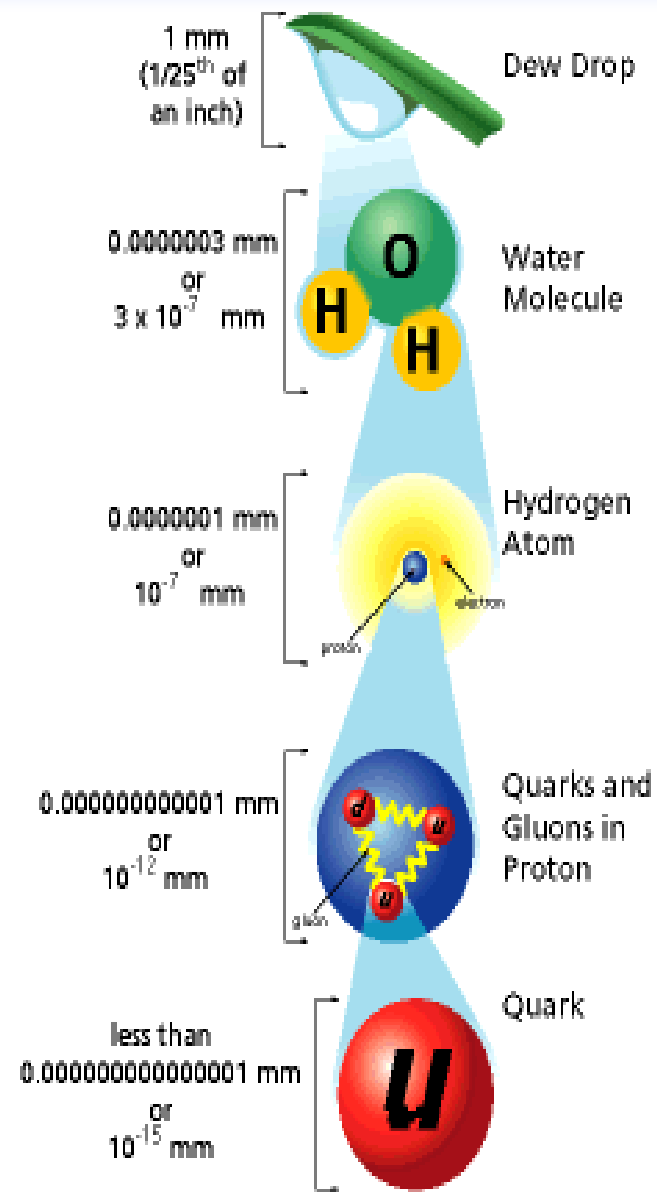


# Makrosvět, mikrosvět

Karel Smolek

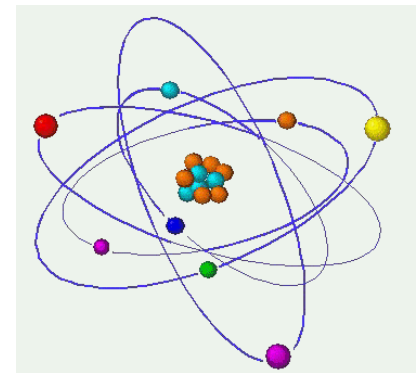
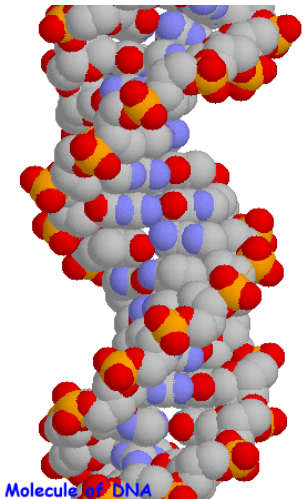
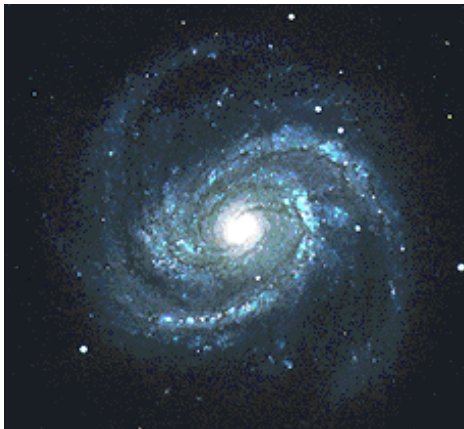
Ústav technické a experimentální fyziky, ČVUT

