



Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Giovanni Penna"

**Istituto Tecnico Agrario**  
"Agraria agroalimentare e agroindustria"

**Istituto Professionale**  
"Servizi per l'enogastronomia e l'ospitalità alberghiera"



*Gruppo Astrofili  
Astigiani Beta  
Andromedae*

*Centro di Divulgazione  
Scientifica*

# IL SISTEMA SOLARE

Sabato 31 Ottobre 2015

Relatore: Davide Gerbo

# IL SISTEMA SOLARE

1. Concezioni storiche del sistema solare
2. Descrizione dei pianeti
3. Come osservare i pianeti

# Le prime osservazioni

- Osservazione continua del cielo
- Riconoscimento delle regolarità dei moti del cielo (dì e notte, fasi lunari, stagioni)
- Alcune stelle si muovono rispetto alle altre: i pianeti (lett. astri erranti)
- Ricerca di modelli per prevedere gli spostamenti dei pianeti

# Il modello tolemaico

- Aristotele: la Terra è fissa al centro dell'Universo, i pianeti percorrono orbite circolari
- Tolomeo (II sec d.C.) rielabora nell'*Almagesto* la teoria geocentrica aggiungendo gli “epicicli”



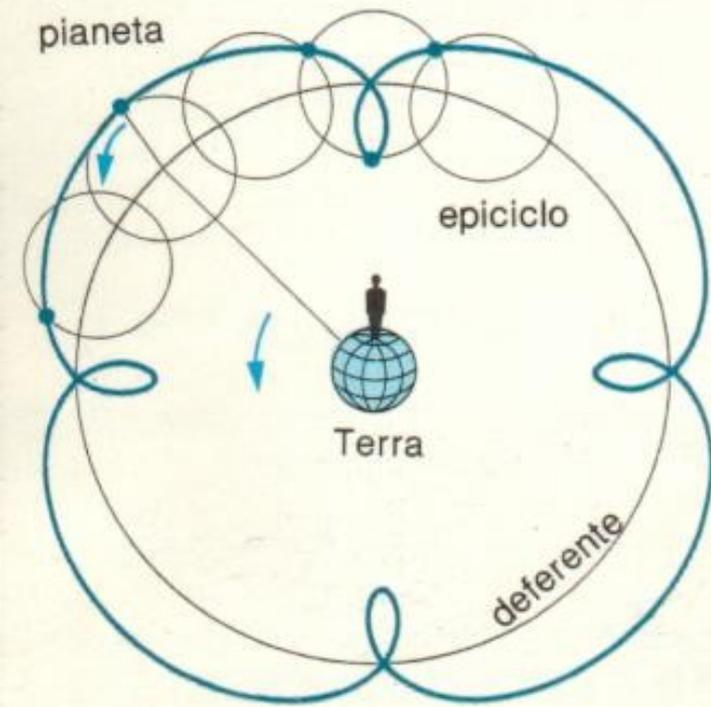
La architettura del cosmo secondo Ptolemeo



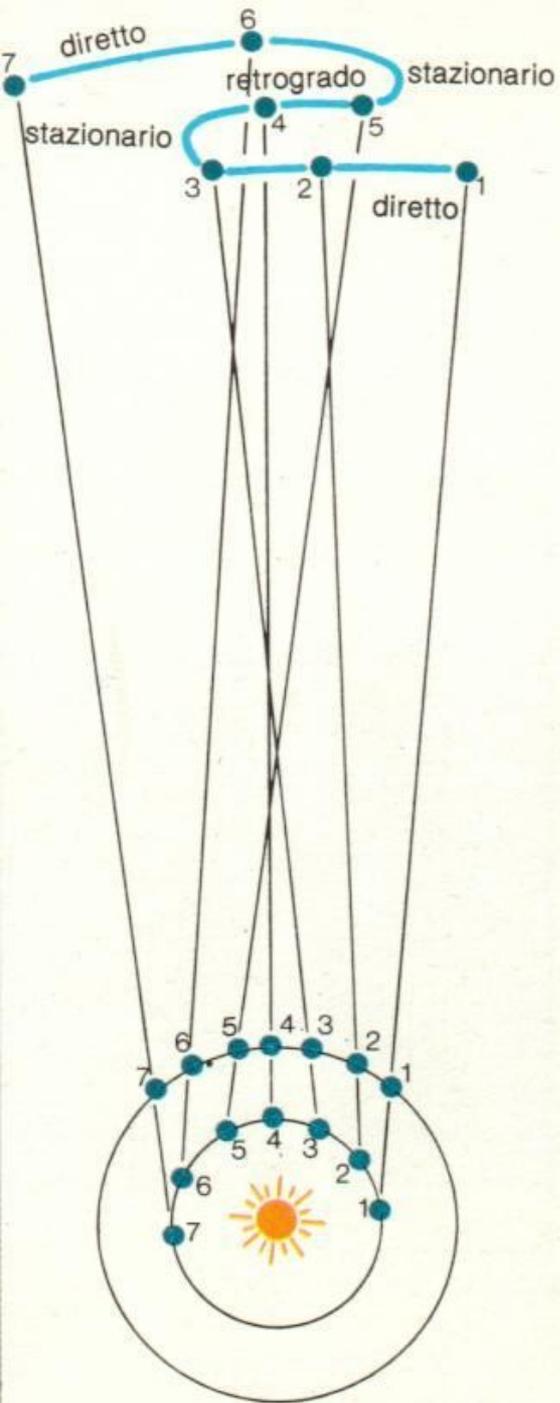
# Crisi dei modelli

• La soluzione classica:  
gli "epicicli"

• Soluzione più  
semplice: il sistema  
ELIOCENTRICO



• Il problema del "cappio"



# Il modello copernicano

- *Il Sole al centro del sistema solare*
- *La Terra e gli altri pianeti percorrono orbite circolari*
- *Esistono corpi che non ruotano attorno alla Terra*



# Le leggi di Keplero

1. I pianeti si muovono su orbite ellittiche di cui il Sole occupa uno dei fuochi
2. Il raggio vettore che congiunge un pianeta al Sole spazza aree uguali in tempi uguali
3. Il quadrato dei tempi di rivoluzione è proporzionale al cubo del raggio di rivoluzione

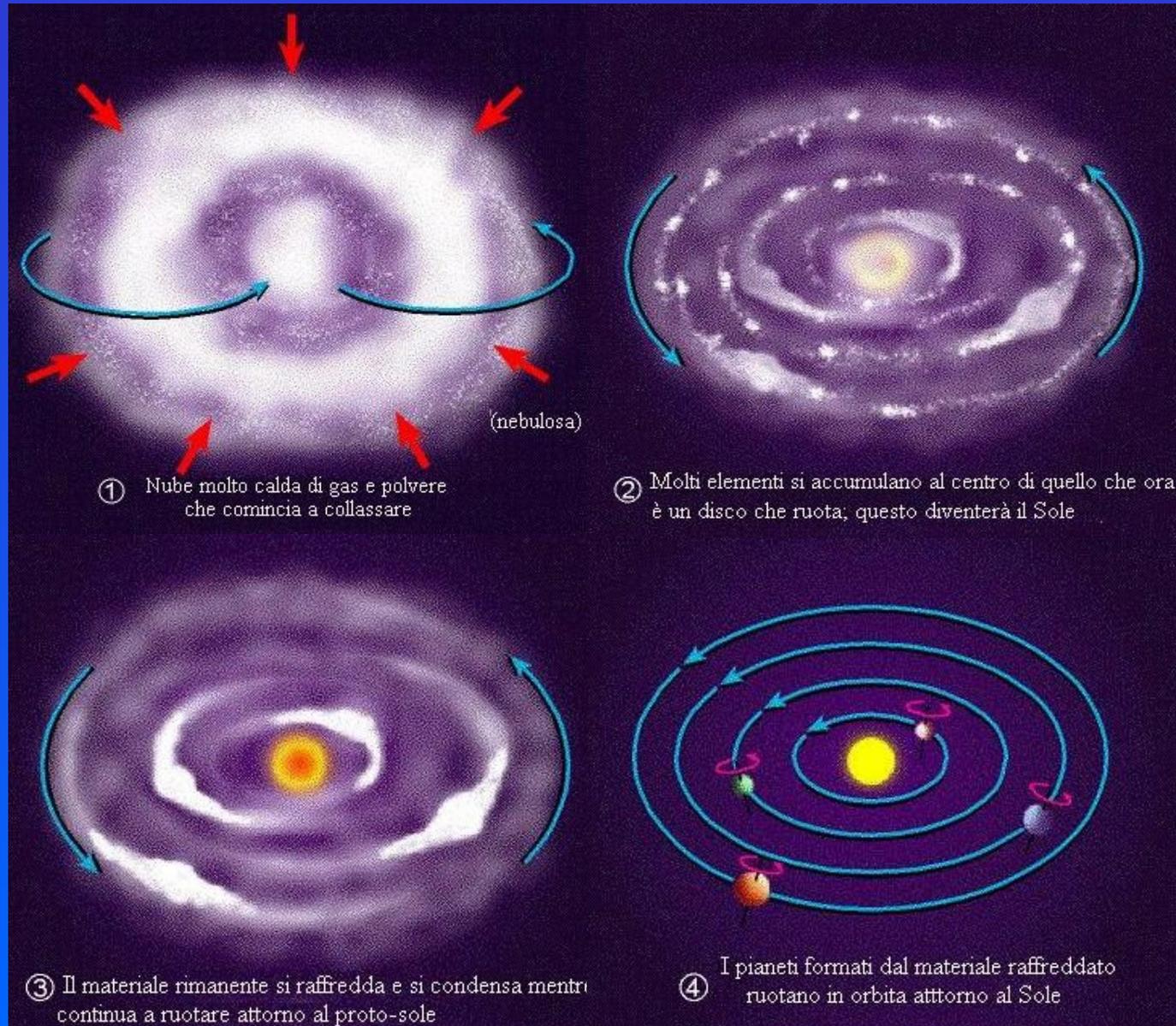
Queste leggi vengono sintetizzate dalla legge di gravitazione universale:

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

Si passa da una descrizione cinematica ad una dinamica

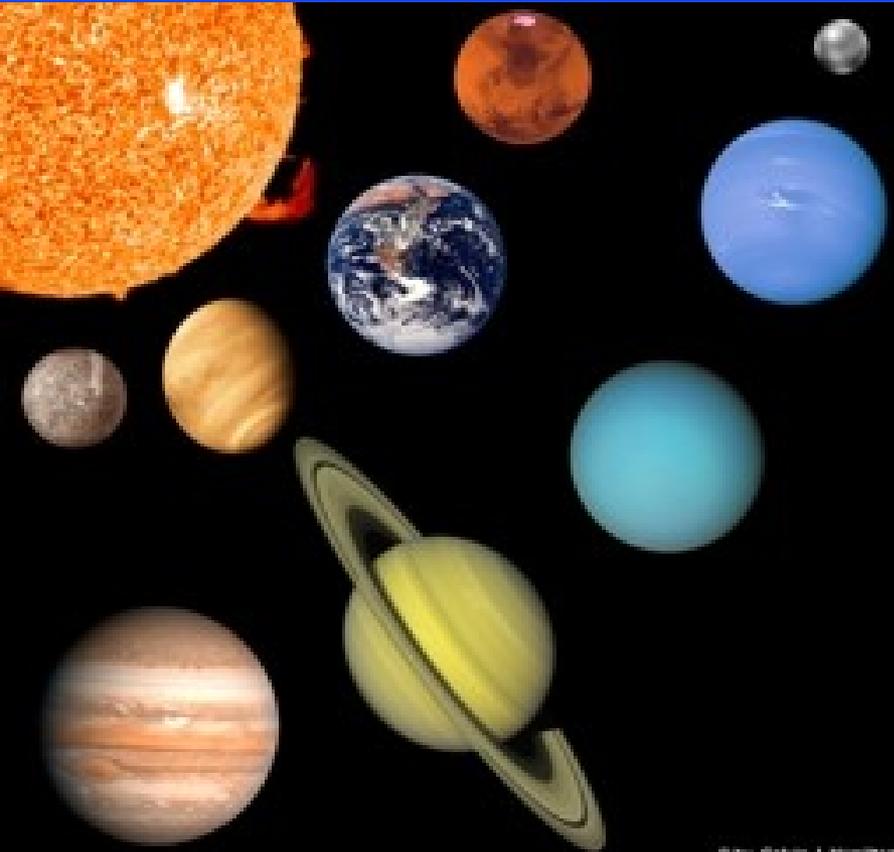
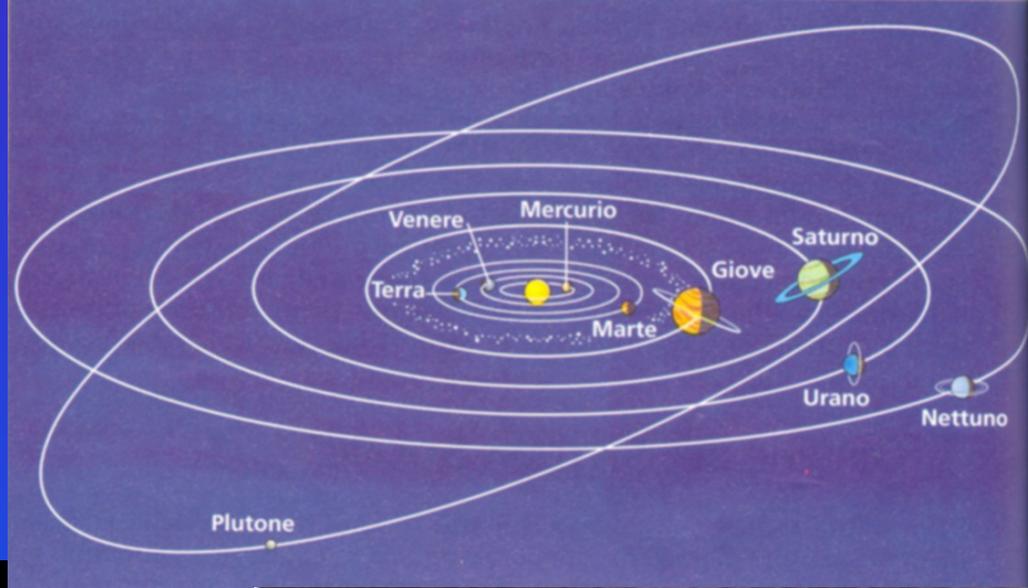
# Formazione del sistema solare

- Dal Big Bang alla nube protoplanetaria
- La formazione del Sole
- La nascita dei pianeti
- E poi?

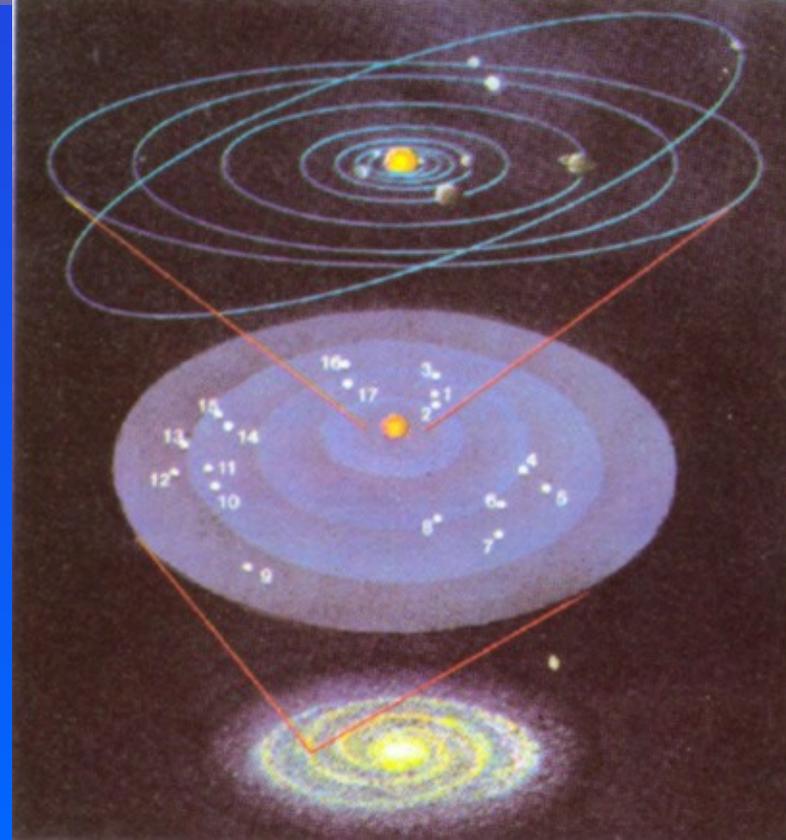


# I pianeti

Il sistema solare è formato da una stella, nove (?) pianeti, decine di satelliti, milioni di comete ed asteroidi

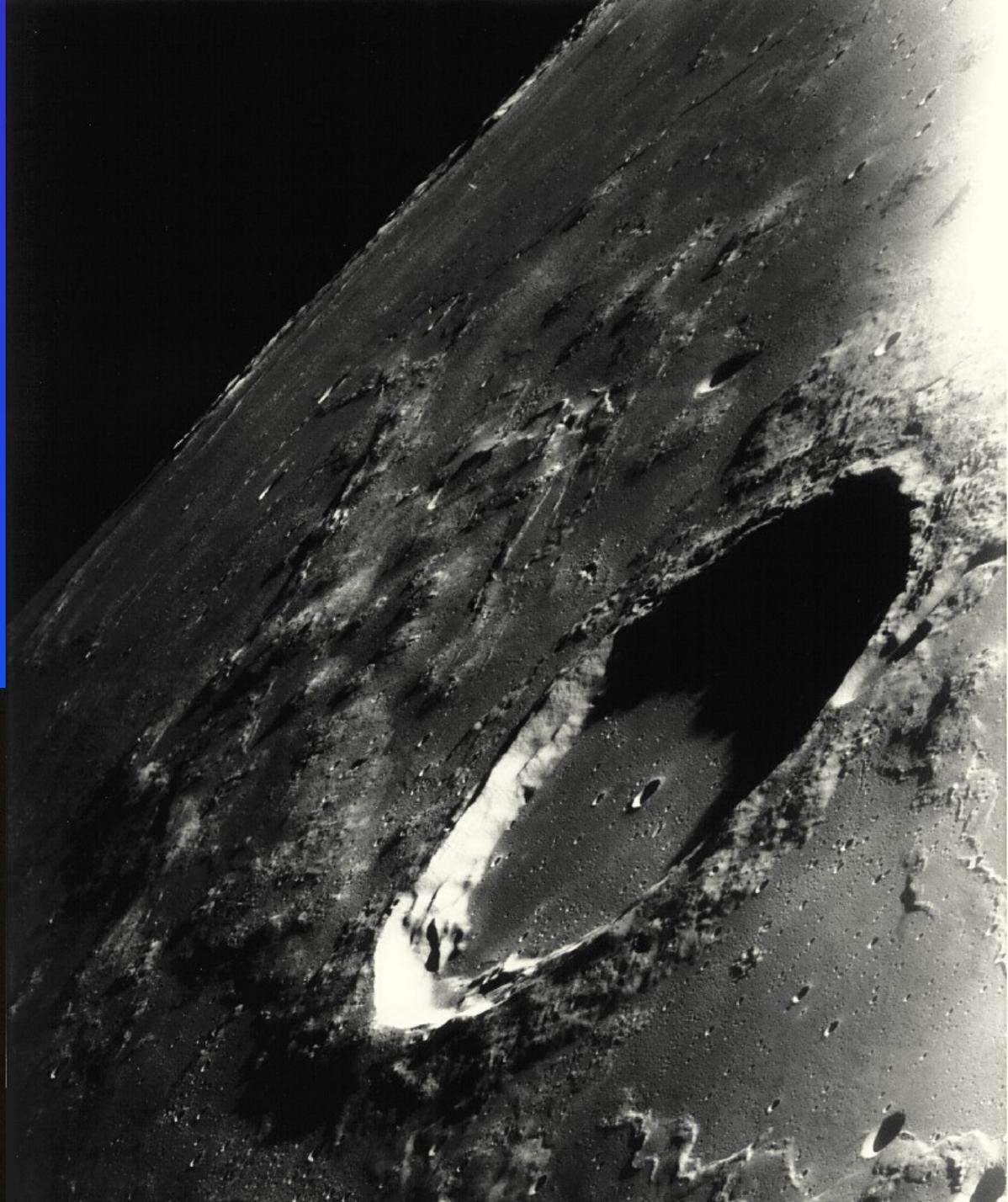


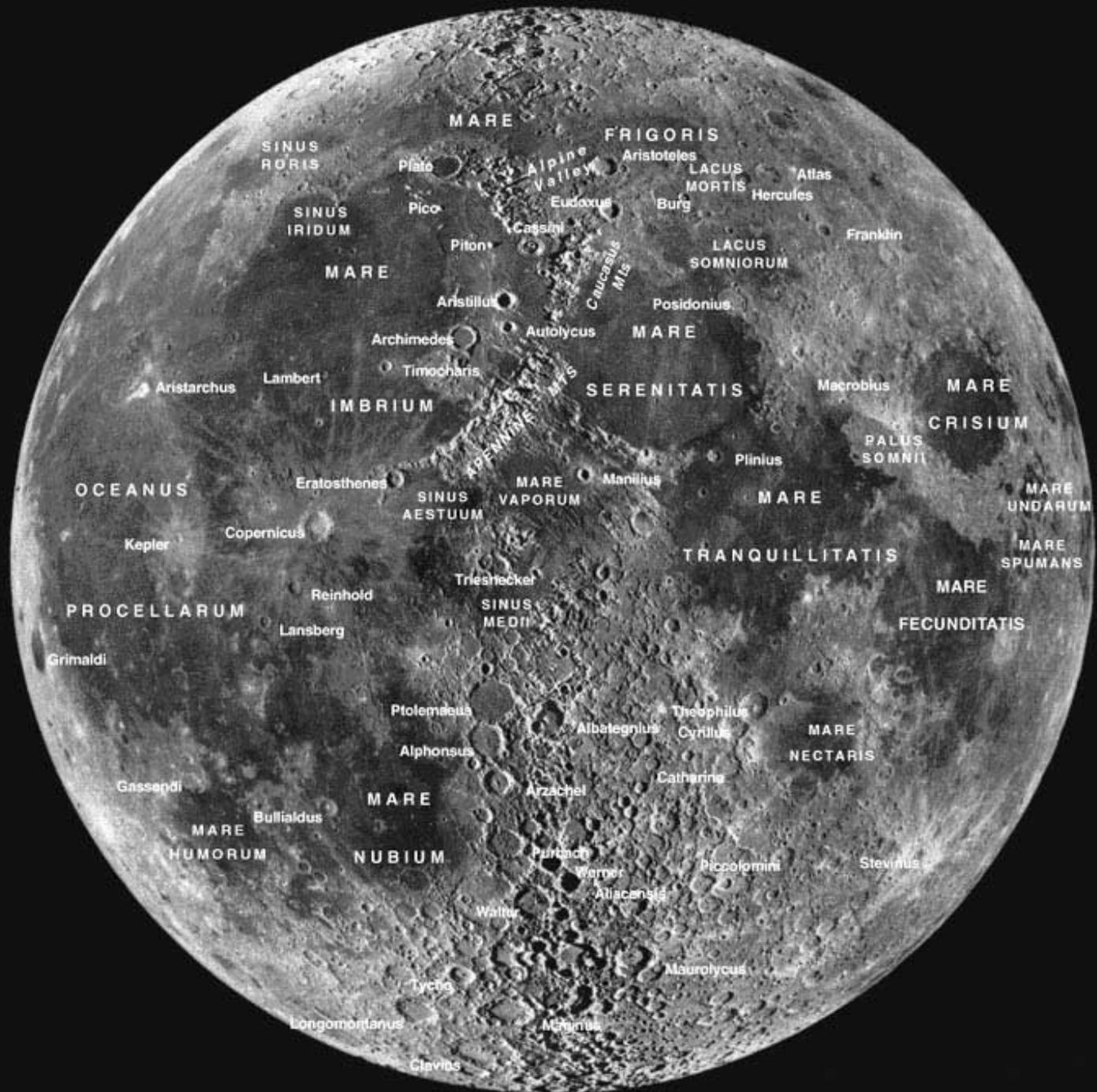
Dove si trova il Sistema Solare?



