

Plazma V

Petr Kulhánek

České vysoké učení technické v Praze
Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
Aldebaran Group for Astrophysics

kulhanek@aldebaran.cz

www.aldebaran.cz

30. června 2013



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC



FOND MIKROPROJEKTŮ

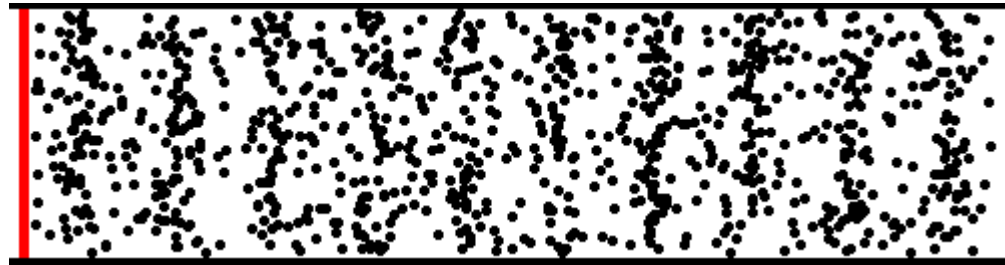




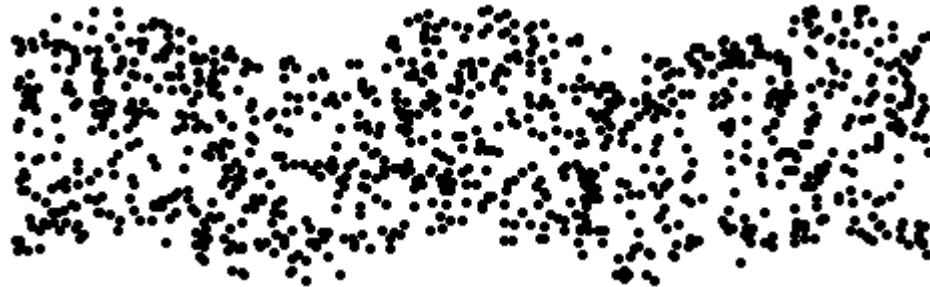
Cumulonimbus capillatus incus

příčné a podélné vlnění

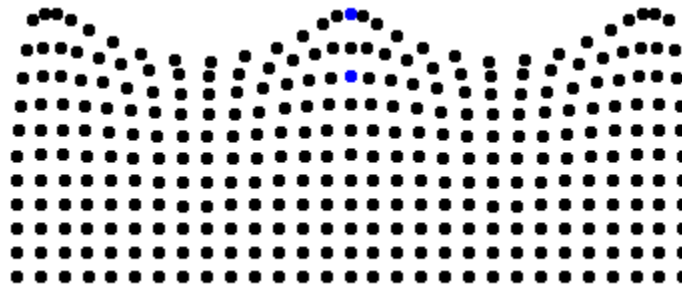
podélná (longitudinální) vlna
např. zvuk
1 mod (polarizace)