# Z čeho je svět složen?



# Makrosvět a mikrosvět

Rozměrové a hmotnostní škály v našem světě



# Člověk



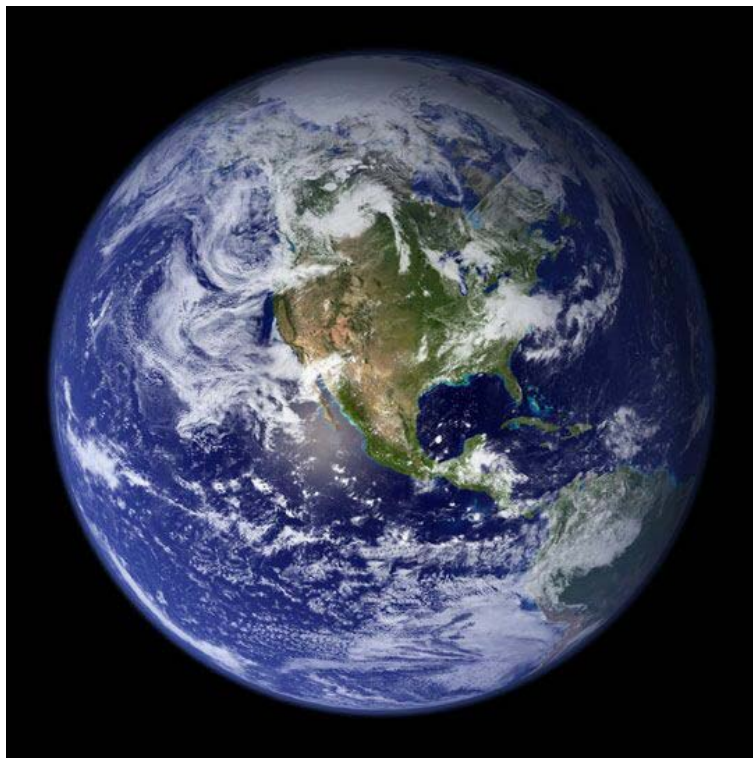
- Velikost ~ 1m
- Hmotnost ~ 10 kg

# Země



- Velikost 12 756 km
- Hmotnost  $6 \cdot 10^{24}$  kg

# Vzdálenost Země - Měsíc



384 000 km

= 1 sv. s

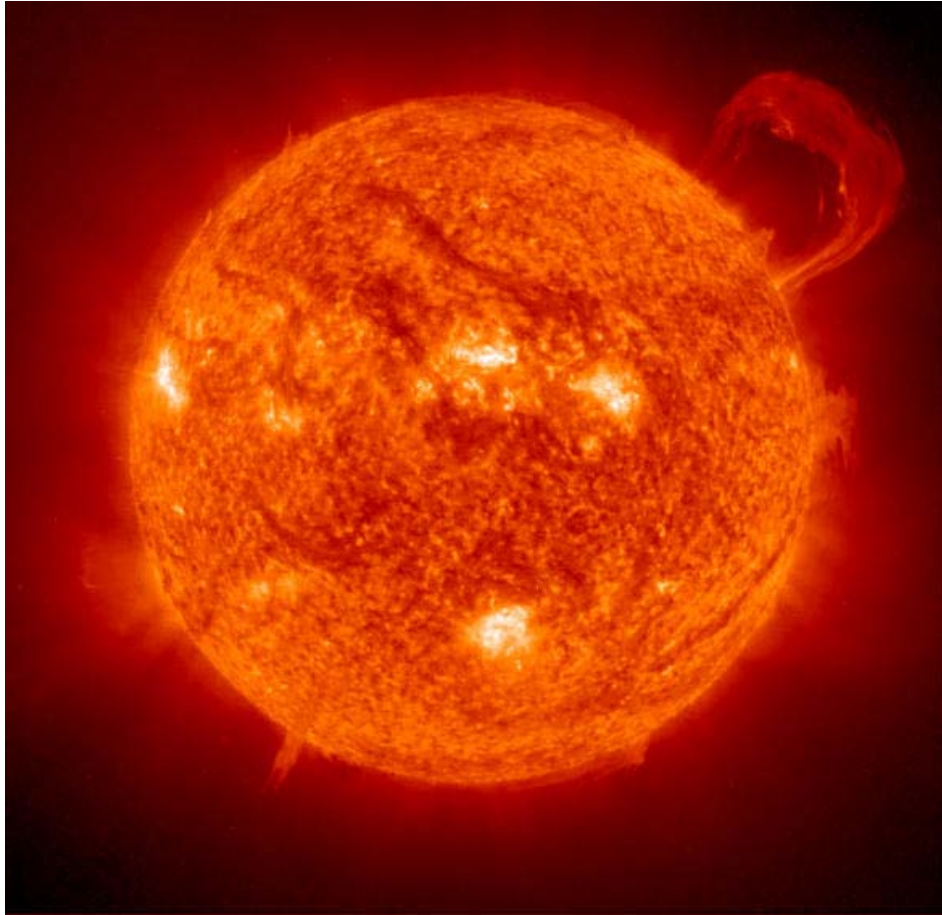


$7 \cdot 10^{22}$  kg  
3 476 km

Světelná sekunda – vzdálenost, kterou světlo urazí za jednu sekundu.