# La Luna

- È l'unico satellite naturale della Terra ed è l'oggetto più vicino ( in media 384.000 km)
- 3476 km di diametro (un quarto della Terra)





MARE

FRIGORIS

SINUS RORIS

SINUS IRIDIUM

MARE

IMBRIUM

OCEANUS

PROCELLARUM

MARE HUMORUM

MARE

NUBIUM

CLAVIUS

Plato

Pico

Piton

Aristillus

Archimedes

Lambert

Aristarchus

Eratosthenes

Copernicus

Kepler

Reinhold

Lansberg

Grimaldi

Gassendi

Bullialdus

Longomontanus

Alpine Valley

Eudoxus

Cassini

Autolycus

Timocharis

Timocharis

Tristramer

SINUS MEDII

Ptolemaeus

Alphonsus

Arzachel

Purbach

Werner

Walter

Tycho

Martinus

Aristoteles

Burg

Posidonius

MARE

SERENITATIS

MARE VAPORUM

Manilius

TRANQUILLITATIS

Theophilus

Cyrillus

Catharina

Purbach

Werner

Maurolycus

FRIGORIS

LACUS MORTIS

LACUS SOMNIORUM

MARE

SERENITATIS

MARE VAPORUM

MARE

TRANQUILLITATIS

MARE

NECTARIS

Piccolomini

Stevinus

Maurolycus

Martinus

Clavius



Rupes recta



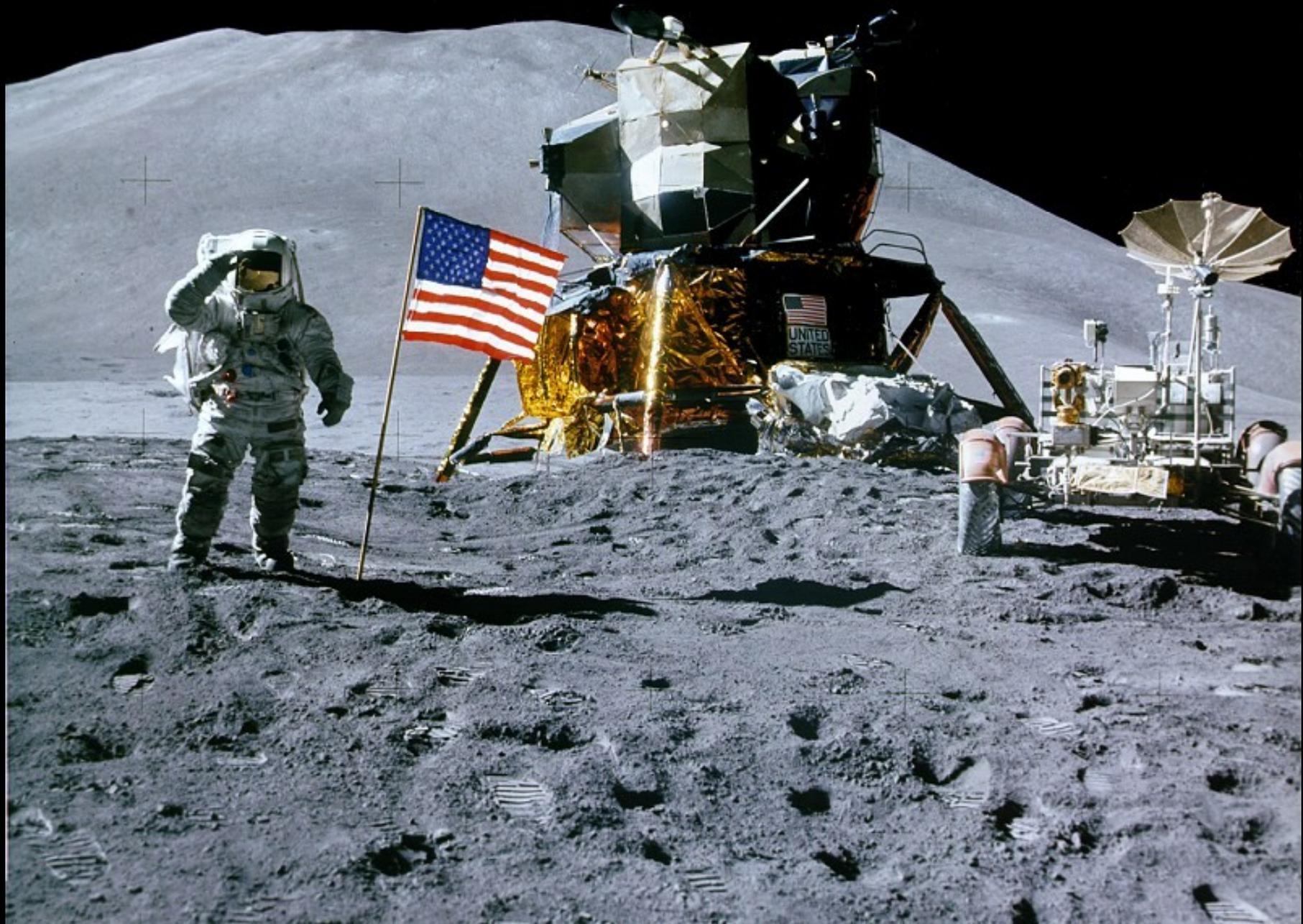
Kepler

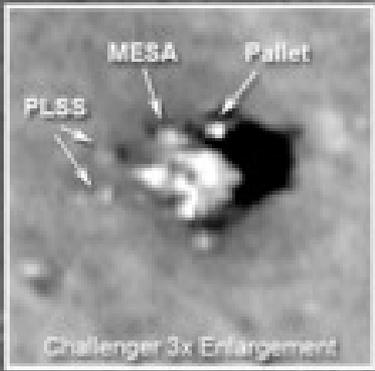


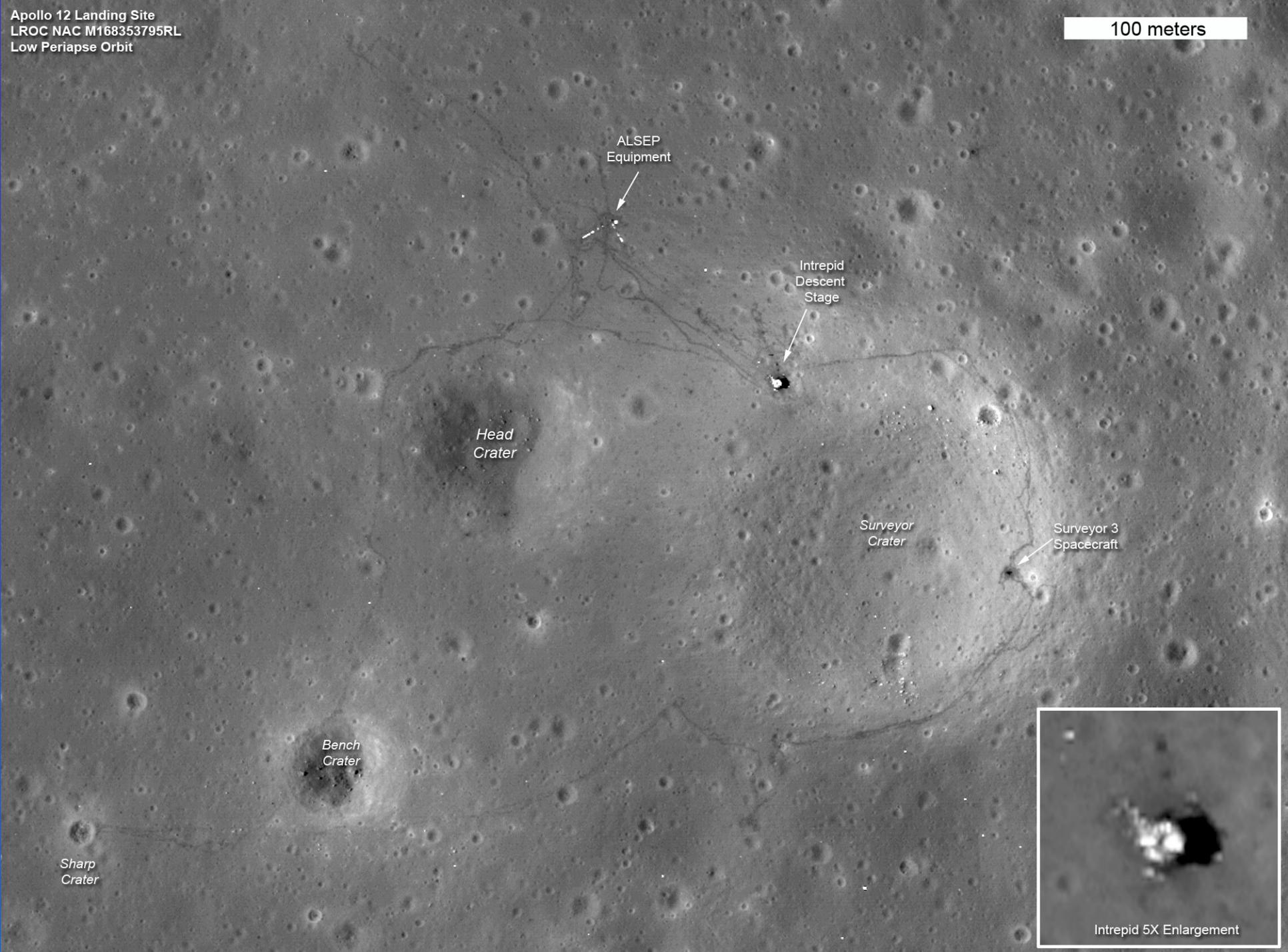
Monti  
Appennini e  
cratere  
Eratostene

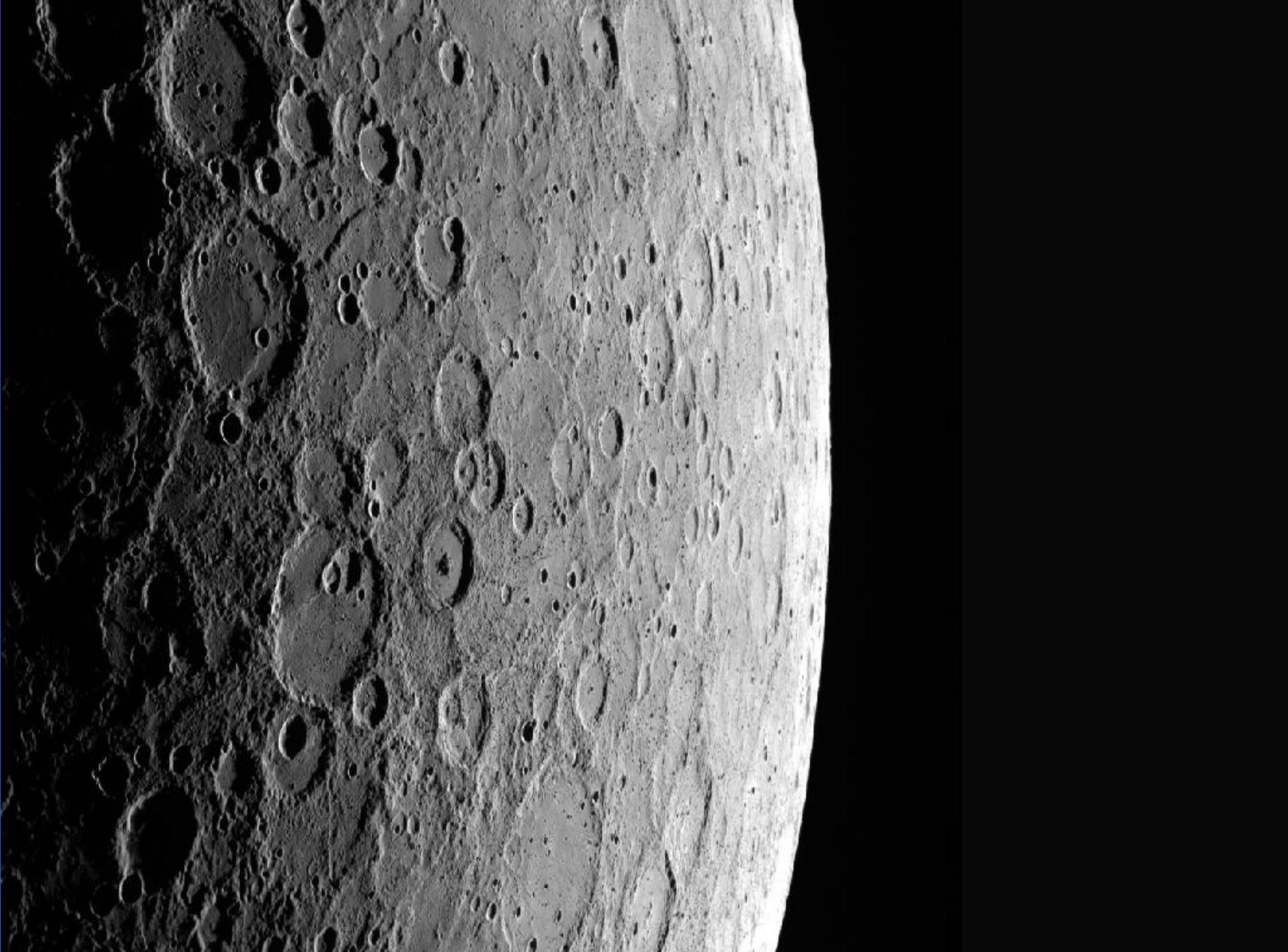










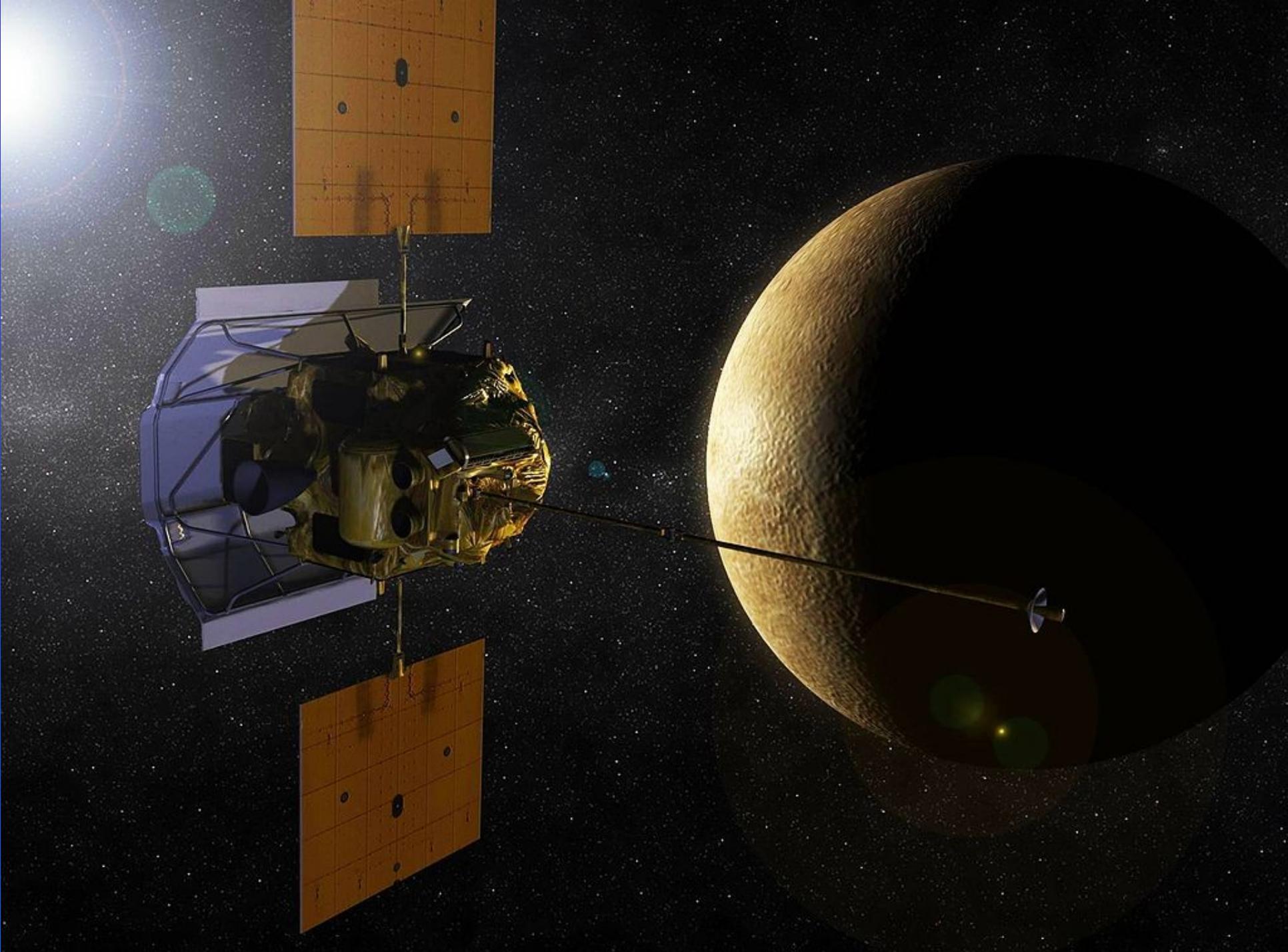


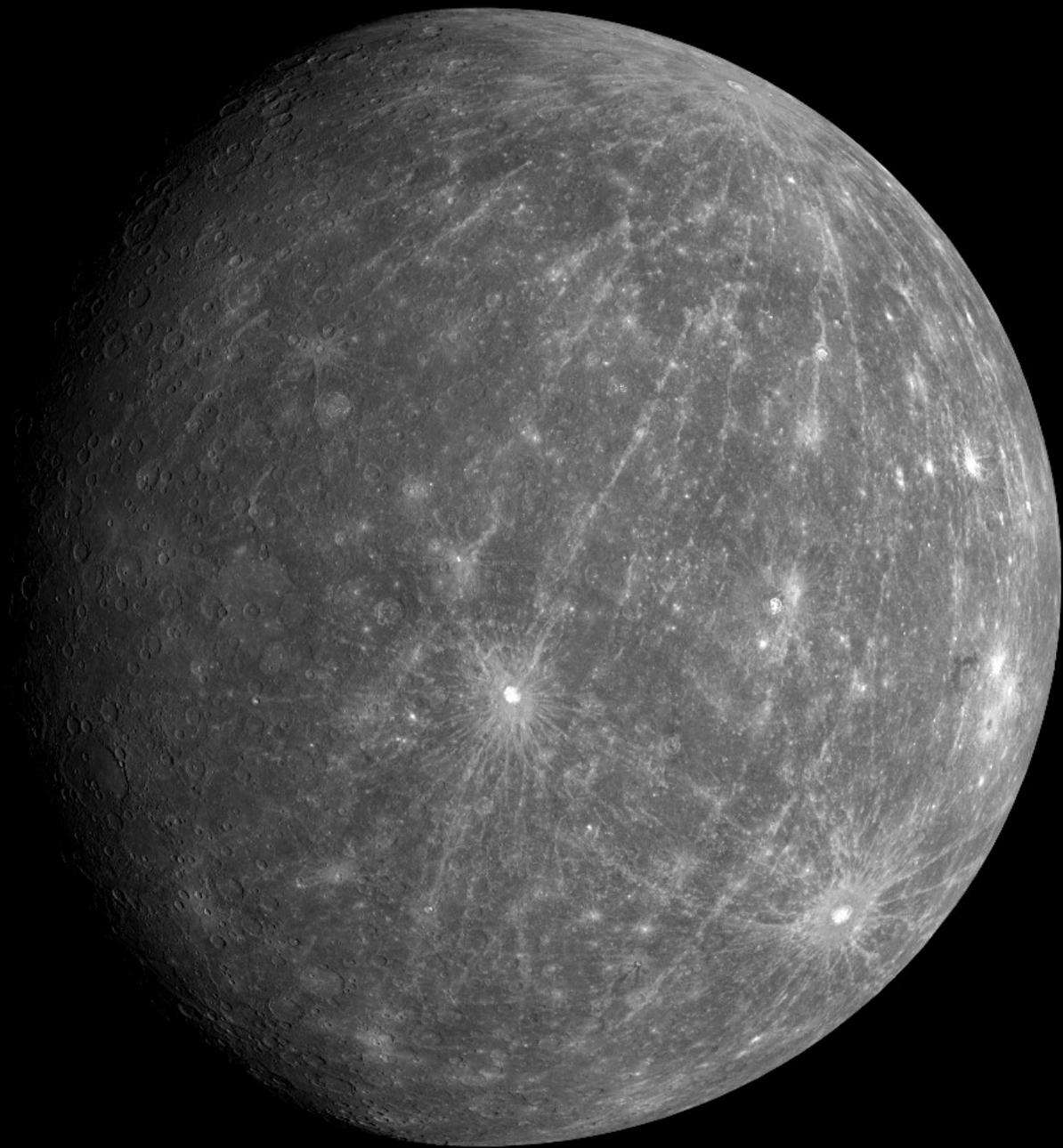
# Mercurio



Distanza dal Sole	45.9 / 69.7 Milioni di km
Diametro equatoriale	4880 km
Periodo di rivoluzione	88 giorni
Periodo di rotazione	59 giorni
Massa (Terra = 1)	0.056
Temperatura	-170 °C notte 450 °C giorno

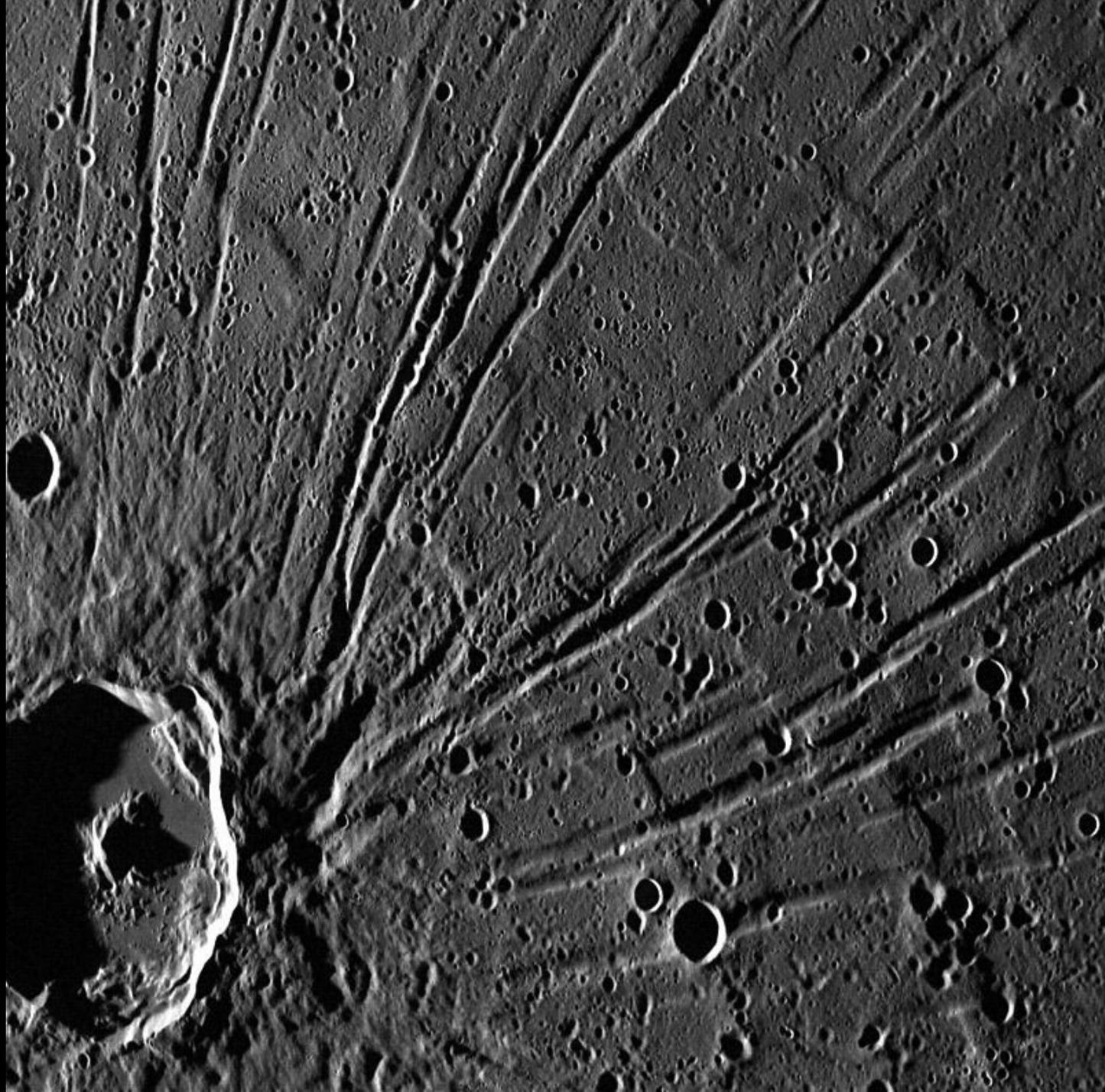
- Il più vicino a
- Simile alla Luna per aspetto (crateri) e dimensioni (un po' più grande)
- Tre giri su sé stesso ogni due giri intorno al Sole
- Densità doppia rispetto alla Terra













Distanza dal Sole 107.4 / 109  
Milioni di km

Diametro equatoriale 12 104 km

Periodo di rivoluzione 224.7 giorni

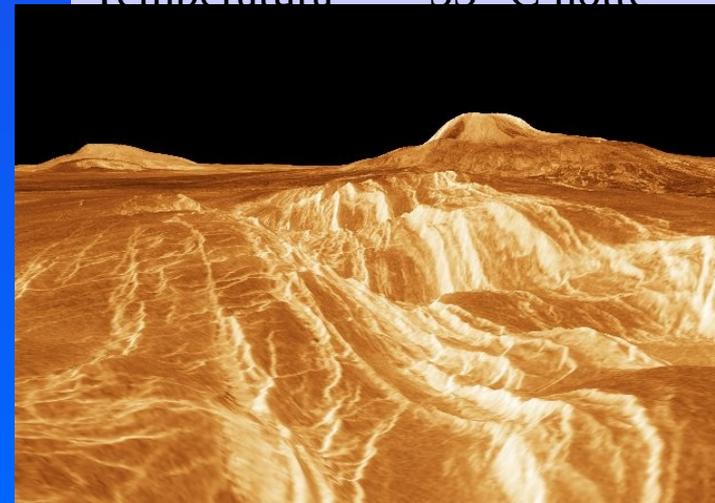
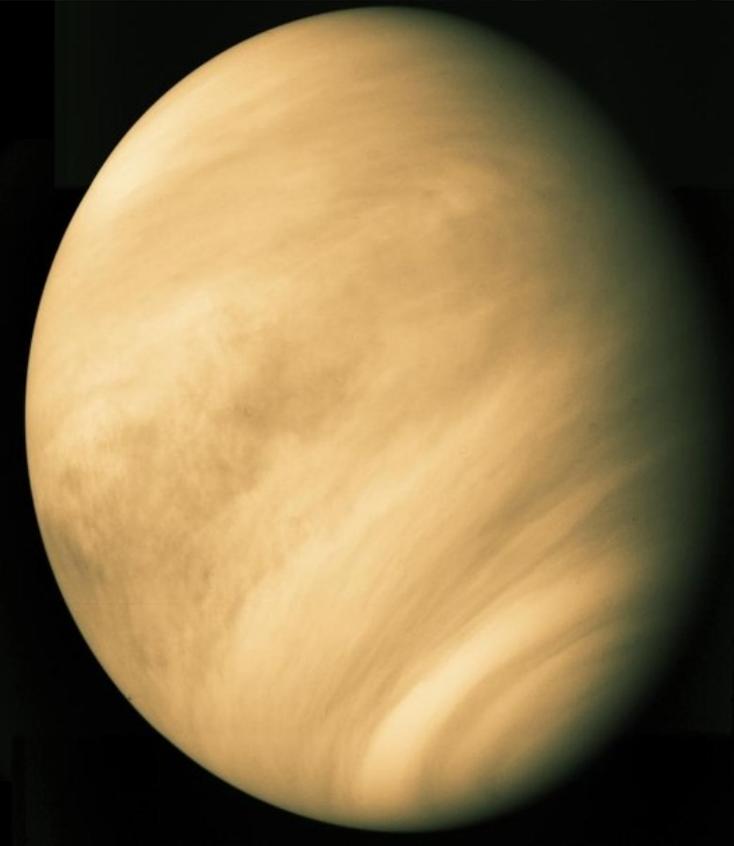
Periodo di rotazione 243 giorni

