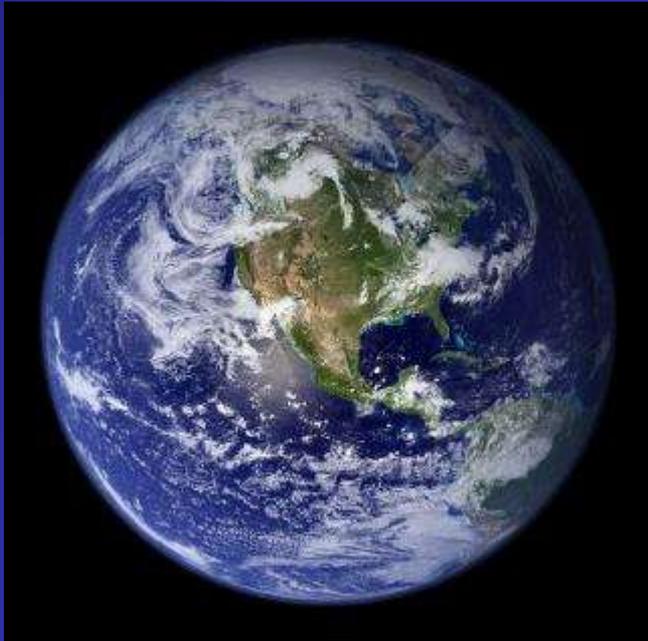


# Vida en el Sistema Solar

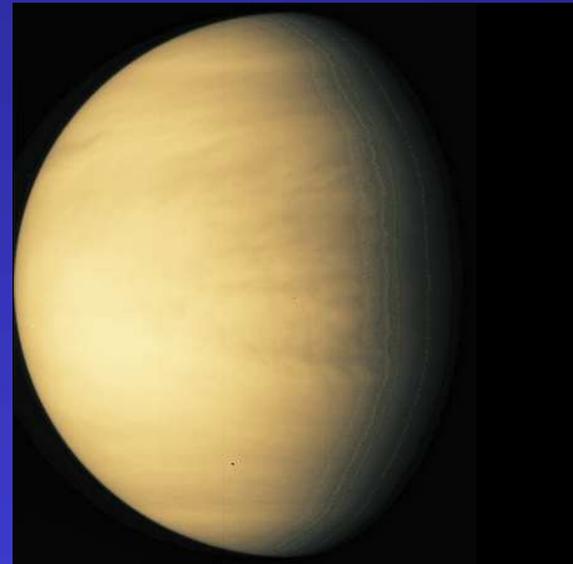
# Vida en el Sistema Solar

- Venus podría tener vida en las nubes.
- Marte podría tener vida debajo de la tierra.
- ¿Pero, el Sistema Solar exterior?
- No entra en la definición de zona habitable, pero sigue siendo interesante

# Comparación: la Tierra y Venus



Venus es el planeta más caliente, parecido en tamaño y más cercano a la Tierra y tiene el día más largo.



Radio	0.95 Tierra
Gravedad	0.91 Tierra
Masa	0.81 Tierra
Distancia del Sol	0.72 UA
Temperatura media	475 C
Año	224.7 días terrestres
Duración de un día	116.8 días terrestres
Atmósfera	96% CO <sub>2</sub>

# Lo que se pensaba...



Venus debe ser más caliente, porque está más cerca del Sol, pero su capa de nubes debe reflejar una gran cantidad de calor.

En 1918, el químico y premio Nobel sueco llegó a la conclusión de que:

- Todo lo que hay en Venus está empapado.
- La mayor parte de la superficie está cubierta por pantanos
- Las condiciones climáticas uniformes resultan en una falta de adaptación a las condiciones variables exteriores.
- Por lo tanto, sólo existen formas simples de vida que, en su mayoría, pertenecen al mundo vegetal; y los organismos son del mismo tipo en todo el planeta.

# Ahora resulta que Venus es un Infierno

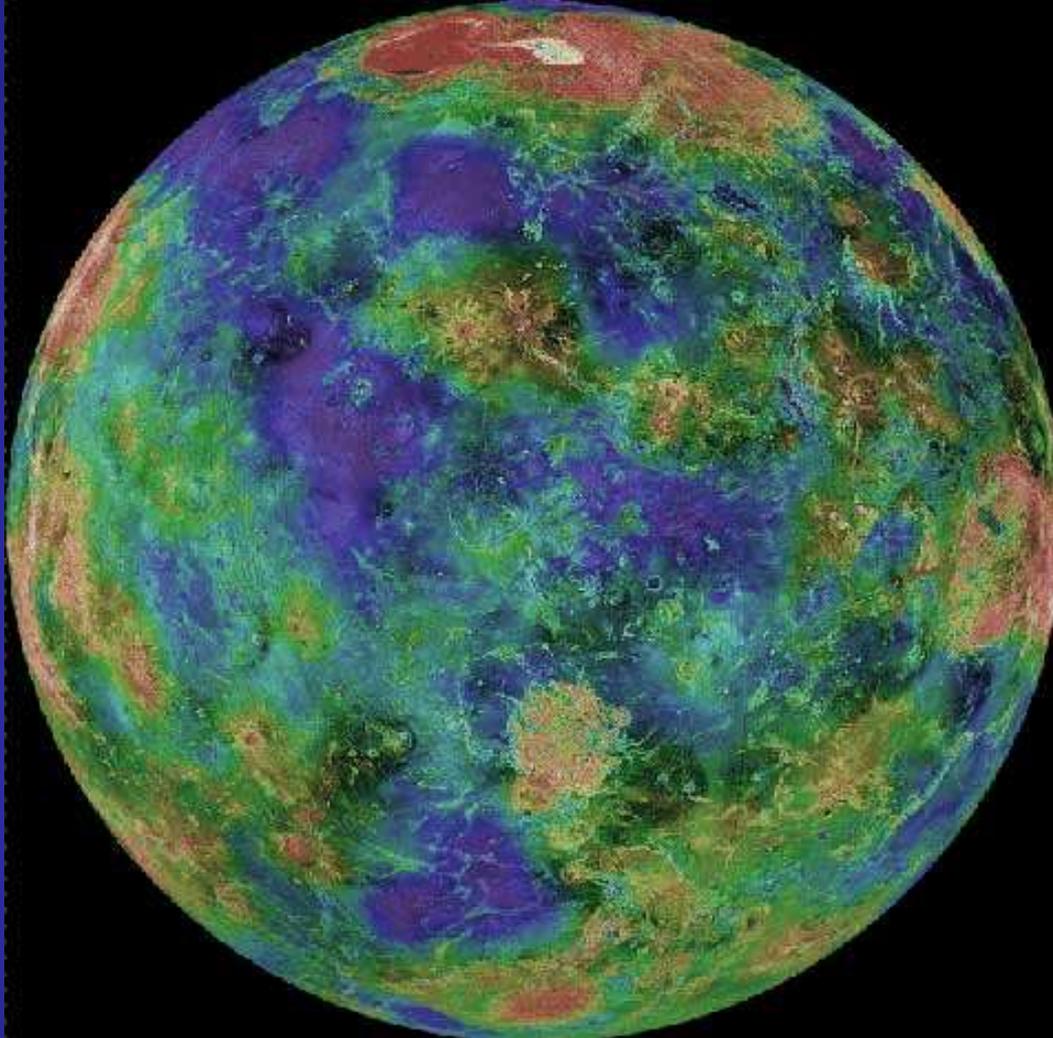
- La superficie es tan caliente que podría derretir plomo
- Hay un efecto invernadero permanente
- El agua es escasa
- Hay lluvia de ácido sulfúrico