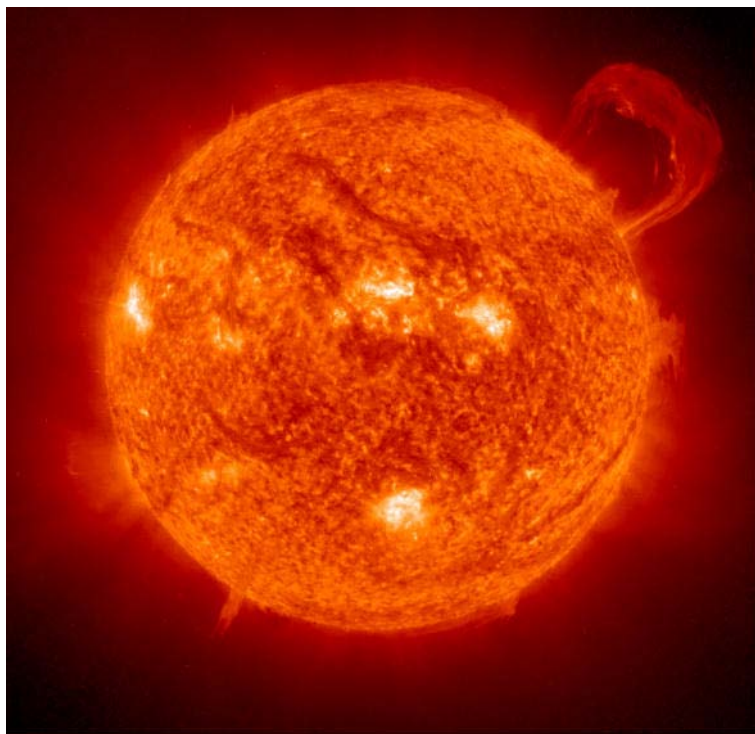


# Slunce



- Velikost 1 400 000 km
- Hmotnost  $2 \cdot 10^{33}$  kg

# Vzdálenost Země - Slunce



150 000 000 km

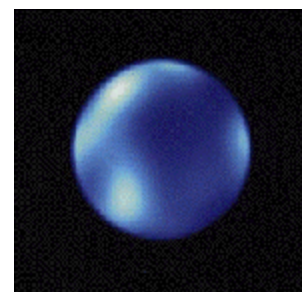
= 8 sv. min



# Vzdálenost Země - Pluto

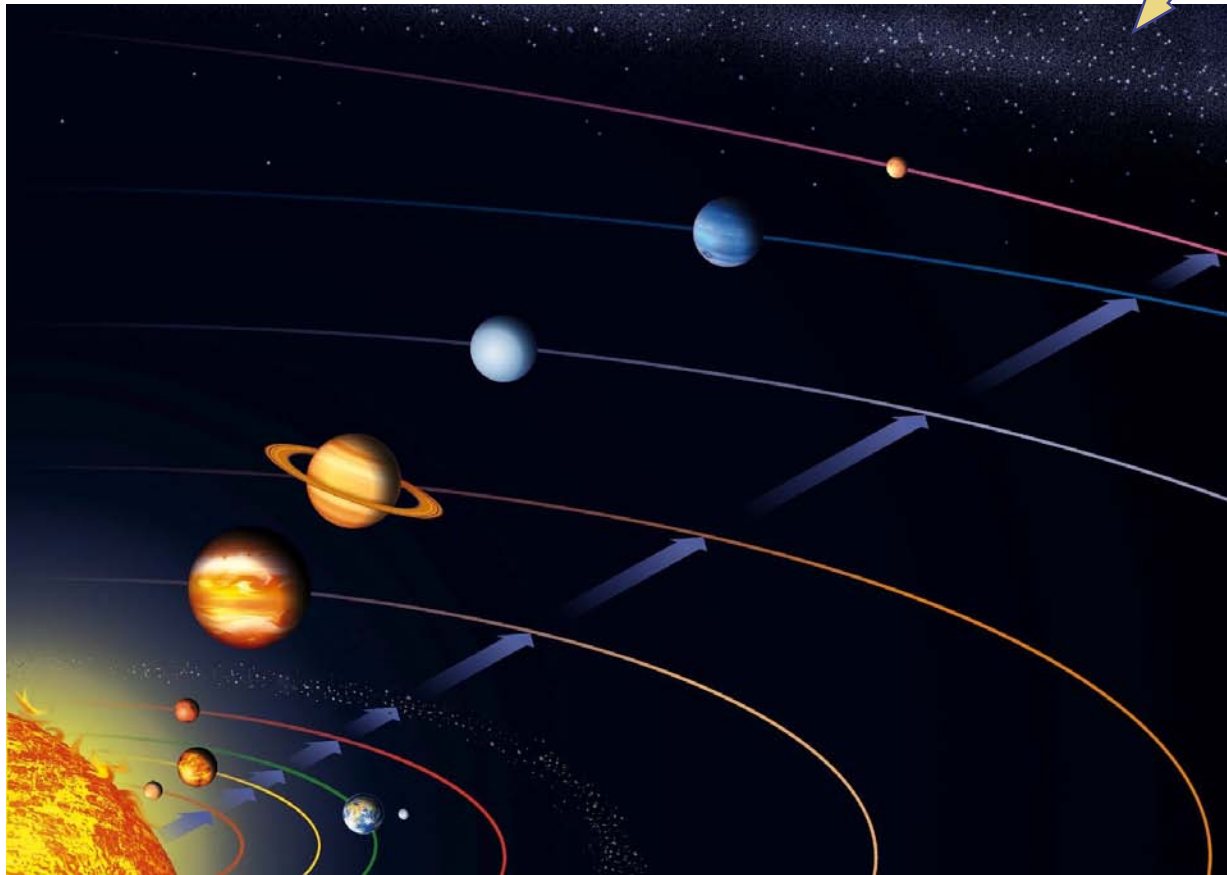


