- بعد الكوكب عن مركز الكرة الأرضية Geocentric distance ويعتمد على كلا من مدار الكوكب ومدار الأرض حول الشمس، وكذلك على موقع هذه الأجسام في مداراتها في الوقت الذي يتم فيه تحديد المسافة، مع أهمال ميل هذه المدارات بالنسبة لدائرة البروج Ecliptic. وتعتمد المسافة على زاوية الطور Phase angle أي الزاوية بين الكوكب والشمس والأرض. وتكون هذه المسافة أو البعد بين الكوكب والأرض أقصاه عندما يكون هذا البعد حاصل جمع وحدة فلكية واحدة (نصف قطر مدار الأرض حول الشمس) ونصف قطر مدار الكوكب المراد حساب بعده عن الأرض. وهذا يحدث عند الاتصال Conjunction أي تقع الشمس بين الأرض والكوكب. أما أقل قيمة لبعد الكوكب عن الأرض يحدث عندما يكون حاصل طرح وحدة فلكية واحدة من نصف قطر مدار الكوكب وهذا يحدث عندما يقع الكوكب والأرض في أتجاه واحد من الشمس أي في الاستقبال Opposition للكواكب العلوية أو الاتصال الداخلي للكواكب السفلية Interior conjunct.

- الدورة الشمسية Synodic Period هي الفترة اللازمة لنظام الكوكب- الشمس- الأرض ليعود لنفس الوضع بالنسبة لبعضهما البعض عندما يشاهدان من الأرض. وهذه الدورة تتراوح بين 115.9 يوم في حالة كوكب عطارد وعامين و 49.5 يوم لكوكب المريخ والفترة الشمسية تعني الفترة بين تحقق شروط محددة لإرسال مسبار فضائي لكوكب ما.

## 2-2 : الفضاء القريب Near Space :

الفضاء القريب المتوسط يغلب عليه وجود غلاف جوي غازى، تحتفظ به جاذبية الأرض، ووجود المجال المغناطيسى، والماجنيتوسفيرmagnetosphere المتولد من الجزء الخارجي من قلب الأرض.

فوق الغلاف الجوي توجد البلازما Plasma (غاز متأين يتكون من جسيمات مشحونة موجبة أو سالبة بالإضافة للأيونات) التي تقتنصها خطوط قوي الكرة المغناطيسية. وهذه البلازما تشكل الكرة المتأنية والمناطق البلازمية المختلفة في الماجنيتوسفير.

### 1-2-2 : الغلاف الجوي The atmosphere :

الغلاف الجوي يمكن تقسيمه إلى أجزاء بعده طرق الشكل (2-3).

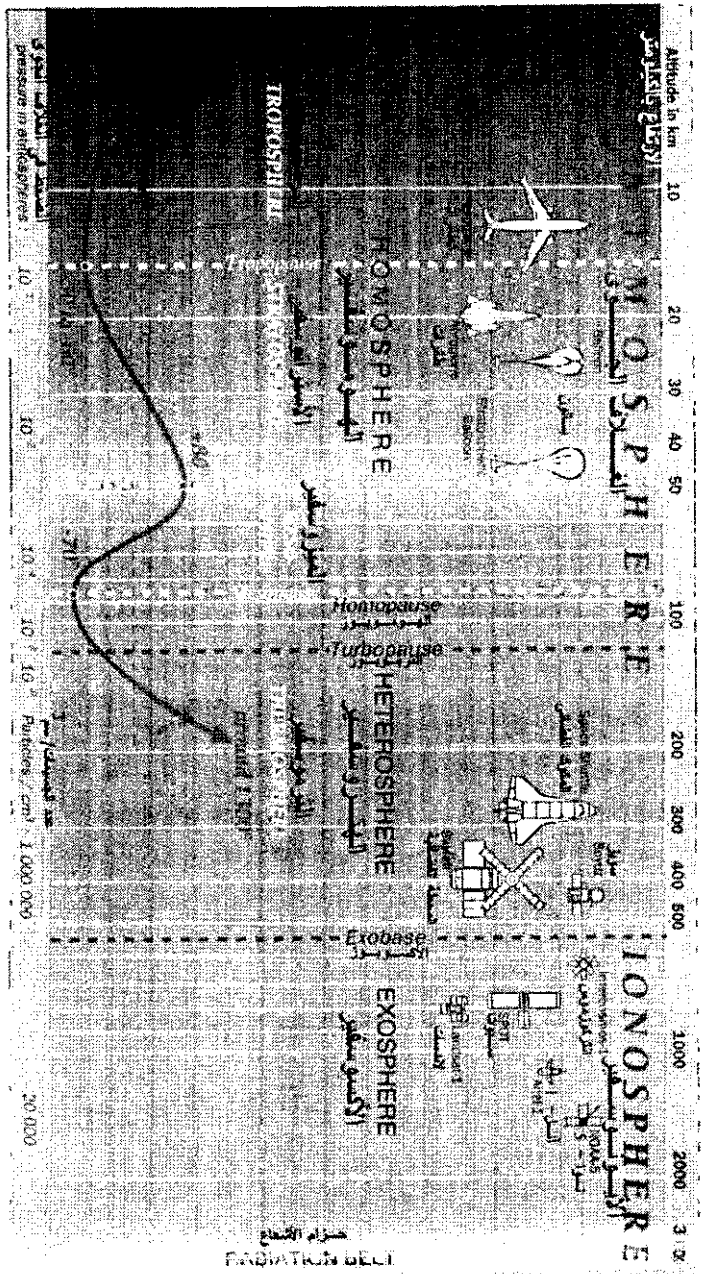
يقسم تبعا للتركيب الذي يظل ثابت في مناطق الحمل السفلي أو الهوموسفير Homosphere، حتي الهوبوبوز على بعد 90 كم. الأوزون المتوفر بكثره بين 40 إلى 50 كم. وتسود العناصر الخفيفة أكثر وأكثر في طبقة الهتروسفير والفوتوايونيز Photoionised بواسطة الأشعة الشمسية فوق البنفسجية، التي تزيد بلازما الأيونوسفير. وبعد الإكسوبوز Exobose (500 إلى 600 كم )، تسود فقط مركبات الغلاف الجوي الأخف ( الهليوم والهيدروجين). وهي تكون معرضه للهروب ببطء من جاذبية الأرض وهذه المنطقة تسمي الأكسوسفير Exosphere .

