166 \times 10^3}{3076} = 86130 (s) = 23.925 h$ $T_{(T)} = 24 \times 3600 = 86400 (s) \Rightarrow T_{(S)} \approx T_{(T)}$ و عليه فإن القمر (S) قمر جيومستقر	ج/ حساب دور المدار T د/ طبيعة القمر

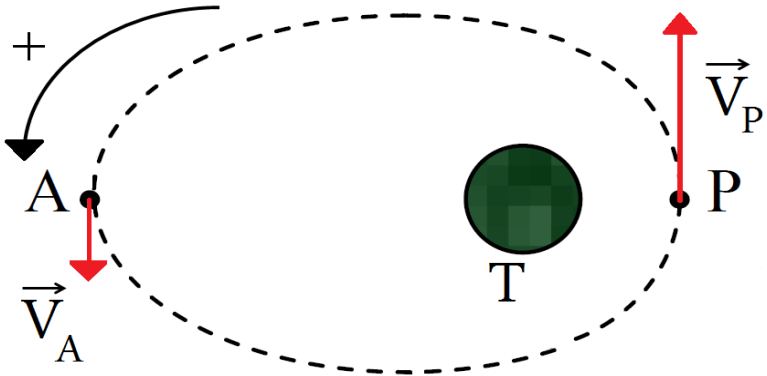
التمرين (2) :

العلامة		عناصر الإجابة	
مجموع	مجزأة		
		التمرين : (06 نقاط) :	
I			
0,5	0,25 0,25	المرجع الهيليومركزي : هو مرجع مبدأه مركز الشمس محاوره الثلاثة تتجه نحو نجوم بعيدة نعتبرها ساكنة .	
	0,25 0,25 0,25 0,25	$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$. بالاسقاط على المحور $F_{S/p} = m_p \cdot a_n$ $G \frac{m_S \cdot m_p}{r^2} = m_p \cdot \frac{v^2}{r}$. $v = \sqrt{\frac{G \cdot m_M}{r}}$.	$T = \frac{2\pi \cdot r}{v}$. $T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{v^2} = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{\frac{G \cdot m_M}{r}} = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot m_M}$. m_M و G ثوابت اذن $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot m_M} = k \Rightarrow T^2 = k \cdot r^3$. وهو قانون كبلر الثالث .
2,75	0,25 0,25	$k = \frac{T_{Me}^2}{r_{Me}^3} = \frac{(87,96 \times 24 \times 3600)^2}{(0,386 \times 1,5 \cdot 10^{11})^3} = 2,97 \cdot 10^{-19}$. حساب قيمة k من كوكب عطارد	2 أ - عبارة السرعة ب - قانون كبلر الثالث ت - اكمال الجدول ج - حساب كتلة الشمس
	0,25 0,25	$r_J = \sqrt[3]{\frac{T_J^2}{k}} = \sqrt[3]{\frac{(4331,5 \times 24 \times 3600)^2}{2,97 \cdot 10^{-19}}} = \frac{7,78 \cdot 10^{11}}{1,5 \cdot 10^{11}} = 5,19 \text{ UA}$.	
	0,25 0,25	$T_V^2 = k \cdot r_V^3 = 2,97 \cdot 10^{-19} \times (0,721 \times 1,5 \cdot 10^{11})^3 = 3,75 \cdot 10^{14}$ $T_V = \frac{\sqrt{3,75 \cdot 10^{14}}}{24 \times 3600} = 224,7 \text{ j}$	
	0,25	$k = \frac{4\pi^2}{G \cdot m_M}$. $m_M = \frac{4\pi^2}{G \cdot k} = \frac{4\pi^2}{6,67 \times 10^{-11} \times 2,97 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$.	
II			
0,5	0,25 0,25	حسب قانون كبلر الأول مسار الكوكب اهليلجي والذي تكون الشمس في أحد المحرقين F_1 و F_2	
0,25	0,25	حسب قانون كبلر الثاني $S_2 = S_1$	
0,5	0,25 0,25	$V_{CC'} < V_{DD'}$ $\frac{C C'}{\Delta t} < \frac{D D'}{\Delta t}$	3 التفسير العلاقة السرعة
III			
0,25	0,25		1 التمثيل
	0,25		2 العبارة العلمية
1	0,25 0,25		3 العبارة البيانية
	0,25		4 كتلة الشمس
0,25	0,25	$G \cdot M_S = 1,33 \cdot 10^{20}$ $M_S = \frac{1,33 \cdot 10^{20}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ Kg}$.	بالمطابقة