# Venus

- Permanentemente cubierto por nubes de  $\text{CO}_2$ , convirtiéndolo en el planeta más caliente del Sistema Solar
- La presión en la superficie es 90 veces mayor que la de la Tierra— como estar a 1 km bajo el mar
- Rotación retrógrada
- Carece de lunas y de campo magnético



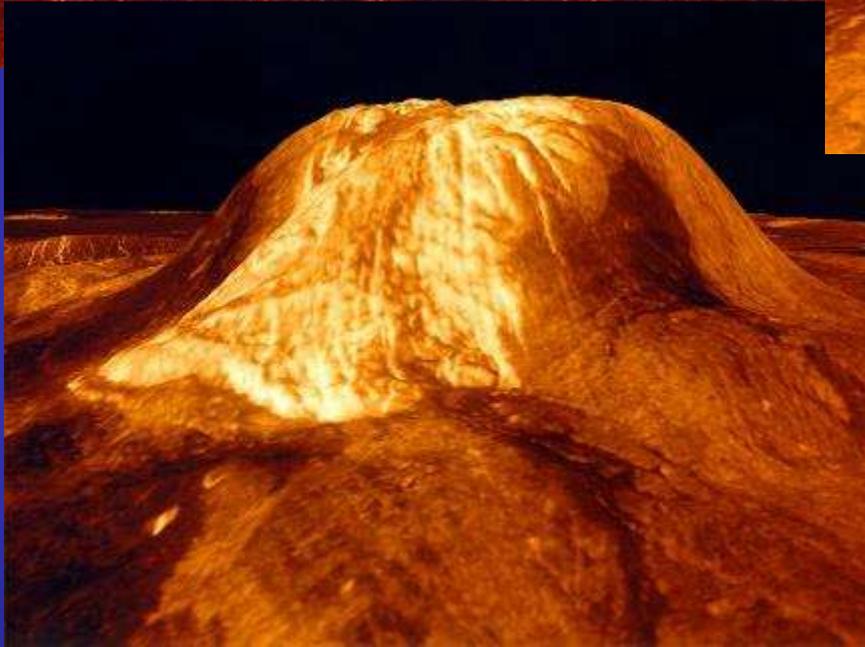
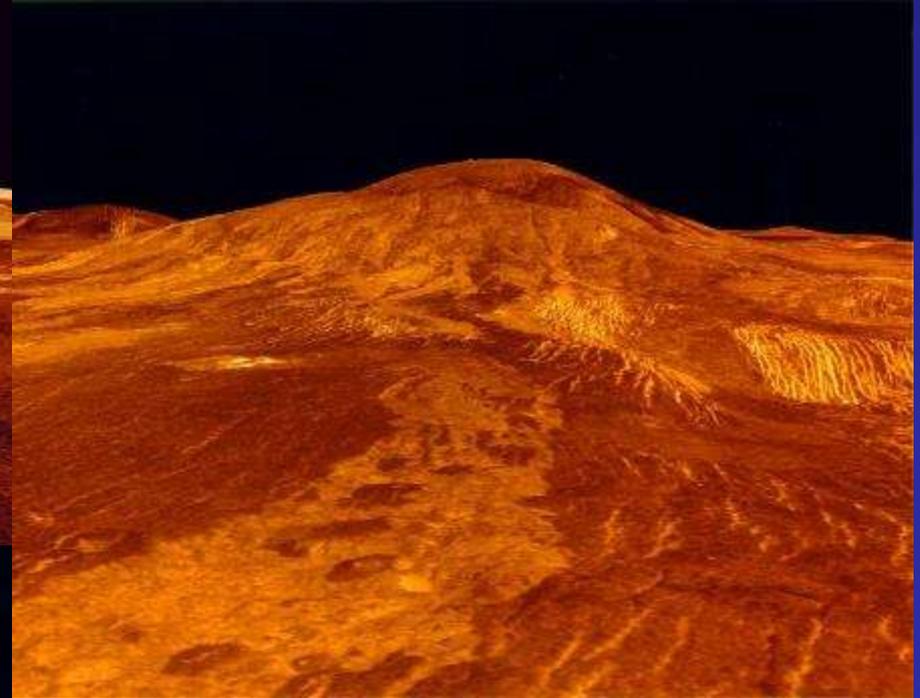
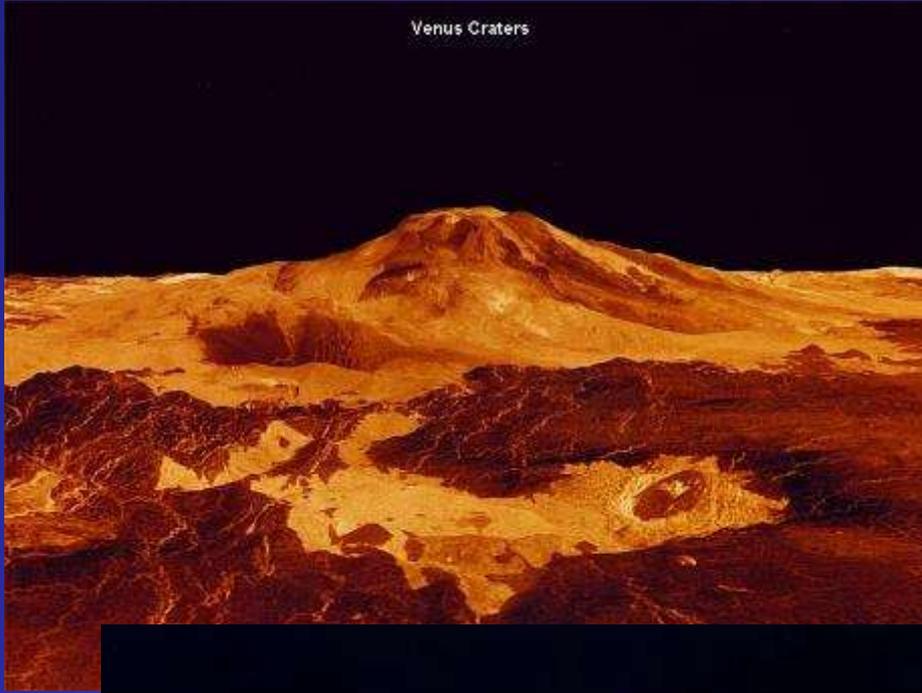
# Superficie Venusiana



- Colores indican altura: cuanto más rojo, más alto
- La mayor parte de la superficie está cubierta por corrientes de magma
- Muchos volcanes de grandes dimensiones
- Probable actividad volcánica
- Erosión eólica lenta de cráteres
- Los cráteres están agrupados