Massa (Terra = 1) 0.817

Temperatura -33 °C notte

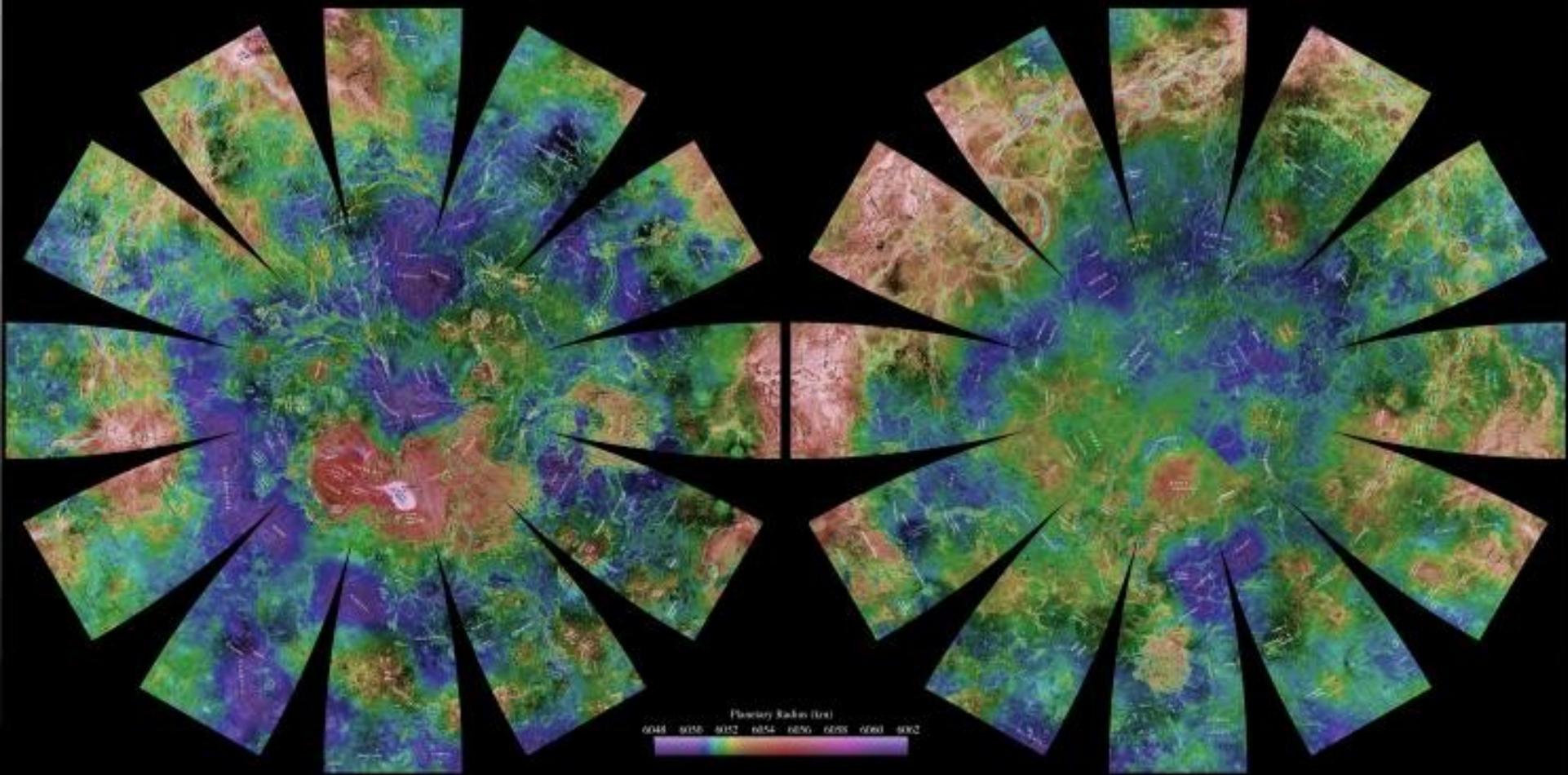
# Venere

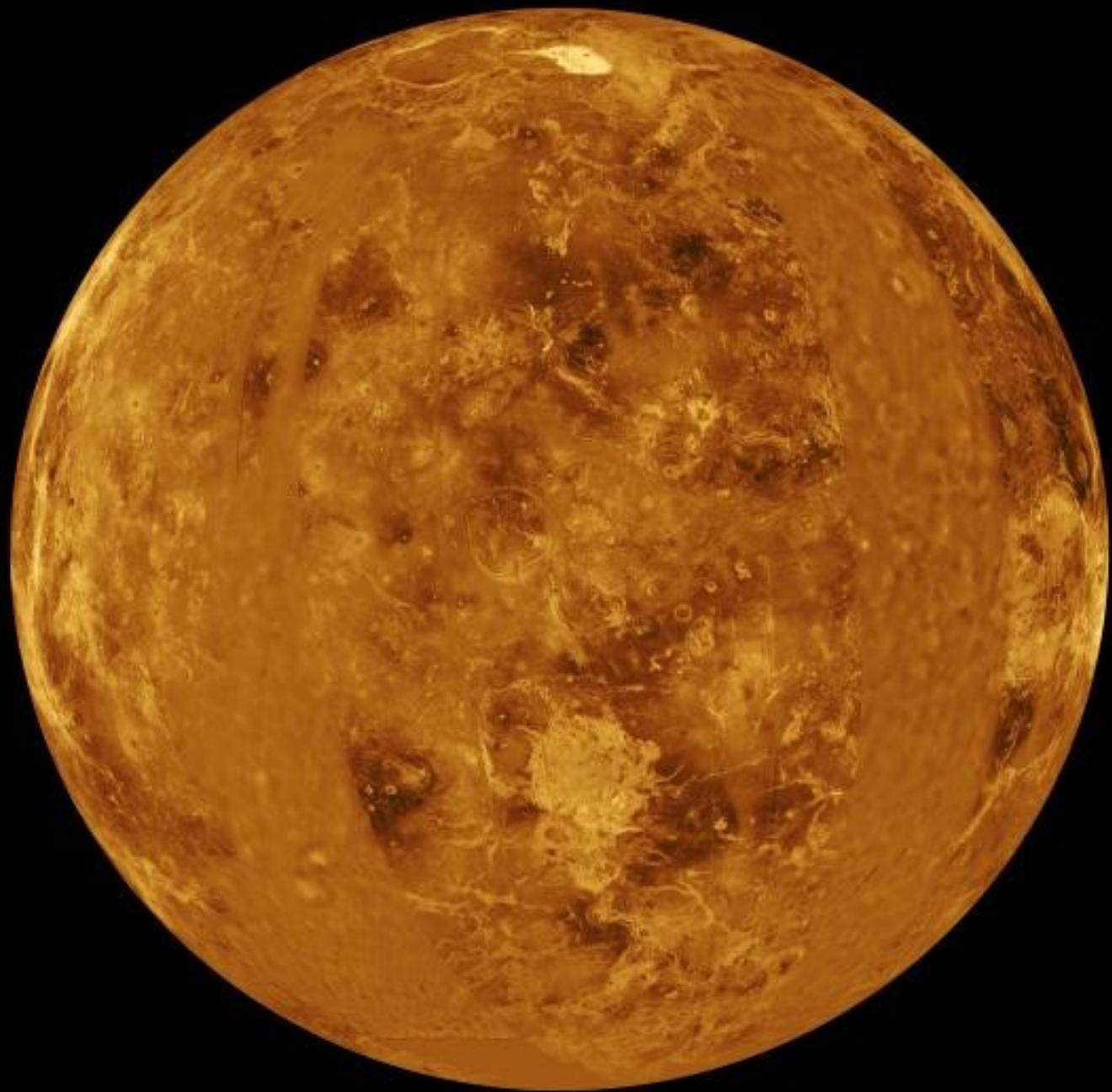
- Simile alla Terra per aspetto (nubi) e dimensioni
- Densa atmosfera
- Alte temperature e pressioni

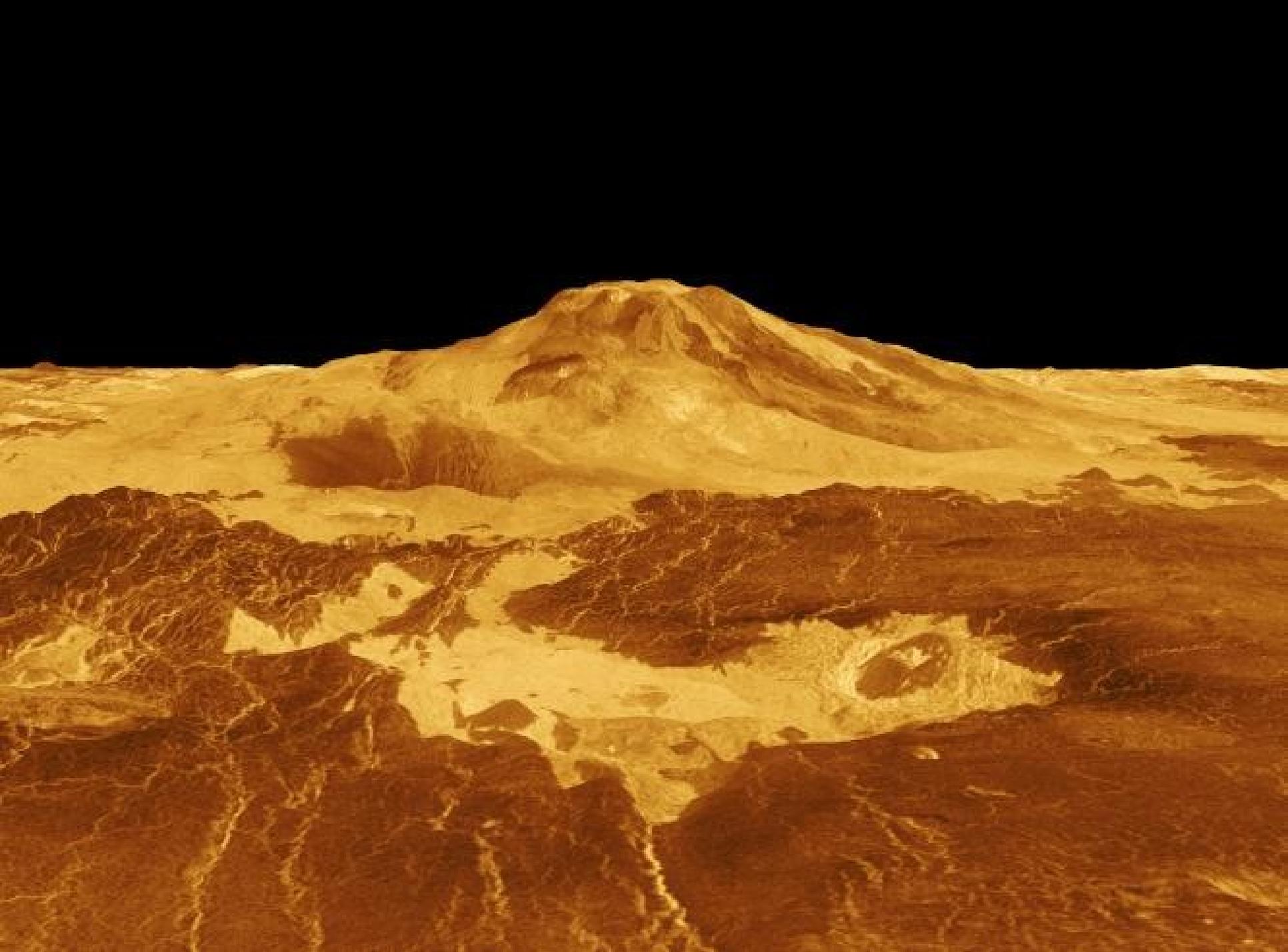


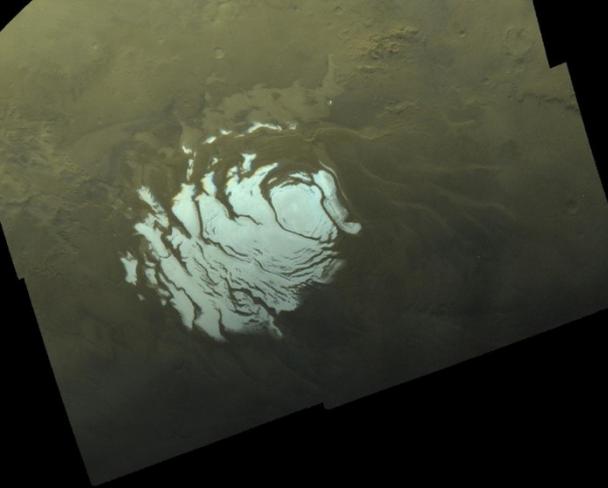
Northern Hemisphere of Venus

Southern Hemisphere of Venus







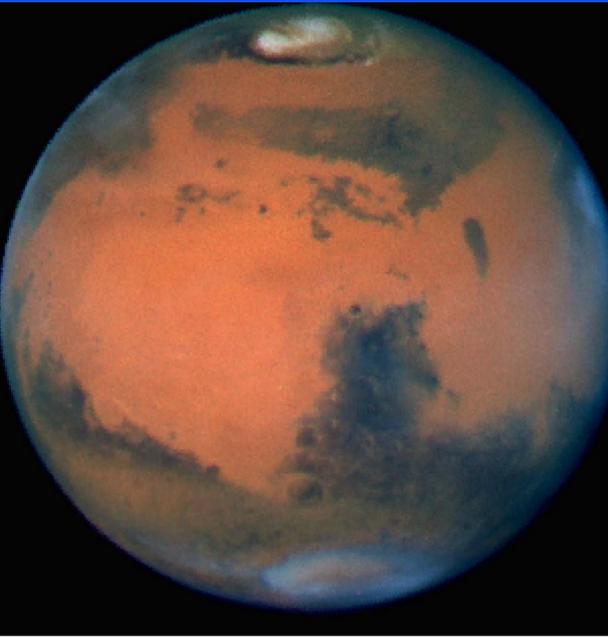


# Marte

- Suolo ricco di ferro, atmosfera rarefatta, calotte polari
- Canali



- Acqua?
- La vita?



Distanza dal Sole 206.7 / 249.1  
Milioni di km

Diametro equatoriale 6787 km

Periodo di rivoluzione 687 giorni

Periodo di rotazione 24 ore  
37 minuti  
23 secondi

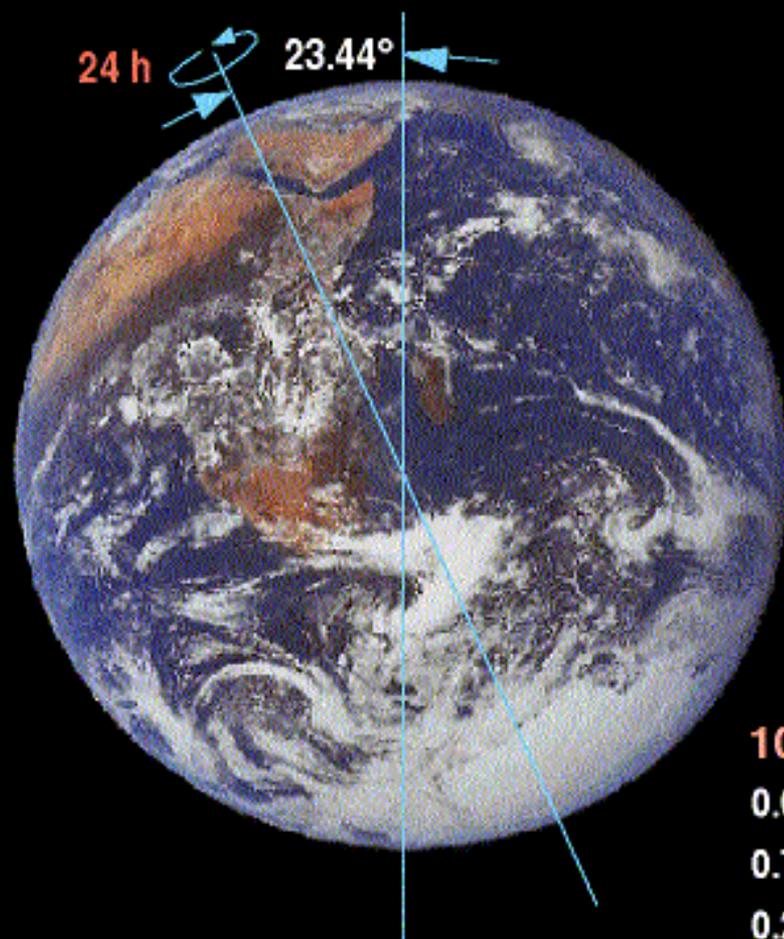
Massa (Terra = 1) 0.108



## EARTH

## COMPARISON

## MARS



## YEAR

365 Days    686 Days  
(667 Sols)

## GRAVITY

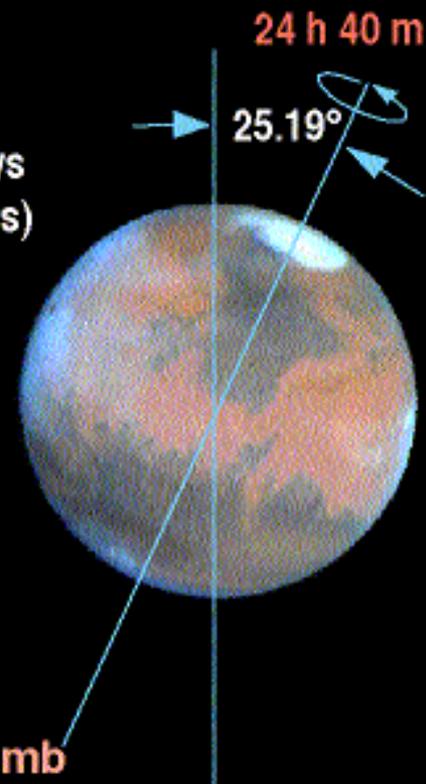
38% of earth

## SUNLIGHT

44% of earth

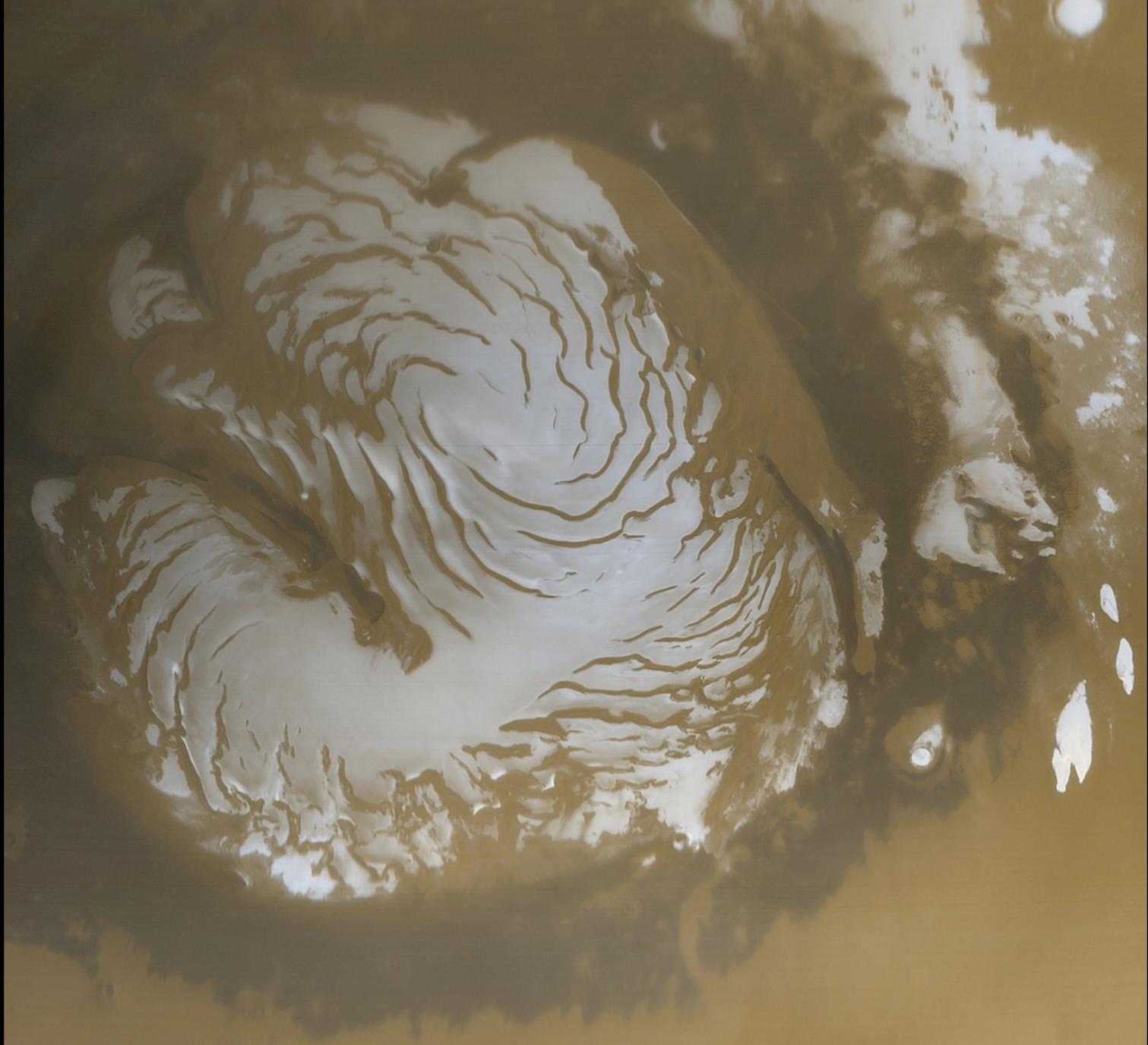
## ATMOSPHERE

1013mb	Total	7.6 mb
0.00035	CO <sub>2</sub>	0.95
0.781	N <sub>2</sub>	0.027
0.210	O <sub>2</sub>	0.0013
0 to 0.04	H <sub>2</sub> O	0 to 0.00021
0.0093	Ar	0.016