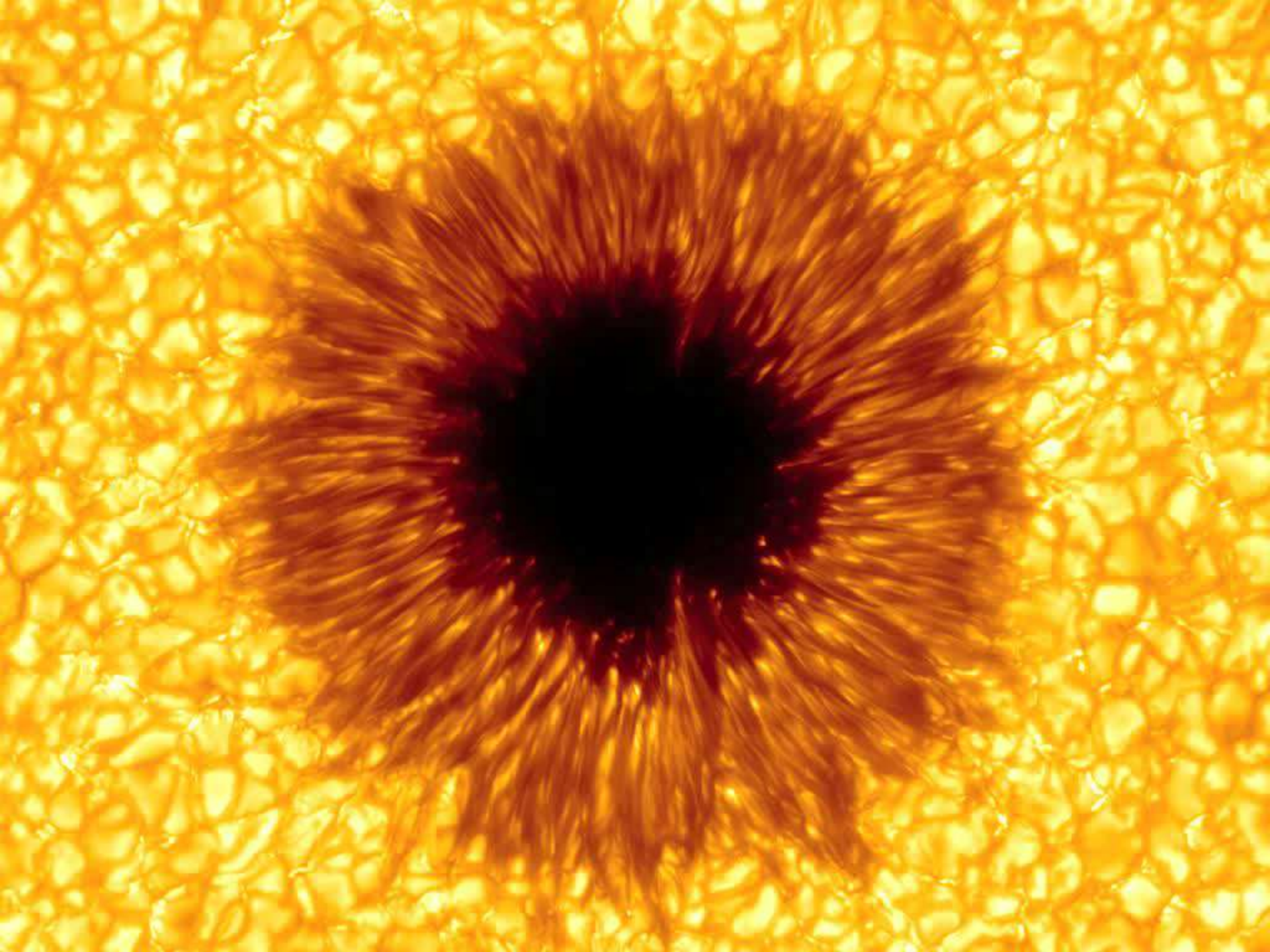


příčná (transverzální) vlna
např. struna, elmg.
2 mody (polarizace)



vlna na vodě
(podélná i příčná)