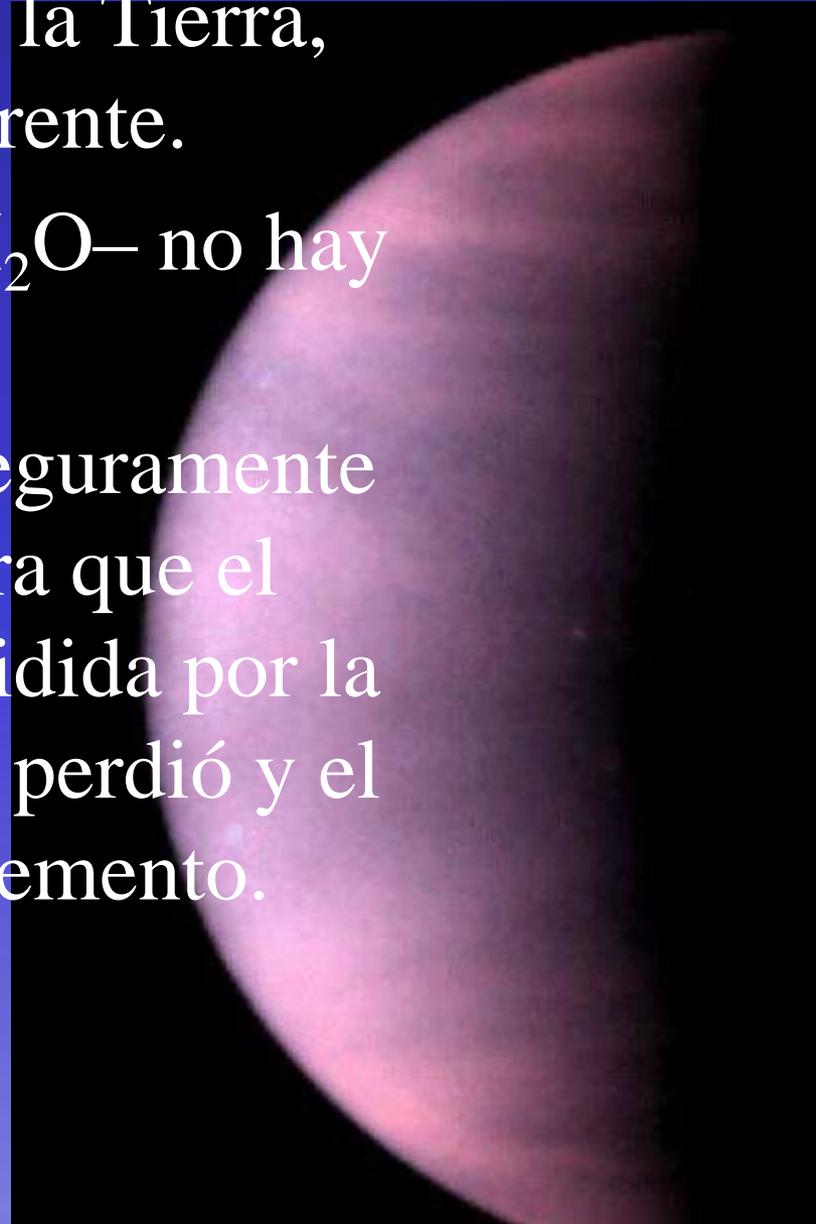
# Superficie de Venus

Venus Craters



# ¿Qué le pasó a Venus?

- Debería haber sido parecida a la Tierra, pero la atmósfera es muy diferente.
- Parece que Venus perdió su  $H_2O$ — no hay océanos ni sedimentos.
- La temperatura atmosférica seguramente era lo suficientemente alta para que el agua se evaporara y fuese dividida por la radiación ultravioleta: el H se perdió y el O reaccionó con algún otro elemento.

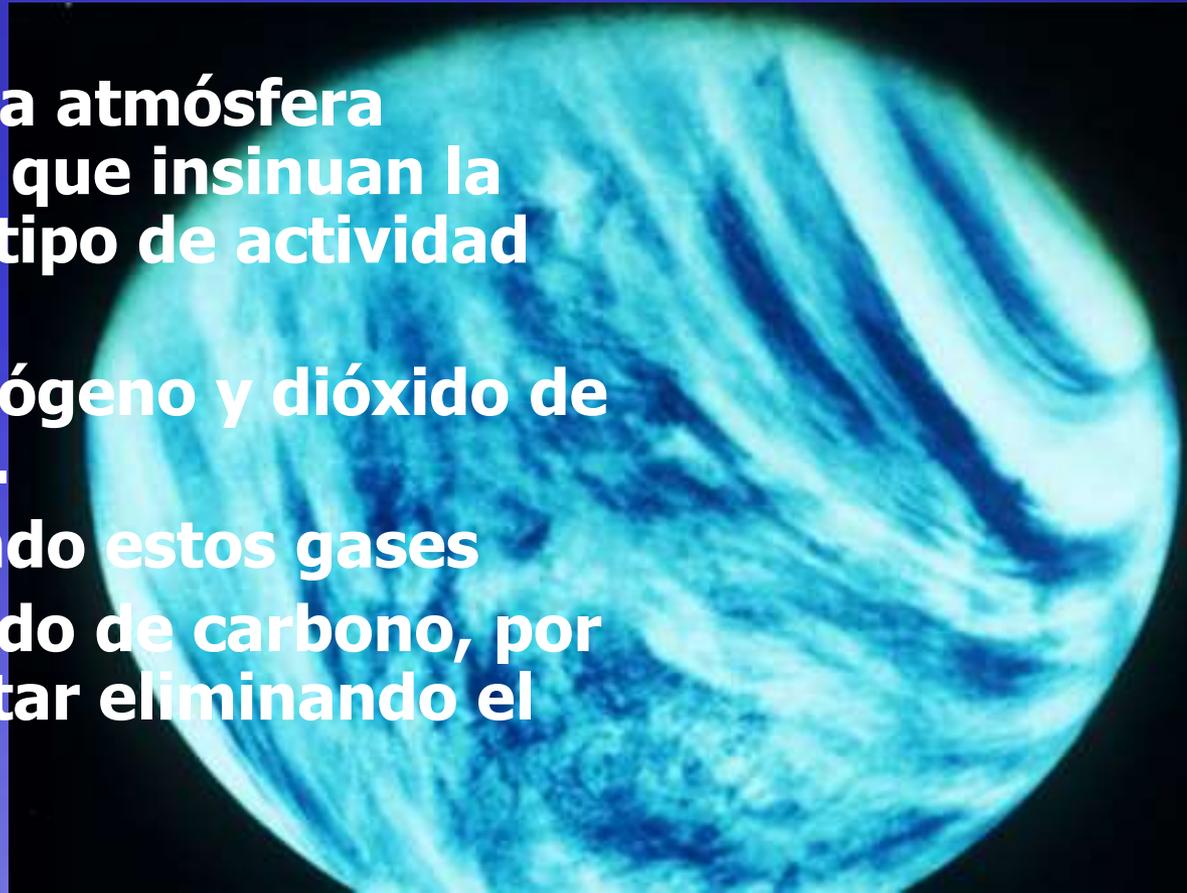


# ¿Vida en Venus?

- La Superficie es demasiado caliente
  - Si el plomo fuera líquido, piensa en lo que el calor le haría a los polímeros orgánicos complejos.
  - No existen zonas polares más frías
    - ¡El calor es uniforme!
    - Pero debería hacer más frío en la atmósfera superior?!

# Desequilibrio químico

- ¿Podría existir vida en las nubes de Venus?
- A una altura de 50 km, la temperatura no es demasiado alta y la presión es de 1 atm.
- Las nubes altas en la atmósfera contienen químicos que insinúan la presencia de algún tipo de actividad biológica.
- Hay Sulfuro de Hidrógeno y dióxido de azufre en las nubes.
- Algo está produciendo estos gases
- Apenas hay monóxido de carbono, por lo que algo debe estar eliminando el gas.





