iii. The transition region

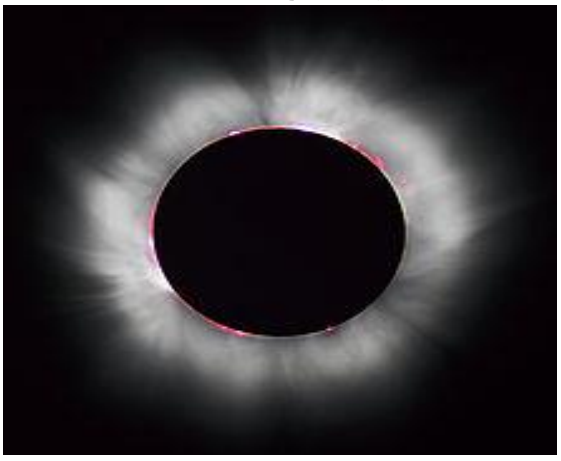
Above the chromosphere, in a thin (about 200 km) transition region, the temperature rises rapidly from around 20,000 K in the upper chromosphere to coronal temperatures closer to 1,000,000 K. The temperature increase is facilitated by the full ionization of helium in the transition region, which significantly reduces radiative cooling of the plasma. The transition region is not easily visible from Earth's surface, but is readily observable from space by instruments sensitive to the extreme ultraviolet portion of the spectrum.

أعلى من الكروموسفير، في منطقة انتقالية رقيقة (حوالي 200 كم)، ترتفع درجة الحرارة بسرعة من حوالي 20,000 K في اعلى الكروموسفير إلى درجات الحرارة تصل الى 1،000،000 K قرب الإكليلية. تتم زيادة درجة الحرارة بمساعدة التأين الكامل للهيليوم في المنطقة الانتقالية، مما يقلل بشكل كبير من التبريد الإشعاعي للبلازما. المنطقة الانتقالية غير مرئية بسهولة من سطح الأرض، ولكن يمكن ملاحظتها بسهولة من الفضاء عن طريق الأدوات الحساسة للأشعة الفوق البنفسجي من الطيف.

iv. The corona

The corona is the next layer of the Sun. The low corona, near the surface of the Sun, has a particle density around 10^{15} m^{-3} to 10^{16} m^{-3}. The average temperature of the corona and solar wind is about 1,000,000–2,000,000 K; however, in the hottest regions it is 8,000,000–20,000,000 K. The corona is the extended atmosphere of the Sun. A flow of plasma outward from the Sun into interplanetary space is the solar wind.

كورونا هي الطبقة التالية من الشمس. يحتوي الإكليل المنخفض، بالقرب من سطح الشمس، على كثافة الجسيمات حوالي 10^{15} م $^{-3}$ إلى 10^{16} م $^{-3}$. يبلغ متوسط درجة حرارة كورونا والرياح الشمسية حوالي 1,000,000-2,000,000 k؛ ومع ذلك، في المناطق الأكثر سخونة، يتراوح ما بين 8،000،000 - 20،000،000 K. إن كورونا هو الجو الممتد للشمس. تدفق البلازما في الخارج من الشمس إلى مساحة بين الكواكب هو الرياح الشمسية.



During a total solar eclipse, the solar corona can be seen with the naked eye, during the brief period of totality.

v. The heliosphere

The heliosphere is the bubble-like region of space dominated by the Sun, which extends from the outer atmosphere of the Sun to far beyond the orbit of Pluto where marks the

edge of the Sun's magnetic influence in space. Plasma out from the Sun is a magnetic plasma, known as the solar wind, creates and maintains this bubble against the outside pressure of the interstellar medium. The magnetic plasma from the Sun doesn't mix with the magnetic plasma between the stars in our galaxy, so the solar wind carves out a bubble-like atmosphere that shields our solar system from the majority of galactic cosmic rays.

الغلاف الشمسي هي منطقة شبيهة بالفقاعة التي تهيمن عليها الشمس، والتي تمتد من الغلاف الجوي الخارجي للشمس إلى أبعد من مدار بلوتو حيث يمثل حافة التأثير المغناطيسي للشمس في الفضاء. البلازما الخارجة من الشمس هي بلازما مغناطيسية، وتسمى باسم الرياح الشمسية، تكون هذه الفقاعة وتحافظ عليها ضد الضغط الخارجي للوسط بين النجوم. لا تختلط البلازما المغناطيسية من الشمس مع البلازما المغناطيسية بين النجوم في مجرتنا، وبالتالي فإن الرياح الشمسية يكون جوًا يشبه الفقاعات الذي يحمي نظامنا الشمسي من غالبية الأشعة الكونية المجرة.

