

## **EL SISTEMA SOLAR**

### **INTRODUCCION.**

La exploración espacial ha confirmado una vez más la validez del método científico y la posibilidad de hacer predicciones astronómicas a grandes distancias.

El estudio del sistema solar es importante para la humanidad porque es lo que tiene cerca, está a su alcance y siente que tiene la posibilidad de conocerlo, de comprenderlo y de utilizarlo para su beneficio.

Los planetas más cercanos se ven a simple vista como estrellas brillantes. Para los griegos fueron objetos tan importantes que los bautizaron como sus dioses.

El sistema solar está conformado por el Sol, nueve planetas, lunas, planetas menores, cometas, meteoritos, gas y polvo. Parte del polvo está concentrado en anillos, tres cercanos los asteroides y dos más allá de la órbita de Plutón.

Los planetas se suelen dividir en interiores y exteriores. Los interiores son: Mercurio, Venus, Tierra y Marte y se encuentran relativamente cerca del Sol; Mientras los exteriores son Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón, pues están en promedio 25 veces más lejos. La distancia entre Plutón y el Sol es 40 veces la distancia de la Tierra al Sol (150 millones de Km.). El Sol posee el 98.2 % de la masa del sistema solar. Los planetas se trasladan alrededor del Sol en órbitas elípticas y, al mismo tiempo, rotan sobre sí mismos.

El sistema solar está inmerso en un flujo de partículas que emanan continuamente del sol, llamado viento solar.

El sistema solar es muy pequeño si lo comparamos con el cosmos. Viajando a la velocidad de la luz (300000 km/seg) tardaríamos 1.5 segundos en llegar a la Luna, 86 minutos en llegar a Saturno y 4 años en llegar a la estrella más cercana. Ahora que si quisiéramos llegar a algún planeta de la galaxia de Andrómeda tardaríamos varios millones de años.

### **EL SOL**

El Sol es el componente más notable del Sistema Solar. Su masa es de  $2 \times 10^{33}$  gr = 1 M. El Sol tiene 743 veces más masa que todo el resto del sistema solar, todos los cuerpos gravitan a su alrededor. El sol se mueve a una velocidad de 250 km/seg. El diámetro del Sol es de 1.4 millones de Km.

El sol es una estrella bastante común, su temperatura superficial es de 5700 grados kelvin y la interior de  $15 \times 10^6$  a  $6 \times 10^8$  grados kelvin. El sol libera cada segundo  $3.8 \times 10^{33}$  ergs de energía. La fuente de energía del Sol proviene de la fusión nuclear que se lleva a cabo en su interior, en la que se están transformando continuamente dos átomos de deuterio (que es un isótopo del hidrógeno) en uno de helio, utilizando como catalizador al carbono. Como la masa de los dos átomos de deuterio es ligeramente mayor que la masa del átomo de helio, el exceso de masa se transforma en energía, de acuerdo con la relación  $E=mc^2$ . La masa transformada en energía por reacción, es tan solo 0.007 veces la masa original.

La composición química del Sol: hidrógeno, helio y trazas de los demás elementos, principalmente carbono, nitrógeno y oxígeno.

En el Sol se han descubierto 92 de los elementos químicos que existen en forma natural en la Tierra. El Sol posee un campo magnético (entre 1 y 2 gauss) se está evaporando; se produce el viento solar, que son partículas cargadas que arrastran consigo a las líneas de campo magnético y se mueve 540 Km. Menos 1. La

masa que pierde el Sol por este proceso es solo 10 menos 7 M por año.

En la parte central ocupa el 25% de su radio, ahí es donde se realizan las reacciones nucleares, los choques entre partículas atómicas son lo suficientemente frecuentes y potentes como para lograr fusionarse y liberar fotones muy energéticos (rayos gamma).

El material solar tiene in cierto grado de opacidad, esta se vuelve tan elevada que de modo de transporte de energía por radiación ya no es posible aparece una zona convectiva, esto es, una zona en que hay movimiento de materia de las capas calientes hacia el exterior y de las frías hacia el interior .

