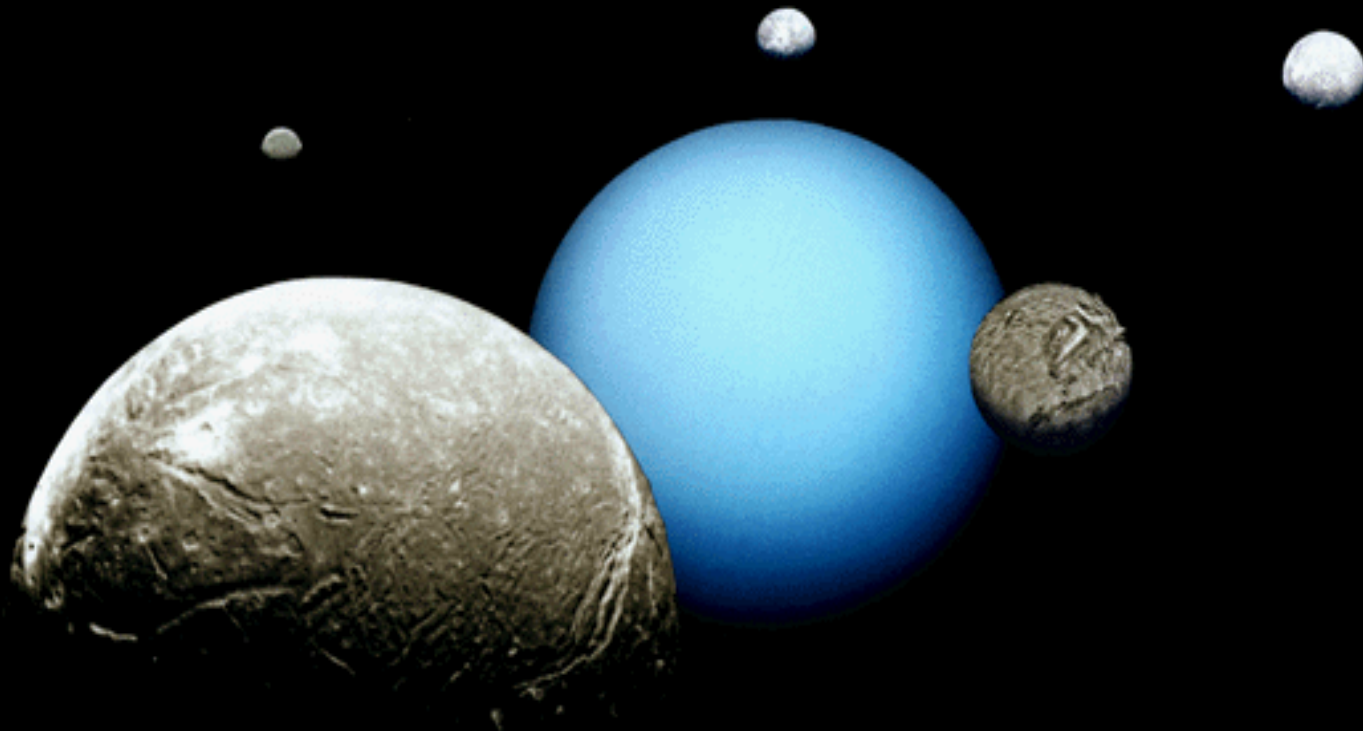
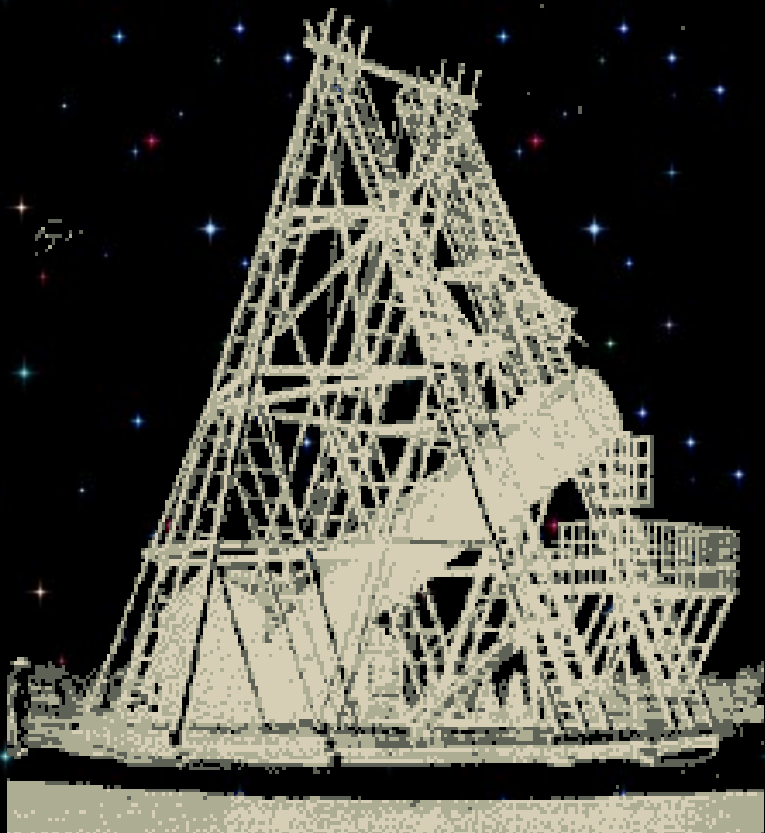


