

CHAPTER TWO

The Solar System

The **Solar System** is the gravitationally bound system comprising the Sun and the objects that orbit it, either directly or indirectly. Of those objects that orbit the Sun directly, the largest eight are the planets, with the remainder being significantly smaller objects, such as 5 dwarf planets and Millions of comets and asteroids. Of the objects that orbit the Sun indirectly, 240 moons, two are larger than the smallest planet, Mercury.

النظام الشمسي هو النظام المرتبط بالجاذبية والذي يضم الشمس والأجسام التي تدور حولها، إما بشكل مباشر أو غير مباشر. ومن بين تلك الأجسام التي تدور حول الشمس بشكل مباشر الكواكب الثمانية الكبيرة، والباقي عبارة عن أجسام أصغر بكثير، مثل 5 كواكب قزمة وملفين المذنبات والكويكبات. ومن بين الأجسام التي تدور حول الشمس بشكل غير مباشر، 240 قمراً، اثنان منها أكبر من أصغر كوكب عطارد.

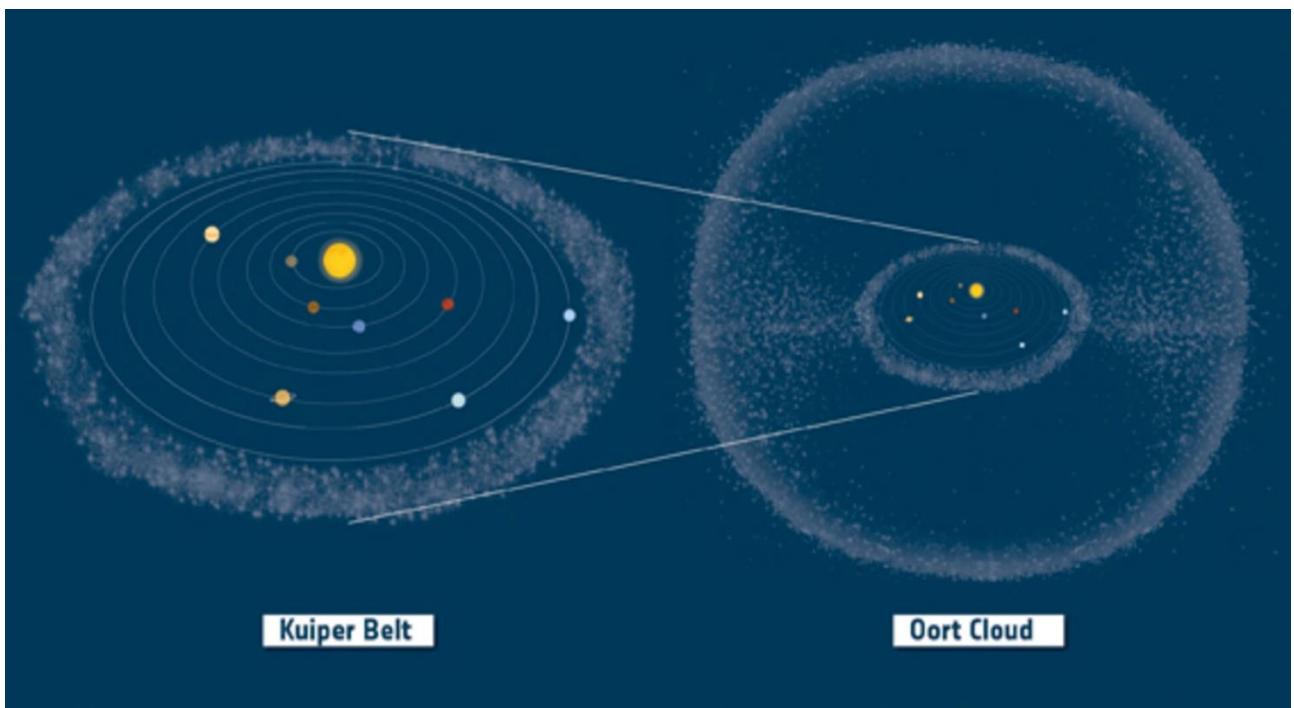
Structure of Solar System:

1. **The inner planets:** The four terrestrials have dense, rocky compositions, few or no moons, and no ring systems. Mercury, Venus, Earth and Mars.
2. **The asteroid belt**, which lies between the orbits of Mars and Jupiter, mostly contains objects composed, like the terrestrial planets, of rock and metal.
3. **The outer planets:** are giant planets (sometimes called Jovian planets), being substantially more massive than the terrestrials. The two largest, Jupiter and Saturn, are **gas giants**, being composed mainly of hydrogen and helium; the two outermost planets, Uranus and Neptune, **are ice giants**, being composed mostly of substances with relatively high melting points compared with hydrogen and helium, called ices, such as water, ammonia and methane.

1. **الكواكب الداخلية:** تحتوي الكواكب الأرضية الأربع على تركيبات صخرية كثيفة، وأقمارها قليلة أو معدومة، ولا توجد بها أنظمة حلقية. عطارد والزهرة والأرض والمريخ.