La fotosfera del Sol es la capa que observamos cuando vemos a simple vista. Ahí aparecen manchas, estas aumentan y disminuyen regularmente en ciclos de 22 años.

La cromosfera está mas caliente que la fotosfera y se caracteriza por tener espículas, prominencias de gas caliente. La fotosfera es 10 000 veces mas brillante que la corona.

La vida del Sol no será eterna, las reacciones nucleares continuaran durante otros 4 500 millones de años. Después el hidrógeno se verá agotado, en ese momento empezará la fusión del helio, los gases solares se expandirán y el Sol se convertirá en una estrella gigante roja, después empezara a vibrar y fusionar carbono en su núcleo , expulsará su atmósfera al espacio dejando expuesto su núcleo. Se vera como una estrella enana. Esta se enfriara y terminara como una enana negra.

EL SOL EN LUZ ULTRAVIOLETA. La respuesta del ojo humano a la luz disminuye en longitudes de onda menores de 3500 Å y mayores de 7 000 Å. La atmósfera terrestre no deja pasar longitudes de onda ni mas cortas ni mas largas.

La luz que se produce en la fotosfera del Sol sólo tiene un ligero porcentaje de luz ultravioleta. En luz ultravioleta el Sol se ve como una nubecilla con arcos que brotan de repente. Se le ven olas y chorros.

EL SOL EN RAYOS X. Los rayos x tienen mayor energía, estos se producen solo en regiones de temperatura muy alta, la atmósfera es opaca a los rayos X, el disco solar se ve negro y la corona brillante.

## **LOS PLANETAS TERRESTRES**

Los planetas también llamados interiores son Mercurio, Venus, la Tierra y Marte: tienen pocas lunas, son ricos en elementos pesados y su temperatura promedio es de 200 grados Celsius .

### **MERCURIO**

Es el planeta mas cercano al Sol, su orbita es sumamente elíptica , Su máximo alejamiento al Sol es de 20 grados, por lo que, como máximo, se le ve dos horas antes de salir el Sol a dos horas después de ponerse.

Basándose en algunas estructuras superficiales indefinidas los astrónomos llegaron a la conclusión de que su período de rotación es de 88 días.

Su gravedad superficial es muy baja (2/5 de la terrestre).Mercurio rota muy despacio, su periodo es de 56 días, así que cada vez que el planeta da tres vueltas sobre su eje se mueve dos veces alrededor del Sol, Posee una atmósfera sumamente tenue : mil billones de veces menos densa que la de la Tierra. Su composición química es de helio e hidrógeno. La atmósfera de Mercurio viene del Sol: como el viento solar incide sobre su superficie las rocas lo absorben y mas tarde se desgasifican, produciendo la incipiente atmósfera.

Mercurio es muy parecido a la Luna: de color gris blancuzco y con miles de cráteres de todos tamaños, porque

ahí caen muchos meteoritos y estos forman los cráteres.

Se piensa que en los orígenes de Mercurio, este estaba compuesto de roca y metal fundido. El interior permaneció fundido mientras que las regiones externas se enfriaron y solidificaron, conforme se enfrió el exterior se contrajo. El interior de Mercurio se fundió como resultado del decaimiento de los elementos radioactivos presentes.

Como en otros cuerpos encontramos regiones de Mercurio que están pobladas por cráteres otras hay menor densidad de estos.

## **VENUS**

Galileo fue el primer hombre que realizó observaciones de Venus con un telescopio; encontró que es un cuerpo esférico que presenta fases como la Luna.

Venus tiene casi el mismo tamaño y masa que la Tierra. Tiene temperaturas de casi 500 grados Celsius cuando es de día, caen rayos continuamente y hay lluvias esporádicas de ácido sulfúrico. Las temperaturas superficiales tan elevadas se deben a la presencia de una gran cantidad de bióxido de carbono. Esto hace que Venus haya lo que se conoce como efecto invernadero: la luz del Sol penetra hasta la superficie, ésta la absorbe e irradia fotones infrarrojos, los cuales no logran escapar debido al bióxido de carbono atmosférico. Así la superficie se mantiene muy caliente.