# A Naprendszer külső régióinak felfedezése

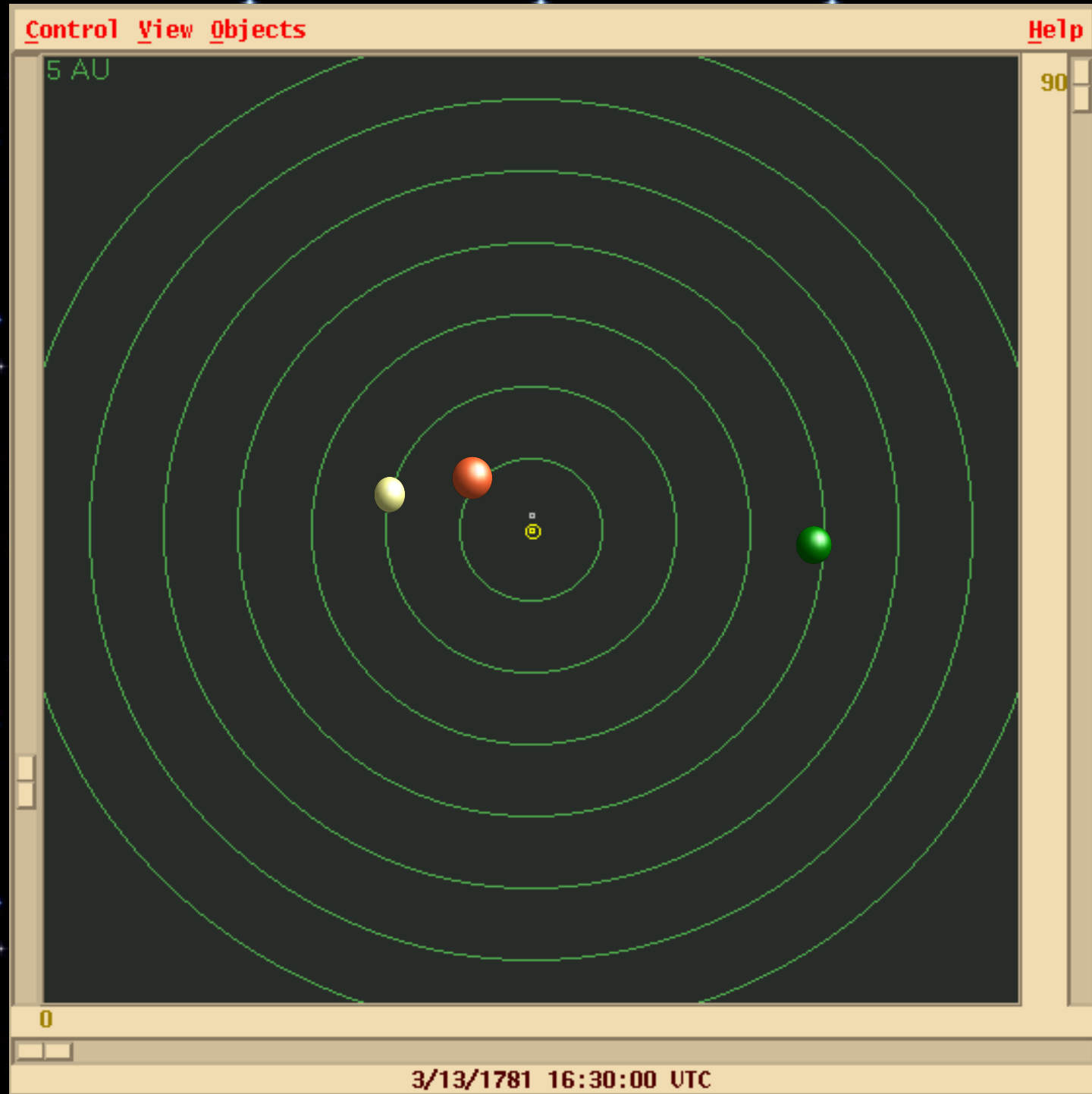


William Herschel az Uránusz felfedezésével (1781)  
rávilágított, hogy a Naprendszerben még több  
ismeretlen égitest (bolygó) lehet!



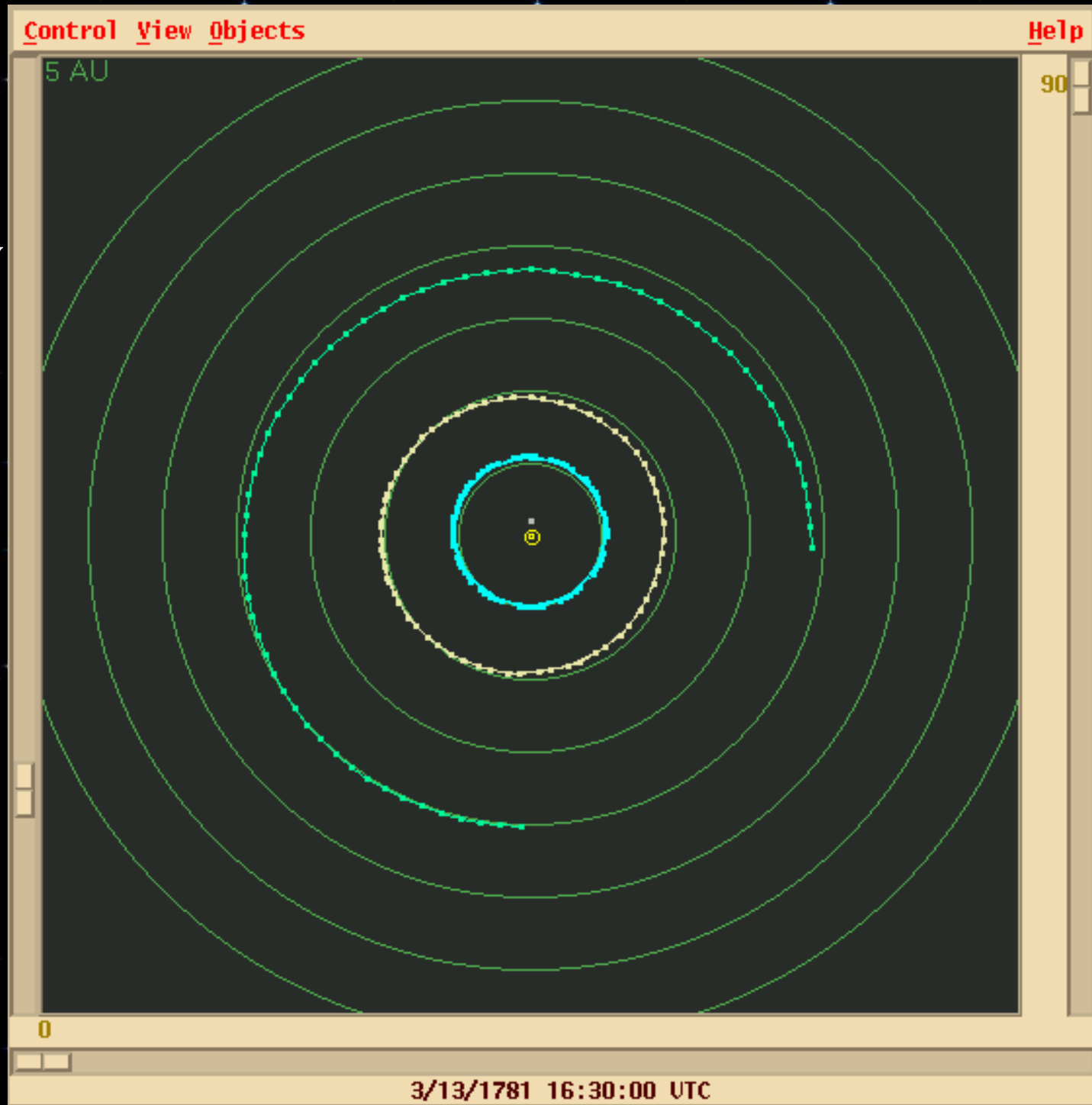
Newton elmélete  
alapján többen  
nekiláttak, hogy  
kiszámítsák az  
Uránusz pályáját

