

## حركة الأقمار الاصطناعية والكواكب

### تمارين

#### تمرين 1

ينجز قمر اصطناعي (S) حركة دائرة متناظمة حول كوكب (P) ، شعاع المسار الدائري  $R_s = 6,7 \cdot 10^5 \text{ km}$  . الدور المداري  $T_s = 3 \text{ j}13\text{h}14\text{ min}$  . نعتبر جميع الأجسام لها تماثل كروي لتوزيع الكتلة .

1 – أحسب السرعة  $v$  للقمر الاصطناعي .

2 – عبر عن سرعته بدلالة  $G$  و  $R_s$  وكتلة الكوكب  $P$  ،

3 – استنتج كتلة الكوكب وتعرف عليه إن أمكن ذلك .

#### تمرين 2

المسافتان القصوى والدنيا للكوكب المريخ بالنسبة لمركز الشمس هما على التوالي  $2,49 \cdot 10^8 \text{ km}$  و  $2,06 \cdot 10^8 \text{ km}$

1 – ما طبيعة مدار كوكب المريخ حول الشمس ؟ ماذا يمثل المركز S بالنسبة للمدار ؟

2 – أحسب طول نصف المحور الأكبر لهذا المدار ؟

3 – أعط نص قانون المساحات . في أي نقطة من المدار تكون سرعة المريخ قصوى ؟ وفي أي نقطة تكون دنيا ؟

#### تمرين 3 \*\*

تعلق طبيعة المسار لقمر اصطناعي بقيمة السرعة  $v_0$  التي أعطيت له عند تحريره من طرف المركبة الفضائية التي نقلته خارج المجال الجوي الأرضي .

هناك قيمتان خاصتان للسرعة في نقطة الدفع بالنسبة لارتفاع معين من سطح الأرض

– سرعة الاستقامار الدائري ونعبر عنها بالرمز  $v_s$  .

– سرعة التحرير ونعبر عنها بالرمز  $v_L$  .

–  $v_s = v_0$  مدار دائري .

–  $v_s < v_0 < v_L$  : مدار إهليلي يشكل مركز الأرض إحدى بؤرتيه .

–  $v_0 \geq v_L$  مدار شلجمي أو هدلولي (hyperpole) إذ لا يحدث أي استقامار بحيث يكون القمر الاصطناعي مسبارا فضائيا .

يعطي الجدول أسفله قيم  $v_s$  و  $v_L$  بالنسبة لارتفاعات مختلفة :

$v_L$	$v_s$	الارتفاع
39640km / h	25000km / h	200km
37940km / h	26800km / h	800km
15620km / h	11040km / h	36000km

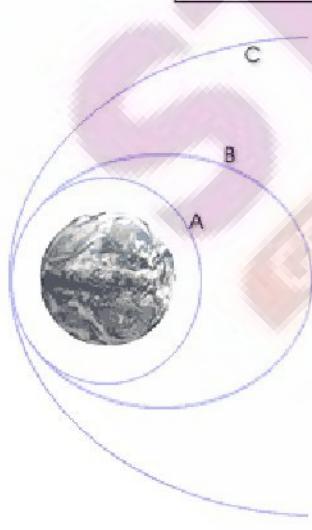
1 – تعرف على مختلف الوضعيات في الشكل أسفله

2 – أوجد سرعة الاستقامار بدلالة ارتفاع نقطة التحرير .

3 – تحقق حسابيا من القيم المقدمة في الجدول أعلاه .

4 – أحد ارتفاعات نقطة التحرير يوافق ارتفاع قمر اصطناعي ساكن بالنسبة للأرض .

عين هذا الارتفاع وحدد الشروط التي ينبغي توفرها لكي يكون هذا القمر الاصطناعي ساكنا بالنسبة للأرض . نعطي كتلة الأرض  $m_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  .



**تمرين 4**

نعتبر قمراً اصطناعياً للاتصالات كتلته  $m$  يوجد مداره الدائري في مستوى خط الاستواء الذي يعتبر مداراً للأقمار الاصطناعية الساكنة بالنسبة للأرض ، تدرس حركة هذا القمر الاصطناعي في المرجع المركزي الأرضي

1 - 1 - أعط تعريف المرجع المركزي الأرضي .

ما الدور المداري للأرض ؟ وما الدور الخاص لحركة الأرض ؟

1 - 2 - حدد السرعة الزاوية لحركة القمر الاصطناعي باعتباره ساكناً بالنسبة للأرض .  
بالنسبة لأي مرجع يظهر القمر الاصطناعي باعتباره ساكناً بالنسبة للأرض .

2 - 2 - 1 يوجد القمر الاصطناعي على ارتفاع  $r = 35800\text{km}$  . أحسب الشعاع  $r$  لمسار حركته . أعط مميزات متوجهة السرعة  $\vec{v}$  لمركز قصوره .

2 - 2 - 2 - حدد اتجاه ومنحى متوجهة التسارع  $\vec{a}$  وأعط تعبير  $a$  بدلالة  $v$ ,  $r$  واحسب قيمتها .

3 - 1 -

التجاذب التي تطبقها الأرض . نعتبر أن كتلة الأرض  $m_T$  موزعة حسب طبقات متجانسة وكروية الشكل .  
أعط تعبير  $v$  بدلالة الشعاع  $r$  والجداء  $G.m_T$  حيث  $G$  ثابتة التجاذب الكوني .

استنتج تعبير القانون الثالث لكتيلر .

3 - 2 أحسب قيمة الجداء  $G.m_T$  .

3 - 3 تحقق من القيمة المحصلة علماً أن شدة مجال الثقالة على سطح الأرض هي :  $g_0 = 9,81\text{m/s}^2$

4

المدار إهليلي تمثل الأرض إحدى بؤرتيه حيث الارتفاع  $z_p = 200\text{km}$   
وارتفاعه القصوي  $z_A$  بالنسبة  $A$  هو لمدار حركة قمر الاصطناعي الساكن بالنسبة للأرض .

4 - 1 مثل مدار حركة القمر الاصطناعي حول الأرض مبراً النقاطين  $P$  و  $A$  .

4 - 2 في أي نقطة من المدار تكون سرعة القمر الاصطناعي دنوية .

4 - 3 أعط تعبير الدور المداري  $T_A$  للقمر الاصطناعي . أحسب  $T_A$  والمدة اللازمة لمرور القمر من النقطة  $P$  إلى النقطة  $A$  .