2. **حزام الكويكبات**، الذي يقع بين مداري المريخ والمشتري، يحتوي في الغالب على أجسام مكونة من الصخور والمعادن مثل الكواكب الأرضية.

3. **الكواكب الخارجية:** هي كواكب عملاقة (وتسمى أحياناً كواكب المشتري)، وهي أكبر كتلة بكثير من الكواكب الأرضية. أكبر كوكبين، المشتري وزحل، هما عملاقة غازية، ويكونان بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم؛ الكوكبان الخارجيان، أورانوس ونبتون، هما عملاقة جليدية، ويكونان في الغالب من مواد ذات نقاط انصهار عالية نسبياً مقارنة بالهيدروجين والهيليوم، تسمى الجليد، مثل الماء والأمونيا والميثان.



4. **The trans-Neptunian objects:** is any minor planet in the Solar System that orbits the Sun at a greater average distance than Neptune, which has a semi-major axis of 30.1 astronomical units (AU).
- The Kuiper belt:** is a great ring of debris similar to the asteroid belt, but consisting mainly of objects composed primarily of ice.
 - The scattered disc:** which overlaps the Kuiper belt but extends much further outwards, is thought to be the source of short-period comets.
 - The Oort cloud:** is a hypothetical spherical cloud of up to a trillion icy objects that is thought to be the source for all long-period comets and to surround the Solar System at roughly 50,000 AU.

4. الأجرام العابرة للنبطون: هو أي كوكب صغير في المجموعة الشمسية يدور حول الشمس على مسافة متوسطة أكبر من نبطون الذي له محور شبه رئيسي قدره 30.1 وحدة فلكية.
- أ. حزام كويبر: عبارة عن حلقة كبيرة من الحطام تشبه حزام الكويكبات، ولكنها تتكون بشكل أساسى من أجسام مكونة بشكل أساسى من الجليد.
- ب. القرص المبعثر: الذي يتدخل مع حزام كويبر ولكنه يمتد إلى الخارج، يُعتقد أنه مصدر المذنبات قصيرة الدورة.
- ج. سحابة أورت: هي سحابة كروية افتراضية تضم ما يصل إلى تريليون جسم جليدي، ويعتقد أنها مصدر جميع المذنبات الطويلة الدورة، وتحيط بالنظام الشمسي على مسافة 50 ألف وحدة فلكية تقريباً.

- **The Sun**

The Sun is a G2V star at the center of the Solar System and is informally referred to as a yellow dwarf. The Sun formed approximately 4.6 billion years ago from the gravitational collapse of matter within a region of a large molecular cloud. Most of this

matter gathered in the center, whereas the rest flattened into an orbiting disk that became the Solar System. The central mass became so hot and dense that it eventually initiated nuclear fusion in its core.

The Sun is roughly middle-aged: it has not changed dramatically for more than four billion years, and will remain fairly stable for more than another five billion years. After hydrogen fusion in its core has stopped and will undergo severe changes and become a red giant. It is calculated that the Sun will become sufficiently large to engulf the current orbits of Mercury, Venus, and possibly Earth.

الشمس هي نجم G2V يقع في مركز النظام الشمسي ويشار إليها بشكل غير رسمي باسم القزم الأصفر. تشكلت الشمس منذ حوالي 4.6 مليار سنة من انهيار جاذبية المادة داخل منطقة سحابة جزيئية كبيرة. وتجمعت معظم هذه المادة في المركز، بينما تسطع الباقي لتشكل قرصاً مدارياً أصبح فيما بعد النظام الشمسي. أصبحت الكتلة المركزية ساخنة وكثيفة جداً لدرجة أنها بدأت في النهاية الاندماج النووي في قلبها.

تعتبر الشمس في منتصف العمر تقريباً: فهي لم تتغير بشكل كبير لأكثر من أربع مليارات سنة، وستظل مستقرة إلى حد ما لأكثر من خمس مليارات سنة أخرى. وبعد أن يتوقف الاندماج الهيدروجين في قلبها وسيخضع للتغيرات شديدة ويصبح عملاً أحمر. تشير التقديرات إلى أن الشمس ستصبح كبيرة بما يكفي لتبتلع المدارات الحالية لطارد والزهرة وربما الأرض.

• Characteristics

The Sun does not have a definite boundary, and in its outer parts its density decreases exponentially with increasing distance from its center. The Sun's radius is 696392 Km about 109 times that of Earth. The Sun is a near-perfect sphere where its polar diameter differs from its equatorial diameter by only 10 km.

Mass of Sun is 1.9885×10^{30} Kg about 330,000 times that of Earth, about 99.86% of the total mass of the Solar System. Average density of Sun is 1.408 g/cm^3 and escape velocity from the surface of Sun is 617.7 Km/s about 55 times that of Earth.

The Sun rotates faster at its equator than at its poles. In a frame of reference defined by the stars, the rotational period is approximately 25.6 days at the equator and 33.5 days at the poles. Viewed from Earth as it orbits the Sun, the apparent rotational period of the Sun at its equator is about 28 days.