1781

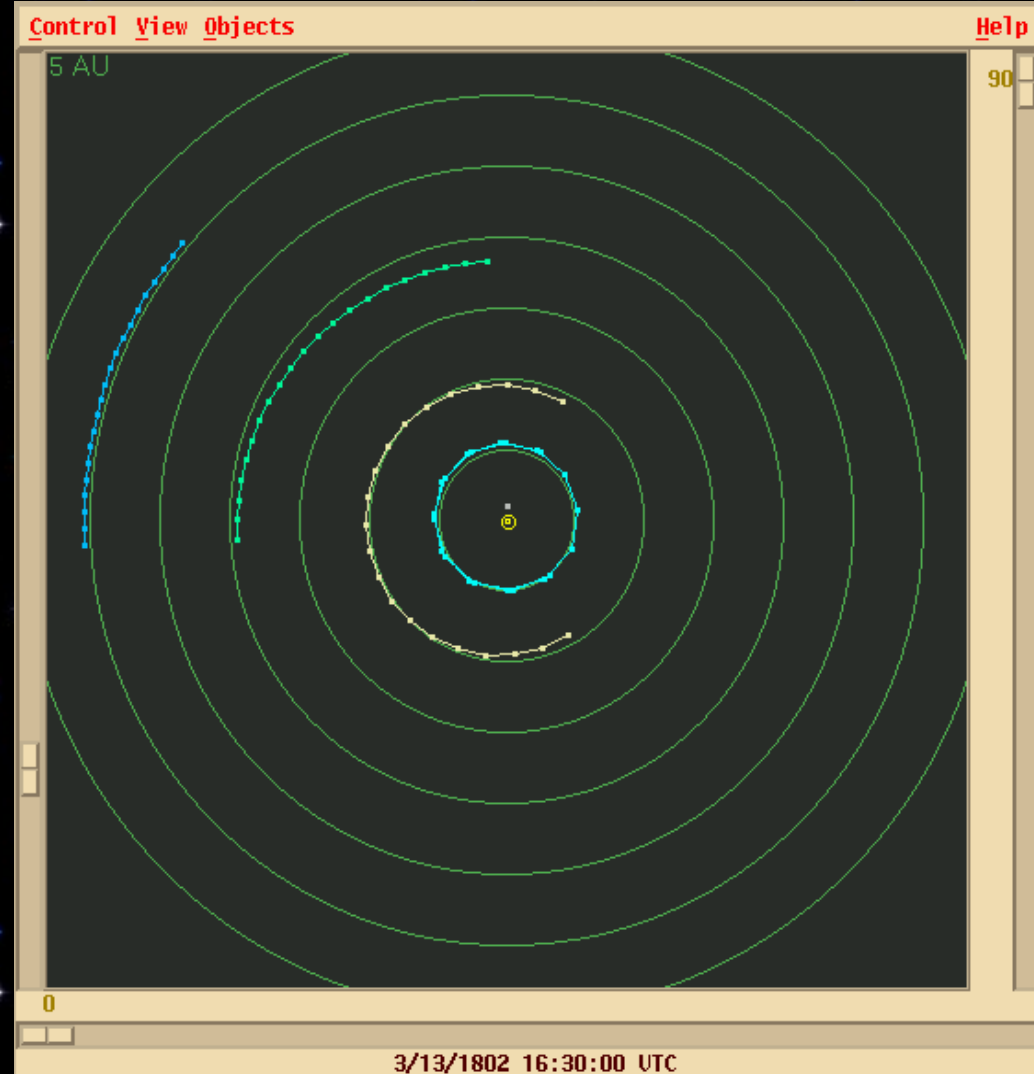
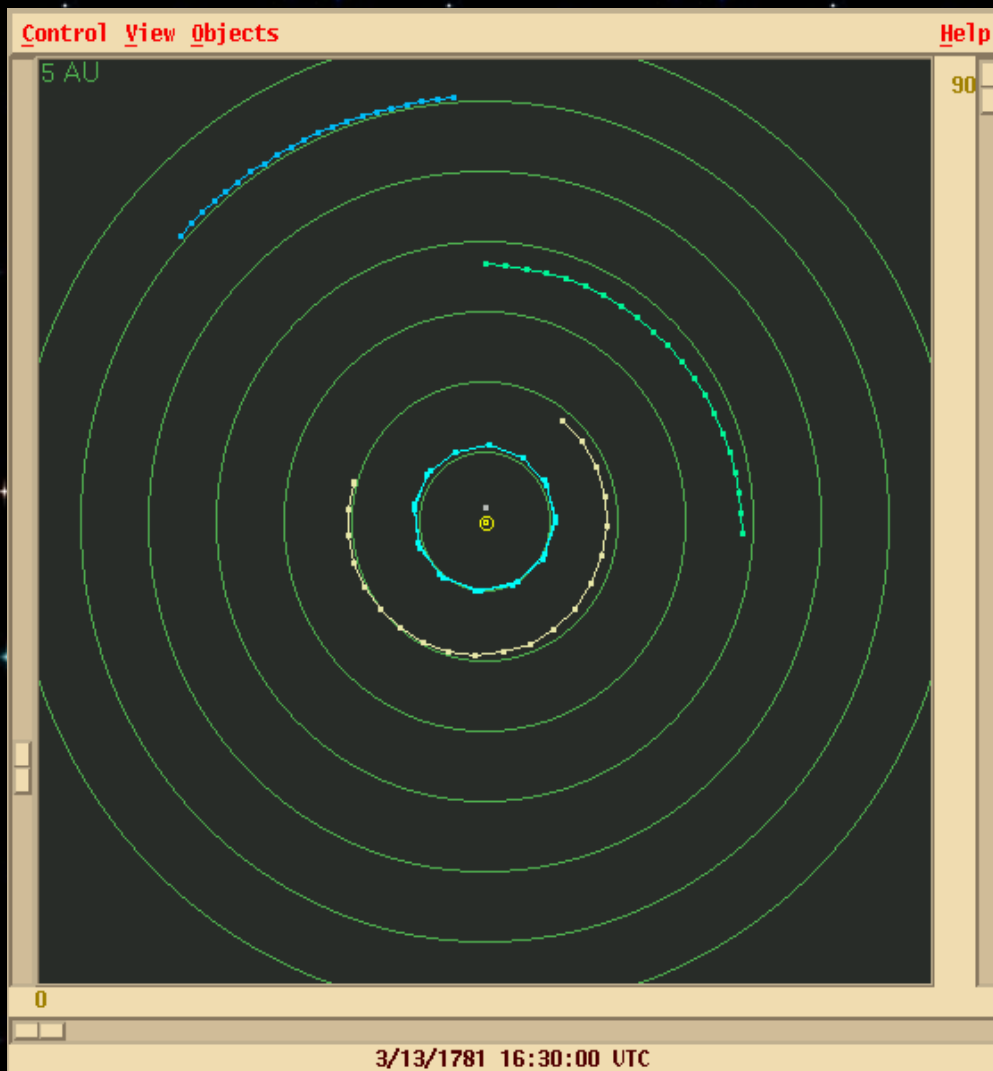


kb. 30 év alatt  
ismerték fel, hogy  
az Uránusz  
megfigyelt és  
számított pályája  
eltérést mutat

1820



lehetséges magyarázat: egy külső bolygó gravitációs ereje eltéríti az Uránuszt --> megindul a vadászat a titokzatos külső bolygó után!



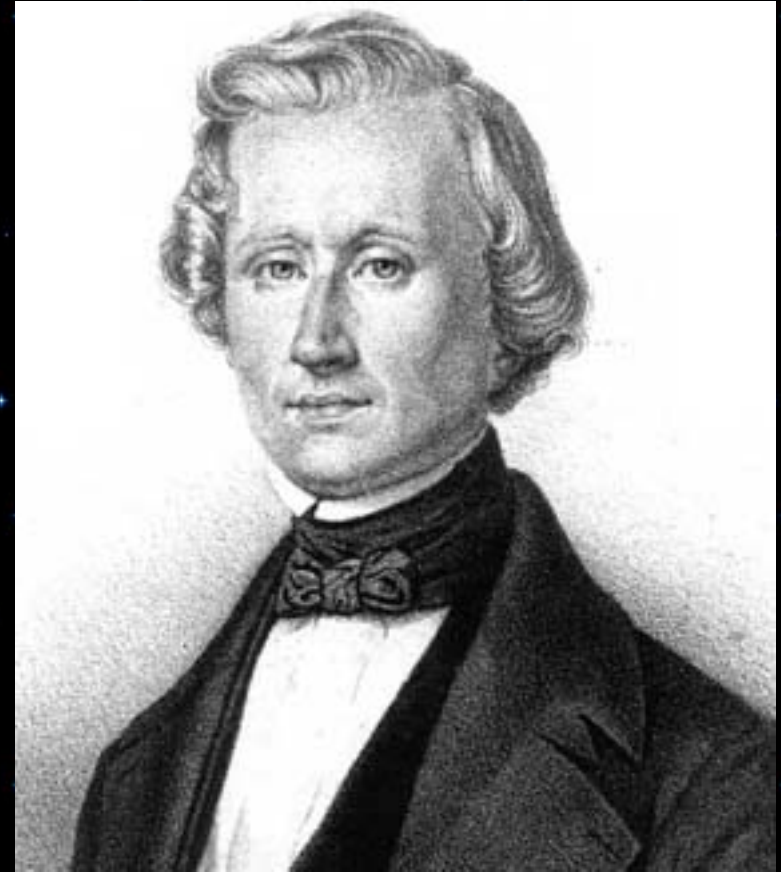
# John C. Adams (1819-1892)