7- Solar wind

The solar wind is a stream of plasma released from the Sun's upper atmosphere. It consists of mostly electrons and protons with energies usually between 1.5 and 10 keV. The stream of particles varies in density, temperature and speed over time and over solar longitude. These particles can escape the Sun's gravity because of their high energy.

The solar wind is divided into **the slow solar wind** and **the fast solar wind**. The slow solar wind has a velocity of about 400 km/s, a temperature of $1.4–1.6\times10^6$ K and a composition that is a close match to the corona. The fast solar wind has a typical velocity of 750 km/s, a temperature of 8×10^5 K and nearly matches the photospheres. The slow solar wind is twice as dense and more variable in intensity than the fast solar wind. The slow wind has a more complex structure, with turbulent regions and large-scale organization.

الرياح الشمسية عبارة عن تيار من البلازما ينطلق من الغلاف الجوي العلوي للشمس. ويتكون في الغالب من إلكترونات وبروتونات ذات طاقات تتراوح عادة بين 1.5 و10 كيلو إلكترون فولت. يتغير تيار الجسيمات من حيث الكثافة ودرجة الحرارة والسرعة بمرور الوقت وعلى خط الطول الشمسي. يمكن لهذه الجسيمات الهروب من جاذبية الشمس بسبب طاقتها العالية.

وتنقسم الرياح الشمسية إلى الرياح الشمسية البطيئة والرياح الشمسية السريعة. تبلغ سرعة الرياح الشمسية البطيئة حوالي 400 كيلومتر في الثانية، ودرجة حرارة تتراوح بين $1.4–1.6\times10^6$ كلفن وتركيبة قريبة من الإكليل. تبلغ سرعة الرياح الشمسية السريعة 750 كم/ث، ودرجة حرارة 8×10^5 كلفن وتتوافق تقريبًا مع الغلاف الضوئي. تكون الرياح الشمسية البطيئة أكثر كثافة بمرتين وأكثر تنوعًا في شدتها من الرياح الشمسية السريعة. وللرياح البطيئة بنية أكثر تعقيدا، مع مناطق مضطربة وتنظيم واسع النطاق.

- **Solar phenomena**

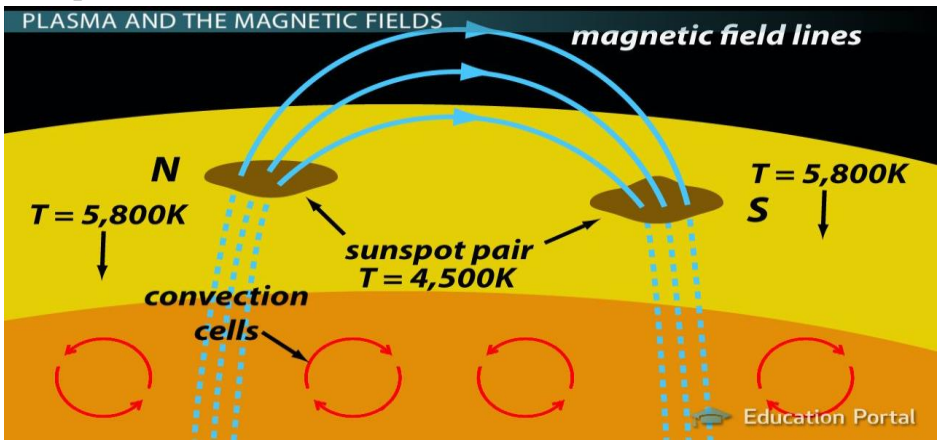
I. Solar Irradiance

Irradiance is the power per unit area produced by the Sun in the form of electromagnetic radiation. Irradiance may be measured in space or at the Earth's surface after atmospheric absorption and scattering. **Total solar irradiance (TSI)**, is a measure of the solar radiative power per unit area normal to the rays, incident on the Earth's upper atmosphere. **The solar constant** is a conventional measure of mean TSI at a distance of one Astronomical Unit (AU).

الإشعاع هو الطاقة لكل وحدة مساحة تنتجها الشمس على شكل الإشعاع الكهرومغناطيسي. يمكن قياس الإشعاع في الفضاء أو على سطح الأرض بعد امتصاص الغلاف الجوي وتناثره. الإشعاع الشمسي الكلي (TSI)، هو مقياس للطاقة الإشعاعية الشمسية لكل وحدة مساحة إلى الأشعة، الساقطة على الغلاف الجوي العلوي للأرض. ثابت الطاقة الشمسية هو مقياس تقليدي لـ TSI المتوسط على مسافة وحدة فلكية واحدة (AU).

