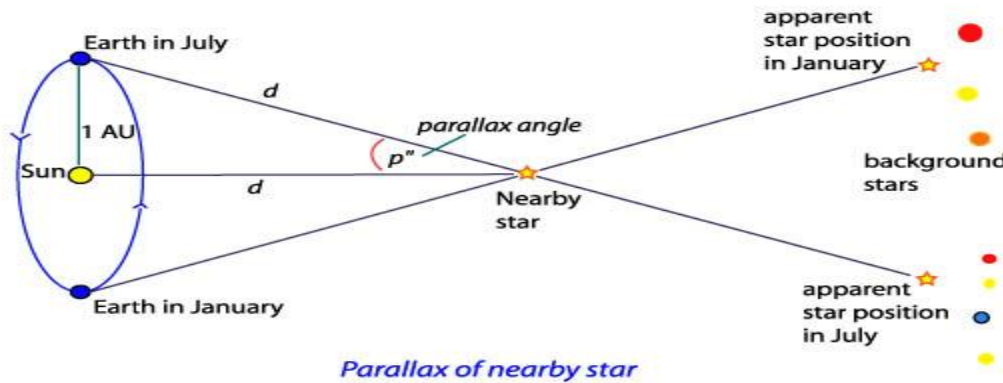


- **Parallax (P'')** is the apparent displacement of an object because of a change in the observer's point of view. This effect can be used to measure the distances to nearby stars. As the Earth orbits the sun, a nearby star will appear to move against the more distant background stars. Astronomers can measure a star's position once, and then again 6 months later and calculate the apparent change in position. The star's apparent motion is called stellar parallax. Distance to the star can be computed by the formula:

$$d = 206265/p'' \dots\dots\dots(20)$$

where the distance d is in unit of A.U., and the parallax p'' in second of arc.

• زاوية اختلاف المنظر (اللوص) هو الإزاحة الظاهرة للجسم السماوي بسبب تغيير في وجهة نظر المراقب. يمكن استخدام هذا التأثير لقياس المسافات إلى النجوم القريبة. بينما تدور الأرض حول الشمس، ستظهر النجمة القريبة تحرك ضد نجوم الخلفية البعيدة. يمكن لعلماء الفلك قياس موضع النجم مرة واحدة، ثم مرة أخرى بعد 6 أشهر وحساب التغيير الواضح في الموضع. وتسمى حركة النجم الظاهرة المنظر النجمي. يمكن حساب المسافة إلى النجم بواسطة الصيغة:



- **Parsec (Pc)** The distance corresponding to a parallax of one second of arc. A unit of distance defined as the distance at which 1 astronomical unit (AU) subtends an angle of 1 sec of arc. It is a unit of length used to measure large distances to objects outside our Solar System. 1 parsec = 206265 AU = 3.26 light years.

• الفرسخ الفلكي: المسافة المقابلة لزاوية اختلاف المنظر لثانية قوسية واحدة. وحدة المسافة المعرفة بأنها المسافة التي تُرسم فيها وحدة فلكية واحدة (AU) بزاوية 1 ثانية من القوس. إنها وحدة الطول المستخدمة لقياس مسافات كبيرة للكائنات خارج نظامنا الشمسي.

$$r(L.Y) = \frac{3.26}{p''} \dots\dots\dots(21)$$

$$r(P_c) = \frac{1}{p''} \dots\dots\dots(22)$$

$$P_c = 3.26 L.Y \dots\dots\dots(23)$$

A distance of 1000 parsecs (3262 light-years) is commonly denoted by the **kiloparsec (kpc)**. A distance of one million parsecs is commonly denoted by the **megaparsec (Mpc)**. One **gigaparsec (Gpc)** is one billion parsecs — one of the largest units of length commonly used. One gigaparsec is about 3.26 billion light-years.

For example:

- The Andromeda Galaxy is about 0.78 Mpc (2.5 million light-years) from the Earth.
- The nearest large galaxy cluster, the Virgo Cluster, is about 16.5 Mpc (54 million light-years) from the Earth.
- The galaxy RXJ1242-11, observed to have a supermassive black hole core similar to the Milky Way's, is about 200 Mpc (650 million light-years) from the Earth.
- The galaxy filament Hercules–Corona Borealis Great Wall, currently the largest known structure in the universe, is about 3 Gpc (10 billion light-years) across.
- The particle horizon (the boundary of the observable universe) has a radius of about 14.0 Gpc (46 billion light-years)

Kepler's Laws of Planetary Motion:

Johannes Kepler (1571–1630) published his three laws of planetary motion:

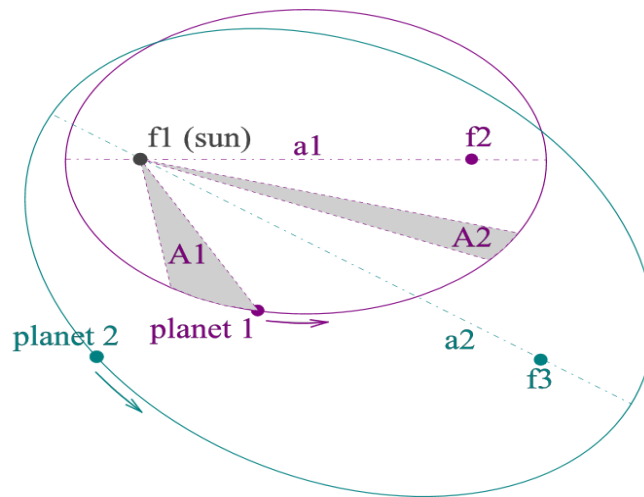
1. The orbits of the planets are ellipses, with the Sun at one focus of the ellipse.
2. Planets move proportionally faster in their orbits when they are nearer the Sun (cover equal areas in equal time).
3. More distant planets take proportionally longer to orbit the Sun.

The ratio of the squares of the orbital periods for two planets is equal to the ratio of the cubes of their semimajor axes.

$$R^3 = P^2 \quad (R \text{ in AU; } P \text{ in years})$$

As an example, the "radius" of the orbit of Mars (the length of the semimajor axis of the orbit) is: $R = P^{2/3} = (1.88)^{2/3} = 1.52 \text{ AU}$

1. مدارات الكواكب هي بيضوية (قطع ناقص) تقع الشمس في إحدى بورتيتها
 2. تحرك الكواكب بشكل أسرع نسبياً في مداراتها عندما تكون أقرب إلى الشمس (تغطية المناطق المتساوية في الوقت المتساوي).
 3. الكواكب البعيدة تستغرق وقتاً أطول نسبياً لتدور حول الشمس.
- نسبة تربيع الفترات المدارية لكوكبين تساوي نسبة مكعبات محاورها شبه الرئيسية.



Kepler's Laws of Planetary Motion

Newtonian gravity: The description of gravity due to Newton: The attractive gravitational force of point mass m_1 on point mass m_2 separated by displacement r

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2} \dots\dots\dots(25)$$

where G is Newton's gravitational constant $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ N.M}^2/\text{Kg}^2$