- matematikus diák Cambridge-ben
- nagyon izgalmasnak találta az új bolygó megtalálásának problémáját
- nekilátott kiszámítani a helyzetét
- eredményeit a királyi csillagással próbálta közölni --> elutasítás
- saját maga kezdte el keresni a bolygót --> nem sikerült

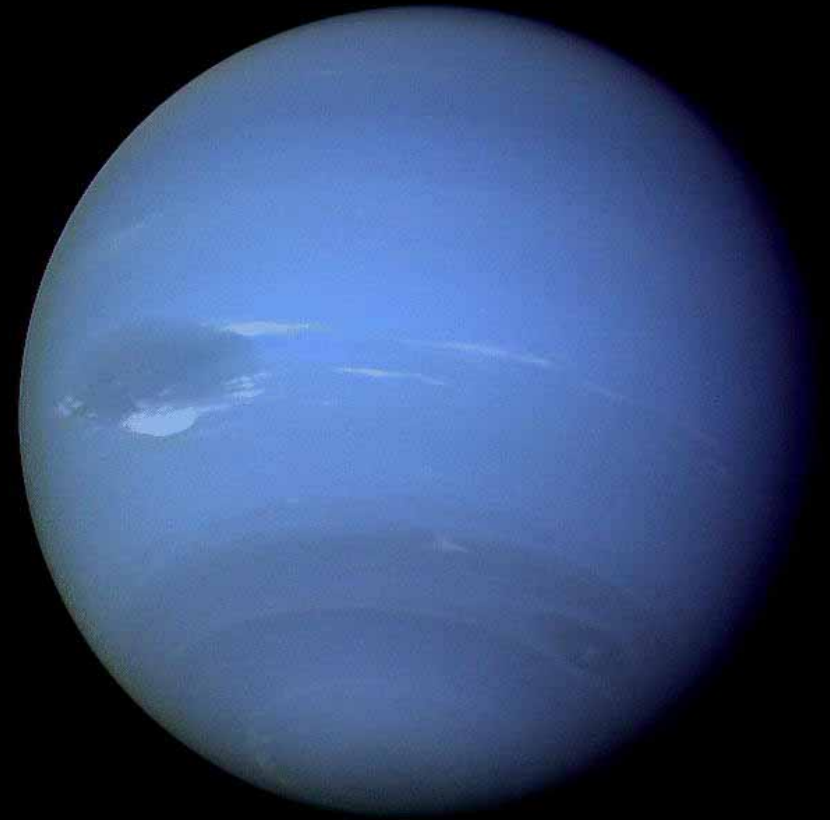


# Jean Joseph Leverrier (1811-1877)

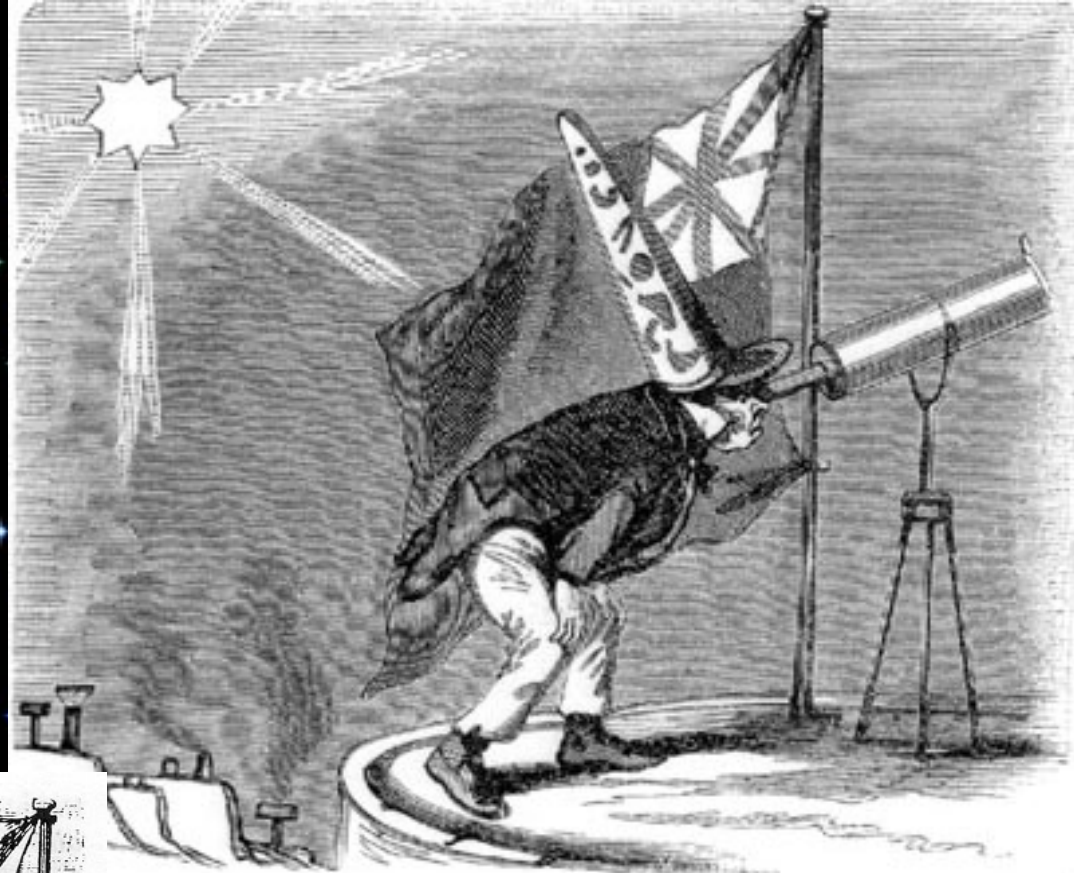
- francia csillagász
- 4 évvel Adams után kezd el foglalkozni az Uránusszal
- 1845-ben 2 cikket is publikál az új bolygó helyzetéről
- a jósolt pozíció kb. hasonló, mint Adams eredménye
- 1846: Leverrier a német Galle-hoz fordul, hogy keresse meg az új bolygót (nagyobb távcsőben még a korong alak is látszani fog szerinte)