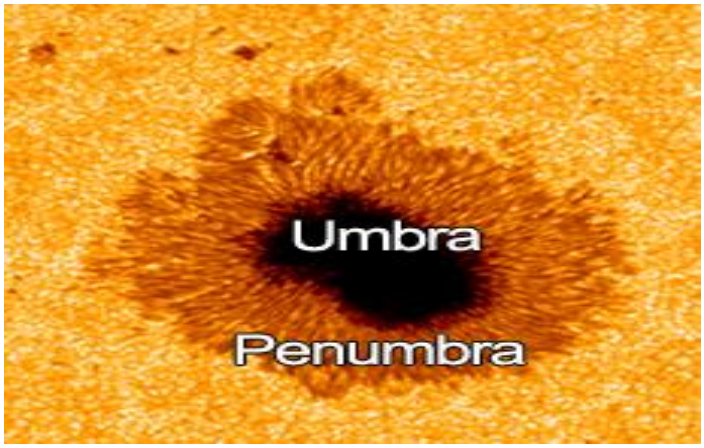
II. Sunspots

Sunspots are relatively dark areas (temperatures of roughly 3,000–4,500 K) on the Sun's surface (photosphere) where intense magnetic activity inhibits convection and cools the Photosphere.



Sunspots usually appear in pairs of opposite magnetic polarity. Their number varies according to the approximately 11-year solar cycle. Early in the cycle, sunspots appear in the higher latitudes and then move towards the equator as the cycle approaches maximum. Spots from two adjacent cycles can co-exist for some time.

Individual sunspots or groups of sunspots may last anywhere from a few days to a few months, but eventually decay. Sunspots expand and contract as they move across the surface of the Sun, with diameters ranging from 16 km to 160,000 km. The larger sunspots are visible from Earth without the aid of a telescope. They may travel at relative speeds of a few hundred meters per second when they first emerge.



The sunspots

Sunspots have two parts: the central umbra, which is the darkest part, where the magnetic field is approximately vertical (normal to the Sun's surface) and the surrounding penumbra, which is lighter, where the magnetic field is more inclined.

البقع الشمسية هي مناطق مظلمة نسبيًا (درجات حرارة تتراوح ما بين 3000 إلى 4500 كلفن تقريبًا) على سطح الشمس (الغلاف الضوئي) حيث يمنع النشاط المغناطيسي المكثف الحمل الحراري ويبرد الغلاف الضوئي.

تظهر البقع الشمسية عادة في أزواج ذات قطبية مغناطيسية متعاكسة. ويختلف عددهم وفقا للدورة الشمسية التي تبلغ 11 عاما تقريبا. في وقت مبكر من الدورة، تظهر البقع الشمسية في خطوط العرض العليا ثم تتحرك نحو خط الاستواء مع اقتراب الدورة من الحد الأقصى. يمكن أن تتعايش البقع من دورتين متجاورتين لبعض الوقت.

قد تستمر البقع الشمسية الفردية أو مجموعات البقع الشمسية في أي مكان من بضعة أيام إلى بضعة أشهر، ولكنها تتحلل في النهاية. تتوسع البقع الشمسية وتنكمش أثناء تحركها على سطح الشمس، ويتراوح أقطارها من 16 كيلومترًا إلى 160 ألف كيلومتر. ويمكن رؤية البقع الشمسية الأكبر حجمًا من الأرض دون مساعدة التلسكوب. قد يسافرون بسرعات نسبية تبلغ بضع مئات من الأمتار في الثانية عند ظهورهم لأول مرة.