Venus posee una montaña, el Monte Maxwell, de 14 Kilómetros de altura.

El cielo, las nubes y la superficie de Venus son de color naranja. Las rocas tienen aristas agudas lo que parece que hubo flujos de lava sobrepuestos que más tarde fueron erosionados por el viento (los vientos en la atmósfera de Venus son de 200 m/seg en la parte alta y de 2m/seg. cerca de la superficie).

La composición química de Venus es:

## **LA TIERRA**

La Tierra es redonda y presenta fases, esta tiene solo un satélite, que es la Luna. Posee una atmósfera y esta cubierto de nubes de agua.

La corteza terrestre está dividida en nueve grandes pedazos o placas que flotan parcialmente sobre el manto viscoso, estas están en movimiento, impulsadas por un gran flujo de magma, cuando dos placas se alejan, el espacio entre ellas se llenan de agua dando lugar a mares y océanos.

**EL INTERIOR DE LA TIERRA.** El interior de la tierra está formado por níquel y hierro. El núcleo central es sólido, pero está rodeado de líquido. La fuente de calor de la Tierra es la radiactividad.

**LA ATMÓSFERA.** La composición química de la atmósfera es de 78% N<sub>2</sub>, 28% de O<sub>2</sub> y 2.2 % de CO<sub>2</sub>, y cantidades variables de vapor de agua. La atmósfera de la Tierra se divide en diferentes capas, la temperatura promedio es de 20 grados centígrados. Las capas se llaman: Troposfera, tropopausa, estratosfera, capa de ozono, estratopausa, mesosfera, mesopausa, termosfera e ionosfera.

Como se había mencionado, la tierra posee un satélite que es la Luna, el diámetro de esta es de 3 476 Km., tiene una gran abundancia de cráteres, por lo tanto su corteza es vieja. Esta presenta zonas oscuras, presenta montañas y cañones, los cráteres pueden llegar a medir 295 Km. De ancho por 3 de alto. El periodo de rotación es igual al de traslación y es de 29.5 días, así que en promedio la mitad de la Luna está en la oscuridad durante 15 días y de claridad en 15 días, su temperatura superficial es de 120 grados a -110 grados

Celsius. La Luna siempre ha tenido la misma cara a la Tierra debido a que está la ha ido frenando por fuerzas de marea.

## **MARTE**

Es un planeta pequeño, tiene 6 800 Km. De diámetro, es decir la mitad del de la Tierra. La atmósfera marciana es tan tenue que se puede mirar a través de ella , hasta 60 Km. De diámetro , se pueden distinguir los casquetes polares y medir su periodo de rotación: 24 horas 37 minutos y 22.6 segundos.

Marte posee una atmósfera, la composición química de la superficie de Marte tiene un alto contenido de

Hierro (el óxido de hierro es el que le da la coloración rojiza ). La ausencia de un campo magnético marciano y las mediciones de su densidad (3.9 gr/cm cúbicos), sugieren que Marte no tiene núcleo de hierro; es decir, que los materiales más densos no están en el interior del planeta y los livianos en la superficie, sino que están bien mezclados.

Algunas áreas de Marte están cubiertas por dunas de arena frecuentemente alineadas en la misma dirección.

El cono volcánico más grande de Marte y de todo el resto del Sistema Solar es el Monte Olimpo, tiene 600 km de base y unos 25 km de altura.