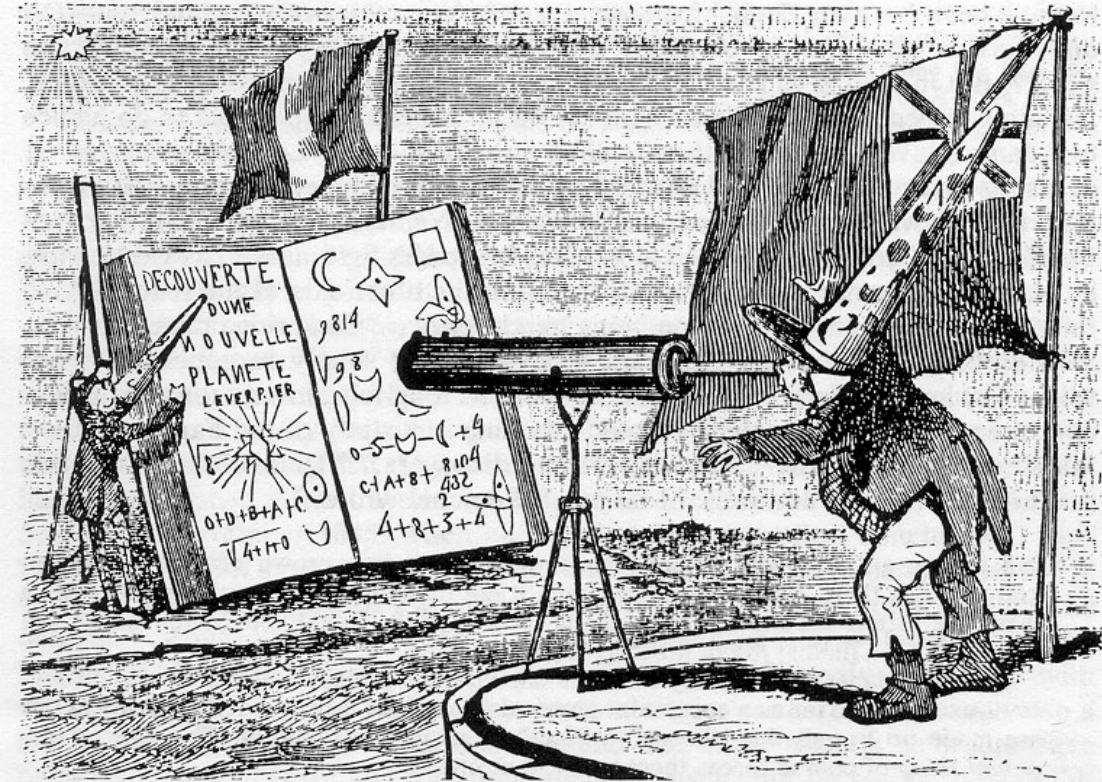
1846. szept. 23.: J.G.Galle a Berlieni Csillagvizsgálóban  
Leverrier előrejelzése alapján megtalálja a Neptunuszt



a francia újságok  
gonoszul kigúnyolták  
Adams (és az angolok)  
sikertelen próbálkozását



(M. Adams cherchant la planète de M. Leverrier.)

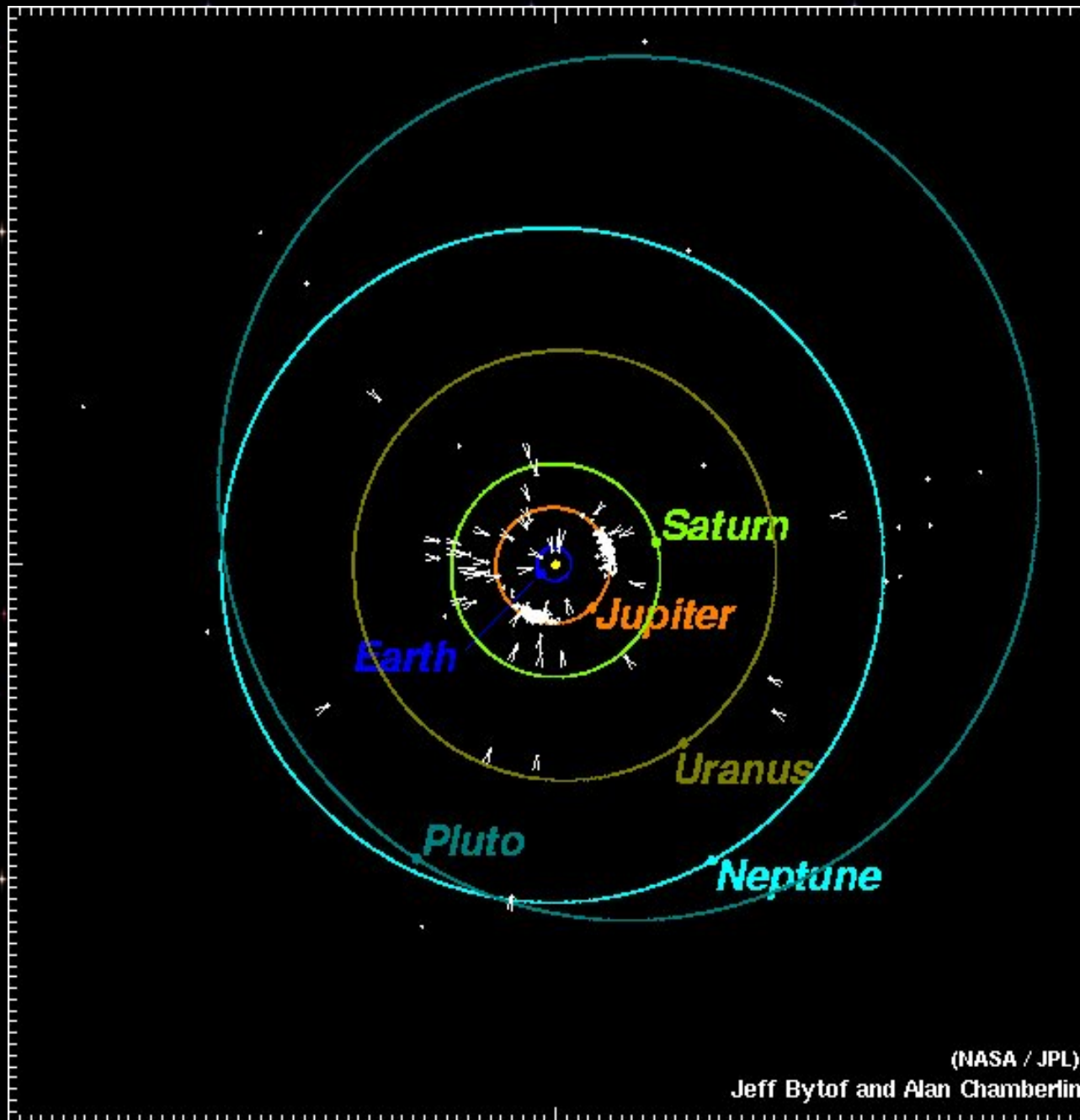


A történet folytatódik!

A Neptunusz pályája  
is zavarokat mutatott...

kb. 70 év elteltével  
egyértelművé vált,  
hogy még legalább  
egy további bolygónak  
lennie kell a Naprsz.  
külső részén

újraindult a verseny  
az X. bolygó után...



# Percival Lowell (1855-1916)

amerikai csillagász

a Lowell-obszervatórium alapítója

a Mars-csatornák rejtélye és  
az X. bolygó felfedezése  
érdekelte igazán

13 éven keresztül kutatott  
az új bolygó után

- túl halványnak bizonyult, ezért  
nem vette észre



# Clyde W. Tombaugh (1906-1997)

- amerikai csillagász
- a Lowell obszervatóriumban dolgozott megfigyelőként
- az új bolygót fényképfelvételek segítségével kereste

1930. feb. 18. : a keresés sikerrel járt, Tombaugh elsőként pillantotta meg a Plutót



A Plutó felfedezéséhez feltétlenül szükséges volt a fényképezés alkalmazása -- az elmozdulás alapján azonosította Tombaugh



