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

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) .

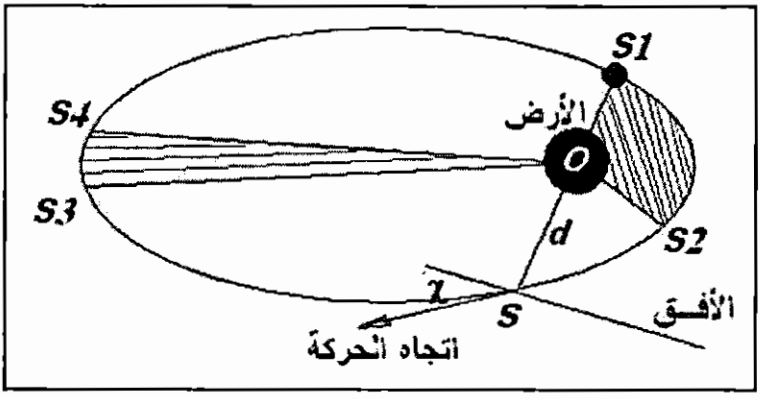
2- يمسح نصف القطر الاتجاهى للمدار (الذى يصل بين القمر ومركز الأرض أثناء حركته) مساحات متساوية في أزمنة متساوية شكل (3 – 2). ففي الدائرة يمسح الجسم أقواس ومساحات متساوية في ازمنة متساوية لثبات نصف قطر الدائرة. أما في المدار الأهليجي فنصف القطر الاتجاهي OS متغير الطول فيعوض قصره قرب الحضيض بزيادة طول القوس 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.

$$d_p\ V_p = d_A\ V_A$$



الشكل (3-2) القانون الثانى لكبلر.

حيث χ = صفر عند الحضيض والأوج وبالتالي تكون Cos χ = 1. فعند الحضيض تكون d أقصر و Vp أسرع وعند الأوج تكون d أطول و V_A أقل.
حيث يرمز الرمز P السفلى لنقطة الحضيض perigee ، ويرمز A لنقطة الأوج Apogee .

3- مربع زمن الدورة في المدار يتناسب مع مكعب طول القطر الأعظم Major axis الشكل (3-3) . حيث يمثل المحور الأفقي زمن الدورة بالدقائق ويمثل المحور الرأسي طول المحور الأعظم بالكيلومترات. و يمثل الشكل الداخلي الأيمن عن علاقة خطية في المدارات التي لاتزيد دورتها عن 120 دقيقة وارتفاعها عن 1600 كم.

$$T^2 = (2\ a)^3(\pi^2 / 2\ \mu\ )$$

حيث $\pi^2 / 2\ \mu$ ثابت لجميع الأقمار التي تدور حول الأرض.

4-3 : محاور الإحداثيات Coordinate axes:

يقطع مدار القمر الصناعي حول الأرض مستوى دائرة الاستواء للأرض في نقطتين. تسمى النقطة التي يعبر عندها القمر من النصف الشمالى للأرض إلى النصف الجنوبى بالعقدة الهابطة Descending node وتسمى النقطة التي يعبر عندها القمر من النصف الجنوبى إلى النصف الشمالى للأرض بالعقدة الصاعدة Ascending node. وخط تقاطع مستوى مدار القمر الصناعي مع مستوى دائرة الاستواء والذى يمر بالعقدتين ومركز الارض يسمى بالخط العقدي Line of nodes الشكل (3-4).