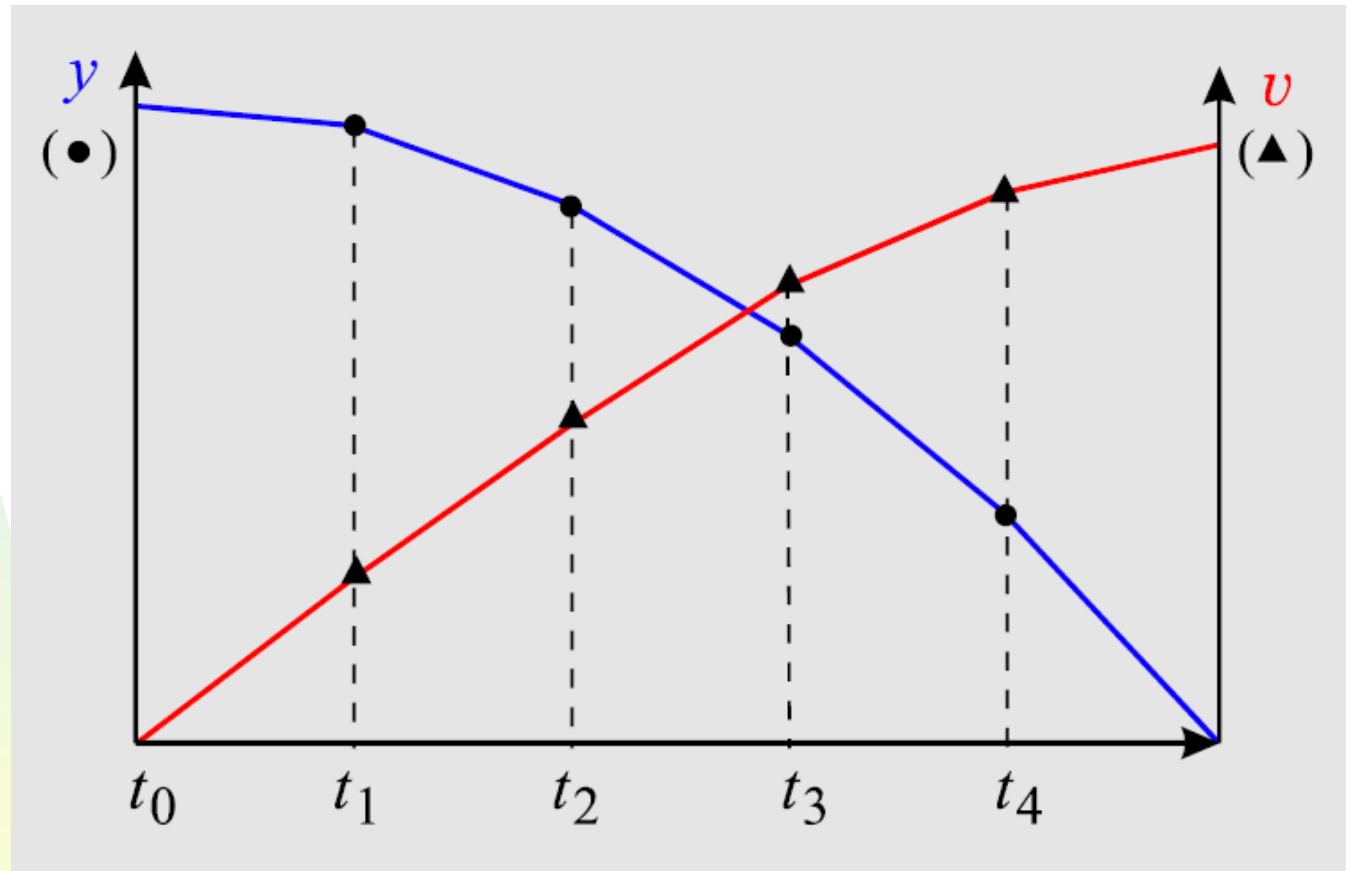


Diferenční schéma

$$ma = F$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$



Transportní děje

$$\mathbf{j}_Q = -\sigma \nabla \phi$$

$$\mathbf{j}_N = -D \nabla n$$

$$\mathbf{j}_W = -\lambda \nabla T$$

ambipolární difúze, pohybující se prostředí, kombinované děje...