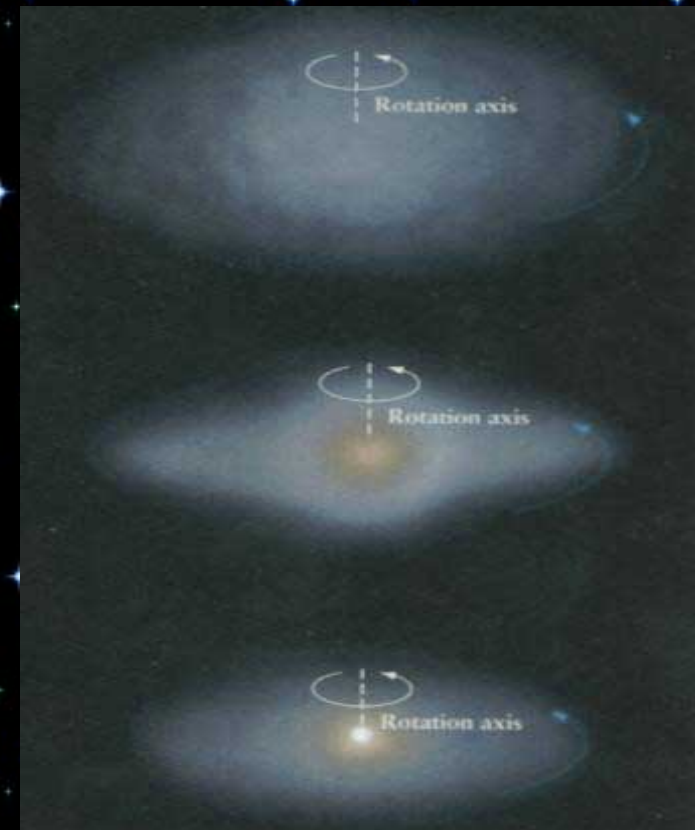
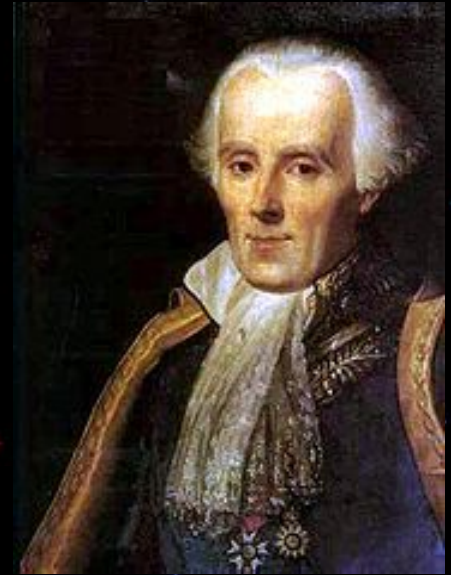
# Pierre Simon Laplace (1749-1824)

francia matematikus, fizikus

*Mécanique celeste* (1799-1809)

a Naprendszerben a bolygó-  
pályák időben stabilisak

"ködhipotézis": a Naprsz.  
egy összehúzódó gázfelhőből  
jött létre



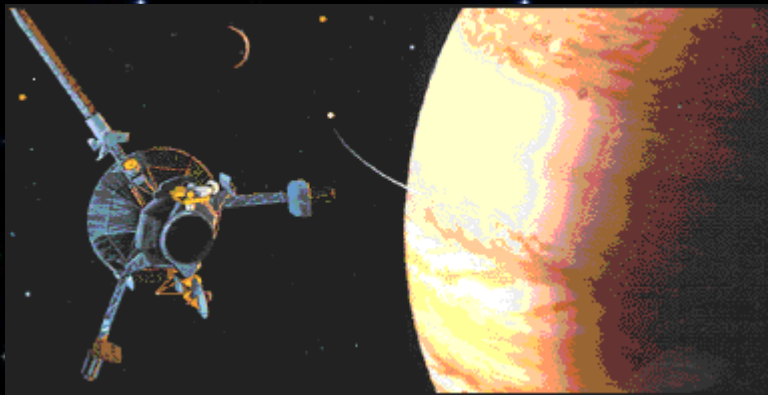
# A Naprendszer külső régiói - a 21. sz. elején

## Jupiter

- gázóriás
- felhőörvények (Nagy Vörös Folt)
- Galilei-holdak:

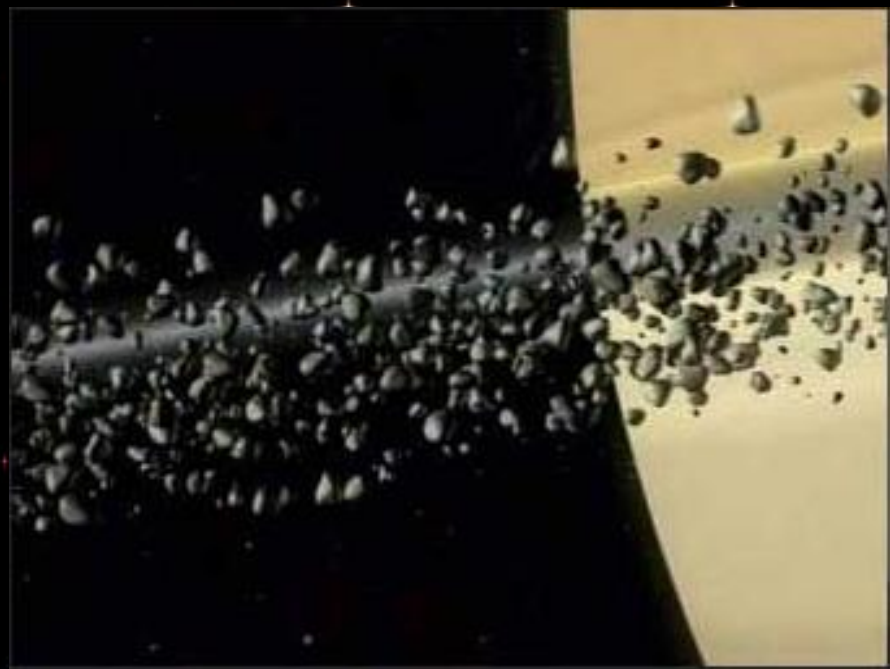
Io, Europa, Ganimédész, Callisto

- 66 ismert hold (2012)  
(évente bővül)
- vékony gyűrű



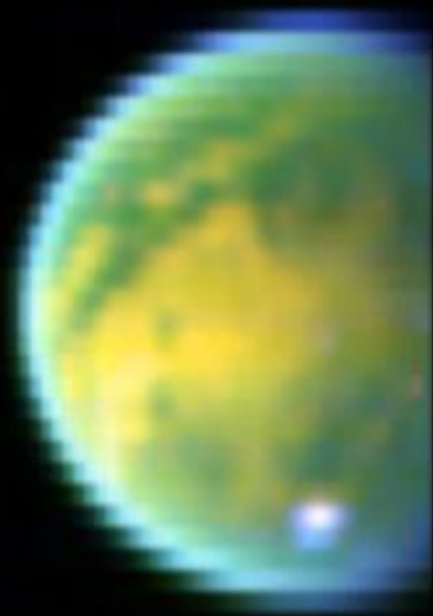
# Szaturnusz

- gázóriás
- látványos gyűrűk
- 62 ismert hold (2012)