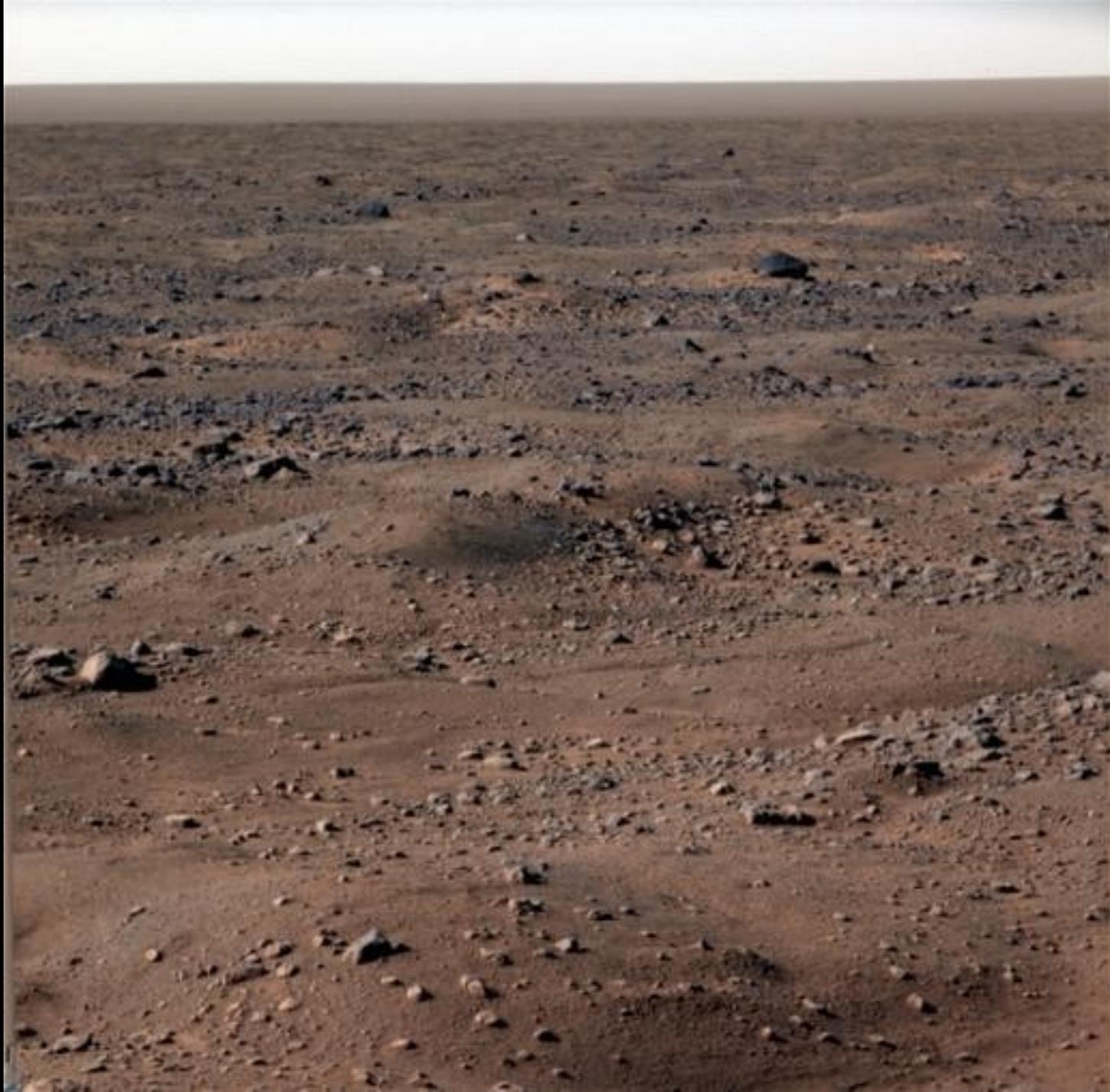


Mars, courtesy  
P. James and NASA

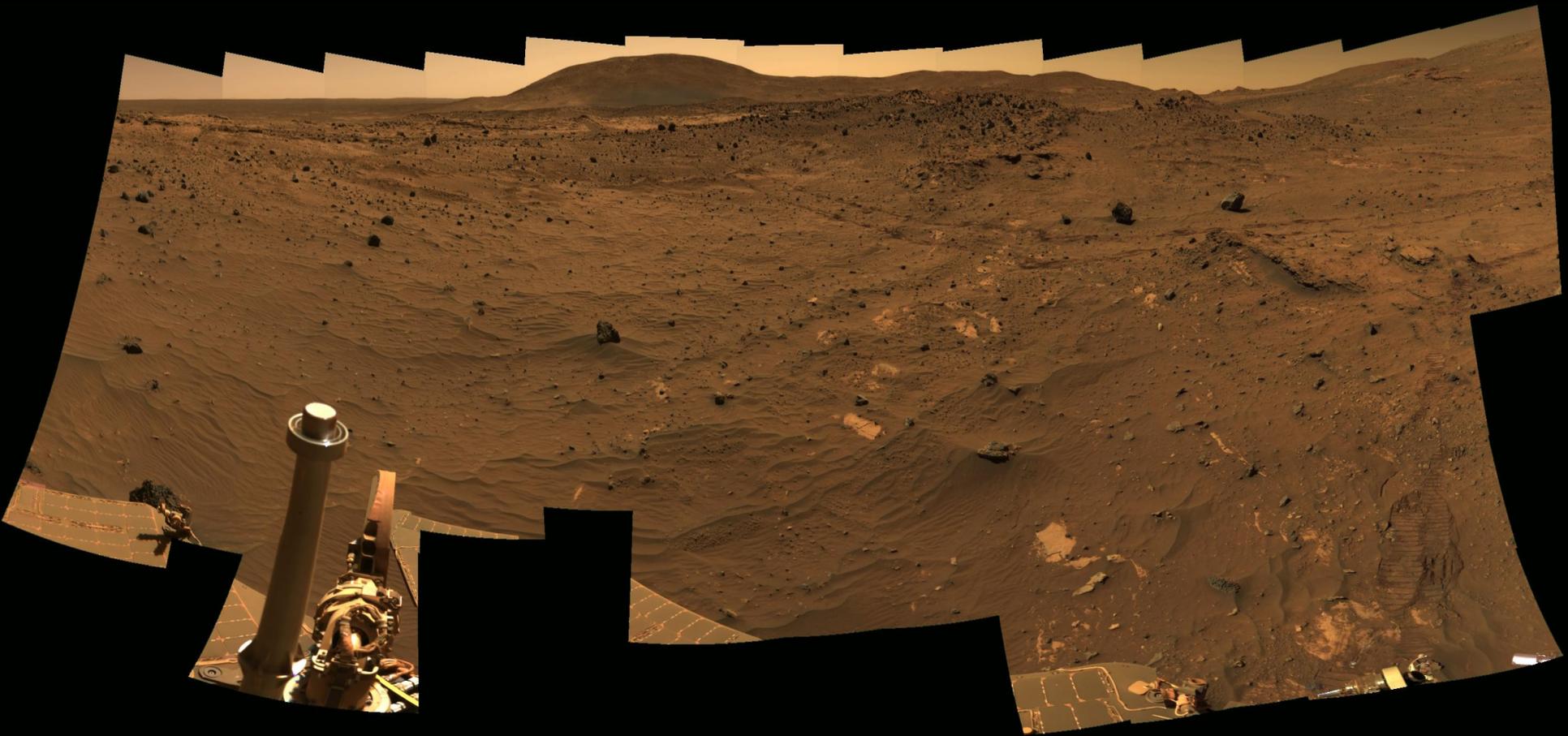








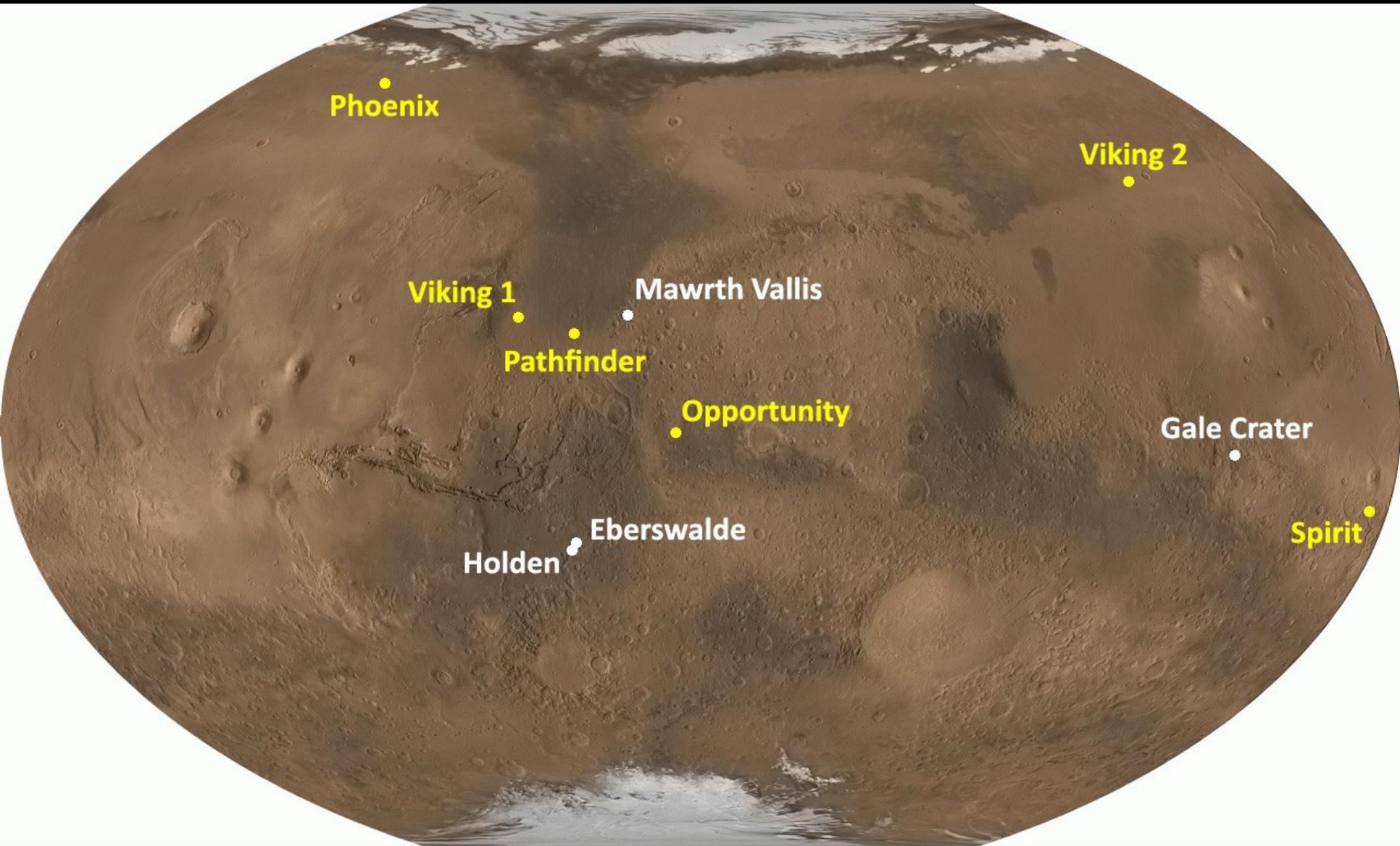












Phoenix

Viking 2

Viking 1

Mawrth Vallis

Pathfinder

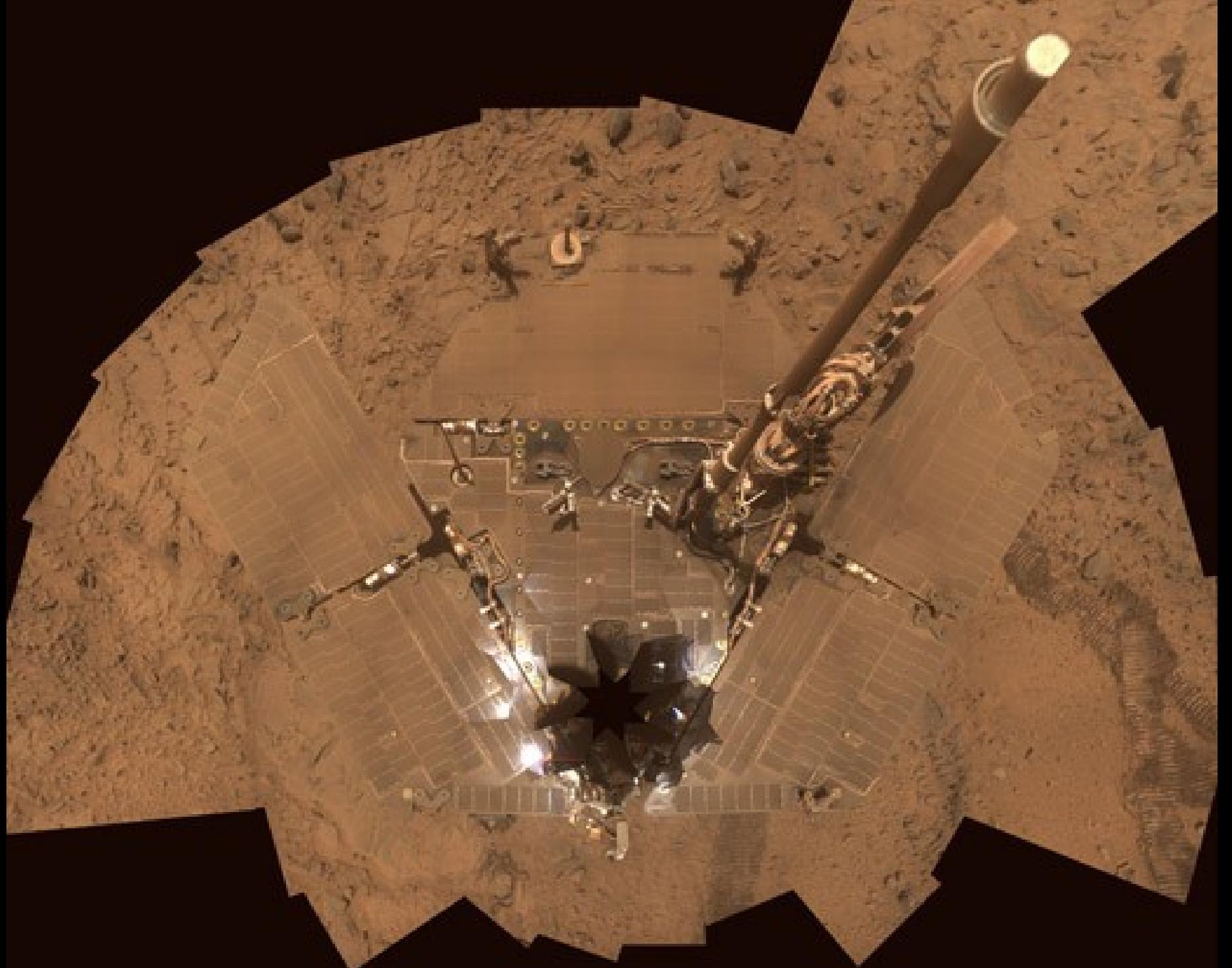
Opportunity

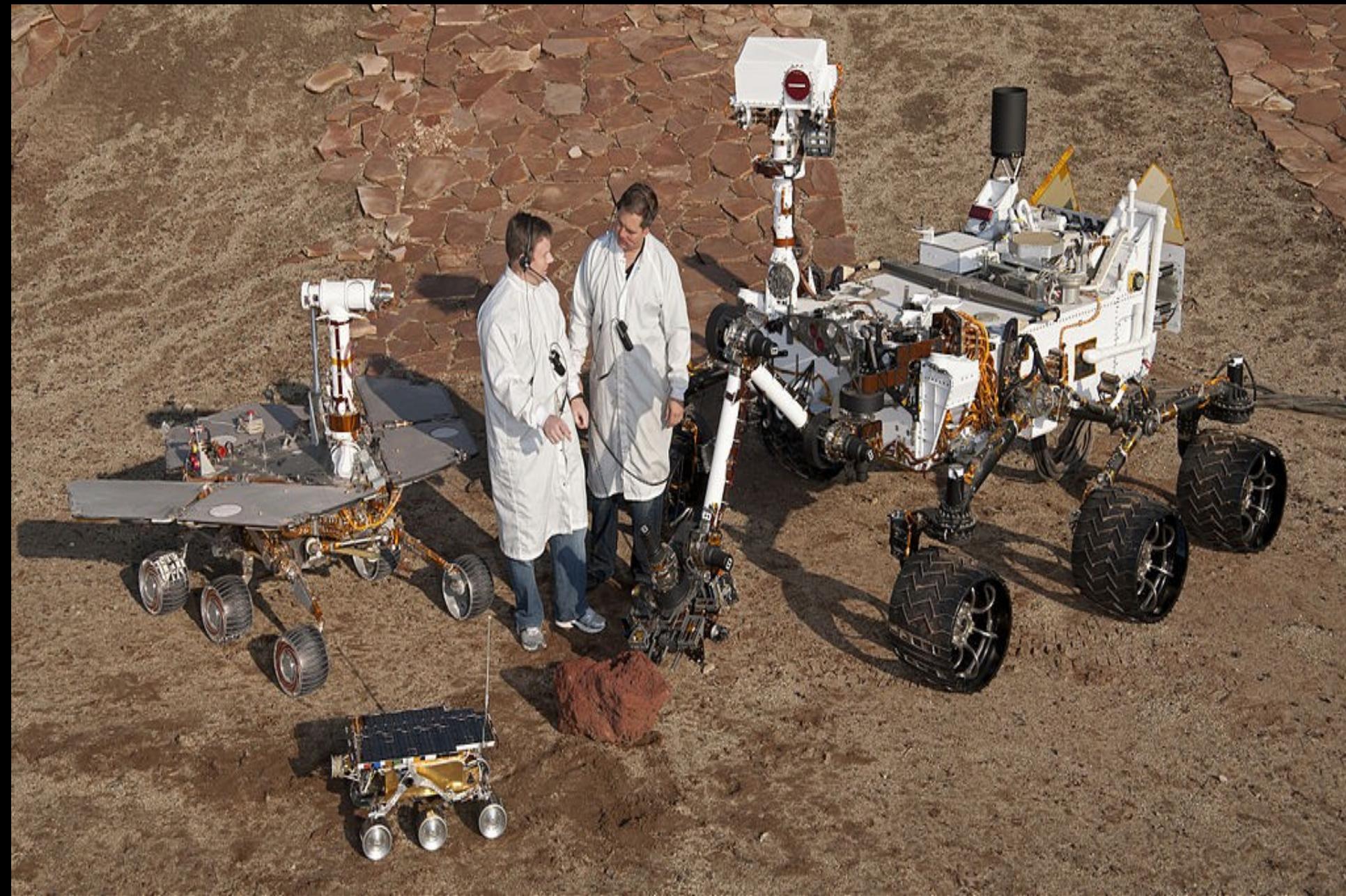
Gale Crater

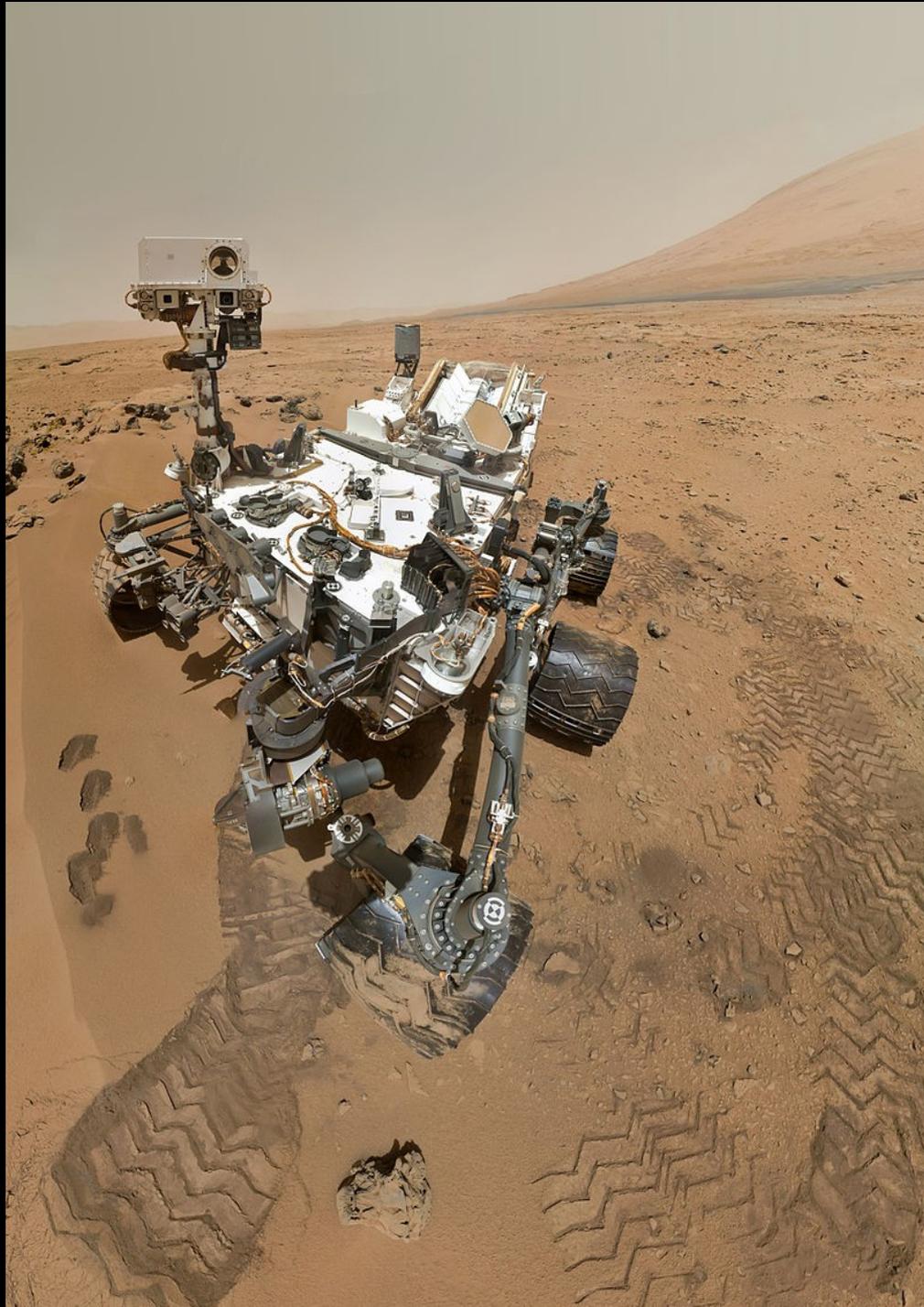
Holden