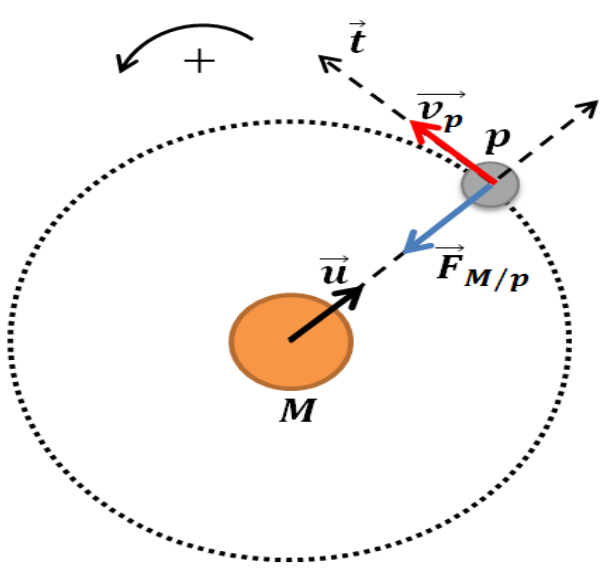
التمرين (3) :

العلامة		عناصر الإجابة		
مجموع	مجزأة			
		التمرين (08 نقاط) :		
		I		
0,25	0,25	المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي هو المرجع الجيومركزي	1 المرجع	
0,5	0,5		2 الشكل	
1		بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :	3 العبارة	
	0,25	$\vec{F}_{T/S} = G \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T + h)^2} \vec{n}$		$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$
	0,25	$F_{T/S} = m_S \cdot a$		$F_{T/S} = m_S \cdot a$
	0,25	$G \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T + h)^2} = m_S \cdot a \Rightarrow a = \frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)^2}$		
1	0,25	$F_{T/S} = G \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T + h)^2} \Rightarrow G = \frac{F_{T/S} \cdot (R_T + h)^2}{M_T \cdot m_S}$	4 التحليل البعدي	
	0,25	$F_{T/S} = m_S \cdot a$		$[F] = [M] \cdot [L] \cdot [T^{-2}]$
	0,25	$[G] = \frac{[M] \cdot [L] \cdot [T^{-2}] \cdot [L^2]}{[M^2]} \Rightarrow [G] = [L^3] \cdot [M^{-1}] \cdot [T^{-2}]$		
	0,25	$G = m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$		ومنه وحدة ثابت الجذب العام هي :
1,25	0,25	$\vec{a} = a_t \vec{t} + a_n \vec{n}$	5 السرعة المدارية	
	0,25	$a = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{r} \vec{n}$		حركة القمر (S) دائرية منتظمة أي أن السرعة ثابتة $v = Cst$ ومنه التسارع يكون ناظمي
	0,25	$a = a_n = \frac{v^2}{(R_T + h)}$		
	0,25	$a = \frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)^2} \Rightarrow \frac{v^2}{(R_T + h)} = \frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)^2}$		
	0,25	$v^2 = \frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)}$	$v_{orb} = \sqrt{\frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)}}$	
	0,25	$v_{orb} = \sqrt{\frac{6 \times 10^{24} \cdot 6,67 \times 10^{-11}}{(6400 + 800) \times 10^3}} = 7455,42 \text{ m/s}$		

II

0,5	0,25 0,25		1
0,5	0,25	من عبارة السرعة $v_{orb} = \sqrt{\frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)}}$ نلاحظ أن السرعة تكون في أصغر قيمة لها عندما يكون الإرتفاع في أكبر قيمة له ، وارتفاع النقطة A هو الموقع الذي تكون فيه السرعة أصغر (نقطة الأوج)	2
	0,25	$v_A = \sqrt{\frac{6 \times 10^{24} \cdot 6,67 \times 10^{-11}}{(6400 + 25000) \times 10^3}} \Rightarrow v_A = 3570 \text{ m/s}$	السرعة
0,75	0,25 0,25 0,25	يمثل البعد AP طول المحور الكبير اعتمادا على الشكل : $AP = h + R_T + R_T + h' = 2R_T + h + h'$ $AP = ((2 \times 6400) + 800 + 25000) \times 10^3$ $AP = 3,86 \times 10^7 \text{ m}$	3 البعد AP
	0,25	مربع الدور المداري لكوكب يتناسب طرذا مع مكعب البعد المتوسط بين مركزي الشمس والكوكب	القانون الثالث لـ كبلر
1	0,25 0,25 0,25	$v^2 = \frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)} \quad T = \frac{2\pi(R_T + h)}{v} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{v^2}$ $T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{\frac{M_T \cdot G}{(R_T + h)}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{M_T \cdot G} (R_T + h)^3$ $T^2 = \frac{4\pi^2((6400 + 25000)10^3)^3}{6 \times 10^{24} \cdot 6,67 \times 10^{-11}} = 3,054 \times 10^9$ $T = \sqrt{3,054 \times 10^9} = 55263 \text{ s} \div 3600 = 15,35 \text{ h}$	4 حساب دور القمر
0,25	0,25	القمر الاصطناعي ليس جيو مستقر لأن دوره لا يساوي دور الأرض 24 h	5 خصائص القمر الجيو مستقر
1	0,25 0,25 0,25 0,25	يتعلق دور القمر الاصطناعي T بارتفاعه عن سطح الأرض h وعليه يجب حساب الارتفاع الجديد والذي يوافق 86400 s $T^2 = \frac{4\pi^2}{M_T \cdot G} (R_T + h)^3 \Rightarrow (R_T + h)^3 = \frac{M_T \cdot G}{4\pi^2} T^2 \Rightarrow (R_T + h) = \sqrt[3]{\frac{M_T \cdot G}{4\pi^2} T^2}$ $(R_T + h) = \sqrt[3]{\frac{6 \times 10^{24} \cdot 6,67 \times 10^{-11} \cdot (86400)^2}{4\pi^2}} = 42,297 \times 10^6 \text{ m}$ $h = 42,297 \times 10^6 - 6,4 \times 10^6 = 35,897 \times 10^6 \text{ m} = 35897 \text{ km}$	6