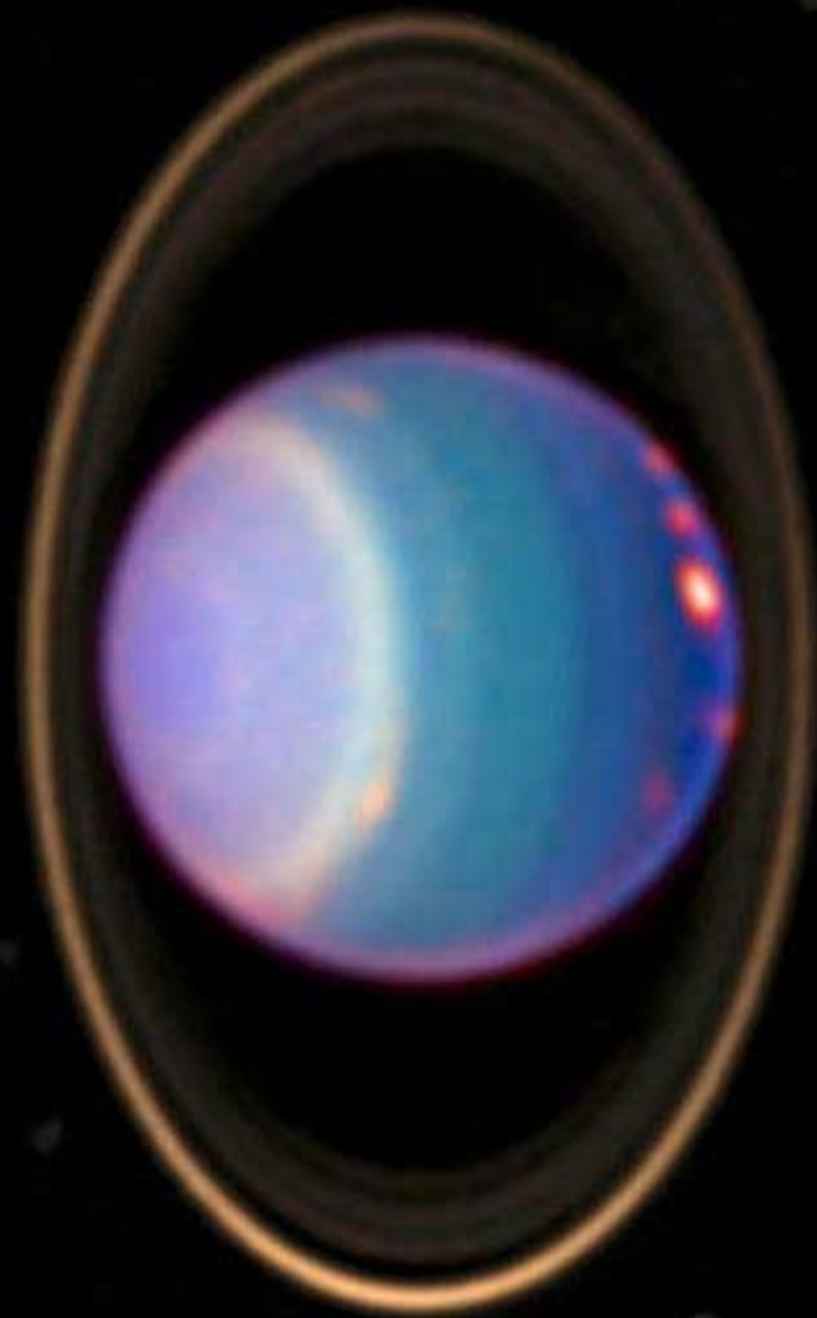
## Titan

- legnagyobb hold
- sűrű légkör



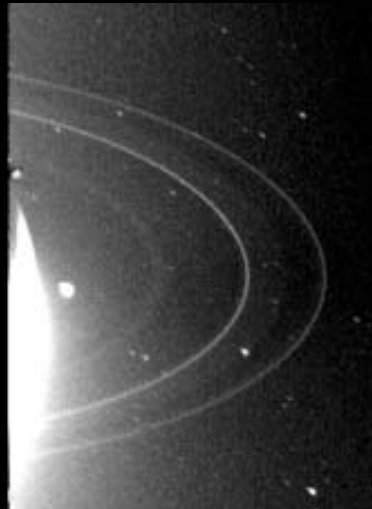
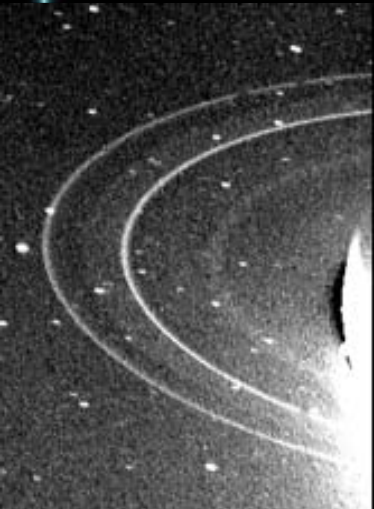
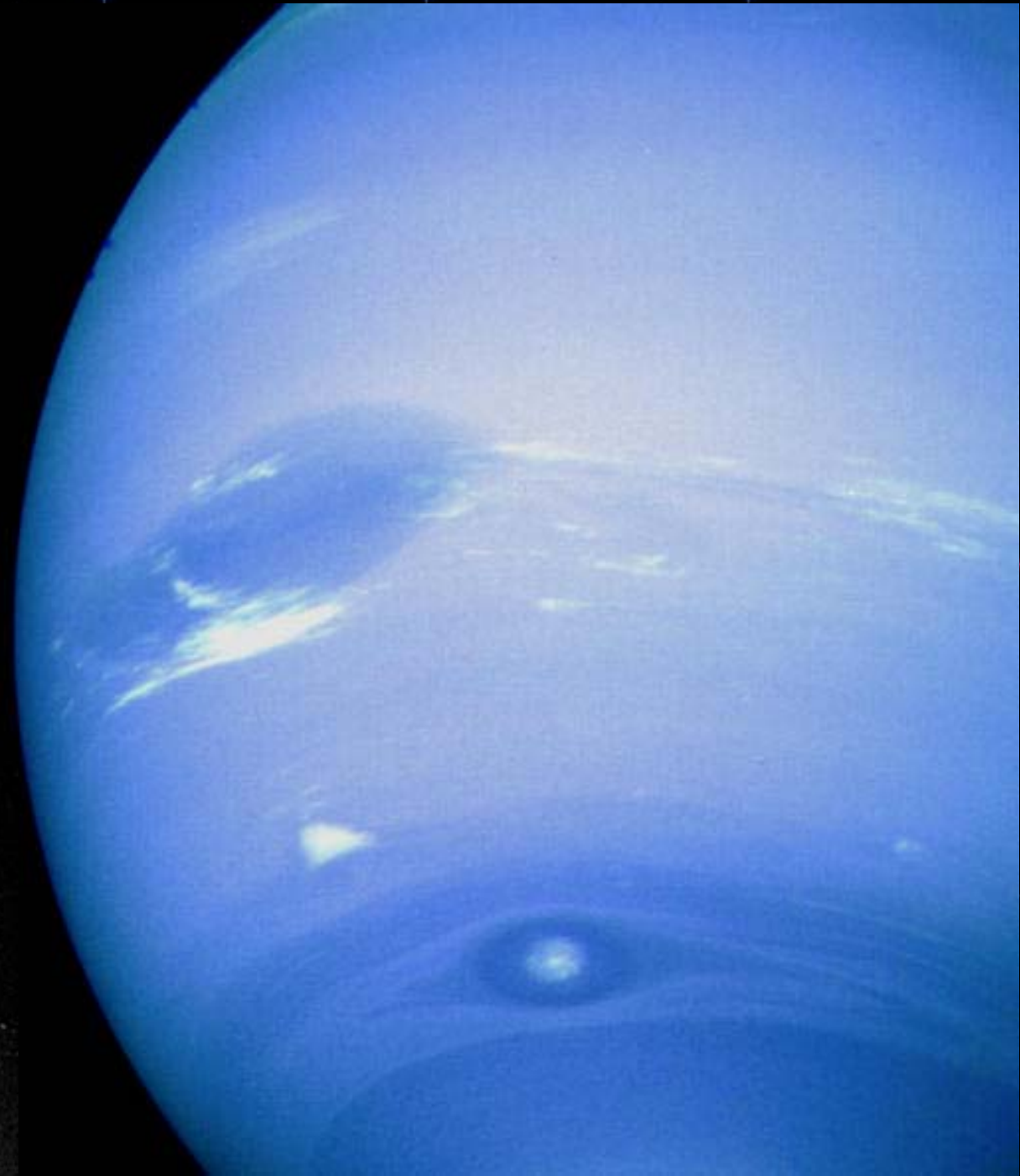
# Uránusz