# ¿Vida en Venus?

- Una posibilidad es que los microbios viviendo en las nubes estén combinando el dióxido de azufre con monóxido de carbono en un metabolismo similar al de algunos de los primeros microorganismos terrestres.
- Dado que la temperatura en Venus fue mucho menor en una época, podrían haber existido océanos en el planeta. La vida se podría haber originado ahí y haberse retirado a lugares estables cuando empezó el efecto invernadero.

# Comparación: Tierra y Marte



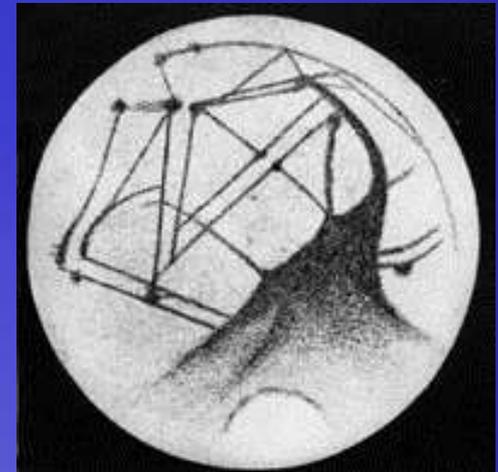
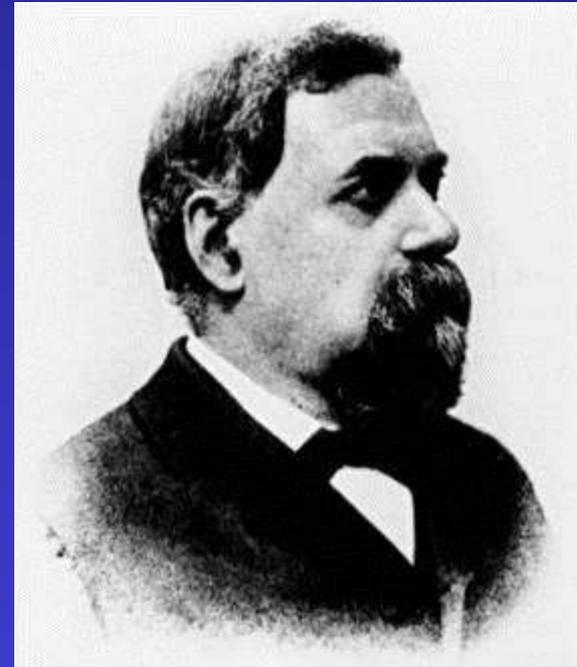
Marte tiene el  
volcán más grande  
del Sistema Solar  
Monte Olimpo

27 km de altura

Radio	0.53 Tierra
Gravedad	0.38 Tierra
Masa	0.11 Tierra
Distancia del Sol	1.5 U.A.
Temperatura media	-63 C
Temperatura max.	20 C
Año	687 días terrestres
Duración de un día	24 horas 39 minutos
Atmósfera	CO <sub>2</sub> 95%

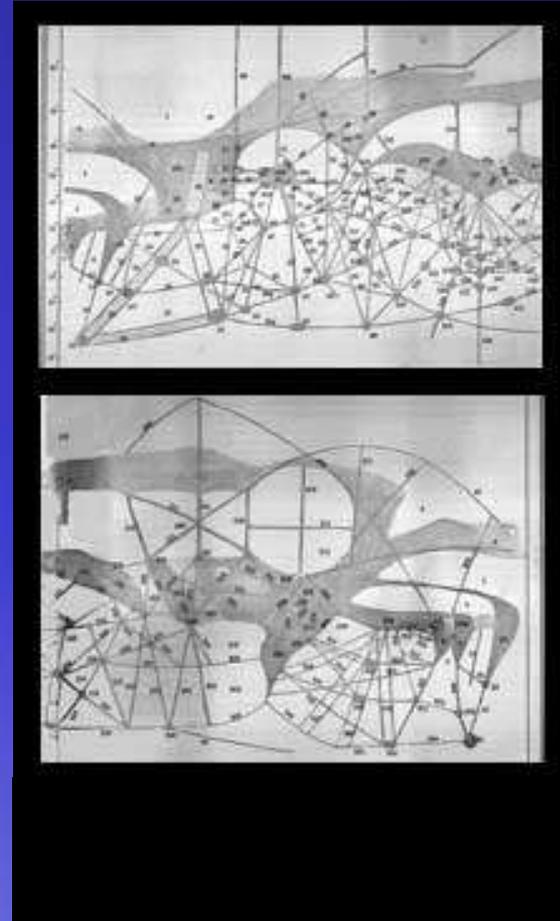
# Lo que pensábamos

- Que era parecido a la Tierra en muchas cosas
- Muchos astrónomos aseguraban que había vida en Marte.
- El astrónomo Schiaparelli dijo que vio marcas lineales rectas en la superficie, a las que llamó canali.
- En italiano, significa cauce, pero fue traducido como canales(artificiales).



# Los canales de Percival Lowell

- ¿Pruebas de vida inteligente?
- Hizo un mapa de la civilización.
- Influenció las creencias sobre la vida en otros planetas.



# *La atmósfera marciana*

- 95% dióxido de carbono
- presión atmosférica: 0.6 la de la tierra
- Atmósfera fina- demasiado para tener un efecto invernadero
- Presión baja para la existencia de agua líquida
- No está protegido por una magnetosfera global, como la Tierra
- Cambios de temperatura diarios en la superficie



# La superficie de Marte

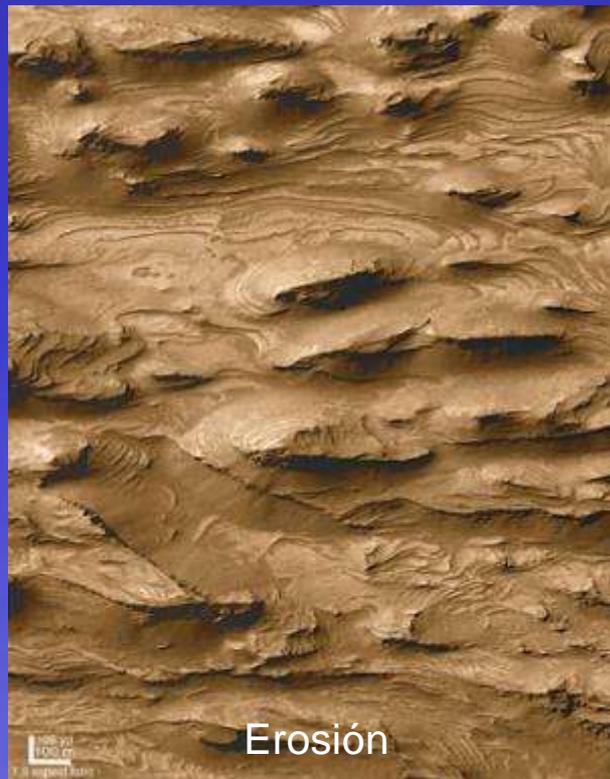
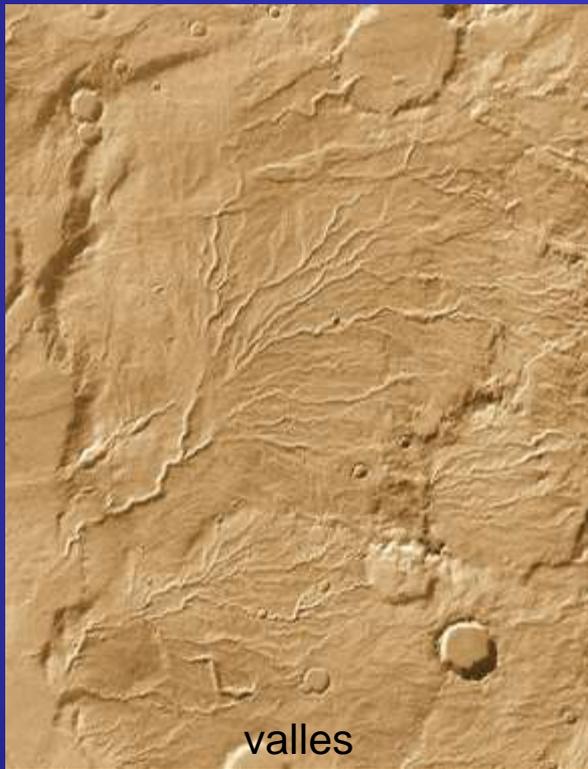
- ¡Marte es un desierto!
- Es rojo por el óxido de hierro.



