



تمارين

## حركة الأقمار الاصطناعية والكواكب تمارين

### تمرين 1

ينجز قمر اصطناعي (S) حركة دائرية منتظمة 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  $P$  ،  $M_p$  .
- 3 - استنتج كتلة الكوكب وتعرف عليه إن أمكن ذلك .

### تمرين 2

المسافتان القصى والدنيا لكوكب 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 قصى ؟ وفي أي نقطة تكون دنيا ؟

### تمرين 3\*\*

تتعلق 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 الاستقمار 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 إهليلجي يشكل مركز الأرض إحدى بؤرتيه .

-  $v_0 \geq v_L$  مدار شلجمي أو هذلولي (hyperpole) إذ لا يحدث أي استقمار بحيث يكون القمر الاصطناعي مسبارا فضائيا .

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

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

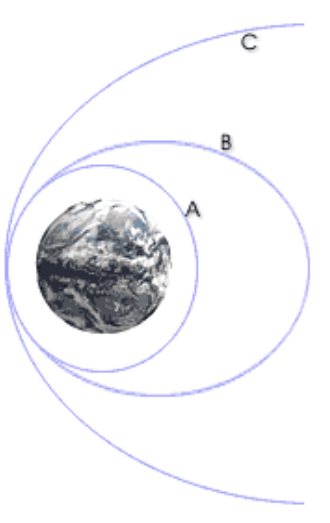
1 - تعرف على مختلف الوضعيات في الشكل أسفله

2 - أوجد سرعة الاستقمار 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 قمرا اصطناعيا للاتصالات كتلته  $m$  يوجد مداره الدائري في مستوى خط الاستواء الذي يعتبر مدارا للأقمار الاصطناعية الساكنة بالنسبة للأرض ، تدرس حركة هذا القمر الاصطناعي في المرجع المركزي الأرضي .

1 - 1 - 1 أعط تعريف المرجع المركزي الأرضي .

ما الدور المداري للأرض ؟ وما الدور الخاص لحركة الأرض ؟

1 - 2 - 1 حدد السرعة الزاوية لحركة القمر الاصطناعي باعتباره ساكنا بالنسبة للأرض .

بالنسبة لأي مرجع يظهر القمر الاصطناعي ساكنا ؟

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

1 - 2 - 2 حدد اتجاه ومنحى متجهة التسارع  $\vec{a}$  وأعط تعبير  $a$  بدلالة  $r, v$  واحسب قيمتها .

1 - 3 - 1 نعتبر المرجع المركزي الأرضي غاليليا ، يخضع القمر الاصطناعي في هذا المرجع إلى قوة وحيدة هي قوة 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 لكيبلر .

1 - 3 - 2 أحسب قيمة الجداء  $G.m_T$  .

1 - 3 - 3 تحقق من القيمة المحصلة علما أن شدة مجال الثقالة على سطح الأرض هي :  $g_0 = 9,81\text{m/s}^2$

1 - 4 - 2 تتم عملية الاستقمار بواسطة صاروخ يقوم بحمل القمر الاصطناعي ووضعه في مدار انتظاري . يكون شكل هذا المدار إهليلجي تمثل الأرض إحدى بؤرتيه حيث الارتفاع الدنوي للقمر الاصطناعي هو  $z_p = 200\text{km}$  بالنقطة  $P$

وارتفاعه القصوي  $z_A$  بالنقطة  $A$  هو لمدار حركة قمر الاصطناعي الساكن بالنسبة للأرض .

1 - 4 - 1 مثل مدار حركة القمر الاصطناعي حول الأرض مبرزا النقطتين  $P$  و  $A$  .

1 - 4 - 2 في أي نقطة من المدار تكون سرعة القمر الاصطناعي دنوية .

1 - 4 - 3 أعط تعبير الدور المداري  $T_A$  للقمر الاصطناعي . أحسب  $T_A$  والمدة اللازمة لمرور القمر من النقطة  $P$  إلى النقطة  $A$  .