ونتيجة الضغط والكثافة اللذان يتناقصان ببطء مع الأرتفاع، 50 % من كتلة الغلاف الجوي تقع تحت ارتفاع 5 كم، 90 % تقع تحت 16 كم و99.9 % تقع تحت 60 كم. حتي أكثر مناطق الغلاف الجوي أقل كثافة تؤثر على حركة الأقمار الصناعية، حتي ارتفاع 600 كم، مما يقلل من عمرها الافتراضى.

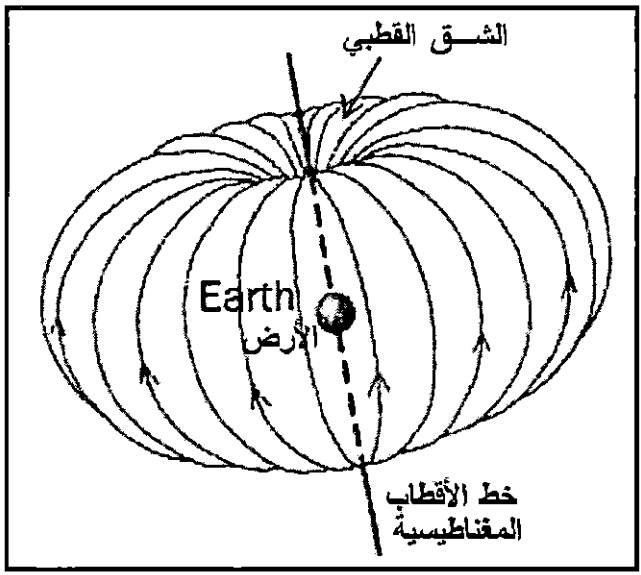
ودرجة حرارة الغلاف الجوي التي تتناقص مع الارتفاع من 5 ° إلى 10 ° مئوية كل كيلو متر في طبقة التروبوسفير Troposphere حتى تصل أقل قيمة لها في طبقة التروبوبوز Tropopause، عند ارتفاع 9 كم قرب القطبيين و 18 كم قرب دائرة الاستواء. وتطير الطائرات فقط في طبقة التروبوسفير. وفوق طبقة التروبوبوز تزيد درجة الحرارة مع الارتفاع تحت تأثير وجود طبقة الأوزون الذي يمتص أشعة الشمس فوق البنفسجية، والتي تصل إلى 80 ° مئوية على ارتفاع 50 كم عند قمة طبقة الستراتوسفير Stratosphere. وتسمي هذه المنطقة بالستراتوبوز Stratopause. وبعد ذلك تتناقص درجة الحرارة لتصل إلى – 70 ° مئوية في طبقة الميزوسفير mesosphere. وفي النهاية بعد طبقة الميزوبوز Mesopause (90 كم) تزيد الحرارة بسرعة في طبقة الثرموسفير Thermosphere (التي تتطابق مع طبقة الهتروسفير) لتصل إلى درجة حرارة الإكسوسفير Exosphere التي تتراوح بين 1200 ° حتي 1300 ° مئوية وتنتج من امتصاص أشعة الشمس فوق البنفسجية الشديدة بواسطة التأين الضوئي photoionization.