$6 \cdot 10^9$  km  
= 5.5 sv. h



2 390 km

# Sluneční soustava

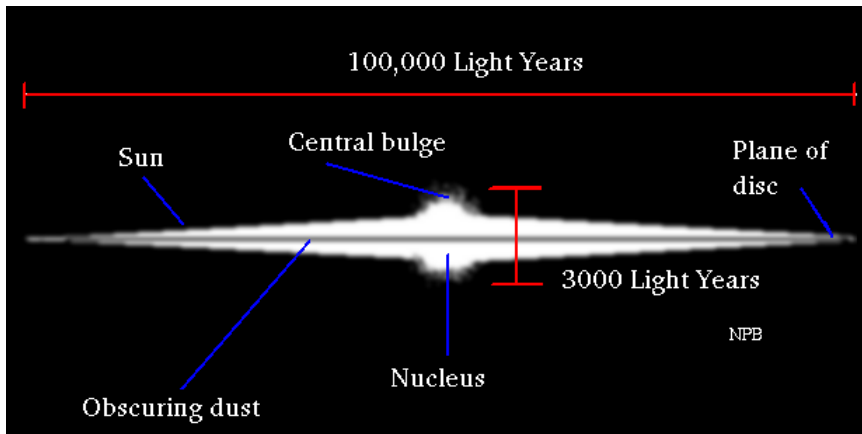
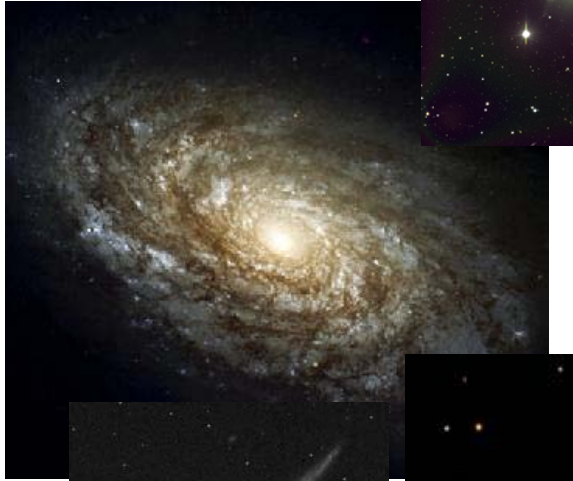


Oortův oblak

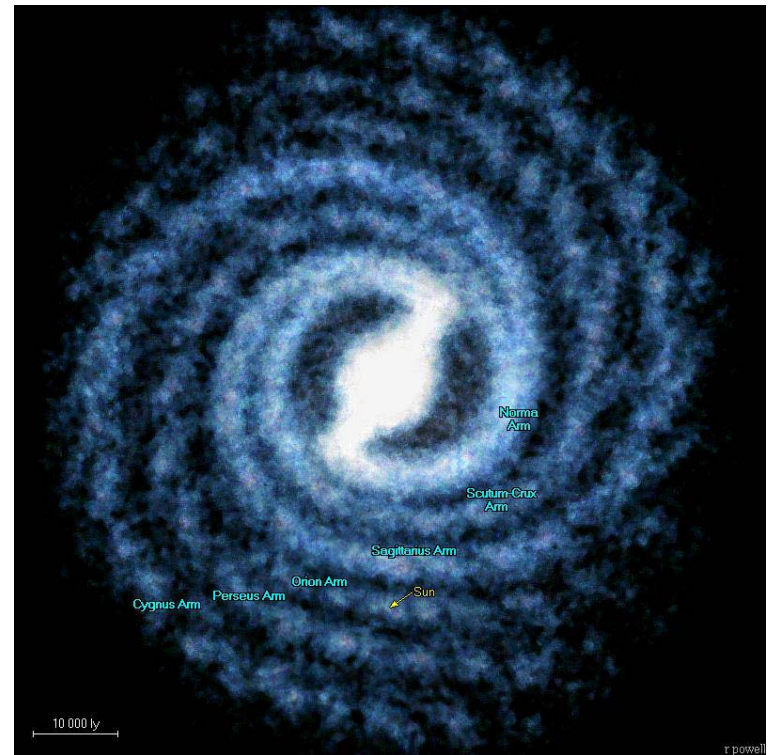
- Velikost  $10^{12}$  km  
= 1 sv. měsíc