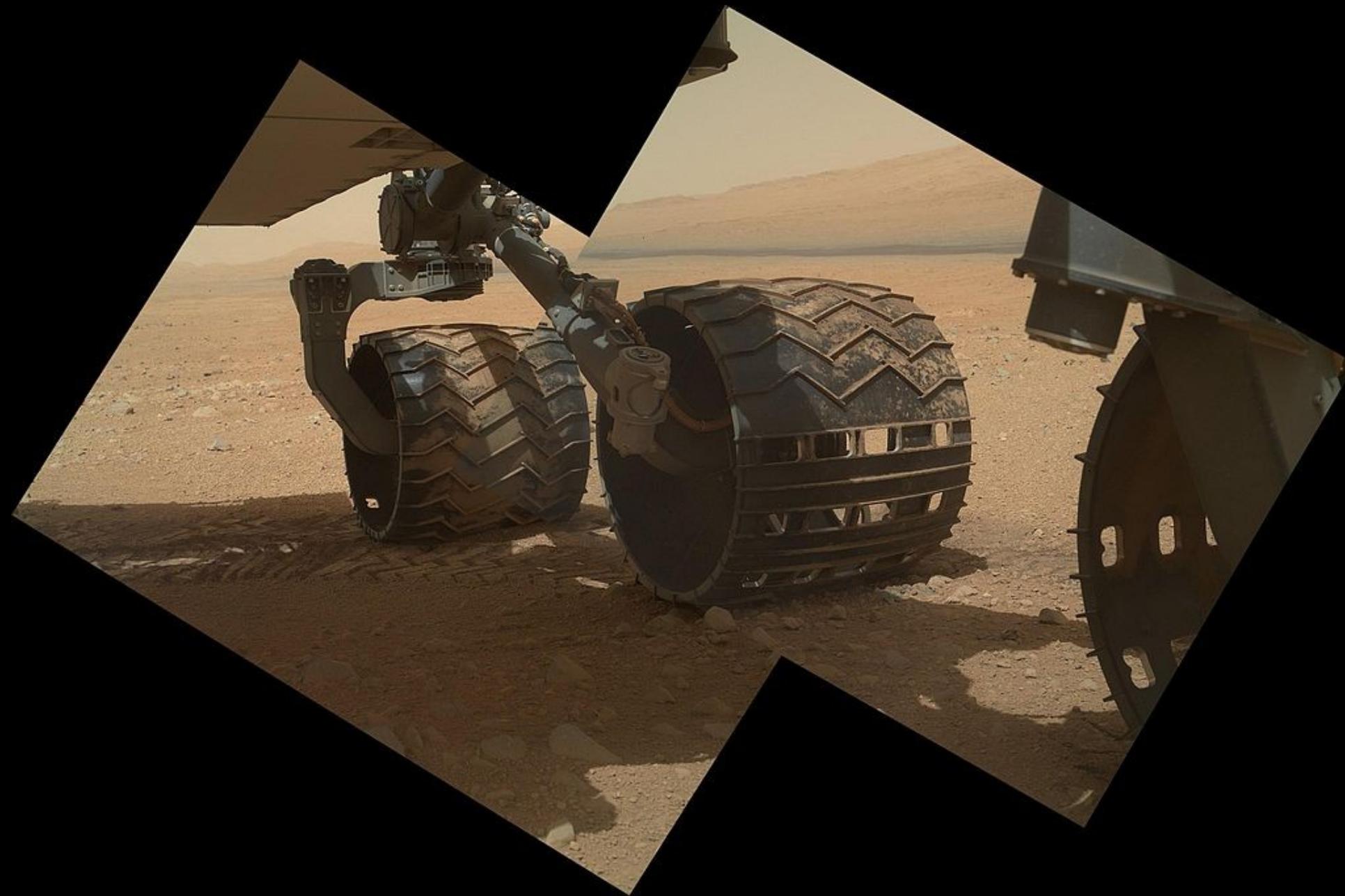
Eberswalde

Spirit

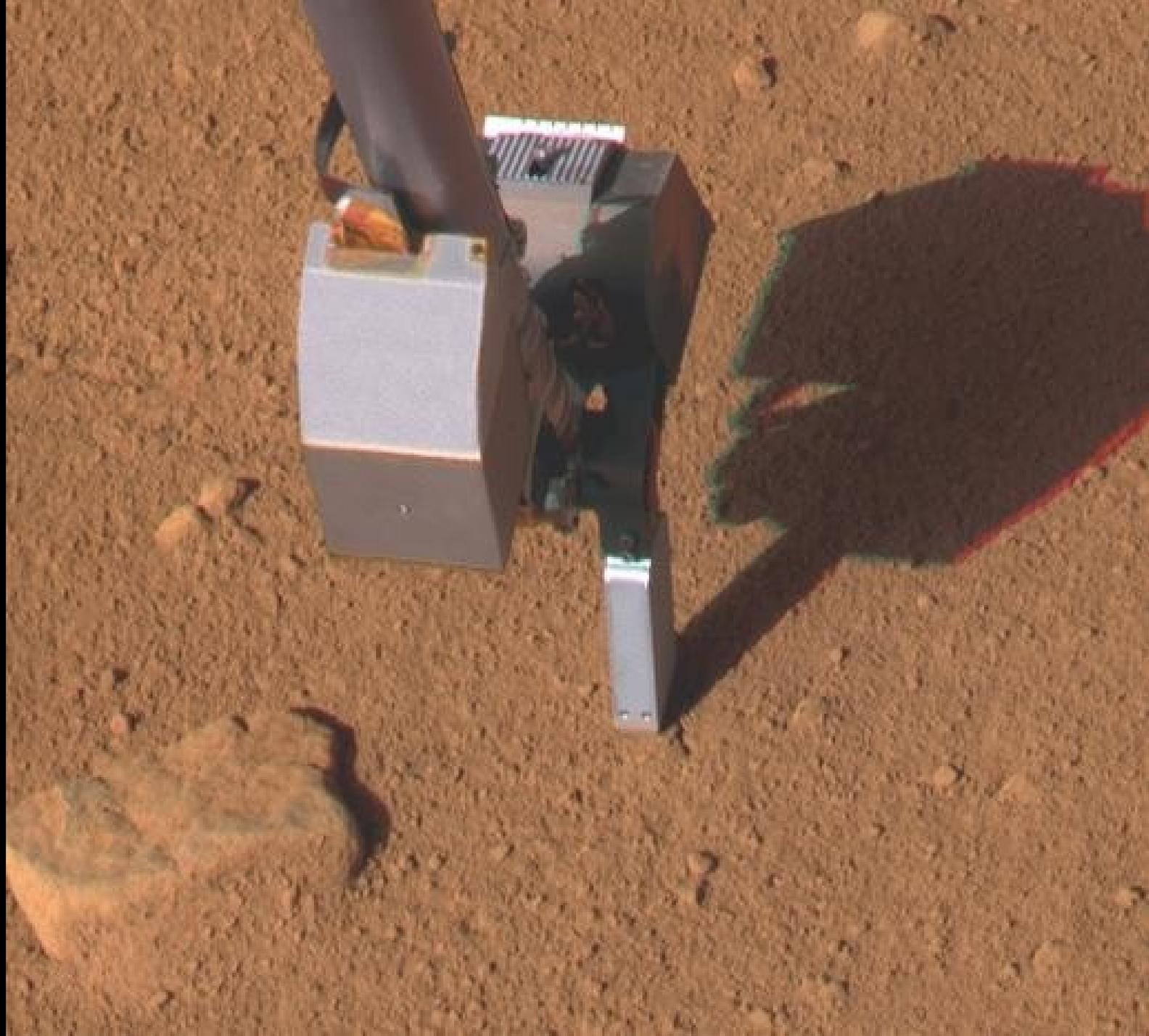




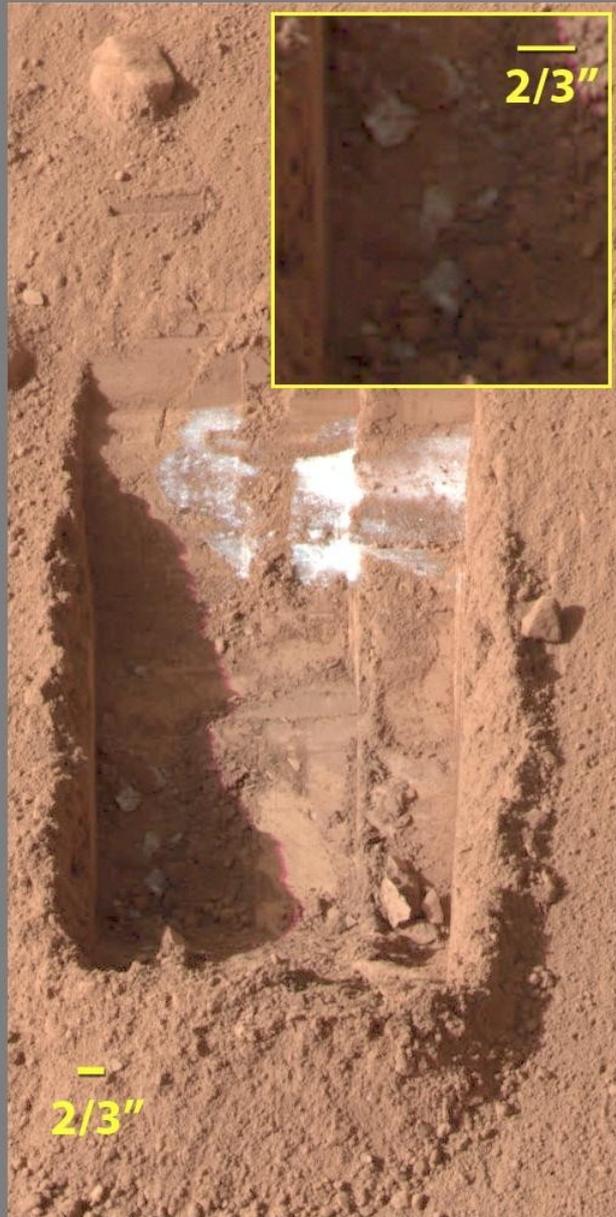






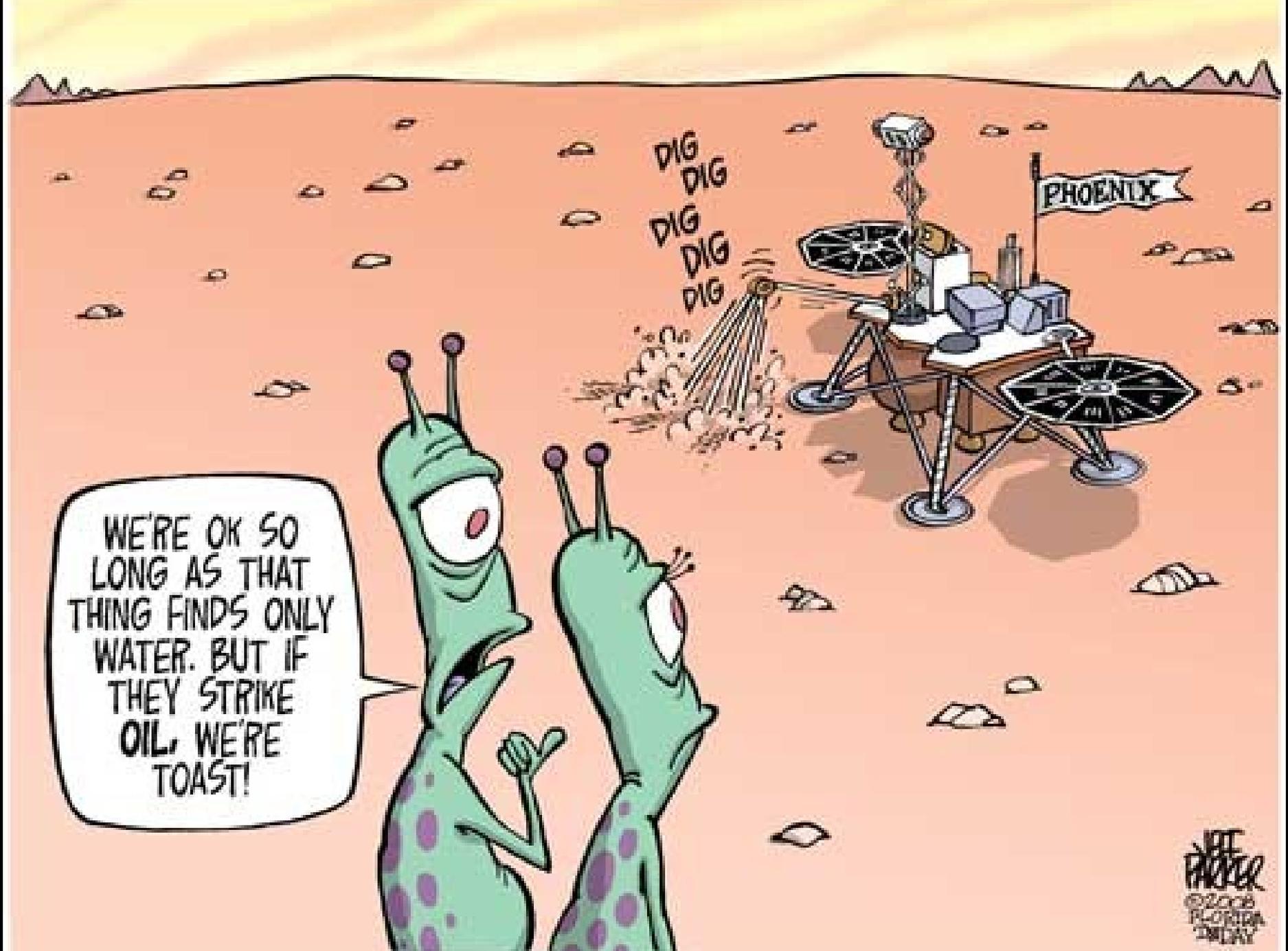


Sol 20



Sol 24





DIG  
DIG  
DIG  
DIG  
DIG

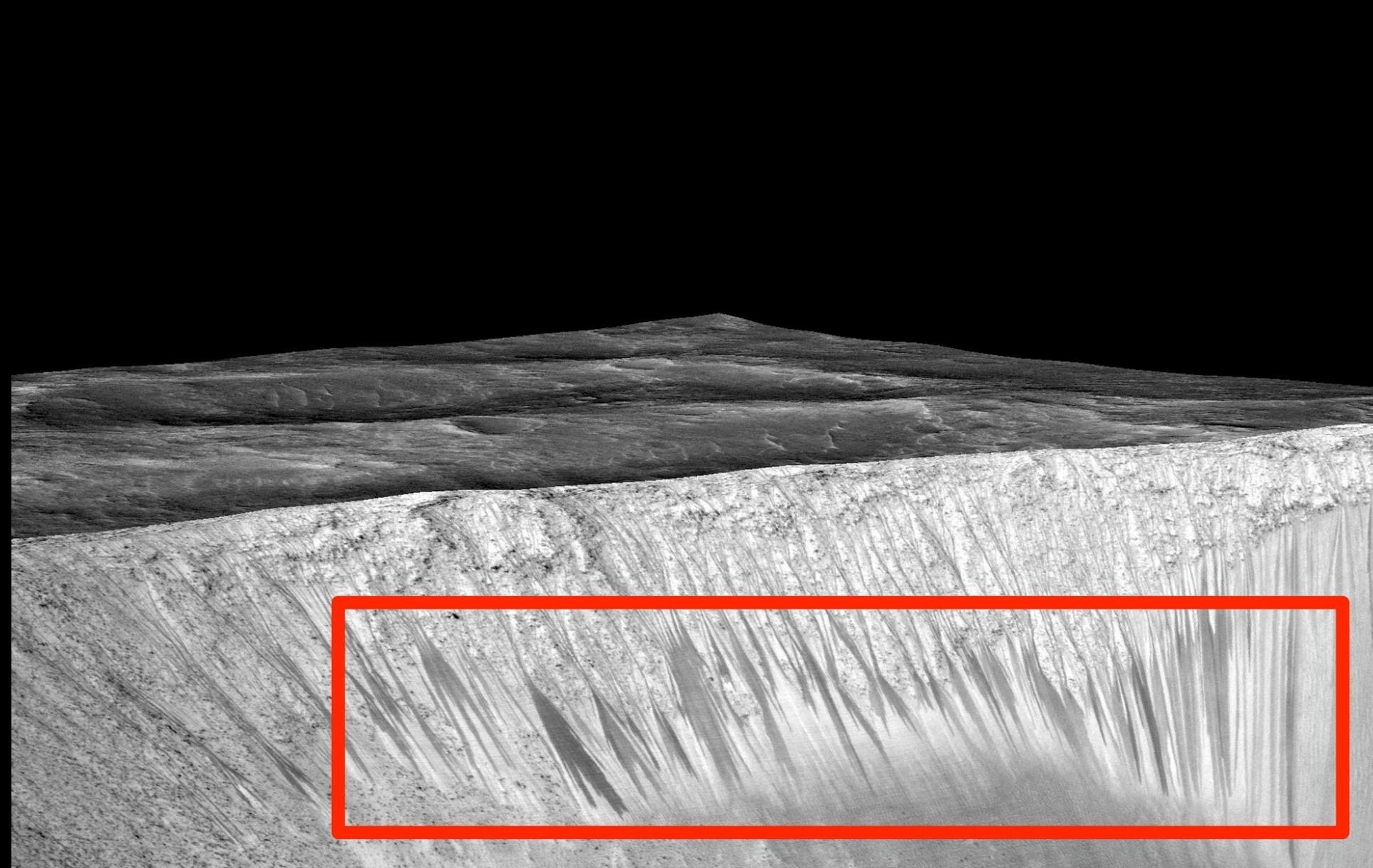
PHOENIX

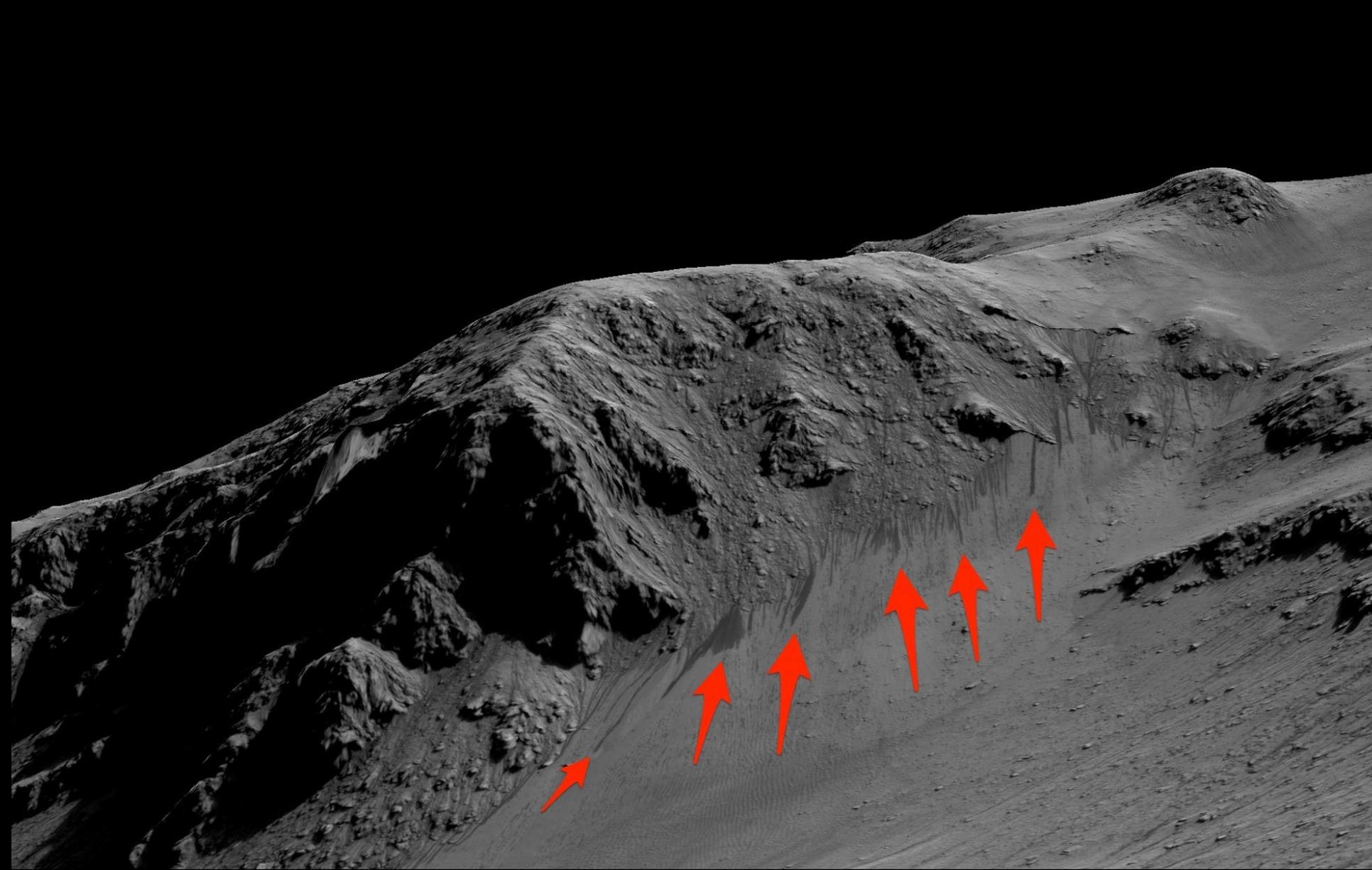
WE'RE OK SO LONG AS THAT THING FINDS ONLY WATER. BUT IF THEY STRIKE OIL, WE'RE TOAST!