### 2-2-2 : الماجنيتوسفير The magnetosphere :

الماجنيتوسفير هي الفجوة المغناطيسية في الرياح الشمسية، الناتجة من التفاعل بين المجال المغناطيسي لأقطاب الأرض الشكل (2-4) والمجال المغناطيسي بين الكوكبي في الرياح الشمسية الشكل (2-5). والسطح الذي يحدث



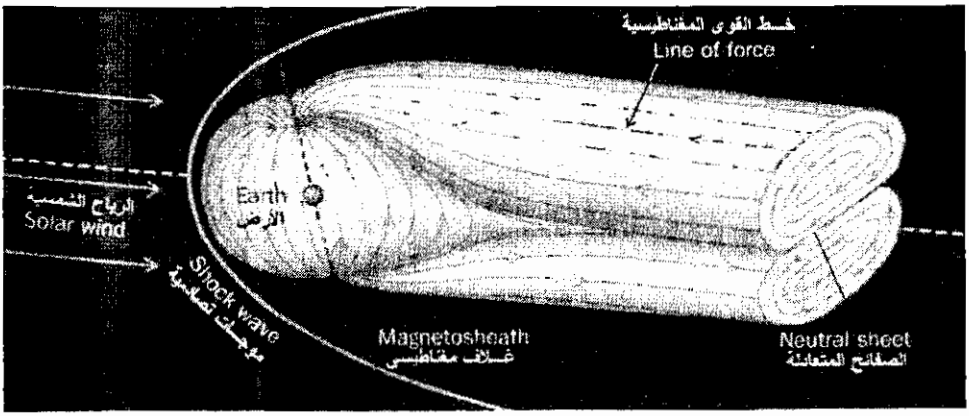

**الشكل (2-3) التقسيمات الرئيسية للفضاء القريب.**



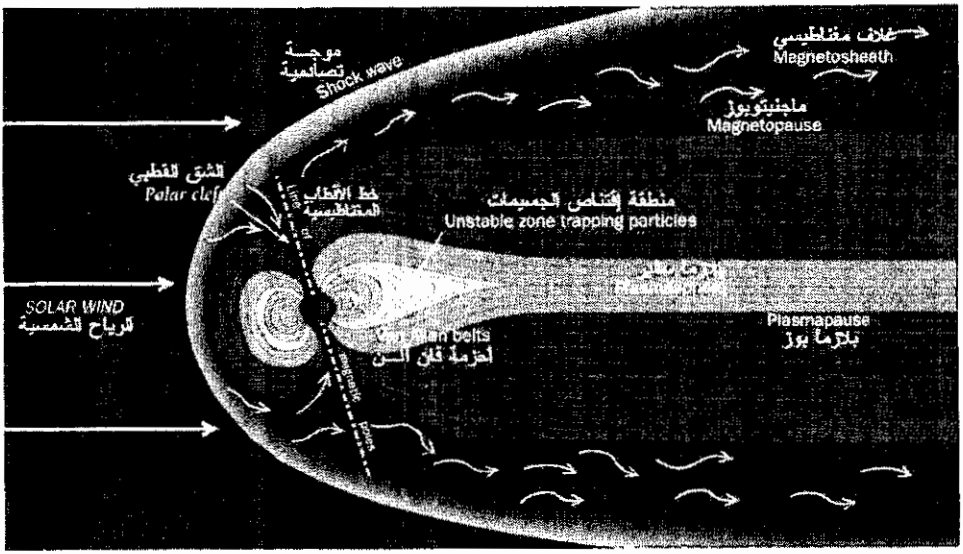

**الشكل (2-4). شكل المجال المغناطيسي الأرضي في حالة عدم وجود رياح شمسية.**

عنده اتزان للمجالين يسمي المجنيتوبوز magnetopause. وبعد المجنيتوبوز توجد الموجات التصادمية Shock wave الناتجة من تدفق الرياح الشمسية بسرعة أكبر من سرعة الصوت. وبين المنطقتين يوجد الغلاف المغناطيسي magnetosheath حيث يتغير المجال المغناطيسي بدرجة كبيره في الشدة والاتجاه. وهذا ينتج من الجسيمات القادمة من بلازما ما بين الكواكب الشكل (2-6) حيث تحتوي أحزمة فان آلن على مناطق خطرة بالنسبة للأقمار الصناعية. ولحسن الحظ فإن العديد من الأقمار الصناعية منخفضة الارتفاع LEO تقع مداراته تحت هذه المناطق، بينما مدارات الأقمار الثابتة GEO تقع فوق تلك المناطق الخطرة.