# Galaxie



## Naše Galaxie

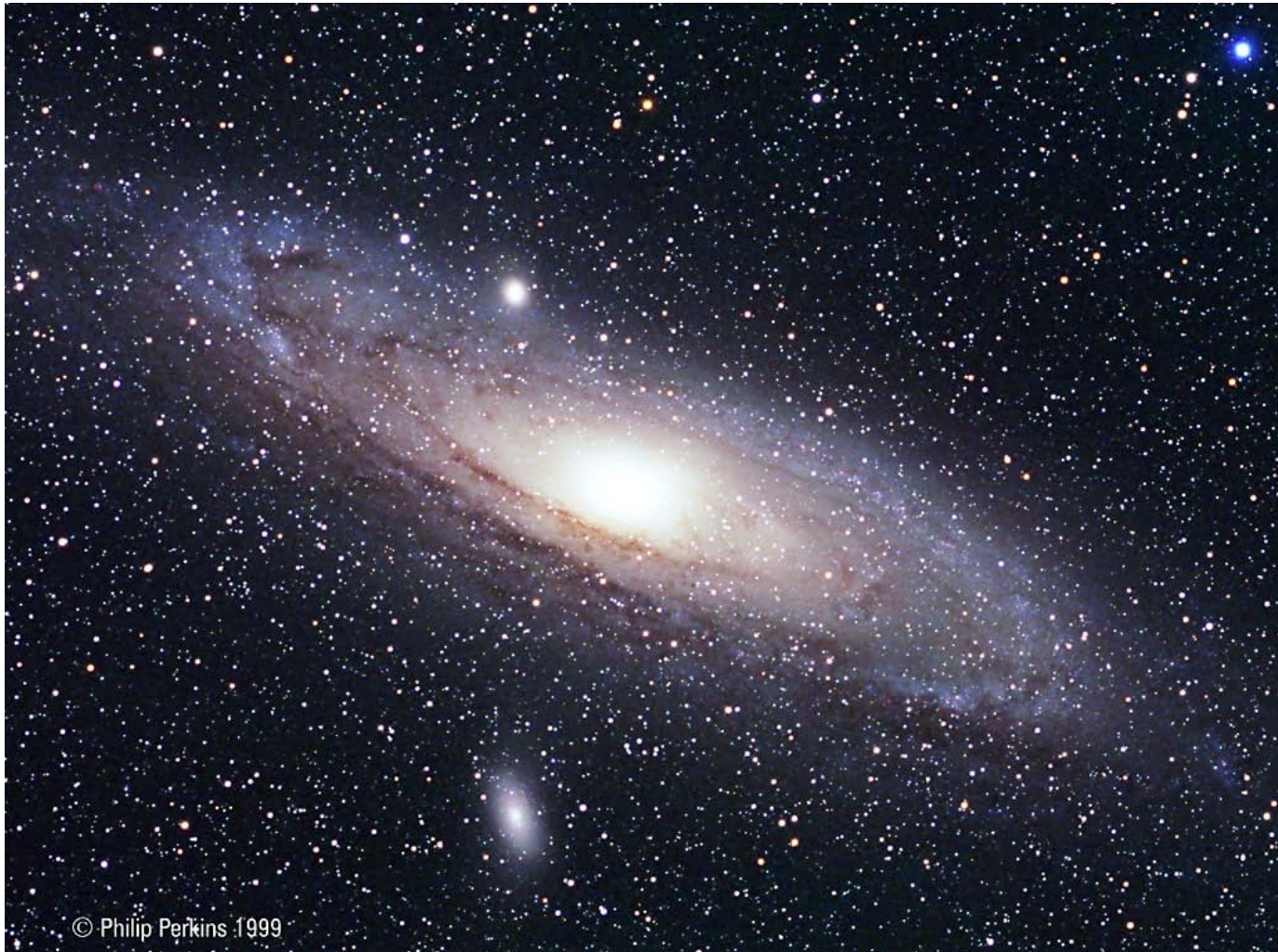


- 200 miliard hvězd
- 100 000 x 30 000 sv. let
- Perioda oběhu Slunce:  $225 \cdot 10^6$  let