Vista de los “Twin Peaks” del Mars Pathfinder

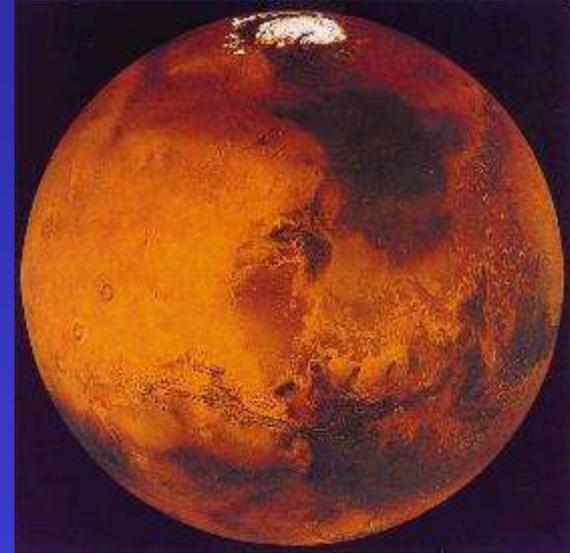
# ¿Agua líquida en Marte?

- Características de erosión por agua visibles desde el espacio
- Presión atmosférica demasiado baja para la existencia de agua
- ¿Tal vez en el pasado?



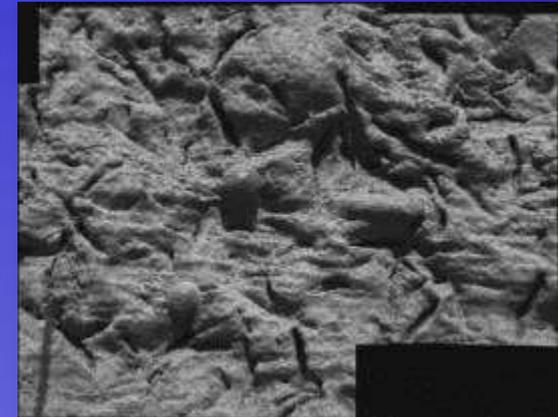
# Agua en Marte

- Las capas polares son mayoritariamente CO<sub>2</sub>, congelado, pero también hay hielo de agua.
- Escarcha
- Nubes(cristales de hielo)



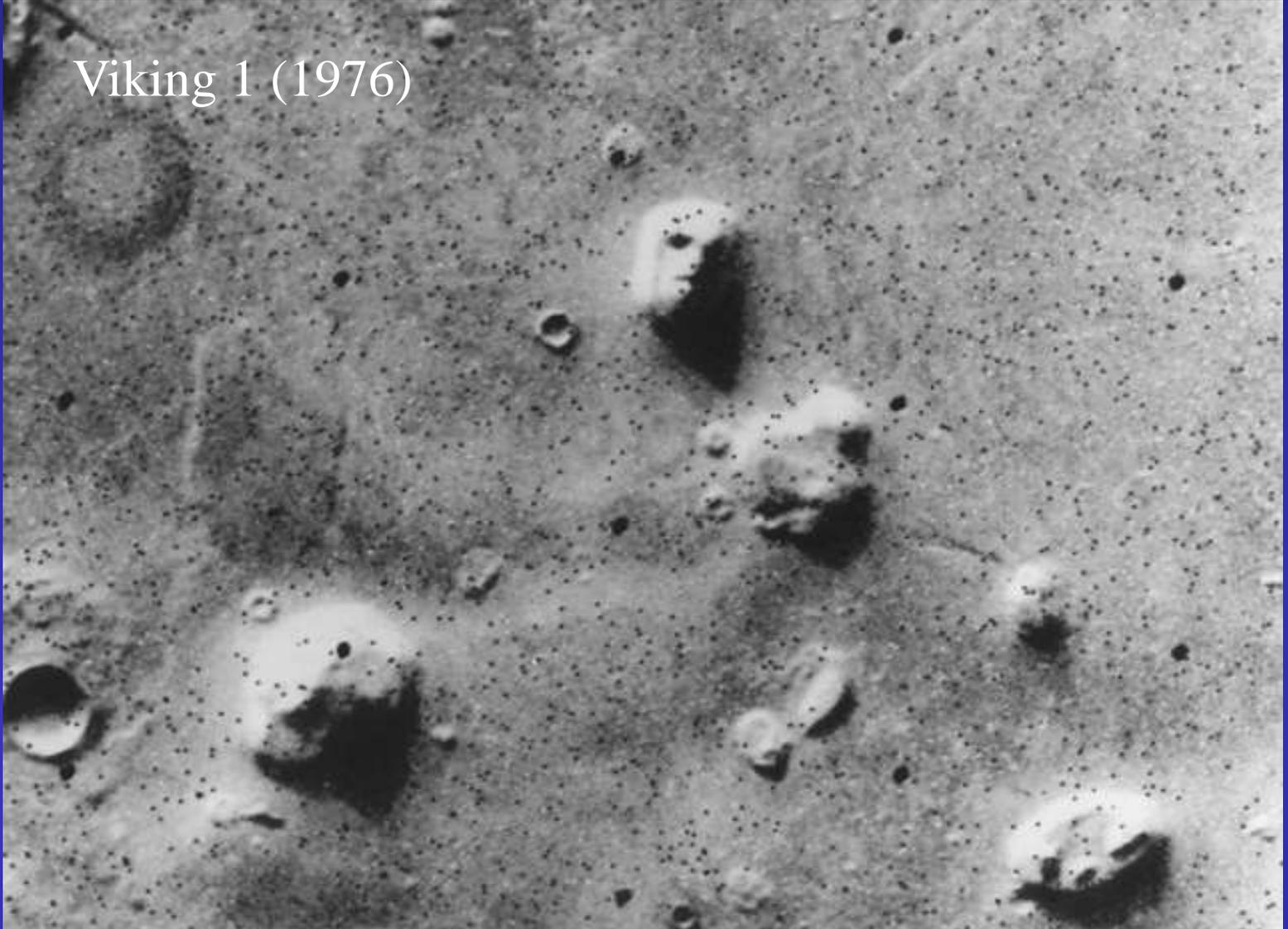
# Agua en Marte

- Nuevos datos del rover Opportunity indican que hubo agua antiguamente en el Meridiani Planum.
- 3 pruebas:
  - Apariencia de las rocas
  - Rocas con huecos donde hay cristales
  - Rocas con sulfatos.
- No asegura la existencia de un océano, pero nos da una esperanza. Podría ser...