Střední dráha, Debyeova délka

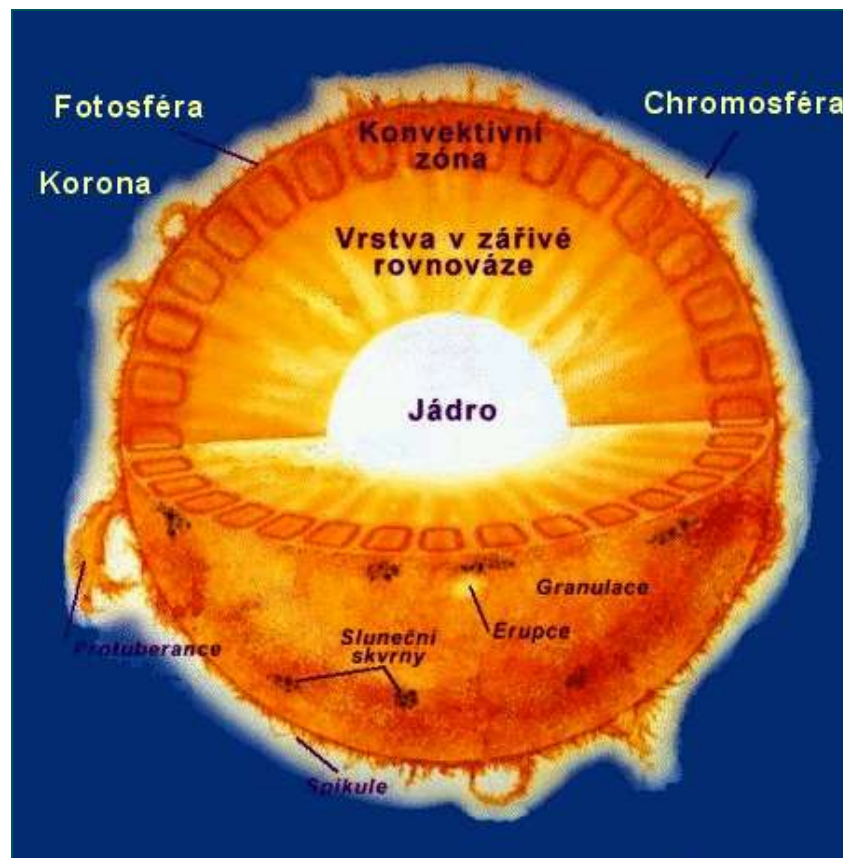


$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon k T}{n e^2}}$$

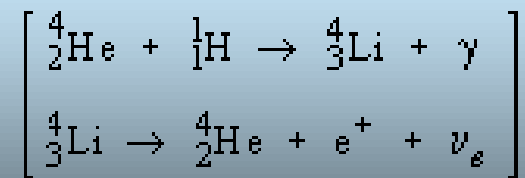
Slunce

vzdálenost:	150×10^6 km
hmotnost:	2×10^{30} kg
poloměr:	700 000 km
spektrální třída:	G2
povrchová teplota:	5 700 K
teplota v nitru:	15×10^6 K
magnetické pole:	$10 \div 300 \mu\text{T}$
doba otočení (rovník):	25 dní
doba otočení (pól):	36 dní
hustota:	$1,4 \text{ g/cm}^3$
hustota výkonu:	$0,19 \text{ mW/kg}$
výkon:	10^{26} W
tok energie u Země:	$1,4 \text{ kW/m}^2$
tíhové zrychlení:	28 g
úniková rychlost:	618 km/s
magnituda:	-26,6
magnituda absolutní:	4,9
stáří:	4,6 mld let