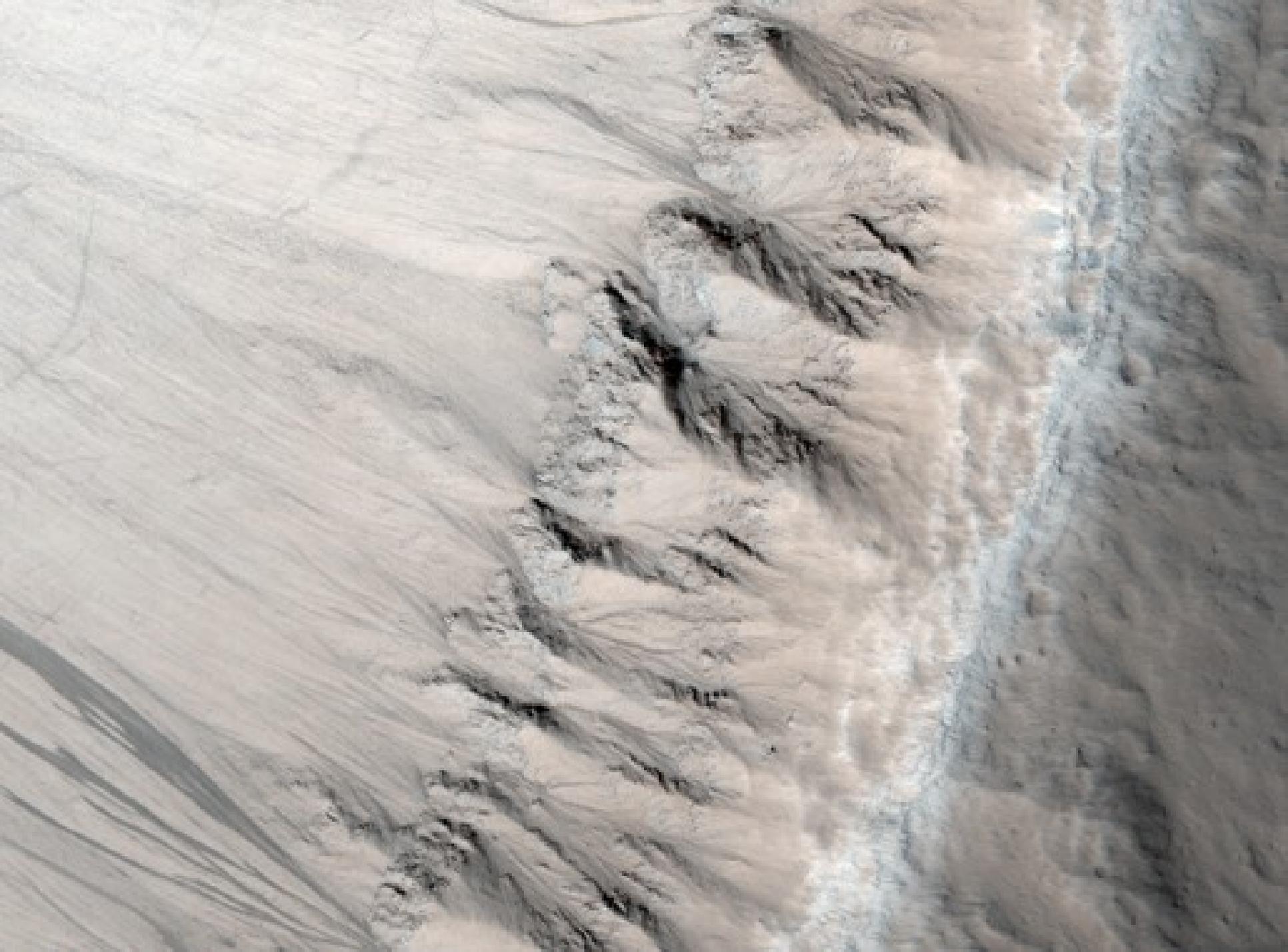
THE  
FARBER  
©2008  
FLORIDA  
DAILY

# Water on Mars?

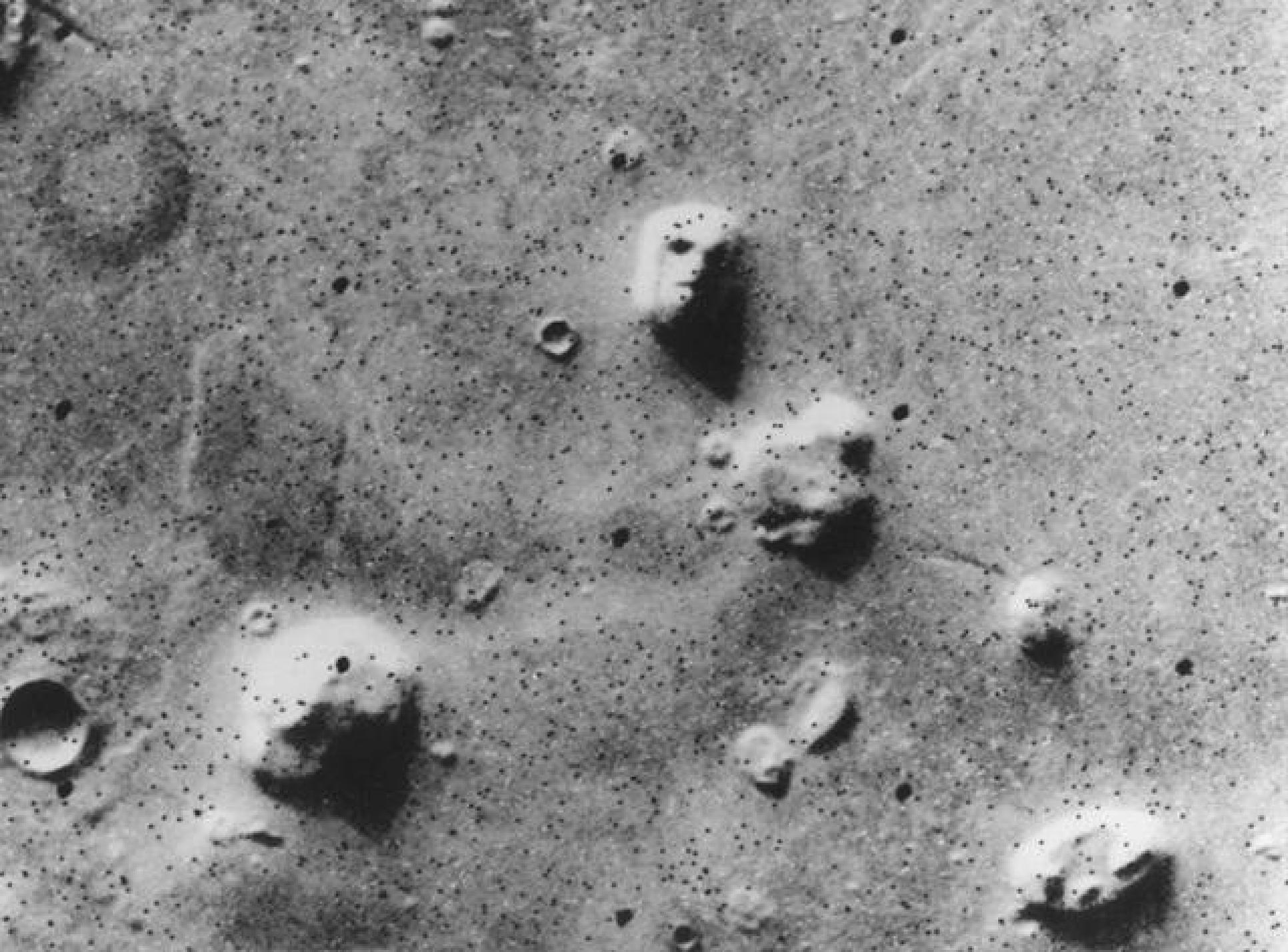


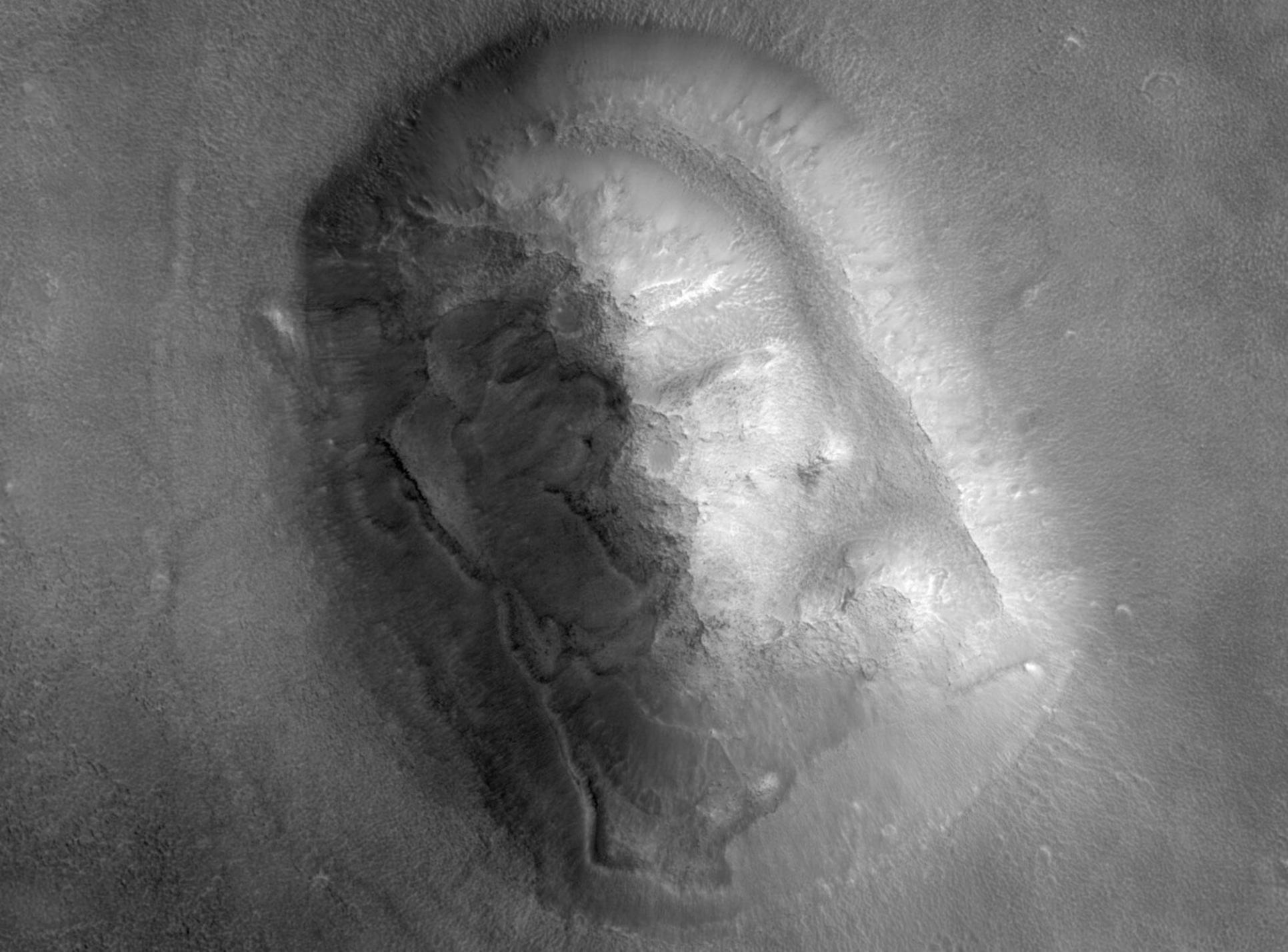








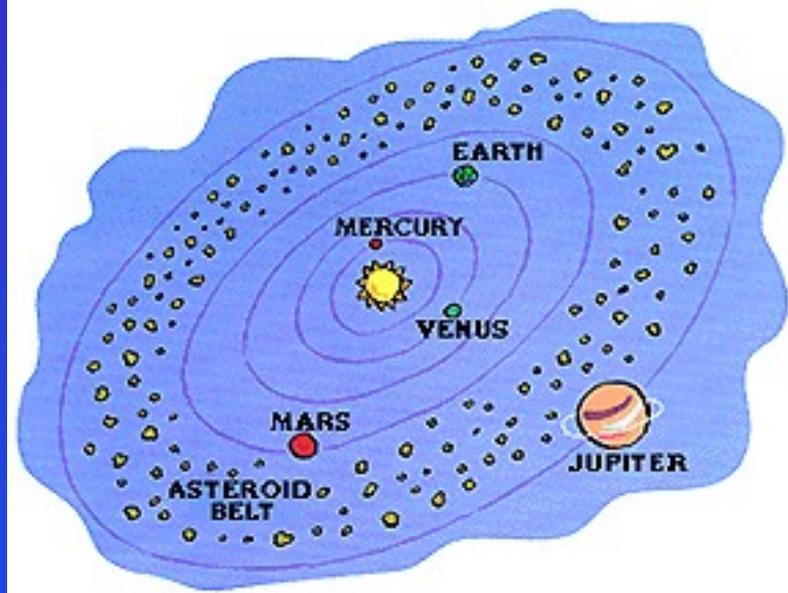








# Fascia degli asteroidi



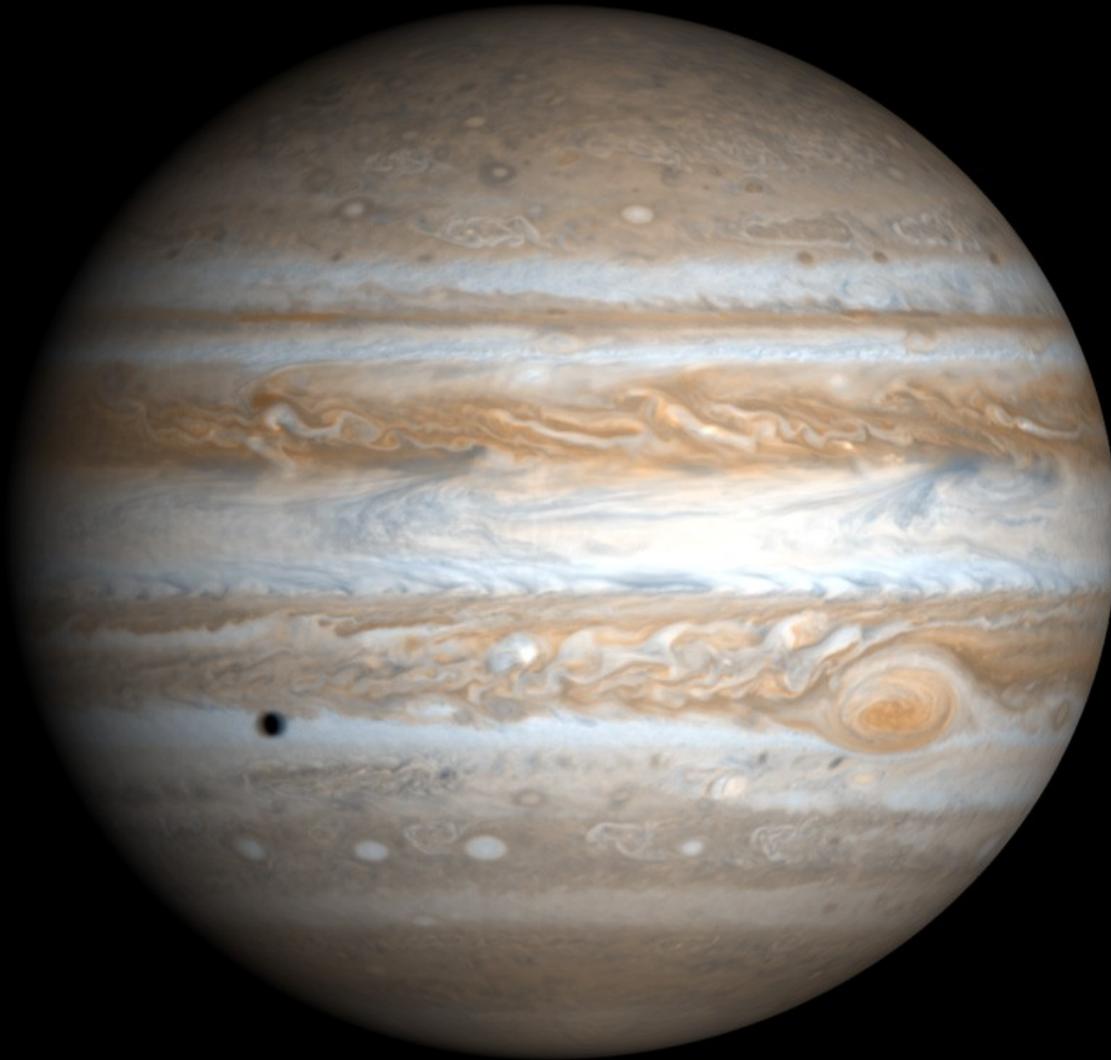
- Titius e Bode enunciano una legge che stabilisce le posizioni reciproche dei pianeti: funziona ma manca un pianeta tra Marte e Giove

$$d = 0.4 + 0.3 * 2^n$$

- Piazzi nel 1801 scopre Cerere (mille km di diametro); quindi si scoprono Pallade, Giunone, Vesta, ...
- Oggetti con dimensioni minori di alcune centinaia di chilometri
- Un pianeta distrutto o mai finito?
- Sono pericolosi? Apollo e NEO



# Giove



Distanza dal Sole 740.9 / 815.7  
Milioni di km

Diametro equatoriale 142 800 km

Periodo di rivoluzione 11.86 anni

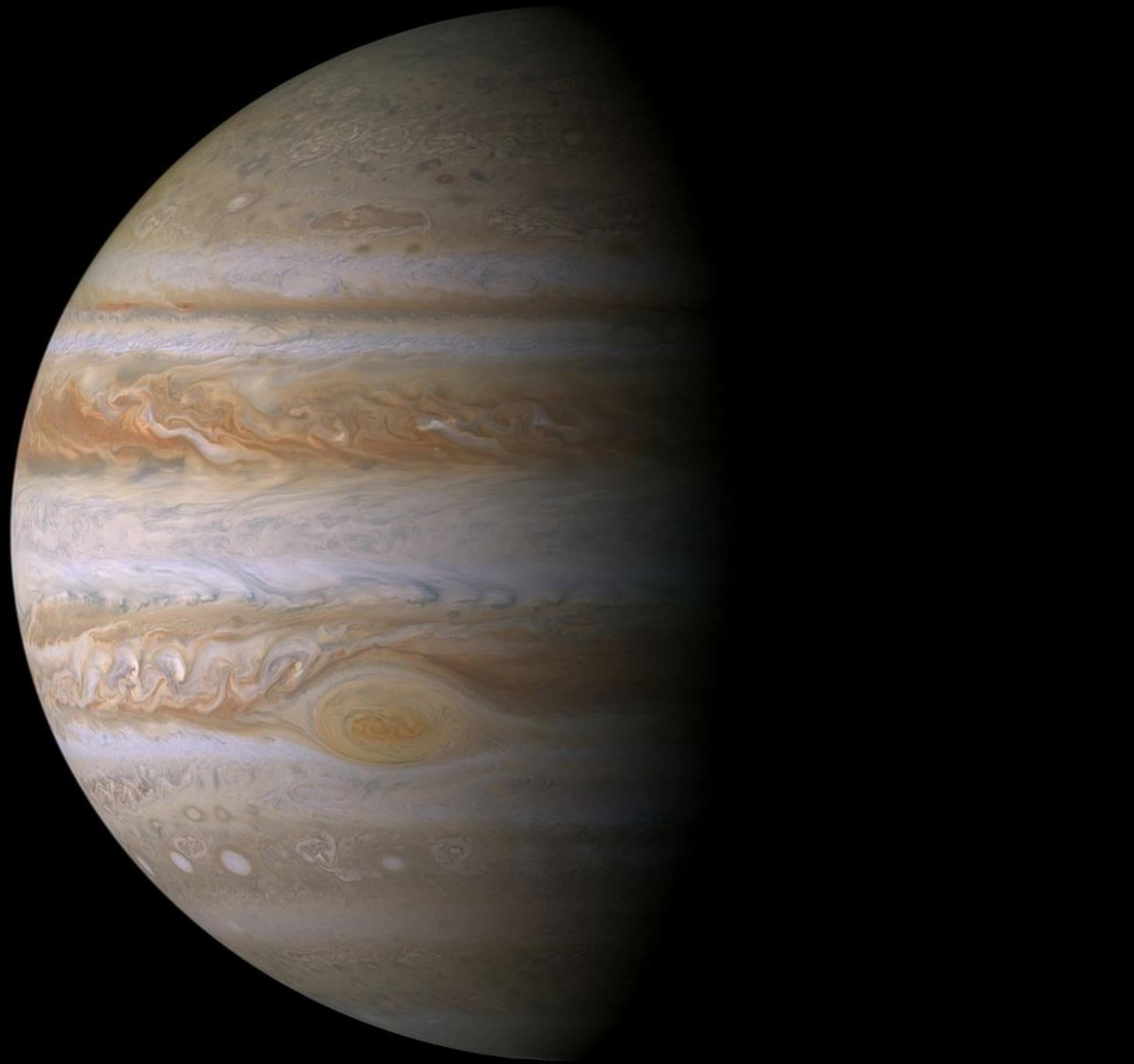
Periodo di rotazione 9 ore  
50 minuti  
30 secondi

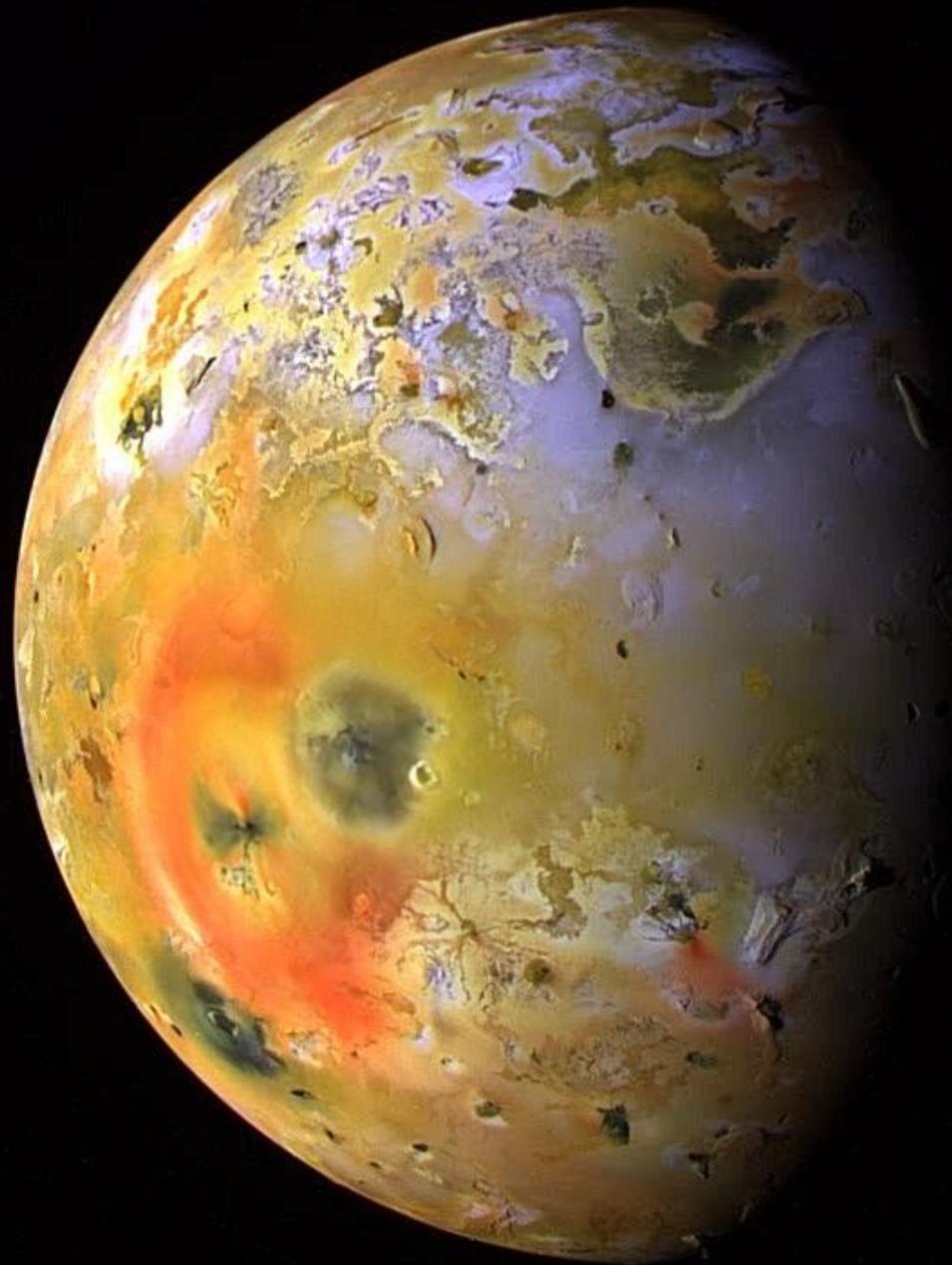
Massa (Terra = 1) 317.9

Temperatura -150 °C nubi

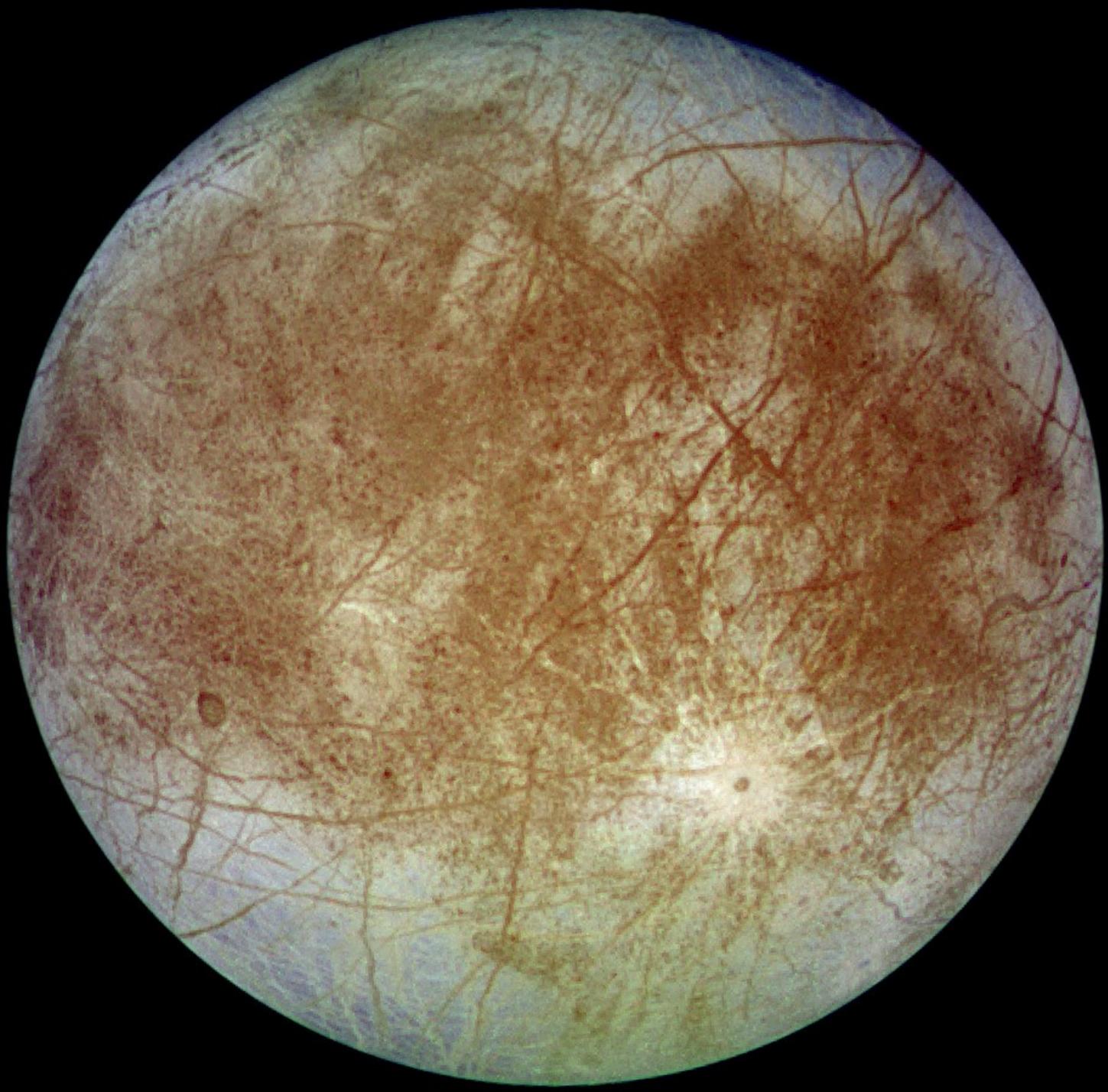
Composizione: idrogeno ed elio (una stella?)

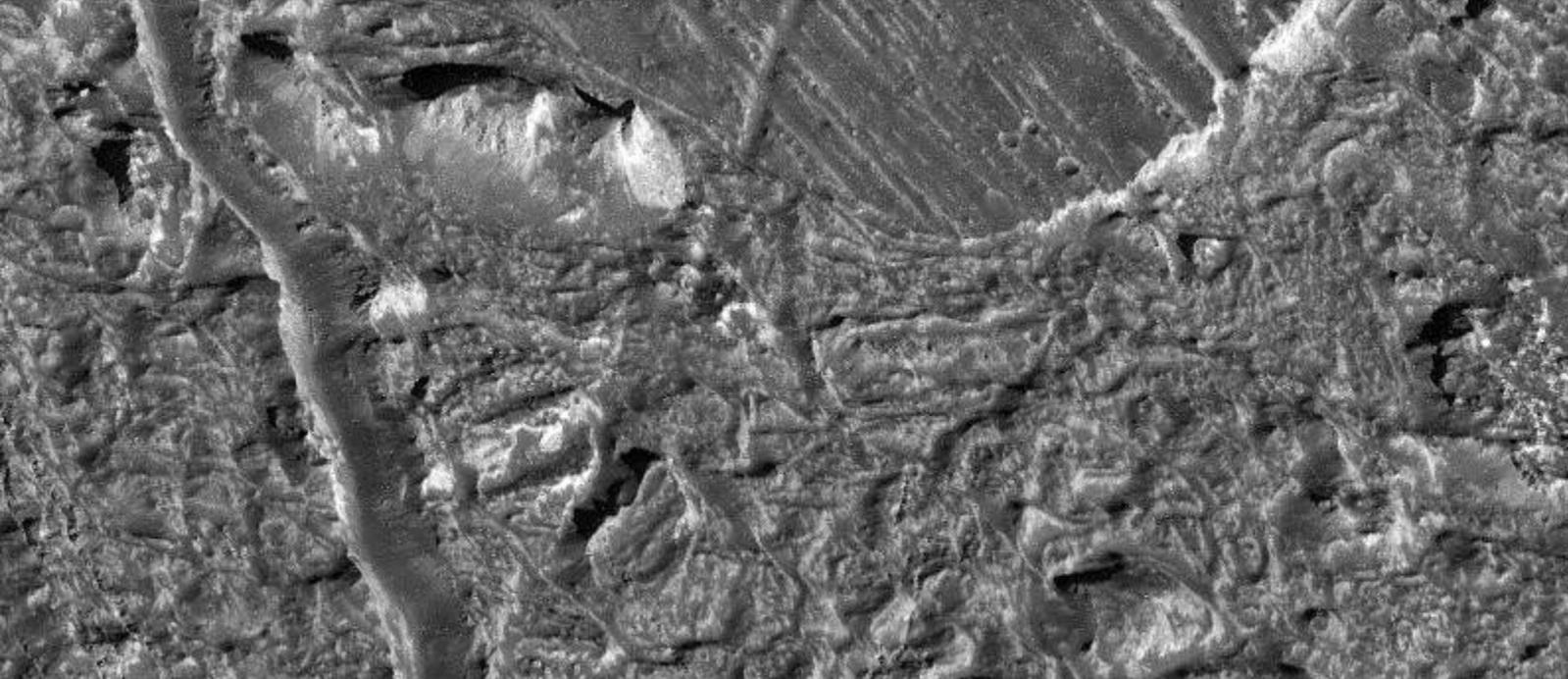
- Satelliti galileiani: Io, Europa, Ganimede, Callisto

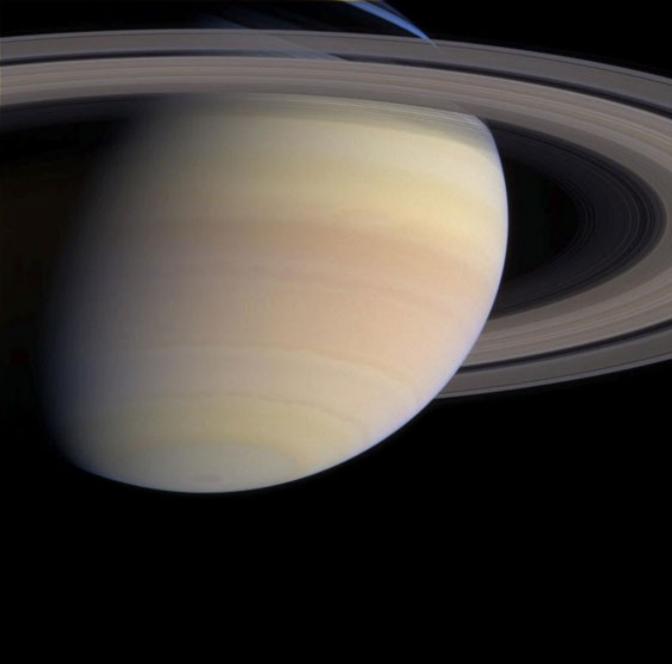












# Saturno

- Gli anelli: ghiaccio e polveri
- Le lune: satelliti principali e “pastori”