# La Superficie de Marte

Viking 1 (1976)



# La Superficie de Marte

Mars Global Surveyor (1998)

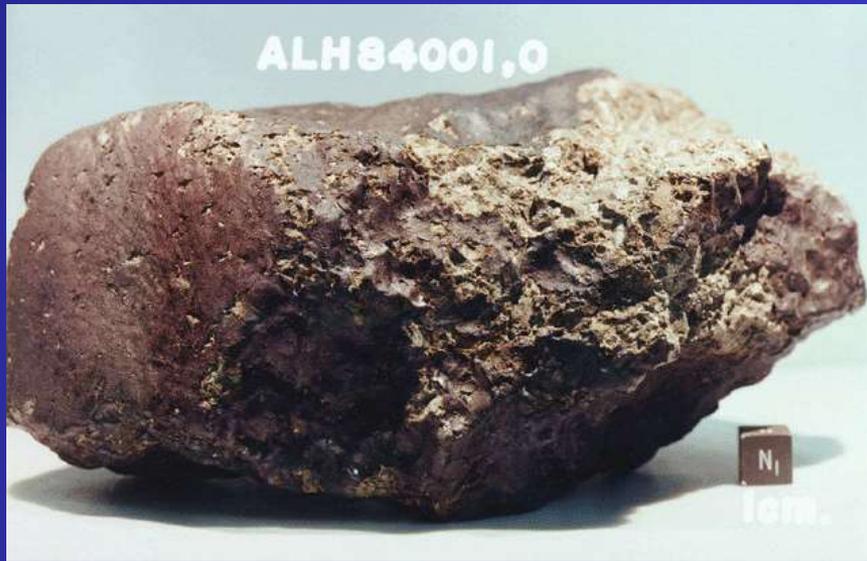


# La Búsqueda de Vida en Marte

- Las sondas Viking 1 y 2 llevaron a cabo varios experimentos para detectar vida
- Resultados: ambiguos.



# ¿Marcianos?



- Agosto de 1996, ¿evidencia de vida microbiana encontrada en un meteorito marciano?
  - ALH84001: Encontrado en la Antártida, composición sugiere que proviene de Marte
  - Se han encontrado 14 de estas rocas en la Tierra
- David McKay *et al.* sugirió que había evidencia fósil de bacterias en el meteorito

# ¿Fósiles de Microbios Marcianos?

- Formas microscópicas parecidas a bacterias vivas y fósiles en la Tierra-nanobacterias.
- Granos minerales microscópicos como algunos producidos por bacterias en la Tierra
- Compuestos químicos orgánicos parecidos a los desechos de las bacterias terrestres.
- No lo suficientemente contundente. Procesos no biológicos pueden producir estas características



# Comparación: la Tierra y Júpiter



El planeta más grande y masivo, con mayor fuerza gravitatoria, mayor número de lunas (>61), pero con el día más corto del Sistema Solar. Irradia más energía de la que absorbe.

Radio	11.2 Tierra
Gravedad en nubes	2.5 Tierra
Masa	318 Tierra
Distancia del Sol	5.2 UA
Año	11.88 años terrestres
Día Solar	9 horas 55 minutos

# Atmósfera de Júpiter

- Mayoritariamente gas: presión = 3 millones de atmósferas
- La temperatura aumenta según te sumerges en la atmósfera debido a una fuente de calor interna
- La atmósfera exterior está compuesta por nubes heladas de amoníaco, metano y hielo.
- Las formas espirales son evidencia de grandes tormentas: Gran Mancha Roja



# Atmósfera de Júpiter

- La atmósfera asemeja las condiciones del experimento de Miller-Urey.
- Las bandas rojas y las manchas podrían ser moléculas biológicas.
  - El experimento Miller-Urey produce aminoácidos y polímeros.
- Pero el constante agitación de la atmósfera seguramente imposibilita el desarrollo de vida compleja.



# Vida flotante

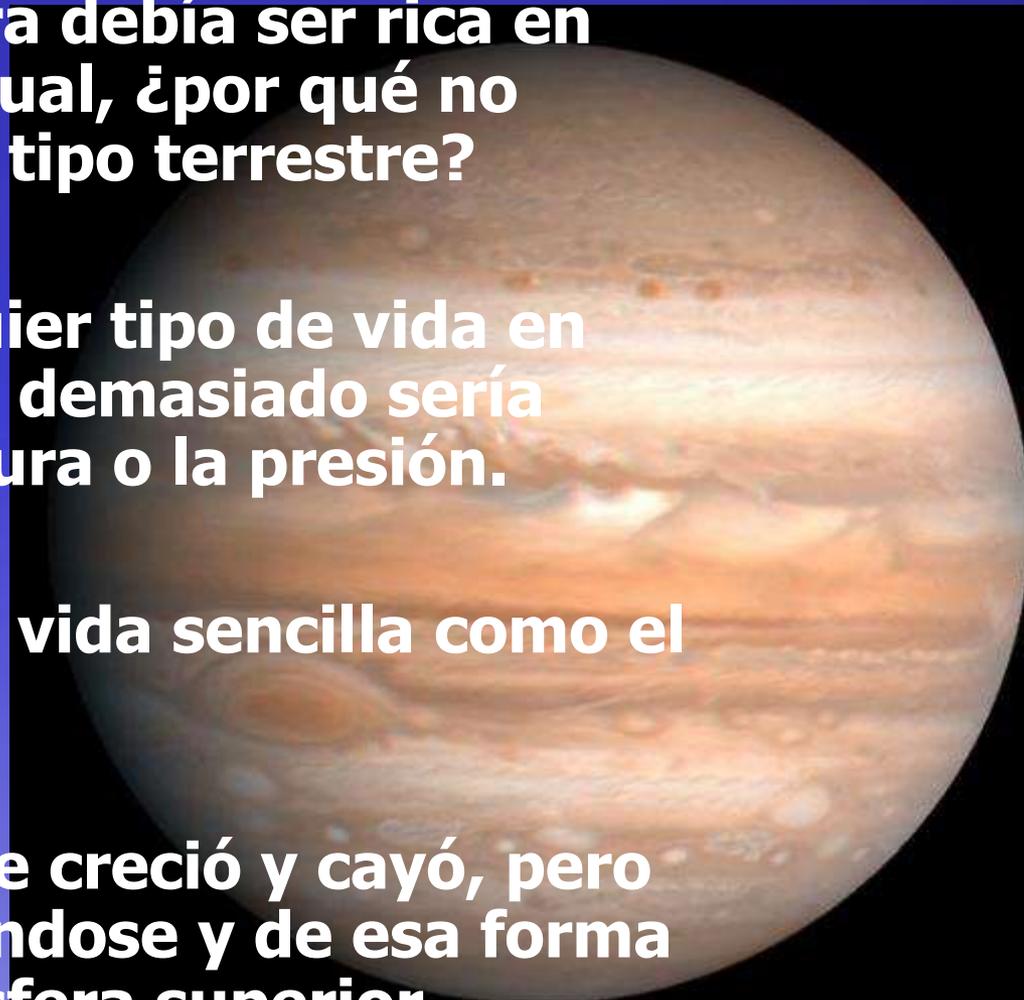
**Carl Sagan y Edwin Salpeter elaboraron una idea de vida en las nubes de Júpiter.**

**Sostenían que la atmósfera debía ser rica en química orgánica, con lo cual, ¿por qué no esperar encontrar vida de tipo terrestre?**

**El problema es que cualquier tipo de vida en las nubes que se hundiera demasiado sería destruida por la temperatura o la presión.**

**Propusieron una forma de vida sencilla como el plancton oceánico.**

**Vida pequeña (0.1 cm) que creció y cayó, pero después se replicó dividiéndose y de esa forma circuló otra vez a la atmósfera superior.**



# Vida Flotante



<http://www.firaxis.com/smac/nativelife.cfm>

- Estas formas de vida se convirtieron en la base de una propuesta ecológica.
- También hablaban de “flotantes”- vida en forma de globos gigantes de hidrógeno que “nadaban” en la atmósfera Joviana.
- Podrían ser criaturas enormes, de 1 o 2 km de diámetro.