# Vzdálenost od galaxie M31 v souhvězdí Andromedy

- Nejdálčenější objekt viditelný pouhým okem
- Vzdálená  $2 \cdot 10^6$  sv. let



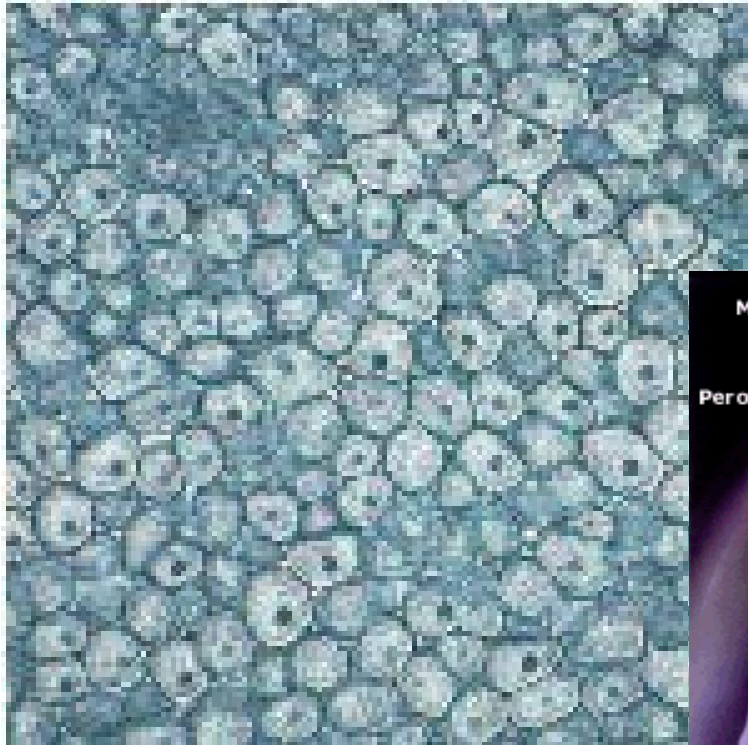
# Pozorovaný vesmír

Velikost  $3 \cdot 10^{10}$  sv. let

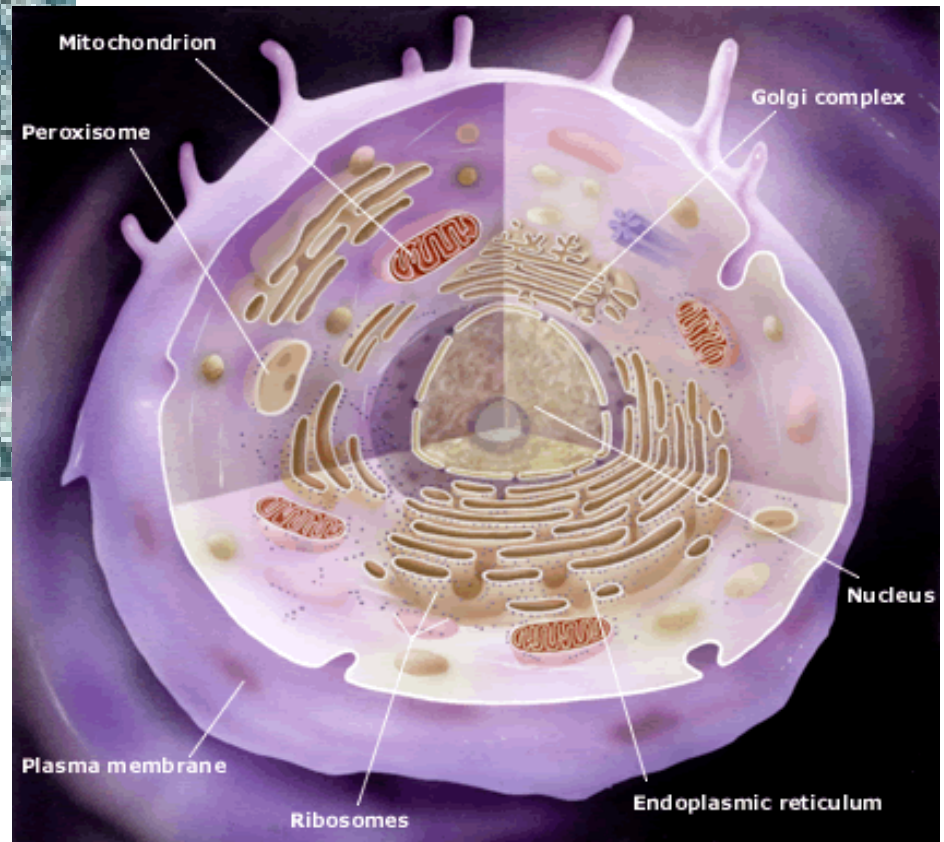




# Buňka

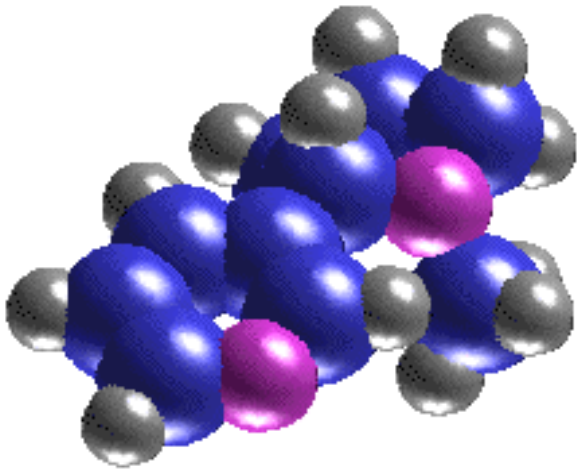


Velikost 0.01 mm



# Molekula

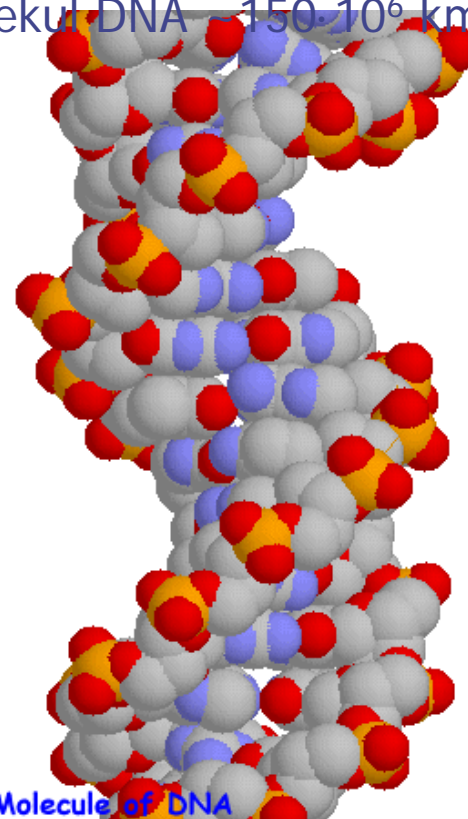
Velikost  $10^{-9}$  m



## Molekula DNA

- Její struktura objevena r. 1953
- James Watson a Francis Crick
- Délka lidské DNA v jedné buňce  $\sim 3$  m, celkem  $50 \cdot 10^{12}$  buněk, celková délka všech