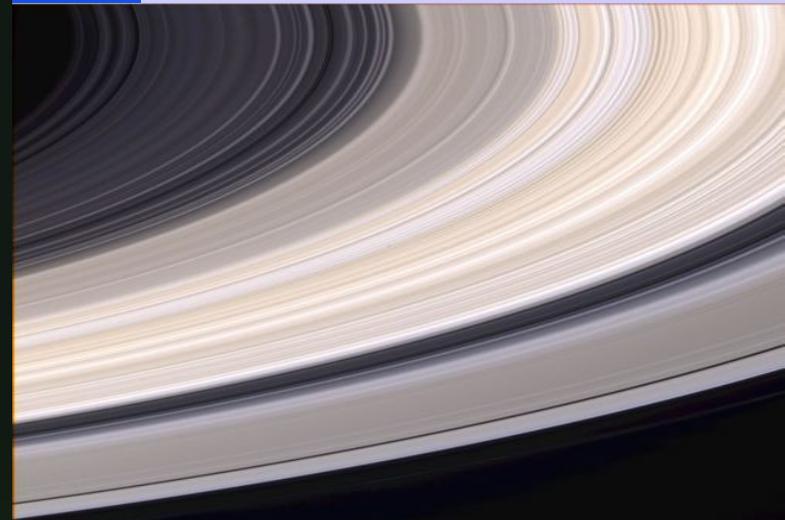
Distanza dal Sole 1347 / 1507  
Milioni di km

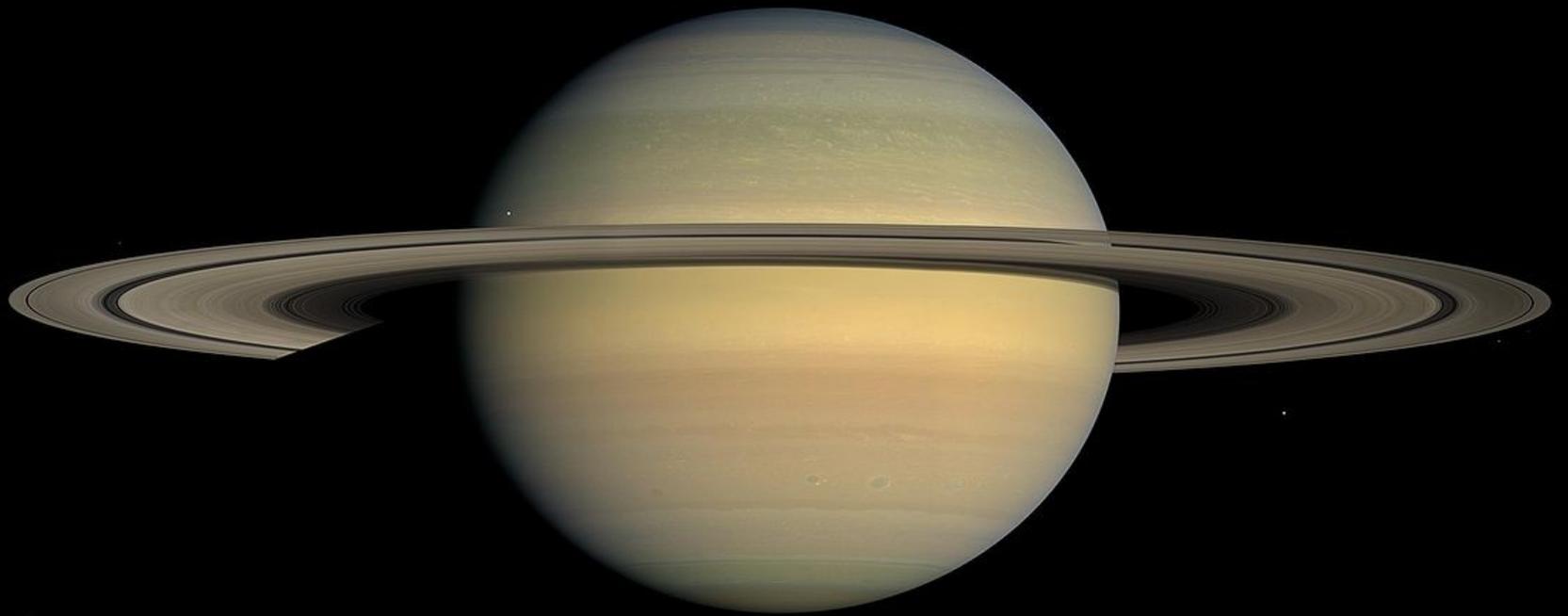
Diametro equatoriale 120 000 km

Periodo di rivoluzione 29.46 anni

Periodo di rotazione 10 ore  
14 minuti

Massa 95.2  
(Terra = 1)





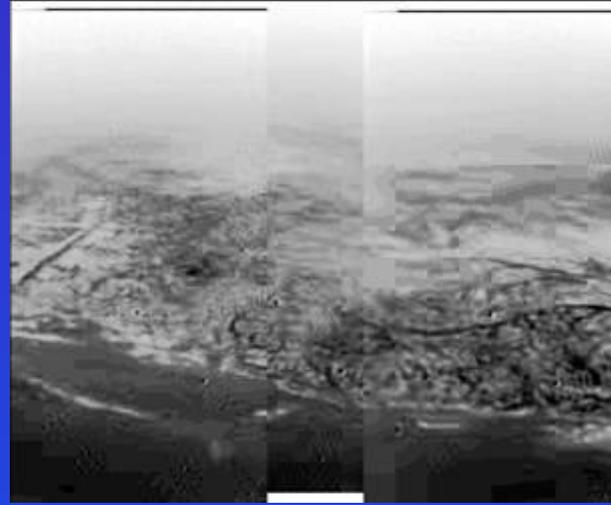
# Titano



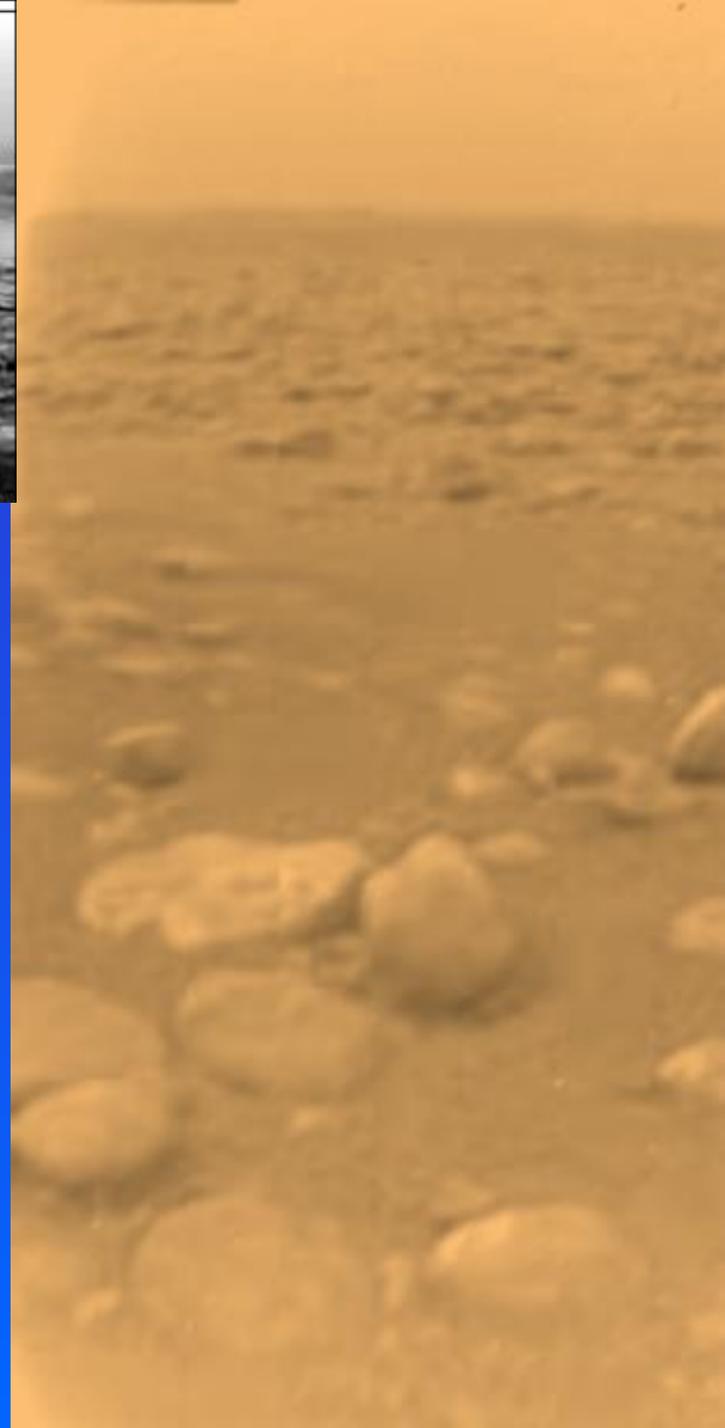
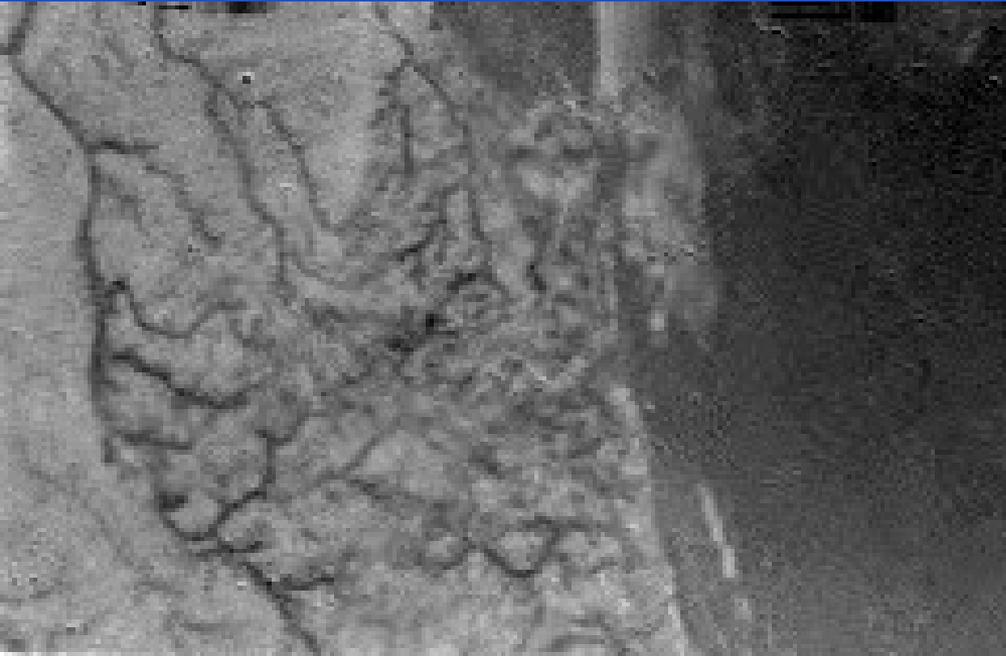
- Unico satellite con una densa atmosfera composta da azoto, argon ed idrocarburi
- Come la Terra primordiale?
- Superficie nascosta dall'atmosfera: terreni solidi, liquidi, piogge di metano liquido?

# Huygens

- Il viaggio della sonda Cassini-Huygens verso Saturno
- La discesa nell'atmosfera e l'atterraggio
- Montagne, fiumi, mari!



- Un terreno soffice
- Una superficie solida, con blocchi di ghiaccio



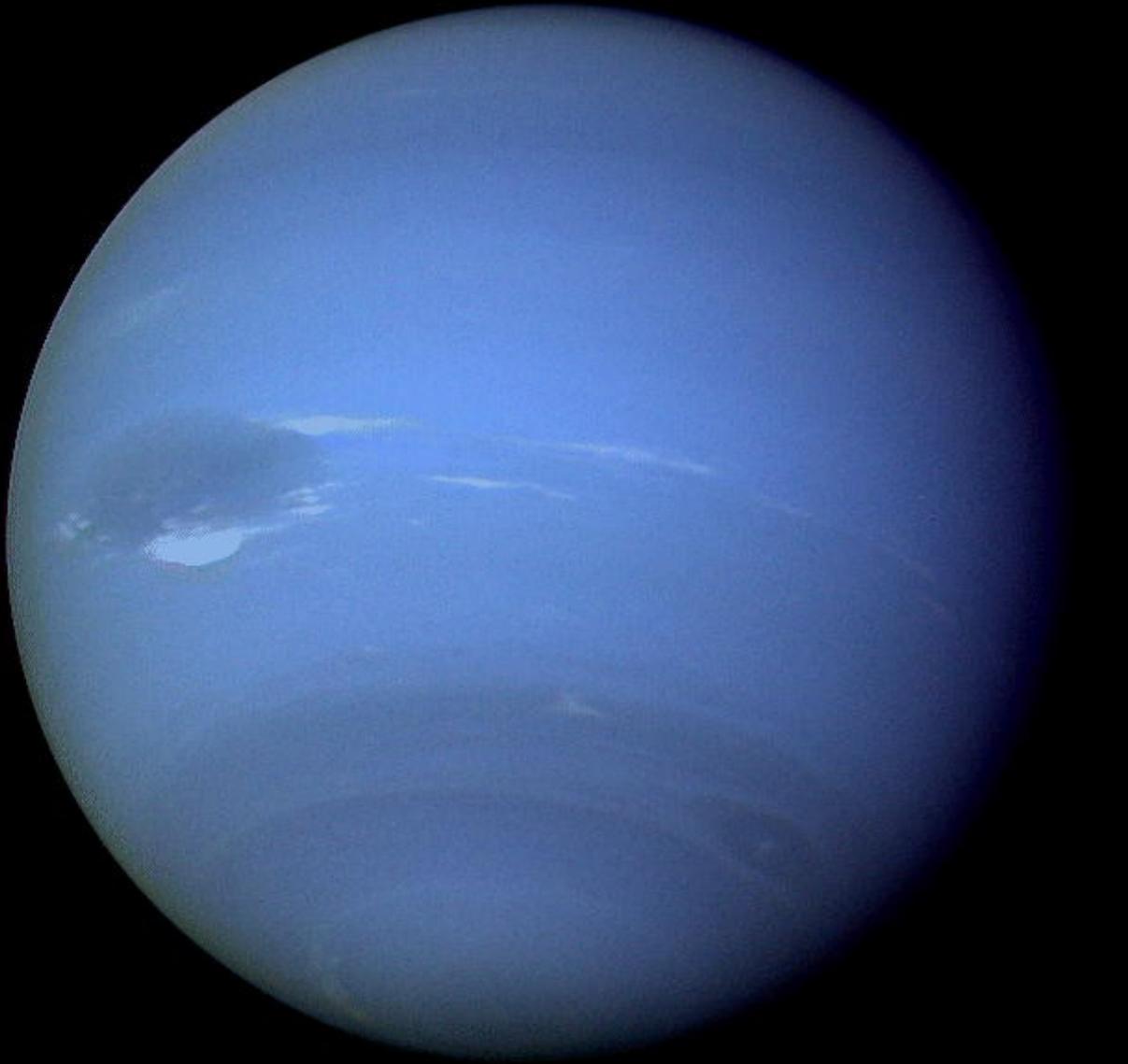
# Urano

- Scoperto da Herschel nel 1781
- “Rotola” attorno al Sole
- Struttura tipica dei pianeti gassosi

Distanza dal Sole	2735 / 3004 Milioni di km
Diametro equatoriale	51 800 km
Periodo di rivoluzione	84.01 anni
Periodo di rotazione	11 ore
Massa (Terra = 1)	14.6



# Nettuno



Distanza dal Sole 4456 / 4537  
Milioni di km

Diametro equatoriale 49 500 km

Periodo di rivoluzione 164.8 anni

Periodo di rotazione 16 ore

Massa 17.2  
(Terra = 1)

Temperatura -220° C nubi  
dalle perturbazioni  
dell'orbita di Urano  
(Adams e Le Verrier)

- Nubi e vortici

# Plutone

- Previsione di un nono pianeta dalle considerazioni sulle orbite di Urano e Nettuno: osservazione difficoltosa
- Orbita, dimensioni e caratteristiche radicalmente diverse dagli altri pianeti esterni

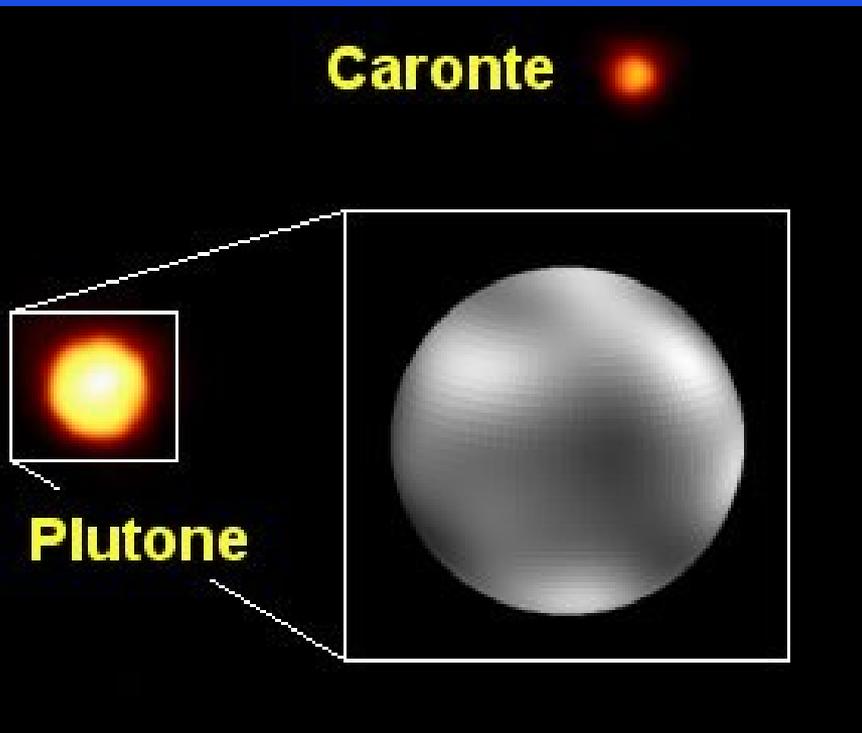
Distanza dal Sole 4425 / 7375  
Milioni di km

Diametro equatoriale 3000 km

Periodo di rivoluzione 427.7 anni

Periodo di rotazione 6 giorni  
9 ore

Massa 0.0017  
(Terra = 1)



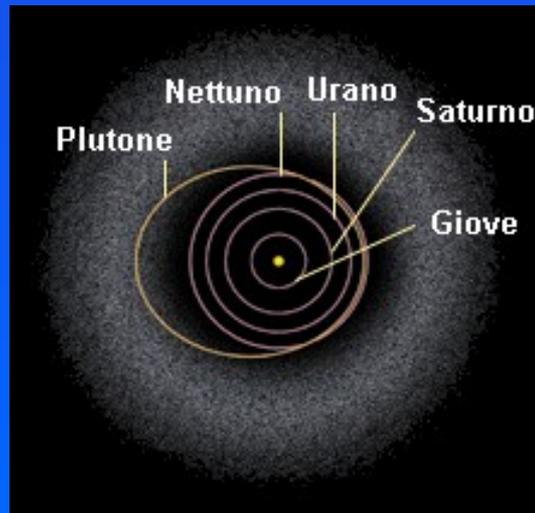
- Plutone si può considerare un pianeta?  $230^{\circ}\text{C}$  (?)



# Fascia di Kuiper e comete

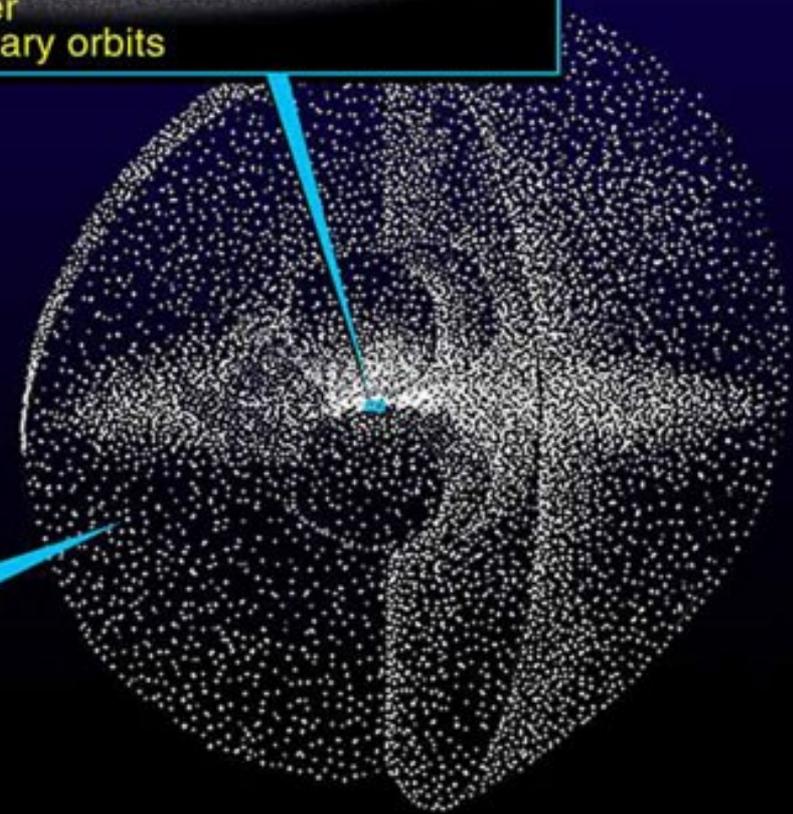


- Zona esterna del sistema: Plutone è il primo componente?
- Fascia di Kuiper e di Oort: serbatoi delle comete
- Residuo della formazione del sistema solare



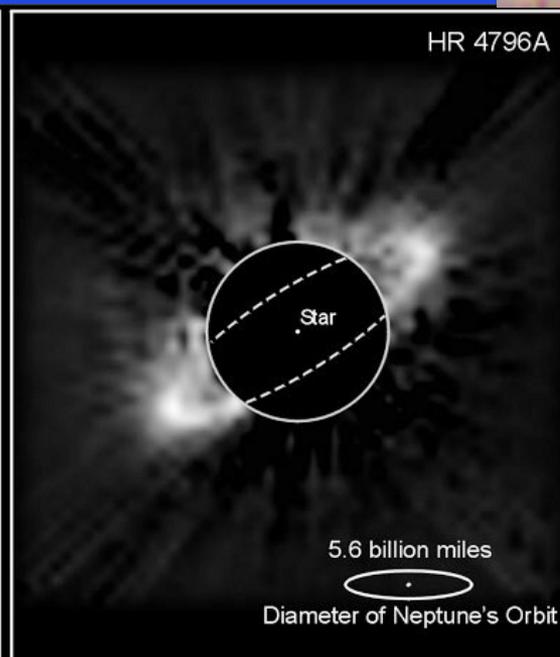
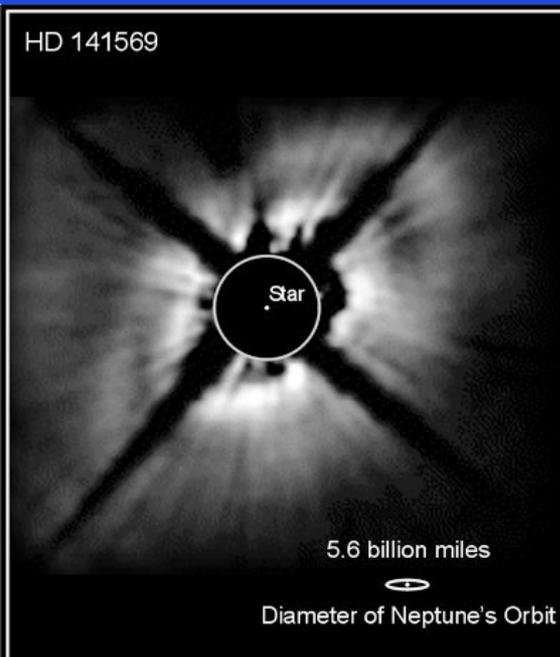
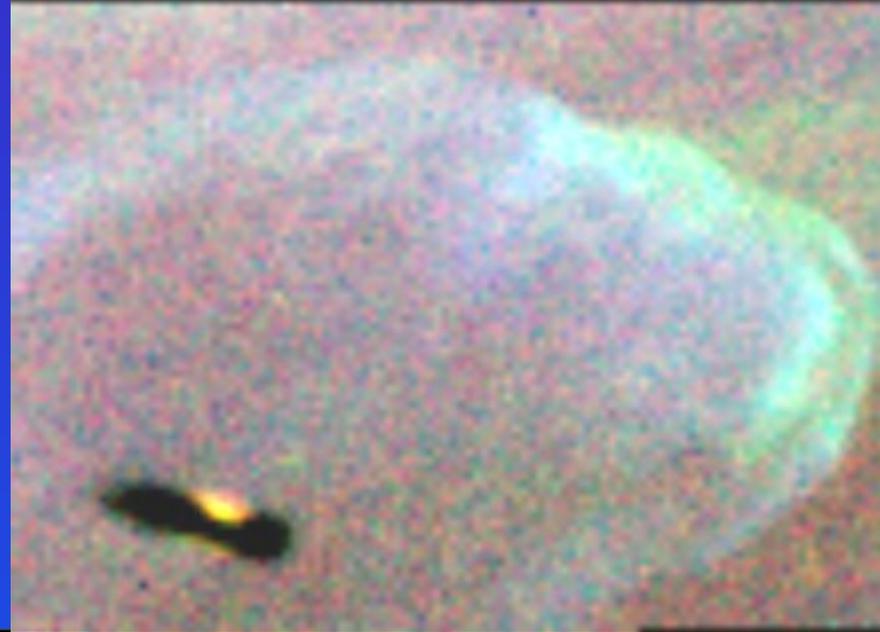
The Oort Cloud  
(comprising many  
billions of comets)

Oort Cloud cutaway  
drawing adapted from  
Donald K. Yeoman's  
illustration (NASA, JPL)



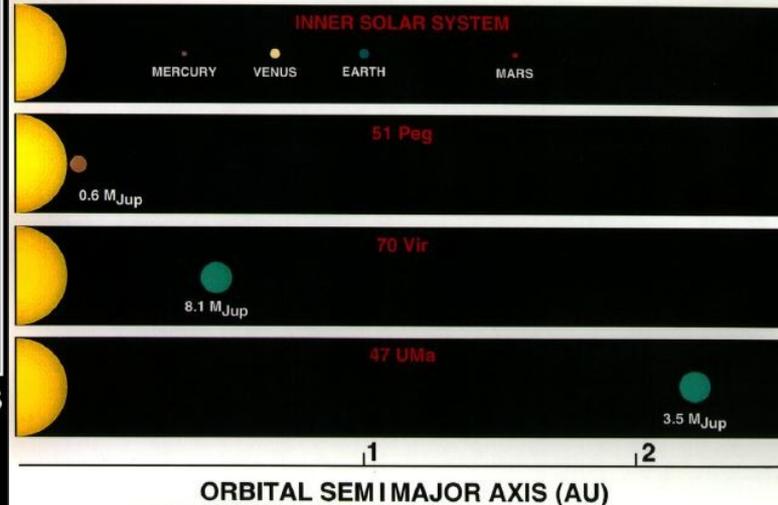
# Altri pianeti ?