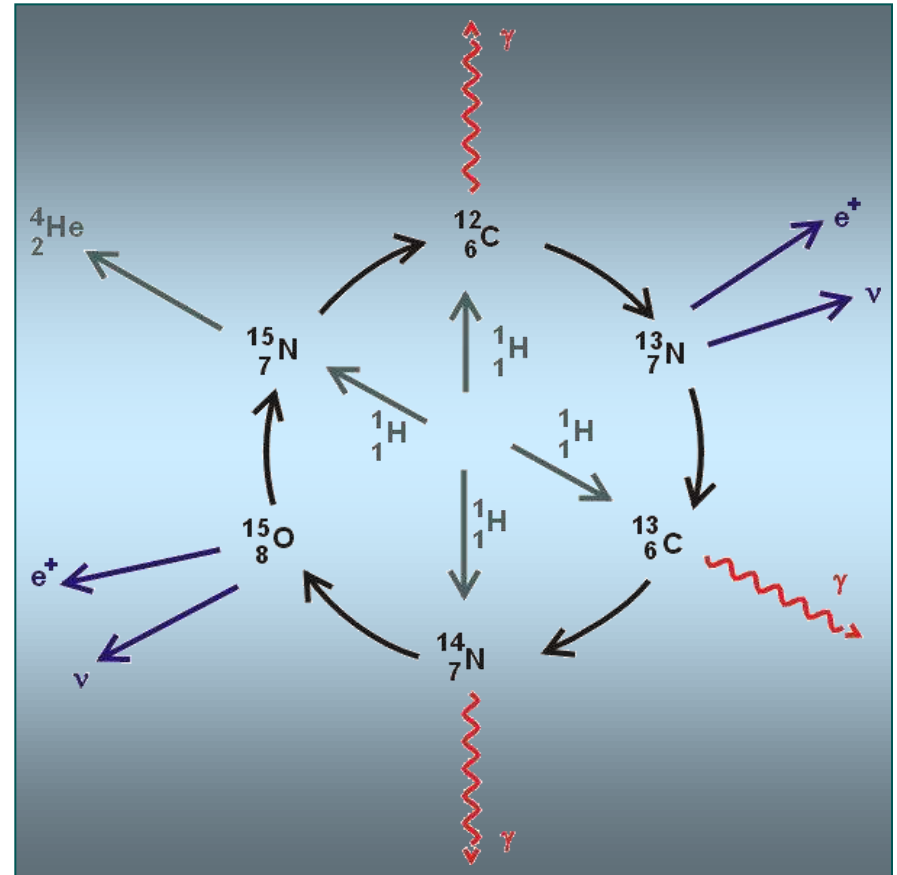
H:	92,1 %
He:	7,8 %
O:	0,06 %
C:	0,03 %



Reakce v jádře

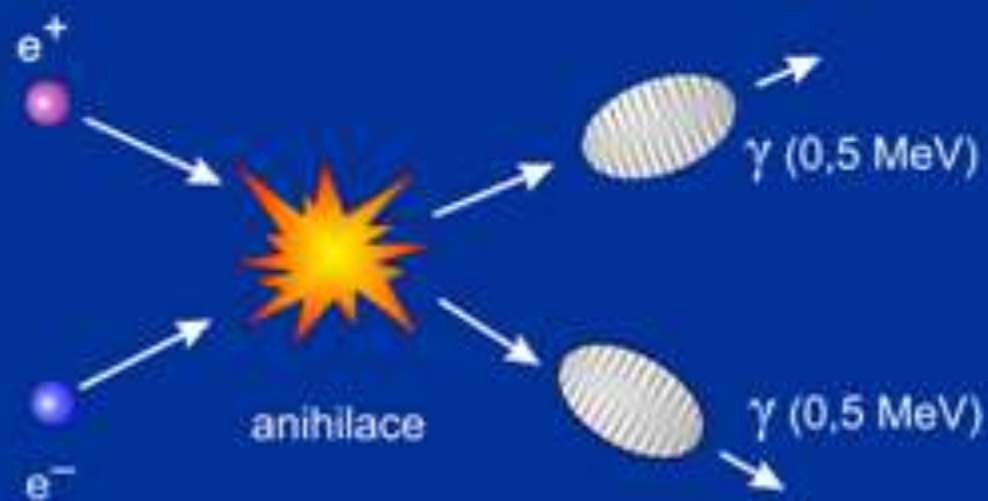