Sunlight at the top of Earth's atmosphere is composed (by total energy) of about 50% infrared light, 40% visible light, and 10% ultraviolet light.

The Sun is composed primarily of the chemical elements' hydrogen and helium; they account for 74.9% and 23.8% of the mass of the Sun, respectively. All heavier elements account for less than 2% of the mass, with oxygen (roughly 1% of the Sun's mass), carbon (0.3%), neon (0.2%), and iron (0.2%) being the most abundant.

ليس للشمس حدود محددة، وفي أجزائها الخارجية تتناقص كثافتها بشكل كبير مع زيادة البعد عن مركزها. يبلغ نصف قطر الشمس 696392 كم أي حوالي 109 أضعاف نصف قطر الأرض. الشمس عبارة عن كرة شبه مثالية حيث يختلف قطرها القطبي عن قطرها الاستوائي بمقدار 10 كيلومترات فقط.

تبلغ كتلة الشمس 1.9885×10^{30} كجم، أي حوالي 330.000 مرة كتلة الأرض، أي حوالي 99.86% من إجمالي كتلة النظام الشمسي. يبلغ متوسط كثافة الشمس 1.408 جم/سم³، وتبلغ سرعة الإفلات من سطح الشمس 617.7 كم/ث، أي حوالي 55 مرة من سرعة الأرض.

تدور الشمس عند خط الاستواء بشكل أسرع منها عند قطبيها. وفي الإطار المرجعي الذي تحدده النجوم، تبلغ فترة الدوران حوالي 25.6 يوماً عند خط الاستواء و33.5 يوماً عند القطبين. عند النظر إليها من الأرض أثناء دورانها حول الشمس، تبلغ فترة الدوران الظاهرية للشمس عند خط الاستواء حوالي 28 يوماً.

يتكون ضوء الشمس الموجود في الجزء العلوي من الغلاف الجوي للأرض (من إجمالي الطاقة) من حوالي 50% من ضوء الأشعة تحت الحمراء، و40% من الضوء المرئي، و10% من الأشعة فوق البنفسجية. تتكون الشمس بشكل أساسي من العناصر الكيميائية الهيدروجين والهيليوم. فهي تمثل 74.9% و23.8% من كتلة الشمس على التوالي. تمثل جميع العناصر الأثقل أقل من 2% من الكتلة، مع وجود الأكسجين (حوالي 1% من كتلة الشمس)، والكربون (0.3%)، والنيون (0.2%)، والحديد (0.2%) الأكثر وفرة.

• Structure

1- Core:

The core of the Sun extends from the center to about 20–25% of the solar radius. It has a density of up to 150 g/cm³ (about 150 times the density of water) and a temperature of close to 15.7 million kelvins (K). Through most of the Sun's life, energy is produced by nuclear fusion in the core region through a series of steps called the p–p (proton–proton) chain; this process converts four protons (hydrogen) into helium nuclei (alpha particle). In general, proton–proton fusion can occur only if the kinetic energy (temperature) of the protons is high enough to overcome their mutual electrostatic repulsion. Only 0.8% of the energy generated in the Sun comes from the CNO cycle, though this proportion is expected to increase as the Sun becomes older.

The core is the only region in the Sun that produces an appreciable amount of thermal energy through fusion; 99% of the power is generated within 24% of the Sun's radius, and by 30% of the radius, fusion has stopped nearly entirely. The remainder of the Sun is heated by this energy as it is transferred outwards through many successive layers.

يمتد قلب الشمس من المركز إلى حوالي 20-25% من نصف قطر الشمس. تصل كثافته إلى 150 جم/سم³ (حوالي 150 ضعف كثافة الماء) ودرجة حرارة تقترب من 15.7 مليون كلفن (K). خلال معظم حياة الشمس، يتم إنتاج الطاقة عن طريق الاندماج النووي في المنطقة الأساسية للشمس من خلال سلسلة من الخطوات تسمى سلسلة p-p (بروتون-بروتون)؛ تحول هذه العملية أربع بروتونات (الهيدروجين) إلى نواة الهيليوم (جسيم ألفا). بشكل عام، يمكن أن يحدث اندماج بروتون-بروتون فقط إذا كانت الطاقة الحرارية (درجة الحرارة) للبروتونات عالية بما يكفي للتغلب على التناقض الكهروستاتيكي المتبادل. يأتي 0.8% فقط من الطاقة المولدة في الشمس من دورة CNO، على الرغم من أنه من المتوقع أن تزداد هذه النسبة مع تقدم الشمس في العمر.

النواة هي المنطقة الوحيدة في الشمس التي تنتج كمية كبيرة من الطاقة الحرارية من خلال الاندماج. يتم توليد 99% من الطاقة ضمن 24% من نصف قطر الشمس، وبنسبة 30% من نصف القطر، توقف الاندماج بشكل كامل تقريباً. يتم تسخين ما تبقى من الشمس بواسطة هذه الطاقة حيث يتم نقلها إلى الخارج عبر العديد من الطبقات المتعاقبة.