Marte tiene dos satélites: Fobos y Deimos, son muy pequeños, se mueven relativamente rápido, debido a su cercanía al planeta. Están a 6 000 y 20 000 km sobre la superficie del planeta. Fobos le da una vuelta al planeta en 7 horas y 40 minutos; como el día en Marte es de 24 horas 37 minutos, Fobos tarda menos de un día en dar una vuelta . Deimos tarda 30 horas. Fobos se mueve al revés comparado con Deimos. siempre se dan la misma cara, su periodo de rotación es igual a su periodo de traslación. No son esféricos y están cubiertos por fracturas y cráteres debido a impactos de meteoritos. Fobos tiene un cráter de 8 km de diámetro. La dimensión máxima de Deimos es de 15 km y la mínima de 11. Las densidades de los dos son iguales : 2gr/cm cúbico.

## **LOS PLANETAS EXTERIORES**

Los planetas gigantes o jovianos se encuentran más allá del cinturón de asteroides y su temperatura promedio es de -200 Celsius, son muy difíciles de estudiar, sobre todo más allá de Urano.

Están hechos de materia volátil: Júpiter, Saturno y Neptuno son gaseosos, salvo por un pequeño núcleo sólido.

## **JÚPITER**

Júpiter es el mayor de los planetas del Sistema Solar, su sistema de nubes en formas de bandas que cubren su superficie y cuatro de sus muchas lunas, que hacen que Júpiter parezca un sistema solar en miniatura. Tiene una densidad de 1.3 gr/cm cúbicos , su composición química debe ser mas parecida al Sol. Está compuesto casi totalmente de hidrógeno y helio. La masa de Júpiter es 318 veces la terrestre y su radio 11.2 el terrestre, la gravedad superficial es 2.5 veces mayor que la terrestre.

Júpiter es totalmente gaseoso, salvo por un núcleo rocosos en el interior, tiene una estructura de bandas y huracanes en su superficie visible, tienen totalidades naranja, café, gris, amarillo, crema y azul.

La gran mancha roja que se eleva 8 Km. Por encima del material circundante, tiene 26 000 Km. de diámetro. Es una tormenta atmosférica con vientos huracanados de 360 Km./h de velocidad .

Júpiter rota muy rápido -una vez cada 10 horas- No todas las bandas rotan a la misma velocidad. En

consecuencia cada 50 días jovianos las bandas ecuatoriales han dado un giro mas que las polares.

Los gases de Júpiter se van haciendo más y más espesos hacia el núcleo del planeta, en el que la densidad es tan alta que el hidrógeno se vuelve metálico, se ha encontrado amoníaco y metano en la atmósfera de Júpiter.

Se piensa que la fuente de energía de Júpiter es la contracción gravitacional del planeta, las temperaturas de las nubes de Júpiter van de  $-173$  a  $-73$  grados Celsius.

Júpiter tiene 16 satélites, de los cuales los mas conocidos son: IO, este es el único cuerpo en el que se han observado volcanes en erupción, esta constituido de azufre y bióxido de azufre; EUROPA que esta cubierto de hielo y no presenta montañas y valles, algunos investigadores piensa que por debajo de la corteza hay agua y que alguna vez pudo haber existido vida.

**Júpiter posee un anillo, el cual esta concentrado en un plano de 30 Km. de espesor. El resto de forma un halo de 5 000 Km. por encima y por debajo de este plano. Está formado principalmente por partículas**

de polvo de 0.001 mm de diámetro. Probablemente esta formado por materia volcánica que origino su satélite IO. El anillo de Júpiter se dispersa constantemente en el espacio formando el halo.

## **SATURNO**

Es el segundo planeta del Sistema Solar, en cuanto a dimensiones y masa. El diámetro de este es el 80% del de Júpiter. Saturno parece moverse muy despacio a lo largo de la bóveda celeste.

Los anillos de Saturno están inclinados 27 grados respecto a su orbita. Están formados por fragmentos rocosos de hielos de varios metros de diámetro como por pequeñísimas partículas de polvo. Sus dimensiones son: 800 m de espesor y 5 000 Km de ancho. La composición química de sus anillos es principalmente de hielos: hielo de agua, hielo seco y hielo de amoníaco. El campo magnético de Saturno actúa sobre los anillos produciendo unas estrías de color oscuro sobre ellos, que se desplazan con el mismo periodo de rotación del planeta .