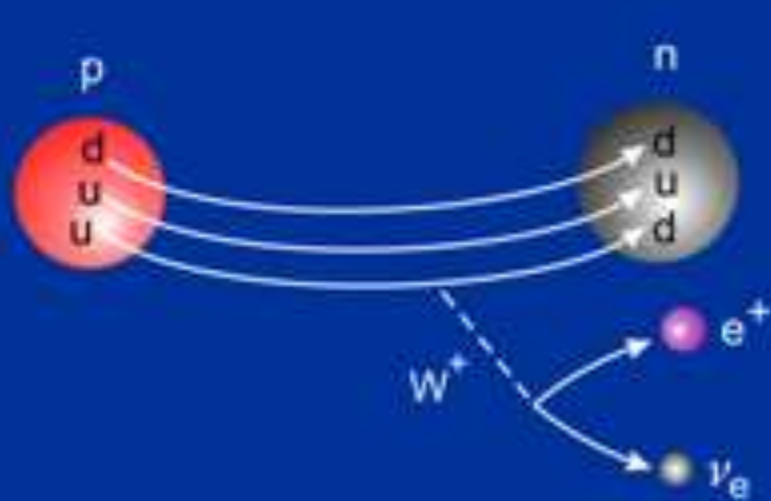
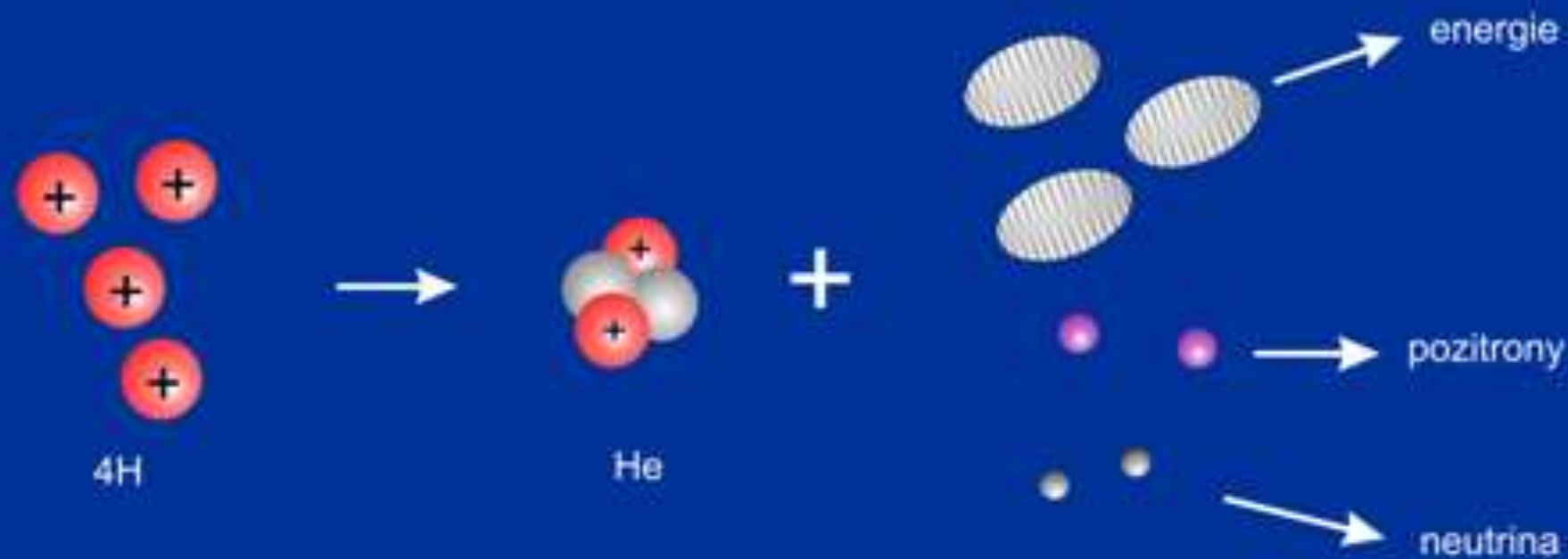


pp řetězec (98 %)