- gázóriás
- vékony gyűrű
- "bedőlt" forgástengely
- 27 ismert hold



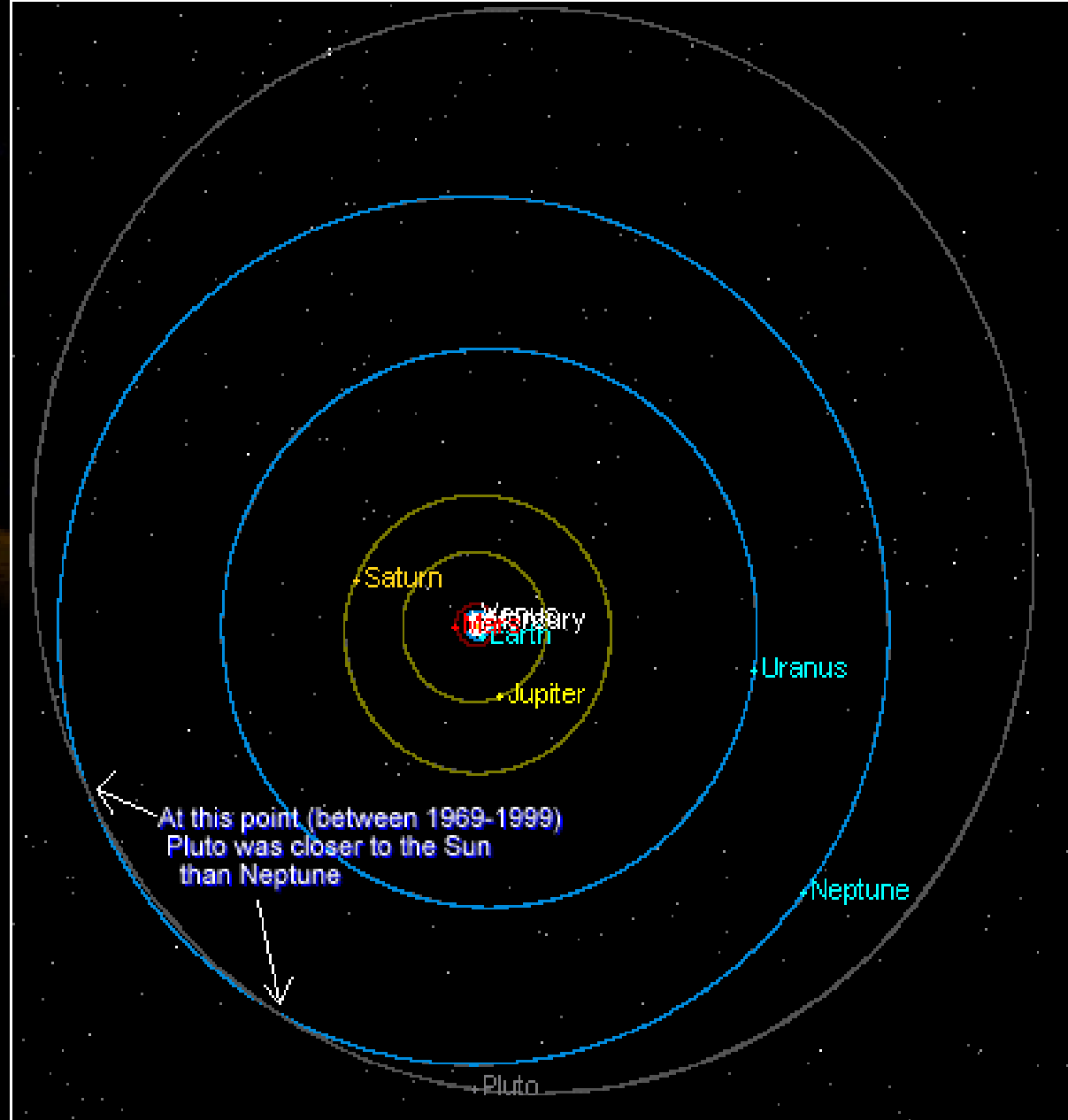
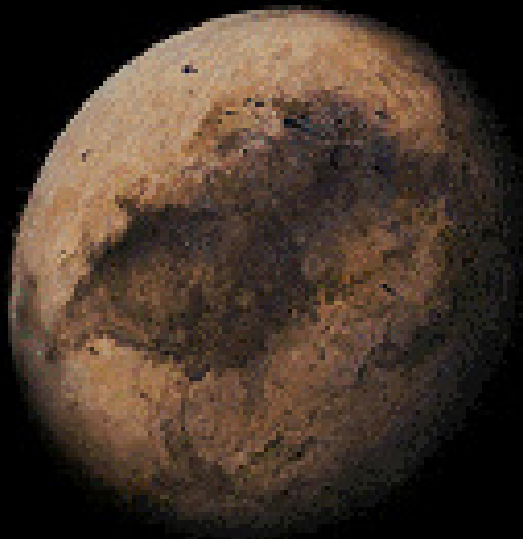
# Neptunusz

- gázóriás
- vékony gyűrűk
- 13 ismert hold



# Plutó

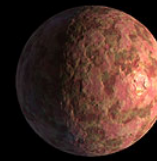
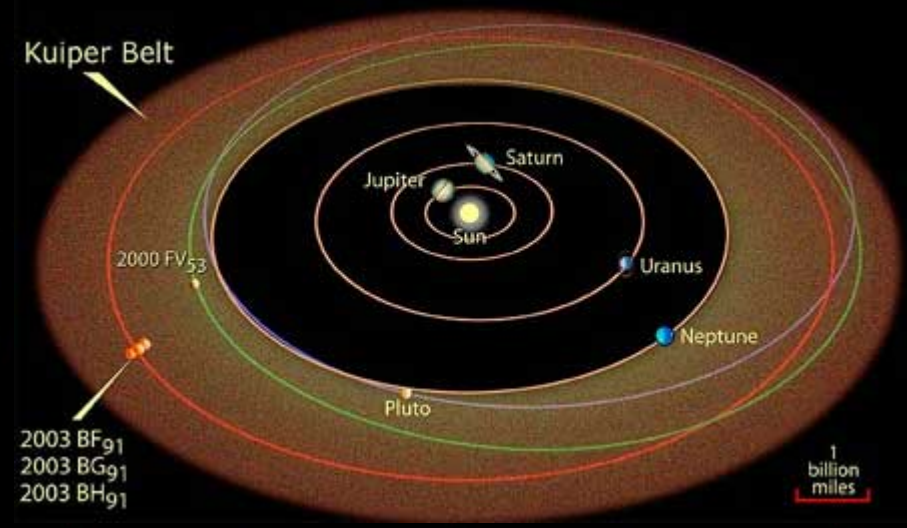
- kőzetbolygó
- elliptikus pálya
- ferde pályasík
- hold: Charon, Nix, Hydra



The positions of the planets in this diagram show where they will be in July 2008

# Kuiper-öv

- aszteroida öv
- a Neptunuszon túl (1990)
- Plutó méretű kisbolygók
- elnyúlt, elliptikus pályák
- Quaoar (2002)
- Sedna (2004)
- Makemake; Haumea (2005)



**Sedna**  
800-1100 miles  
in diameter



**Quaoar**  
(800 miles)



**Pluto**  
(1400 miles)



**Moon**  
(2100 miles)



**Earth**  
(8000 miles)

# Oort-felhő

- a Naprsz.  
legtávolabbi  
tartománya  
(100 000 CsE)

- milliárdnyi  
üstökös mag

- ütközések miatt  
egyres magok a  
Nap felé indulnak el



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