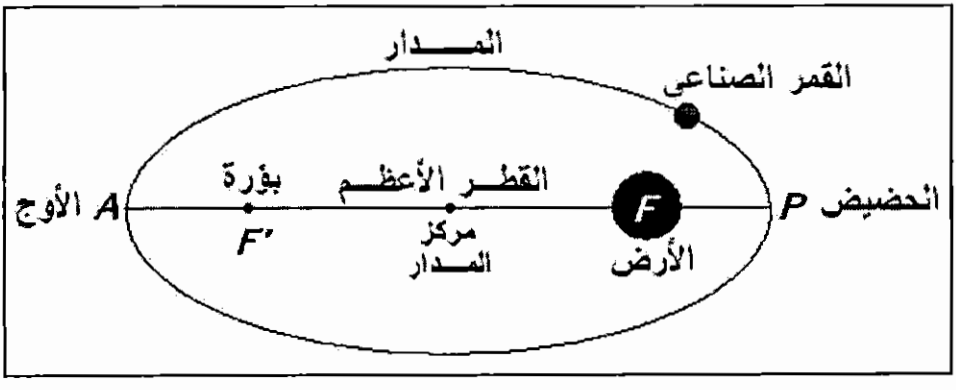
Apogee. ويوجد قطر آخر أصغر للمدار البيضاوي يكون متعامدا على القطر الأعظم عند المركز، ويكون طوله أصغر من القطر الأعظم تبعا لمقدار استطالة المدار. ومن هنا نجد أن مقدار الاستطالة يحدد نوع المدار إذا كان دائريا أو بيضاوي. أما إذا أصبحت الاستطالة $e = 1$ فيكون المدار مدار مكافئ مفتوح، وفي هذه الحالة يكون بعد مركز المدار لانهائى ∞ وكذلك نصف قطره الأعظم يساوي لانهائى ∞. أما المدار الزائدي المفتوح تكون استطالته $e > 1$.

وفي حالة المدار الدائري تكون سرعة الجسم الثانوي في المدار بالنسبة للجسم الرئيسي ثابتة أثناء الدورة، لأن البعد بين الجسمين ثابت. أما في المدار البيضاوي نجد أن بعد الجسمين يتغير ليصبح أقل ما يمكن عند نقطة الحضيض وتكون سرعة الجسم الثانوي عندها أعلى ما يمكن بالنسبة للجسم المركزي، ويصبح الجسم أبعد ما يمكن عند نقطة الأوج وبالتالي تكون سرعته عندها أقل ما يمكن. أما في باقي أجزاء المدار فتكون المسافة والسرعة محصورة بين تلك القيم محتفظة بالعلاقة العكسية بينهما.



الشكل (3-1) المدار الأهليجي.

لذلك نجد أن القوانين التي تربط الحركة في المدار الأهليجي تختلف عن القوانين التي تربط الحركة في المدار الدائري. ففي كل لحظة في المدار الأهليجي نجد قيم جديدة لبعد الجسمين وسرعة الجسم الثانوي بالنسبة للجسم الرئيسي وقوة الجذب بينهما. لذلك نلخص قوانين الحركة في المدار الأهليجي بما يأتي :

2-3 : قانون نيوتن :

يتحكم قانون الجذب العام لنيوتن في حركة الأقمار الطبيعية والصناعية. وينص قانون نيوتن على أن أى جسمين يجذب كل منهما الآخر بقوة تتناسب مع كتلتيهما وعكسيا مع مربع البعد بينهما.

$$F = G\ M_1 M_2 / r^2$$

حيث G ثابت الجذب العام و M_1 ، M_2 كتلة الجسمين . والقوة التي تؤثر على القمر الصناعي في مداره حول الأرض تساوى حاصل ضرب كتلة القمر في GM/r^2 حيث M كتلة الأرض . وحاصل ضرب G M قيمة ثابتة لأى جسم يدور حول الارض وقيمته هى μ = 398603 كم3 / ث2. ويعرف " بثابت الجذب الأرضى Geocentric Gravitational Constant.

3-3 : قوانين كبلر :

وقوانين كبلر تحدد خصائص مدارات الأقمار الصناعية وتنص قوانين كبلر على الآتى :

1- مدار القمر الصناعي Satellite أو القمر الطبيعى Moon حول الأرض أو الكواكب حول الشمس هو مدار أهليجي (بيضاوي) Ellipse تقع الأرض في إحدى بؤرتيه شكل (3- 1) .

2- يمسح نصف القطر الاتجاهى للمدار (الذى يصل بين القمر ومركز الأرض أثناء حركته) مساحات متساوية في أزمنة متساوية شكل (3 – 2). ففي الدائرة يمسح الجسم أقواس ومساحات متساوية في ازمنة متساوية لثبات نصف قطر الدائرة. أما في المدار الأهليجي فنصف القطر الاتجاهي OS متغير الطول فيعوض قصره قرب الحضيض بزيادة طول القوس S1S2 وتقابل الزيادة في نصف القطر الاتجاهي قرب الأوج بنقص في طول القوس S3S4 وينتج في النهاية تساوي المساحات الممسوحة في الأزمنة المتساوية.

عند كل نقطة في مدار القمر حول الأرض توجد علاقة ثابتة بين سرعة القمر V وبعده عن مركز الأرض d والزاوية χ المحصورة بين اتجاه حركة القمر والمستوى الافقى العمودي على نصف القطر الإتجاهي وهذه العلاقة هي.

$$d\ V\ Cos\ \chi = \text{ثابت}$$

وحاصل ضرب $d_p\ V_p$ عند نقطة الحضيض Perigee تساوى $d_A\ V_A$ عند نقطة الأوج Apogee.

$$d_p\ V_p = d_A\ V_A$$