- Nel sistema solare? → No
- Fuori dal sistema solare → Si
- Nella galassia sono ancora in formazioni sistemi stellari
- Sono stati osservati dischi protoplanetari nelle nebulose



- Pianeti extrasolari trovati dalla perturbazione dell'orbita della stella

## PLANETS AROUND NORMAL STARS



### Dust Disks around Stars

PRC99-03 • STScI OPO • January 8, 1999  
 B. Smith (University of Hawaii), G. Schneider (University of Arizona),  
 E. Becklin and A. Weinberger (UCLA) and NASA

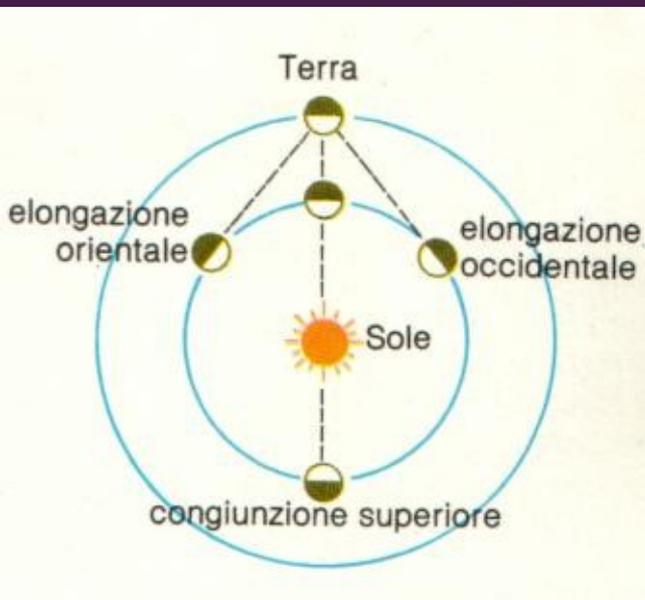
HST • NICMOS

# Come osservare i pianeti

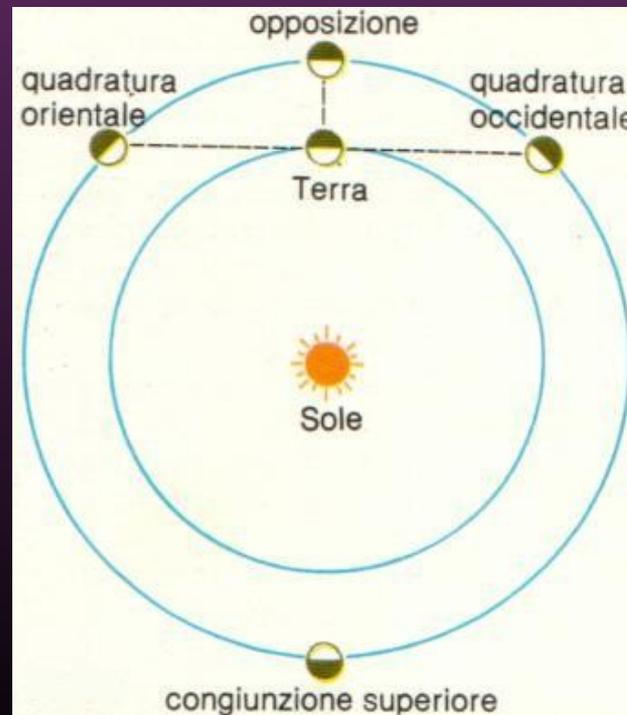
- Pianeti superiori: congiunzioni e opposizioni
- Pianeti inferiori: mai in opposizione

- Dimensioni angolari
- Seeing
- Luminosità

- Mercurio e Venere: alla sera e al mattino (Lucifero e Vespero)
- Meglio osservabili alla massima elongazione (28° Mercurio, 48° Venere)
- Fasi



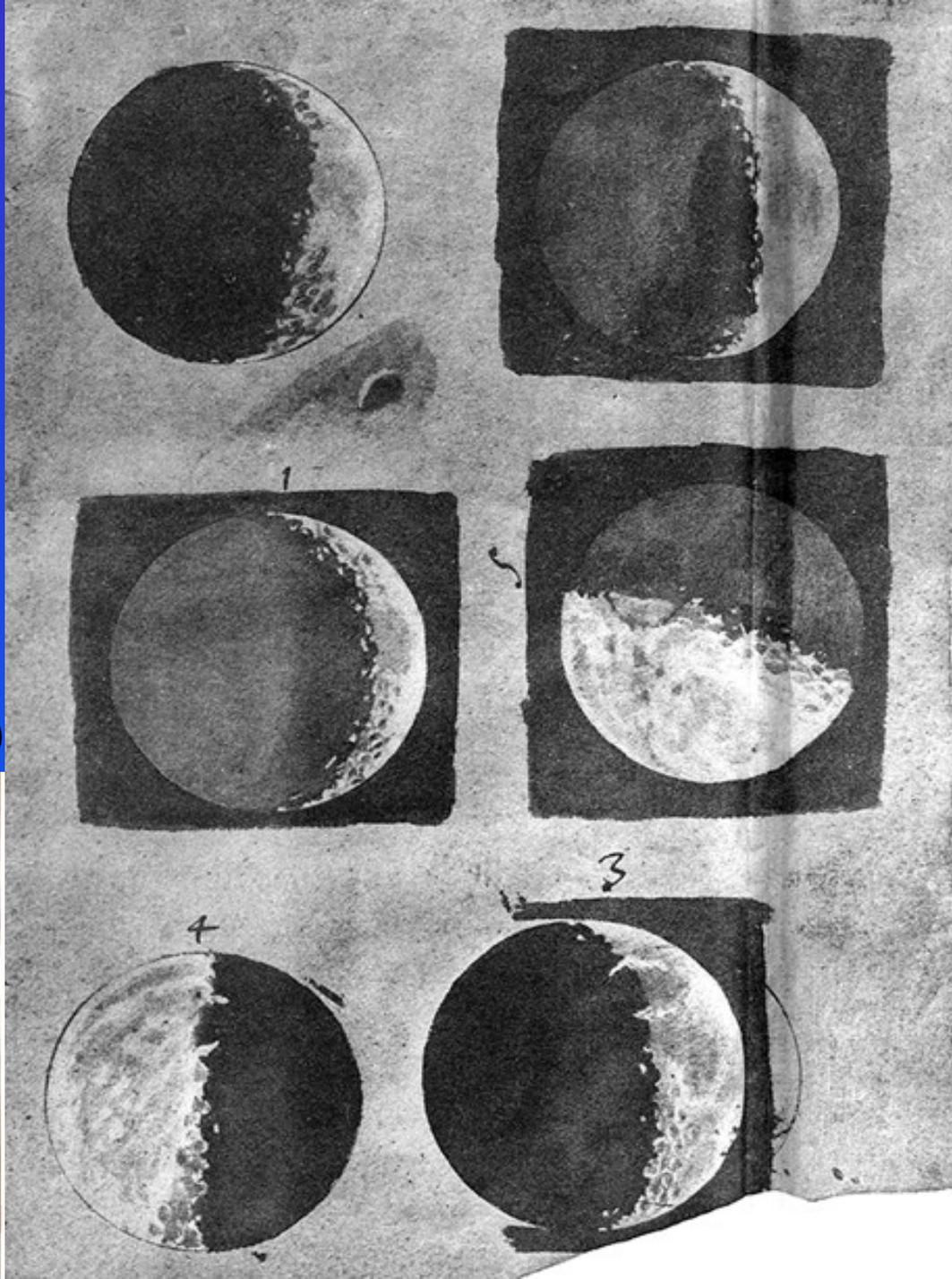
Pianeti inferiori



Pianeti superiori

# Disegnare la luna e i pianeti

É il primo e più semplice modo per ottenere immagini del cielo



11/21/2011



11/23/2011



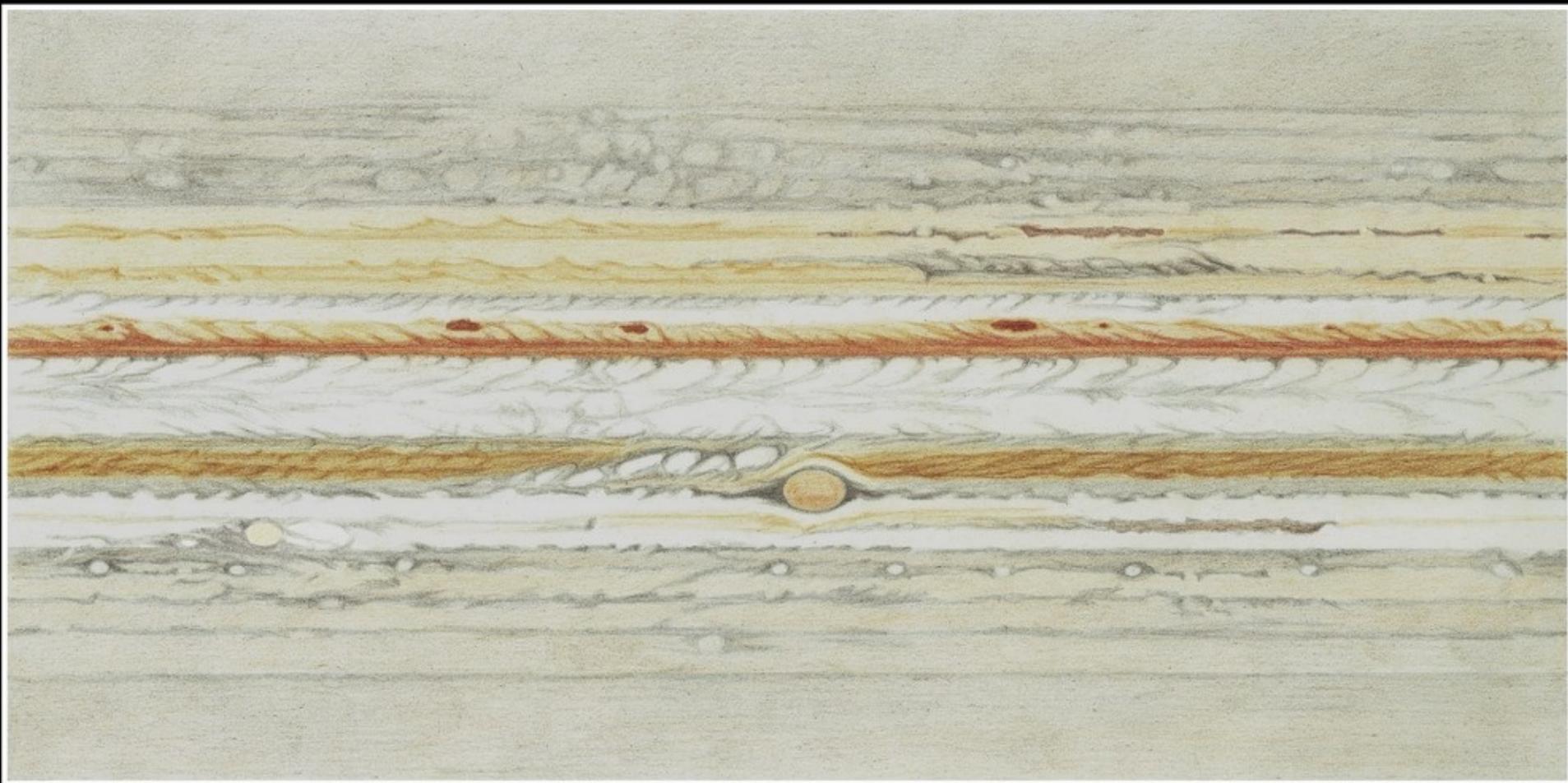
12/17/2011



12/02/2011

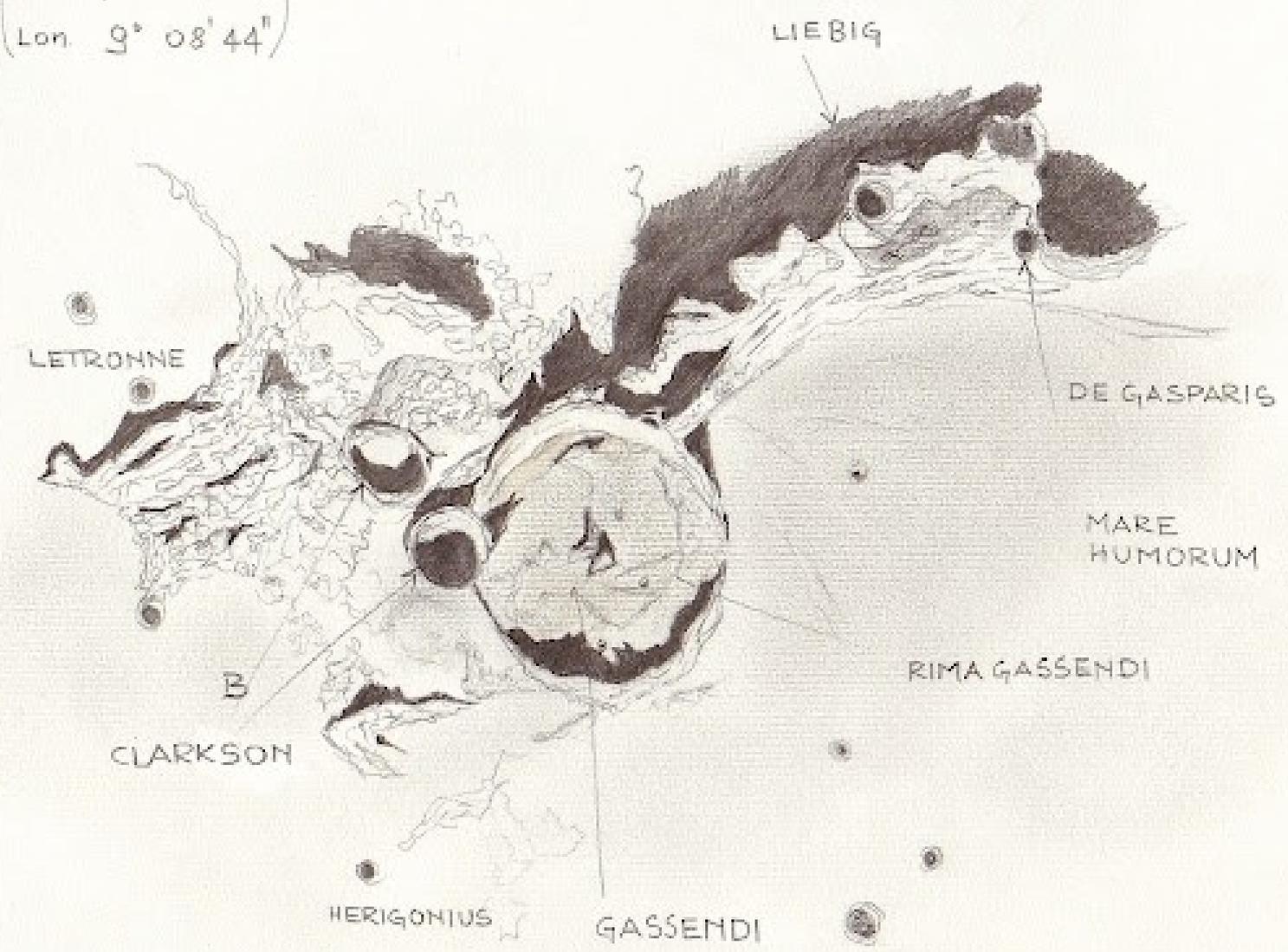


11/19/2011



CASA (L 45° 19' 10"  
Lon. 9° 08' 44")

8-12-'08



CB 225X  
OCULARE 9MM ORTO

LUNA 10° GIORNO

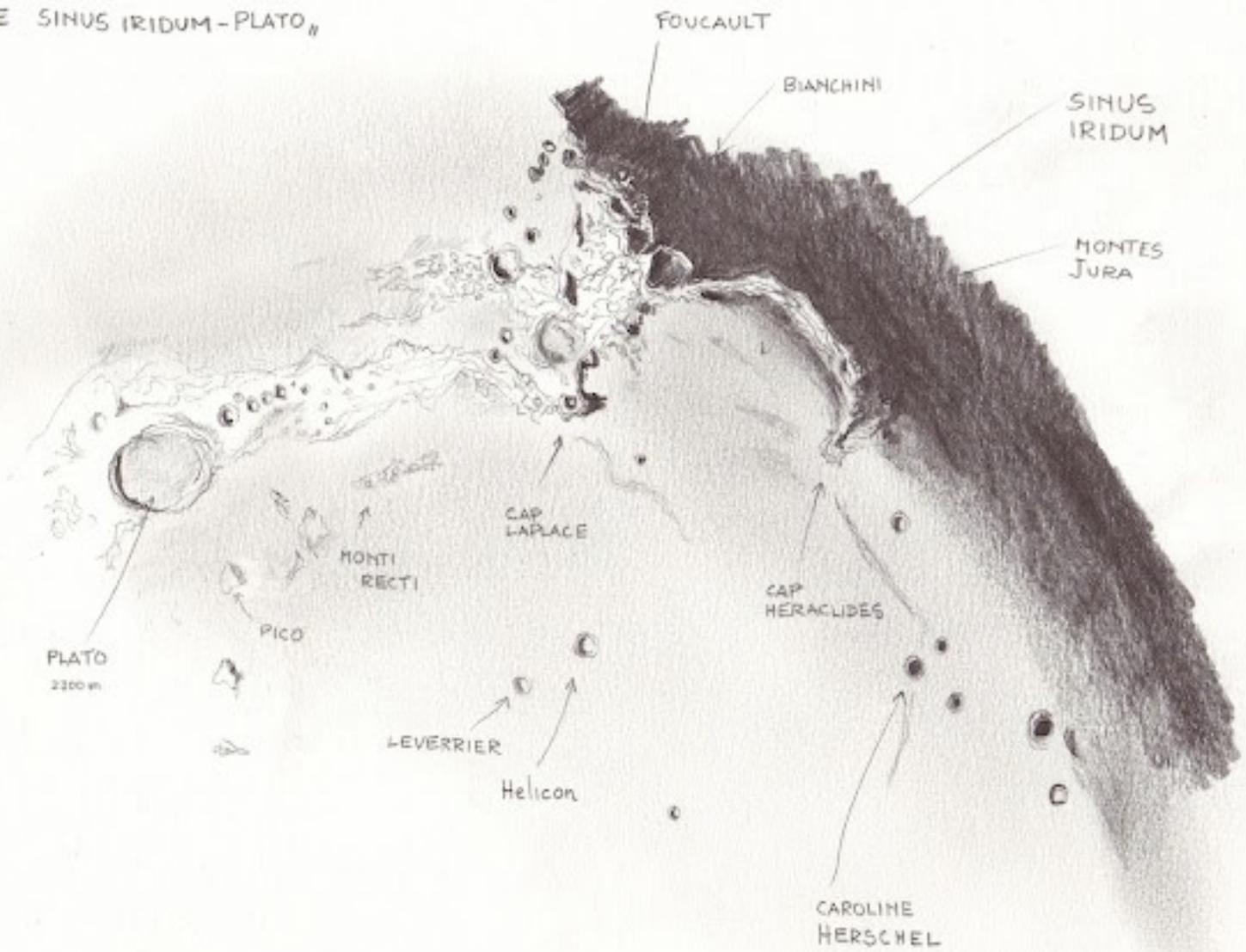
21-10-'07

seeing 3-4

CB inseguimento manuale  
100 X (20mm Cro, 59°)

TERMINATORE

" REGIONE SINUS IRIDUM-PLATO "



FOUCAULT

BIANCHINI

SINUS IRIDUM

MONTES JURA

CAP LAPLACE

CAP HERACLIDES

PLATO  
2300 m

MONTI RECTI

PICO

LEVERRIER

Helicon

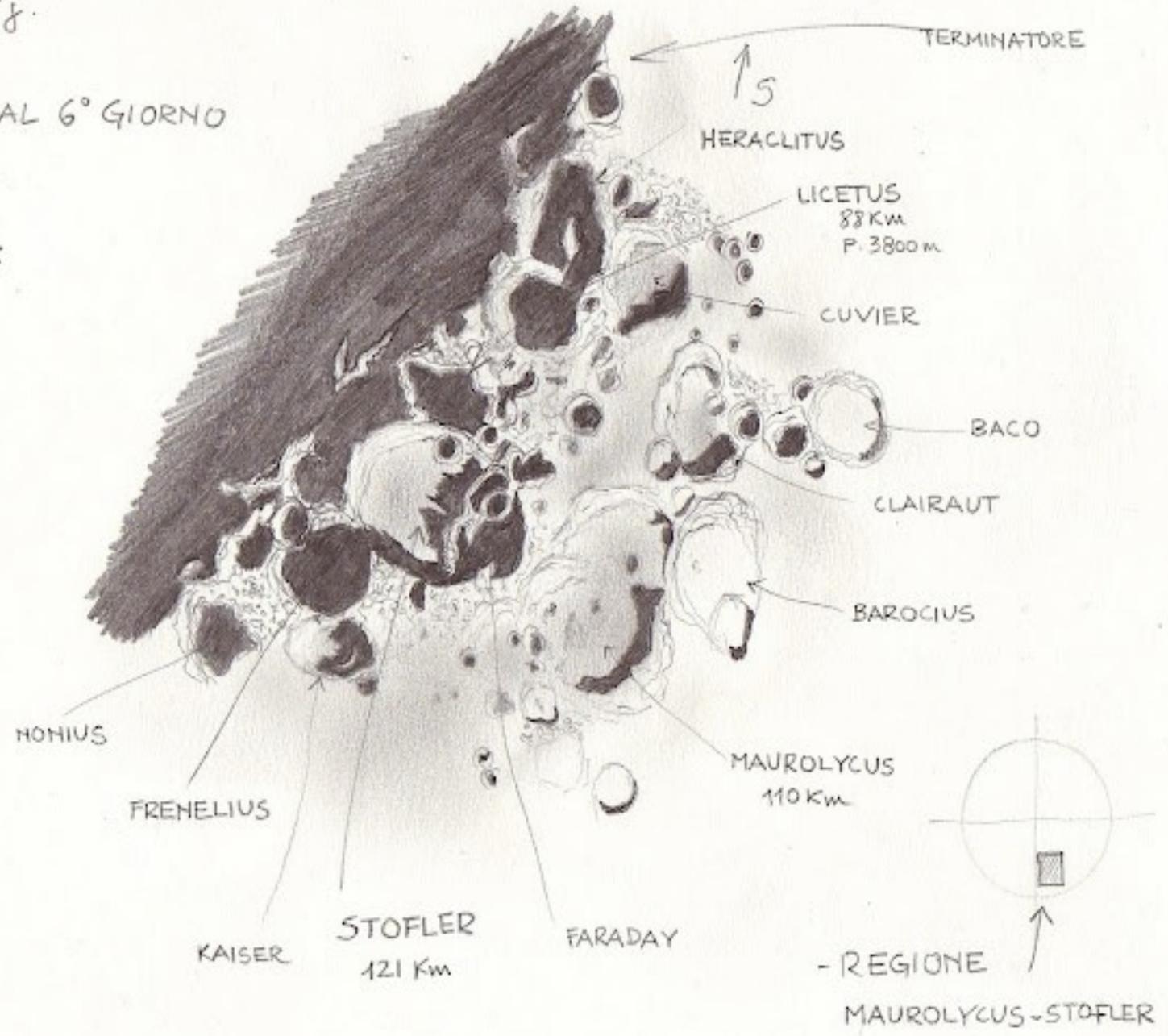
CAROLINE  
HERSCHEL

13-02-08 C88.

CASA LUNA AL 6° GIORNO

Seeing 3/4 → 2/3

160X  
Inseguimento  
manuale



# Marte

- Dimensioni ridotte tranne che durante le opposizioni (ogni 2 anni)
- Sono osservabili le calotte polari (generalmente una per volta) e le formazioni superficiali maggiori (Syrtis Major) se non ci sono tempeste di sabbia



# Saturno



- Caratteristiche:
  - Asse minore 15.3 ”
  - Asse maggiore 44.8 ”
  - Magnitudine 0.0
- Bande atmosferiche
- Anelli: divisione di Cassini
- Satelliti: Titano, ...