# Vida flotante

- Quizás como las ballenas— ¿mezcla entre medusas y pájaros?
- Grandes bolsas de hidrógeno.
- Esto es especulación, y no habría forma de detectar este tipo de vida.
- Esto es más bien ciencia ficción.



<http://www.epilogue.net/cgi/database/art/list.pl?gallery=3126>

# *Las Lunas de Júpiter*

- Las más grandes: Io, Europa, Ganímedes y Calisto
- Europa es considerada la mejor opción para encontrar vida.



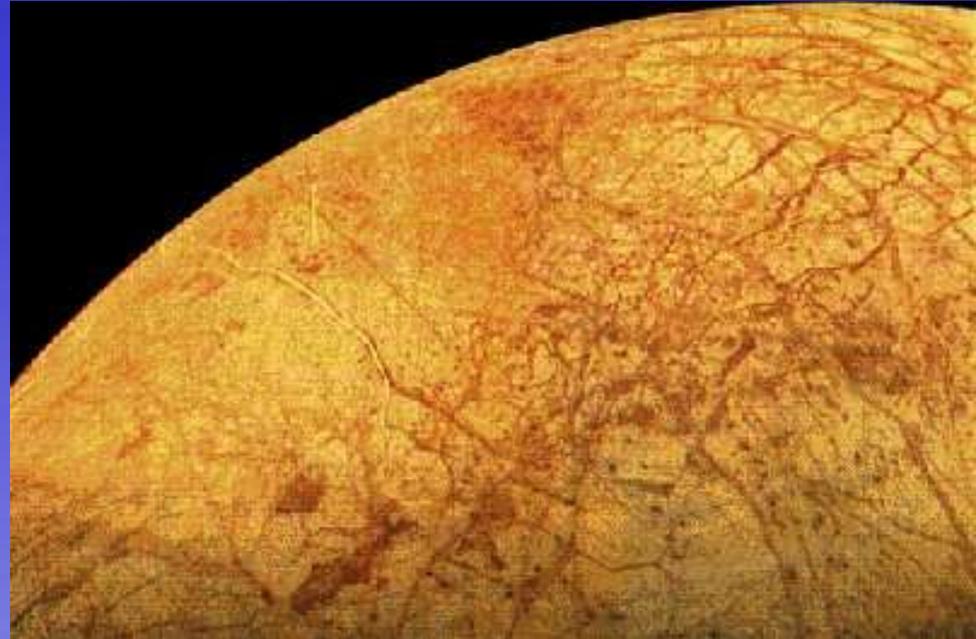
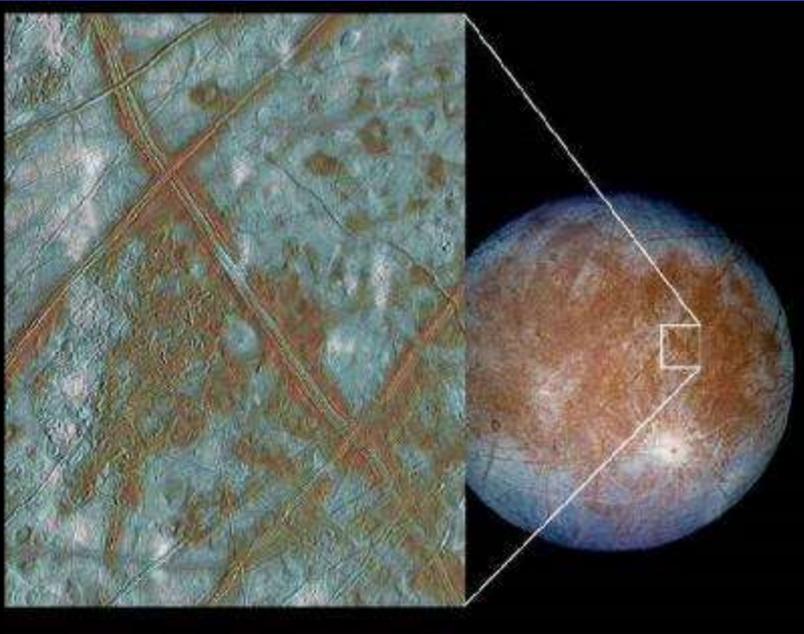
# *Io*

- Luna más cercana a Júpiter – la “luna pizza”
- El cuerpo con más actividad volcánica del Sistema Solar
- Azufre y dióxido de azufre en la superficie; ¿corrientes de lava de silicatos?
- Voyager 1 descubrió la presencia de volcanes
- Calentamiento interno por las mareas de Júpiter
- La atmósfera le fue arrancada por el campo magnético de Júpiter



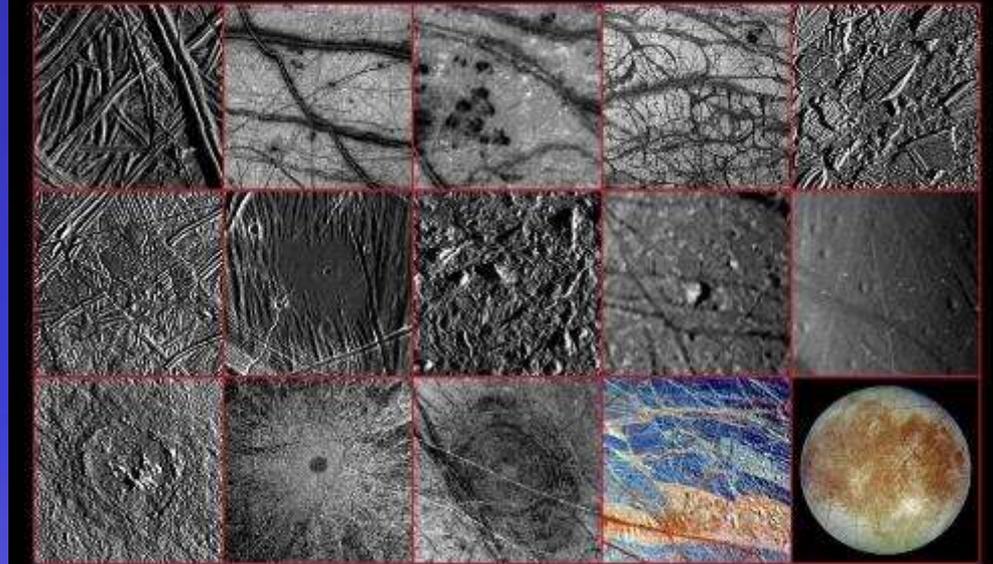
# *Europa*

- Un poco más pequeña que nuestra Luna.
- Corteza de hielo de unos 5 km de profundidad. Puede proteger a los organismos del campo magnético de Júpiter.
- Evidencia de océano profundo de agua líquida debajo de la corteza (50 km de profundidad) – se mantiene líquido por el campo magnético de Júpiter
- Grietas y fisuras en la superficie



# *Europa*

- Pocos cráteres de impacto indican actividad reciente.
- La vida se tendría que encontrar bajo la superficie, alrededor de chimeneas termales.
- Seguramente está afectado por fuertes fuerzas magnéticas, como Io.
- Muy esperanzador, ya que la vida primitiva en la Tierra se podría haber formado alrededor de estas chimeneas termales.