molekul DNA  $\sim 150 \cdot 10^6$  km



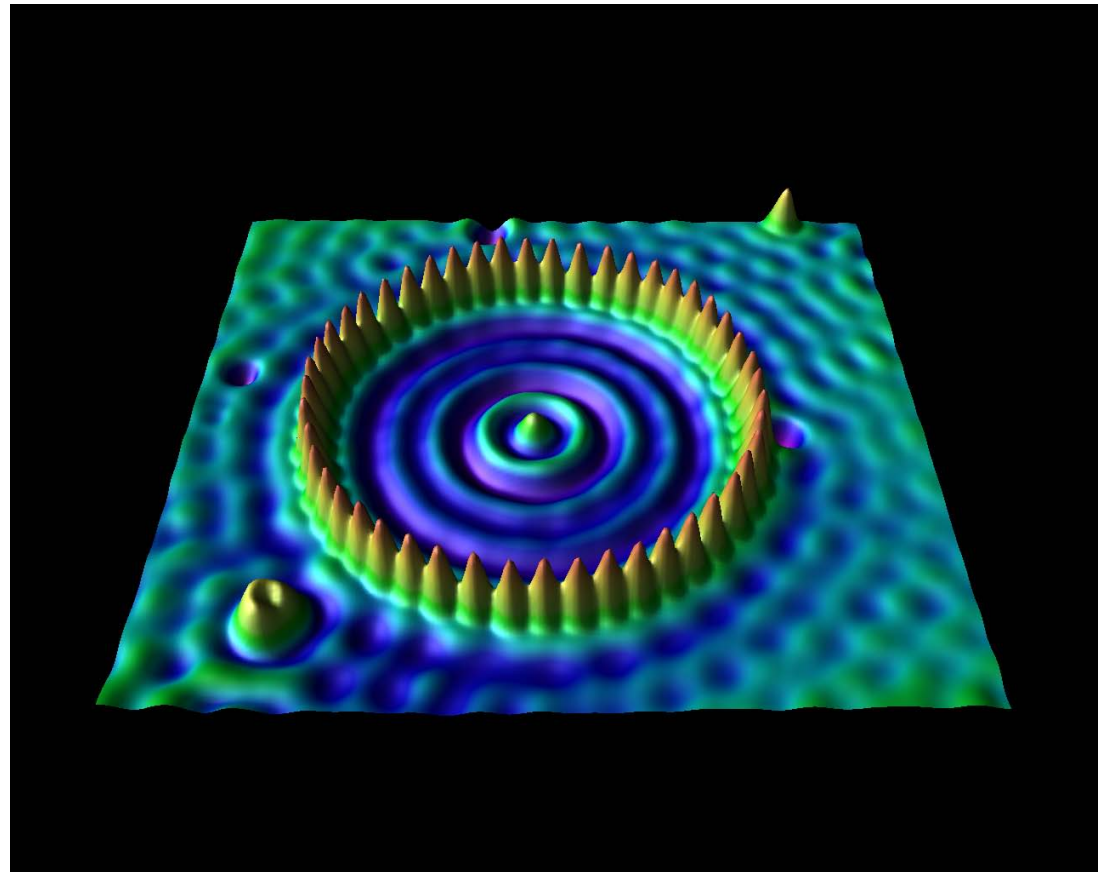
@Rothamsted Experimental Station, 1997, 1998

Molecule of DNA

# Atom

Velikost  $10^{-10}$  m

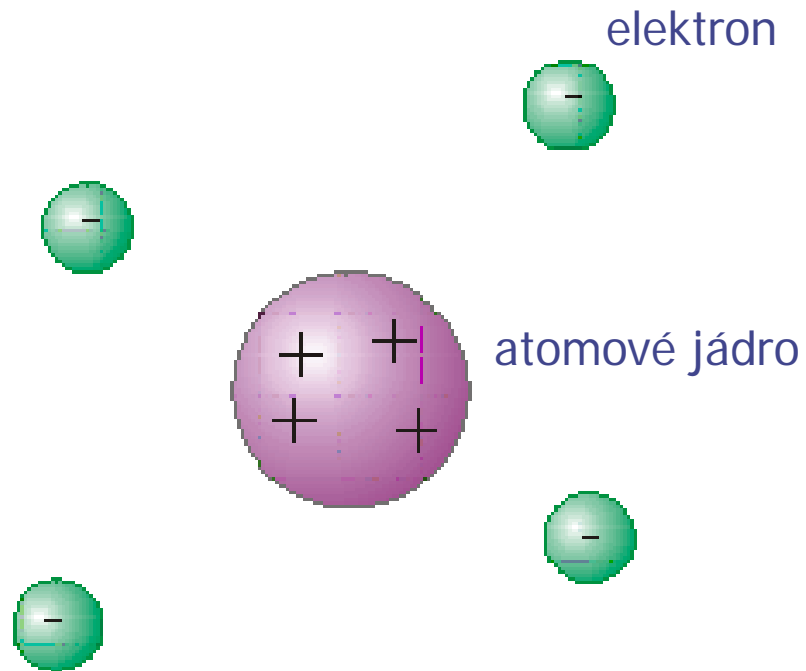
Atom kolem roku 1900



48 atomů železa na měděném podkladu vytváří strukturu o velikosti  $71.3 \cdot 10^{-10}$  m. Snímek pořízený rastrovacím tunelovým mikroskopem v laboratoři IBM.

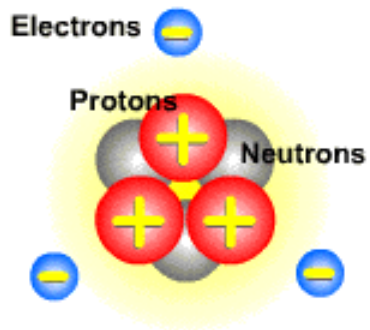
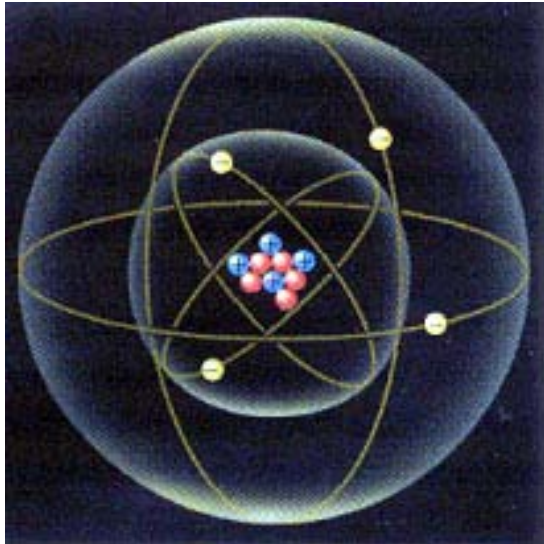
# Atomové jádro