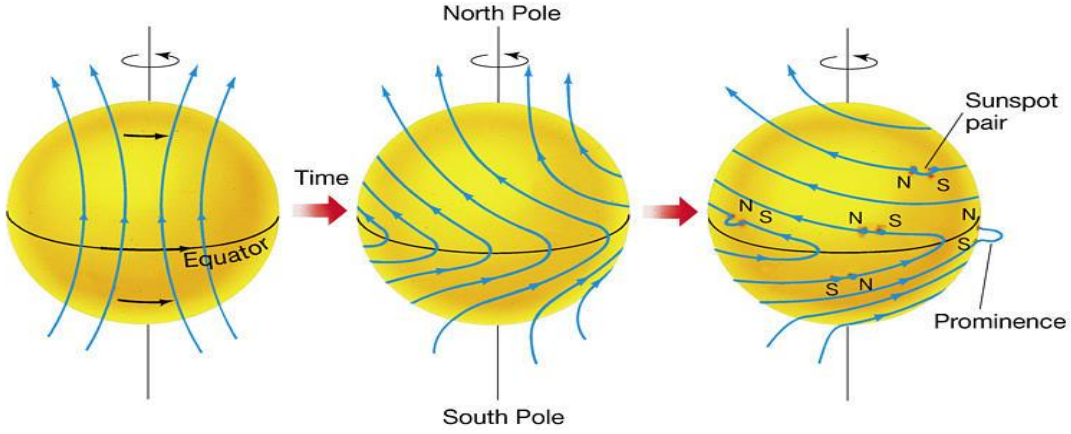
تتكون البقع الشمسية من جزأين: الظل المركزي، وهو الجزء الأكثر قتامة، حيث يكون المجال المغناطيسي عموديًا تقريبًا (طبيعيًا على سطح الشمس) والظل المحيط، وهو أخف، حيث يكون المجال المغناطيسي أكثر ميلًا.

Solar magnetic field

The Sun has a magnetic field that varies across the surface of the Sun. Its polar field is 1–2 gauss, whereas the field is typically 3,000 gausses in sunspots and 10–100 gauss in solar prominences. Stellar magnetic fields, according to solar dynamo theory, are caused within the convective zone of the star. This activity destroys the star's primordial magnetic field, then generates a dipolar magnetic field. As the star undergoes differential rotation the magnetism is wound into a toroidal field of "flux ropes" that become wrapped around the star. The fields can become highly concentrated, producing activity when they emerge on the surface.

تحتوي الشمس على مجال مغناطيسي يختلف عبر سطح الشمس. حقله القطبي هو 1-2 غاوس، في حين أن الحقل عادة ما يكون 3000 غاوس في البقع الشمسية و10-100 غاوس في الشواظ الشمسية. الحقول المغناطيسية النجمية، وفقا لنظرية دينامو الطاقة الشمسية، تحدث في منطقة الحمل الحراري للنجم. هذا النشاط يدمر المجال المغناطيسي الابتدائي للنجم، ثم يتولد حقل مغناطيسي ثنائي القطب. وبما أن النجم يخضع لدوران تفاضلي، فعندها

المغنطيسية تتدرج في مجال حلقي على شكل «حبال تدفق» وتصبح ملفوفة حول النجم. ويمكن أن تصبح الحقول مركزة للغاية، بحيث تظهر تأثيرها عندما تبرز على السطح.



Because the major currents flow in the direction of conductive mass motion (equatorial currents), the major component of the generated magnetic field is the dipole field of the equatorial current loop, thus producing magnetic poles near the geographic poles of a rotating body. The sun's magnetic field changes polarity approximately every 11 years (so the period is about 22 years) during the peak of each solar cycle (the sunspots activity is at maximum) as the sun's inner dynamo reorganizes itself. During a magnetic field reversal, "the sun's polar magnetic fields weaken, go to zero and then emerge again with the opposite polarity. The solar magnetic field extends well beyond the Sun itself. The electrically conducting solar wind plasma carries the Sun's magnetic field into space, forming what is called the interplanetary magnetic field.

نظرًا لأن التيارات الرئيسية تتدفق في اتجاه حركة الكتلة الموصلة (التيارات الاستوائية)، فإن المكون الرئيسي للحقل المغناطيسي المولد هو حقل ثنائي القطب للحلقة التيار الاستوائي، وبالتالي إنتاج اقطاب مغناطيسية بالقرب من الأقطاب الجغرافية للجسم الدوار. يغير المجال المغناطيسي الشمسي القطبية كل 11 عامًا تقريبًا (وبالتالي فإن الفترة حوالي 22 عامًا) خلال ذروة كل دورة شمسية (نشاط البقع الشمسية يكون بحد أقصى) حيث يعيد دينامو الشمس الداخلي أن يعيد تنظيم نفسه. خلال انعكاس المجال المغناطيسي، "تضعف الحقول المغناطيسية القطبية للشمس، وتنتقل إلى الصفر ثم تظهر مرة أخرى مع القطبية المعاكسة. يمتد المجال المغناطيسي الشمسي إلى ما وراء الشمس نفسه، تشكيل ما يسمى المجال المغناطيسي بين الكواكب.