تبدأ طبقة الأيونوسفير ionosphere خارج طبقة الثرموسفير نتيجة لتأين مركبات الغلاف الجوي التي تصل إلى ارتفاعات عالية. وهذا التأين ينتج من أشعة الشمس فوق البنفسجية والأشعة السينية والأشعة الكونية Cosmic radiation. كما توجد جسيمات من بلازما ما بين الكواكب والأجزاء الصغيره الناتجة من المذنبات وحبيبات المذنبات في الطبقة العليا من الغلاف الجوي (وهي مصدر الأيونات المعدنية) .




**الشكل (2-5) المجال المغناطيسي في وجود الرياح الشمسية.**




**الشكل(2-6) مقطع في الكرة المغناطيسية للأرض.**

### 2-2-3 :البلازما في الماجنيتوسفير :

إن خطوط القوي التي في الماجنيتوسفير فوق الأيونوسفير الأرضي تؤين الجزئيات في اتجاه المجال المغناطيسى، لذلك تنظم توزيعها وتمثل الشقوق القطبية polar clefts طريقا سهلا أقل مقاومة لدخول الجزئيات المشحونة في الغلاف

الجوي الأرضى. وفي فترات زيادة النشاط الشمسي نجد أن الجزئيات ذات السرعات العالية قادرة نوعا ما على اختراق الطبقات العليا من الغلاف الجوى. لذلك تثير جزئيات الغلاف الجوي مما ينتج عنه ظاهرة الشفق القطبي auroras الشمالي والجنوبي australis & borealis .

يمكن تمييز المناطق المختلفة في بلازما الماجنيتوسفير بشكل خاص :

ففي المناطق المستقرة في أحزمة فان آلن Van allen belts التي فيها الجزئيات (ذات الطاقة العالية مثل البروتونات والالكترونات الموجودة في الأشعة الكونية وكذلك الالكترونات ذات الطاقة الأقل ) تجبر على الانحراف على طول خطوط القوي (حيث تأخذ بين 0.01 إلى 2 ثانية لتتحرك من أحد أقطاب الكرة الأرضية إلى القطب الآخر تبعا لنوع الجسيم ) لتدور حول الأرض. والالكترونات تكمل هذه الدورة من ساعة واحدة إلى عشر ساعات في اتجاه دوران الأرض. بينما البروتونات تتحرك في اتجاه معاكس لدوران الأرض في فترة زمنية قدرها 5 ثواني إلى 30 دقيقة. والبروتونات ذات الطاقة العالية تكون على ارتفاع ما بين 2000 إلى 6000 كم، ويمكن تواجدها على ارتفاعات أقل بكثير (تحت 400 كم ) بمساعدة الأختلاف المغناطيسي في المناطق التي تقع بين البرازيل وجنوب أفريقيا. واحزمة الإشعاع مملؤة بالجسيمات ذات الطاقة العالية التي تدمر خلايا السيليكون التي تستخدم في الأقمار الصناعية لتوليد الطاقة من أشعة الشمس. وكرة البلازما تتكون من بلازما ذات طاقة منخفضة بنفس التركيب والأصل الظاهري كبلازما الأيونوسفير ولكن بكثافة أقل (50 جزىء /سم$^3$).

## 3-2 : الشروط الحرارية Thermal conditions :

تخضع الأجسام في الفضاء لدرجات حرارة مختلفة تعتمد بقدر أقل على درجة حرارة الهواء الذي يصبح أكثر ندرة. ففي طبقة الميزوسفير وما بعدها يتم تبادل الحرارة بواسطة الإشعاع، فالمصادر الرئيسية للحرارة قرب الفضاء هي الشمس (1200 h/m$^2$/kcal (كيلو كالورى/ م$^2$/ ساعة)) والأرض ( 187 h/m$^2$/kcal ) بواسطة اشعاعها الذاتى، 430 h/ m$_2$ / kcal نتيجة انعكاس أشعة الشمس عليها).

تمد الأشعة الشمسية التي تعمل في الفضاء القريب أغلب الأقمار الصناعية بالطاقة. وفي الفضاء البعيد عندما تكون الأقمار بعيدة عن الشمس بدرجة كبيرة تقل طاقة الشمس وتصبح مصادر أخري للطاقة ضروية مثل الطاقة النووية. وفي التحليل الحراري للمركبات الفضائية وجد أنه عندما يكون الإشعاع الشمسي هو المسيطر وفي عدم وجود غلاف جوي يكون سطح المركبة المواجه للشمس ذو درجة حرارة عالية بينما السطح المضاد للشمس من المركبة يكون أبرد. ولكي تتمكن الأقمار الصناعية من