En la atmósfera de Saturno hay moléculas de hidrógeno, amoníaco y metano, aunque este ultimo se cristaliza y se precipita en forma de nieve. El núcleo de hidrógeno metálico de Saturno es menor que el de Júpiter.

Saturno tiene un núcleo sólido, rodeado por una capa de hidrógeno liquido metálico; afuera tiene una capa de hidrógeno y helio.

Tiene cinco satélites : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania y Oberon.

## **URANO**

**Además de hidrógeno y helio Urano y neptuno tiene oxígeno, nitrógeno, carbono, silicio y hierro en su interior, tienen un núcleo denso.**

**Urano tiene un campo magnético tan intenso como el terrestre, y midiendo su periodo de rotación se encontró que era de 17 horas. Este no esta alineado con los polos de rotación. El polo sur magnético está a 55 grados del polo norte geográfico .**

**La atmósfera de Urano tiene 8 500 Km de espesor y esta compuesta principalmente por hidrógeno; además tiene helio y trazas de metano y gases. Debajo de esta atmósfera hay un mar de amoníaco disuelto en el agua y mas adentro un núcleo rocoso.**

**Sus anillos están constituidos por miles de rocas alrededor de un metro de diámetro que rotan**

**alrededor del planeta mas o menos ocho horas. Los 10 anillos son delgados, oscuros y bien definidos están compuestos por rocas grandes que miden varios metros de diámetro**

## **NEPTUNO**

Tiene cuando menos dos o tres satélites y seis anillos. La orbita es tan grande que no le ha dado tiempo de dar una vuelta al Sol desde que se descubrió, aun cuando se mueve a 19 800 Km por hora. Su diámetro es de 49 200 km. Su temperatura es de -210 grados Celsius.

Neptuno es un planeta gigante gaseoso, en el centro tiene una parte sólida mas o menos del mismo tamaño que el de La tierra, su color azul se debe a la presencia de metano.

El planeta tiene cinco anillos que están formados por polvo de hielo y rocas opacas, también se le descubrieron seis lunas, las cuales son muy pequeñas y están cubiertas de hielo

## **PLUTÓN**

**Plutón tiene una órbita muy elongada, esta en promedio 70% mas lejos del Sol, pero a veces se mueve dentro de la orbita de Neptuno. Tiene un Satélite y se llama Caronte , su periodo orbital es de 6.39 días y su orbita esta inclinada 65 grados.**

## **LOS COMETAS**

### **MORFOLOGÍA**

Son cuerpos Sólidos, fríos, oscuros y muy pequeños, se encuentran a 1000 000 unidades astronómicas del Sol, Son bloques de sustancias congeladas cuyas dimensiones fluctúan entre ellas agua, bióxido de carbono (hielo seco), amoníaco y metano (gas natural), esta mezcladas con polvo interplanetario y con ciertos compuestos de hierro y magnesio, por lo que es común decir que el núcleo de un cometa es un pedazo de hielo sucio.

Al hallarse a unas tres unidades astronómicas (U:A) de distancia de sol, las masas comienzan a evaporarse debido a la radiación solar , y alrededor del núcleo se forma una capa gaseosa llamada coma.

La interacción con la coma del cometa con el viento solar y la radiación del sol es la causa de la formación de la cola.

### **ORBITAS**

La mayor parte de los cometas se desplaza en orbitas elípticas alrededor del sol. Asta la fecha se han identificado alrededor de 700 cometas. La mayor parte de ellas tarda mas de 500 años en darle una vuelta la sol.

La velocidad de n cometa varia a lo largo de su orbita, y llega a alcanzar unos 30km por segundo en la proximidad del sol.