# Comparación: la Tierra y Saturno



Flota: es menos denso que el agua. Además, es el planeta menos esférico del Sistema Solar

Radio ecuatorial	9.45 Tierra
Gravedad en nubes	1.07 Tierra
Masa	95.2 Tierra
Distancia del Sol	9.53 UA
Año	29.5 años terrestres
Día Solar (ecuador)	10 horas 14 minutos

# Saturno

- El Señor de los Anillos
- Bandas atmosféricas amplias: parecido a Júpiter
- Por lo menos 30 lunas, de las cuales sólo 7 son esféricas



# Titán

- La luna más grande de Saturno— más grande que Mercurio
- Segunda luna más grande del Sistema Solar después de Ganímedes.
- Descubierta en 1655 por Christiaan Huygens
- Única luna con atmósfera densa
  - Atmósfera densa de nitrógeno y metano
  - Pequeño efecto invernadero
  - 85% nitrógeno
- Presión atmosférica ~ 1.5 la de la Tierra
- ¡Muy frío! 85K (-308 F).



# Titán

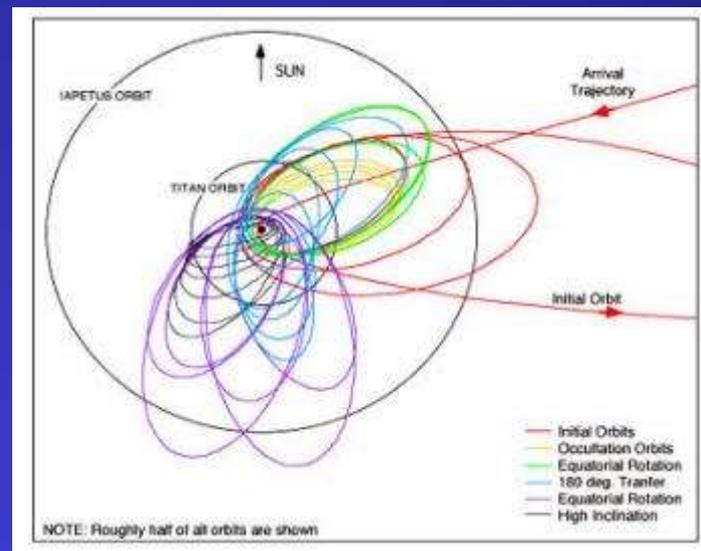
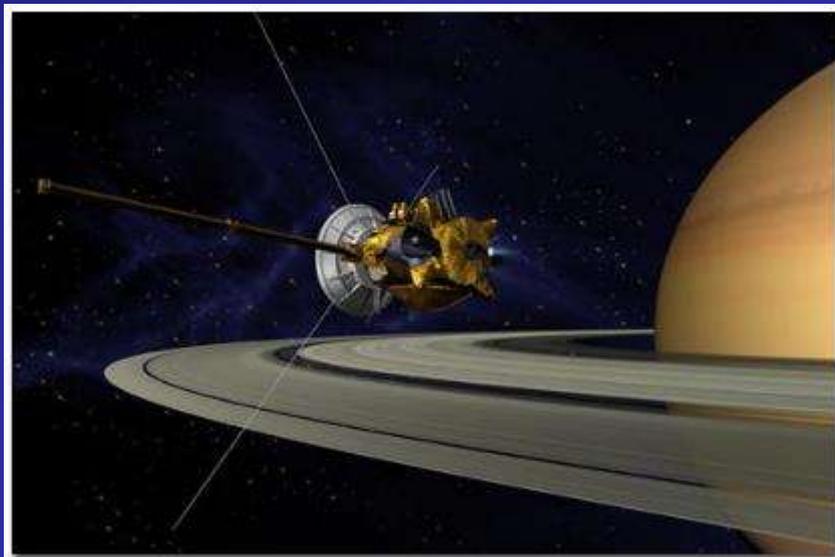
- $N_2$  del amoníaco ( $NH_3$ ) – común en el Sistema Solar
- Segundo componente más abundante: metano (gas natural)
  - Una opción: UV + metano  $\rightarrow$  hidrocarburos (e.g., etano)
  - Entonces el etano se condensa y llueve en la superficie de Titán

Por eso podría tener océanos líquidos de metano o etano...

- Muchos compuestos orgánicos deberían estar en la atmósfera
- Si hay vida, cambiarán nuestras ideas “agua-centristas.”



# Cassini-Huygens

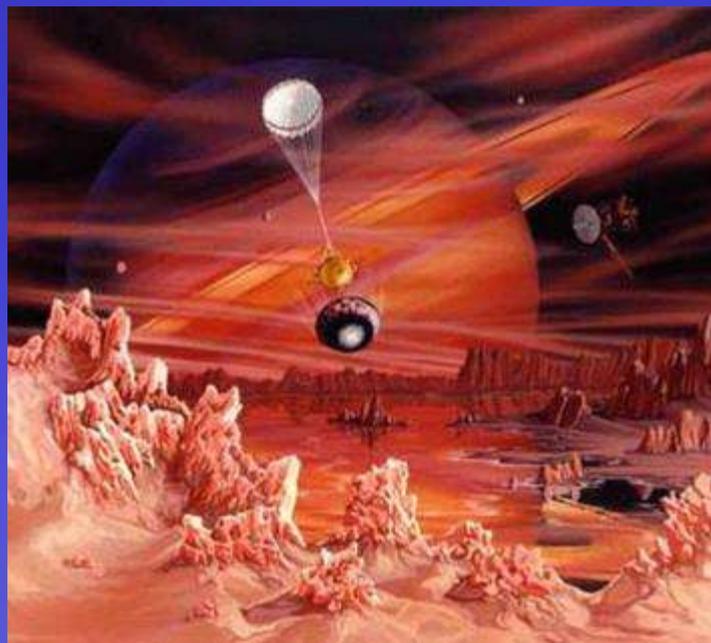


Llegada a  
Saturno

1 Julio, 2004

Sonda Huygens  
empezará su

camino a Titán el  
4 de Noviembre del  
2004



# Conclusión

- *No hay evidencia definitiva para la vida en nuestro Sistema Solar, además de la Tierra*
- Pero las posibilidades de vida existen:
  - Marte podría tener un pasado de vida microbiana relacionada con el agua, y quizás, hasta llegar a albergar vida bajo su superficie.
  - Los océanos bajo la corteza de hielo de Europa podrían albergar vida.
  - Titán es muy interesante
    - Atmósfera gruesa
    - Química reductora