- Velikost  $10^{-14}$  m
- Desetitisícina velikosti atomu



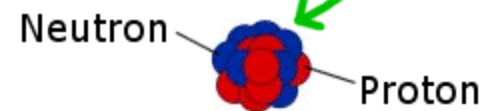
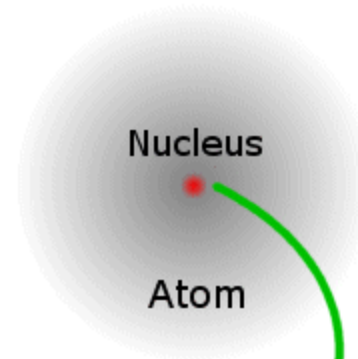
# Nukleon

- Velikost  $10^{-15}$  m



- proton
- neutron

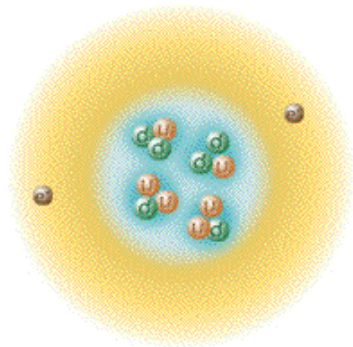
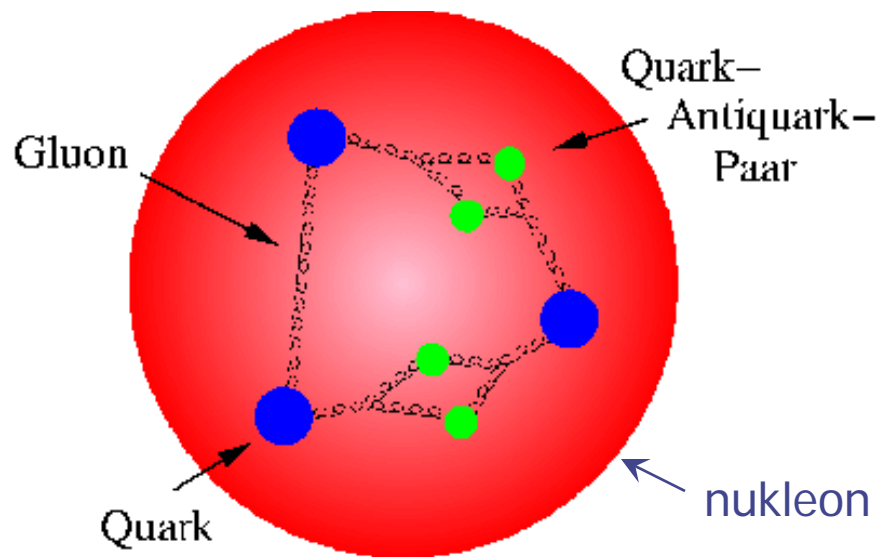
$10^{-8}$  cm



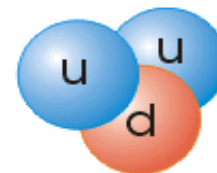
$10^{-12}$  cm  
Atomic nucleus

# Kvark

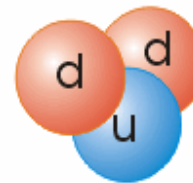
- Velikost  $10^{-18}$  m



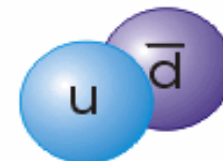
## The Proton



## The Neutron

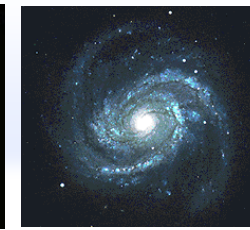


## The Pion





# Shrnutí



- Pozorovaný vesmír
- Vzdálenost naší Galaxie od g. v Andromedě (M31)
- Galaxie
- Světelný rok
- Sluneční soustava (Oortův oblak)
- Vzdálenost Slunce-Pluto
- Vzdálenost Slunce-Země
- Vzdálenost Země-Měsíc
- Země
- **Člověk**
- Buňka
- Molekula
- Atom
- Atomové jádro
- Nukleon
- Kvark
- Struna (?)

$10^{26}$  m ( $3 \cdot 10^{10}$  ly)

$10^{22}$  m ( $2 \cdot 10^6$  ly)

$10^{21}$  m ( $10^5$  ly)

$10^{16}$  m (1 ly)

$10^{15}$  m (1 lm)

$10^{13}$  m (5 lh)

$10^{11}$  m (8 lmin)

$10^8$  m (1 ls)

$10^7$  m (0.04 ls)

**$10^0$  m**

$10^{-5}$  m

$10^{-9}$  m

$10^{-10}$  m

$10^{-14}$  m

$10^{-15}$  m

$10^{-18}$  m

$10^{-35}$  m