التمرين (4) :

العلامة		عناصر الإجابة	
مجموع	مجزأة		
		التمرين : (06 نقاط) :	
		I	
0,75	0,25		1 التمثيل
	0,25	$\vec{F}_{M/p} = -G \frac{m_M \cdot m_p}{r^2} \vec{u} \Rightarrow \vec{F}_{\frac{M}{p}} = -G \frac{m_M \cdot m_p}{(R_M+h)^2} \vec{u}.$	العبرة
0,75	0,25	$\Sigma \vec{F}_{ext} = m \vec{a}.$ بالاسقاط على المحور	2 حركة القمر دائرية
	0,25	$0 = m \cdot a_t \Rightarrow a_t = 0$ $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = Cst.$	
	0,25	on بالاسقاط على المحور $F_{M/p} = m_p \cdot a_n$ $G \frac{m_M \cdot m_p}{r^2} = m_p \cdot \frac{v^2}{r}.$ $r = \frac{G \cdot m_M}{v^2} \Rightarrow r = Cst.$	
	0,25	بما أن نصف القطر ثابت ($r = Cst$) فإن المسار دائري وبما أن السرعة ثابتة ($v = Cst$) فإن الحركة دائرية منتظمة	
0,5	0,25 0,25	$v^2 = \frac{G \cdot m_M}{r} = \frac{G \cdot m_M}{(R_M+h)}.$ $v = \sqrt{\frac{G \cdot m_M}{(R_M+h)}}.$	3 عبارة السرعة
0,75	0,25	$T = \frac{2\pi \cdot r}{v} = \frac{2\pi \cdot (R_M+h)}{v}.$	4 عبارة الدور
	0,25 0,25	$T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot (R_M+h)^2}{\frac{G \cdot m_M}{(R_M+h)}}.$ $T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot m_M} \cdot (R_M + h)^3.$	
0,75	0,25	مربع الدور يتناسب طرذا مع مكعب البعد المتوسط $T^2 = k(R_M + h)^3$	
	0,25	$k = \frac{T_D^2}{(R_M+h_D)^3} = \frac{((30 \times 3600) + (13 \times 60))^2}{((3390 + 20069) \times 10^3)^3} = 9,16 \times 10^{-13}.$	5 نص القانون الثالث لـ كبلر
	0,25	$k = \frac{T_p^2}{(R_M+h_p)^3} = \frac{((7 \times 3600) + (39 \times 60))^2}{((3390 + 5988) \times 10^3)^3} = 9,19 \times 10^{-13}.$	التوافق
0,25	0,25	$k = \frac{4\pi^2}{G \cdot m_M}.$ $m_M = \frac{4\pi^2}{G \cdot k} = \frac{4\pi^2}{6,67 \times 10^{-11} \times 9,16 \times 10^{-13}} = 6,4 \times 10^{23} kg.$	6 كتلة المريخ
II			
0,25	0,25	المركزي المريخي : هو مرجع مزود بمعلم مبدأه مركز كوكب المريخ محاوره الثلاثة موازية لمحاور المرجع المركزي الشمسي (تتجه نحو نجوم	1 المرجع

		ساكنة) يستخدم لدراسة حركة الأقمار التي تدور حول المريخ .		
0,5	0,25	$v = \sqrt{\frac{G \cdot m_M}{(R_M+h_S)}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 6,4 \times 10^{23}}{(3390+28110) \times 10^3}} = 1,164 \times 10^3 \text{ m.}$	السرعة	2
	0,25	$T = \frac{2\pi \cdot (R_M+h)}{v} = \frac{2\pi \cdot ((3390+28110) \times 10^3)}{1,164 \times 10^3} = 170 \times 10^3 \text{ s.}$	الدور	
0,75	0,25 0,25 0,25	<div>- دوره يساوي دور المريخ</div> <div>- يكون في المستوي الاستوائي للمريخ</div> <div>- يدور في نفس جهة دوران المريخ حول محوره</div>		الشروط
0,75	0,25	دوره يساوي دور المريخ $T_M = 24 \text{ h}, 37 \text{ min}, 22 \text{ s} \Rightarrow T_M = 88642 \text{ s}$		3
	0,25	$T^2 = k(R_T + h)^3 \Rightarrow (R_T + h)^3 = \frac{T^2}{k} \Rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{T^2}{k}} - R_T.$		
	0,25	$h = \sqrt[3]{\frac{(88642)^2}{9,16 \times 10^{-13}}} - 3390 \times 10^3 = 20,515 \times 10^6 \text{ m.}$		