## **LOS PLANETAS MENORES**

Son inmensas rocas que se encuentran en orbitas elípticas rotando alrededor del sol, entre las orbitas de Marte y Júpiter. Su número aproximado es de 100 000 aunque solo se han estudiado con detalle unos 2000. sus dimensiones son en promedio de 100 a 200 Km.

La composición química es muy variada: algunos contienen esencialmente silicio y el 5% son ricos en

metales. Cuando los choques entre asteroides son menos violentos los fragmentos se pueden quedar pegados, dando origen a asteroides de composición química mixta.

Existen algunos planetas menores, como Quirón, cuya órbita está entre la de Júpiter y Saturno su diámetro es de 300 km y podría ser el núcleo de un cometa desviado gravitacionalmente por los planetas gigantes.

Otro planeta menor interesante es Hidalgo. Su órbita es la más elongada de todos los asteroides estudiados, llega más allá que la de Júpiter y está inclinada 60 grados.

Las órbitas de los asteroides suelen ser muy elípticas y desorganizadas.

## **METEORITOS**

Son cuerpos menores que caen sobre la Tierra y otros cuerpos del sistema solar, al caer forman cráteres. Todos los días caen aproximadamente 19 toneladas de materia del espacio sobre la Tierra.

Uno de los meteoritos más importantes que se ha analizado es el meteorito Allende, que cayó en 1969 cerca de Toluca, cuya masa se estima en cuatro toneladas de materia sólida. Su composición química es muy similar a la del sol. Sus diferencias se deben a que el sol quema rápidamente elementos como el litio y a que Allende no puede tener gases muy volátiles y gases nobles, la edad de Allende es de  $4.67 \times 10^9$  años, se piensa que es la edad del sol y del sistema solar.

La composición de los minerales de un meteorito depende de la presión y de la temperatura del medio que se formaron. Existen una clase peculiar de meteoritos llamados tectitas. Tiene aspecto vídrico y formas circulares, alargadas y de mancuerna, las mayores tienen 8 cm de diámetro.

Algunos meteoritos tienen inclusiones con aminoácidos, esto es importante para los estudios sobre el origen de la vida, puesto que muestra que se puede formar compuestos orgánicos complejos en el medio interestelar.

## **OTROS PLANETAS**

La existencia de otros planetas más allá de la órbita de Plutón es factible. Pero de haberlos, serían muy difíciles de detectar. Sin embargo, con el satélite infrarrojo IRAS se han encontrado estrellas enanas cafés: cuerpos mayores que Júpiter, que podrían estar asociadas al sistema solar.

## **COSMOGONIA**

Se ha observado que las estrellas se forman por condensación de nubes de gas y de polvo, se piensa que el sistema solar se formó de la siguiente manera: Existía, en el medio interestelar, una nube molecular con temperatura de unos 10 grados Kelvin y densidad de 100 partículas por  $\text{cm}^3$ . Esta nube protosolar estaba en equilibrio con el medio, tenía campo magnético y rotación estaba compuesta por gas y polvo. En la vecindad de esta nube protosolar ocurrió una explosión muy violenta, la explosión de una estrella supernova. La onda de choque producida por la supernova obligó a la nube protosolar a contraerse hasta el punto en que las fuerzas de contracción vencieron a las de expansión, y se produjo el colapso. Como la nube estaba rotando, se colapsó en un disco, y que en la dirección del eje de rotación no había fuerza centrífuga que se opusiera a la contracción. La densidad tendió a ser mayor en la parte central de la nube protosolar. El sol se condensó con gran parte del material disponible.

La energía gravitacional que tenían el gas y el polvo originales se transformó en energía cinética cuando se contrajo la nube y por lo tanto el protosol se calentó, se llevaron a cabo reacciones nucleares en su centro y esta nube de gas se convirtió en una estrella con luz propia.

Cuando el sol empezó a radia, evapora los polos de hielos no refractarios que estaban en su vencia. Se puede explicar a grandes rasgos muchas propiedad observadas del sistema solar como la dirección de la rotación y de la traslación de la mayoría de los planetas y sus satélites.