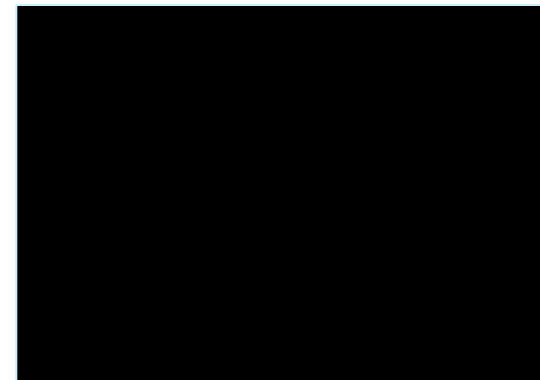
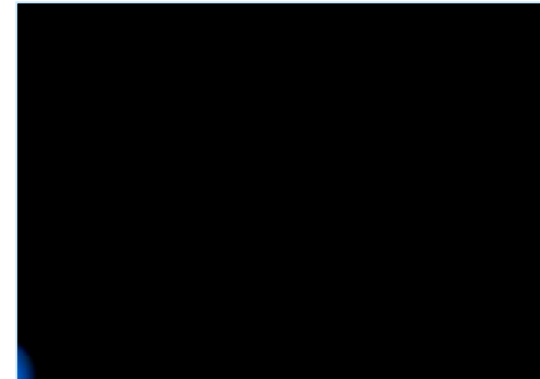
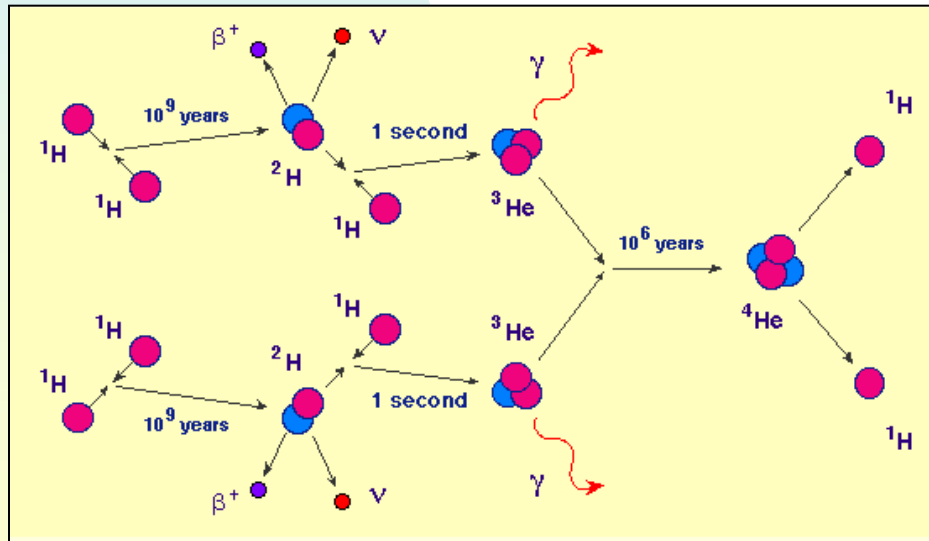
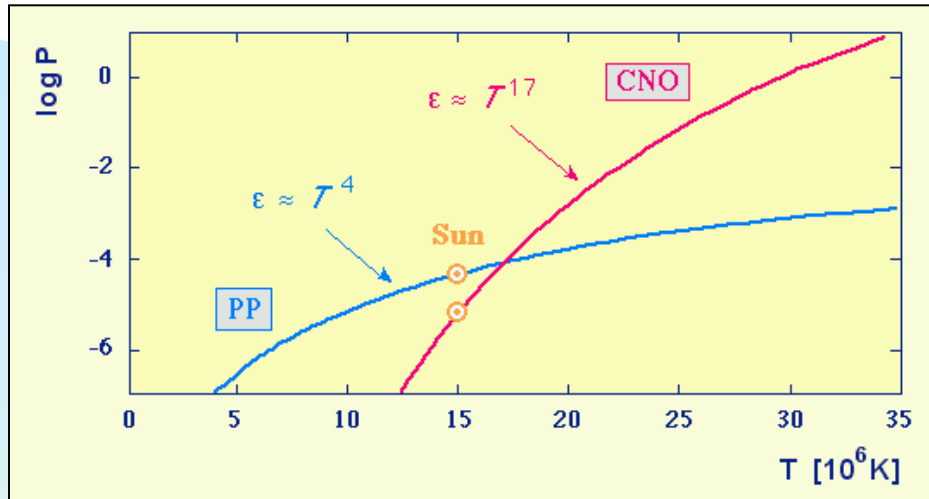


CNO cyklus (2 %)

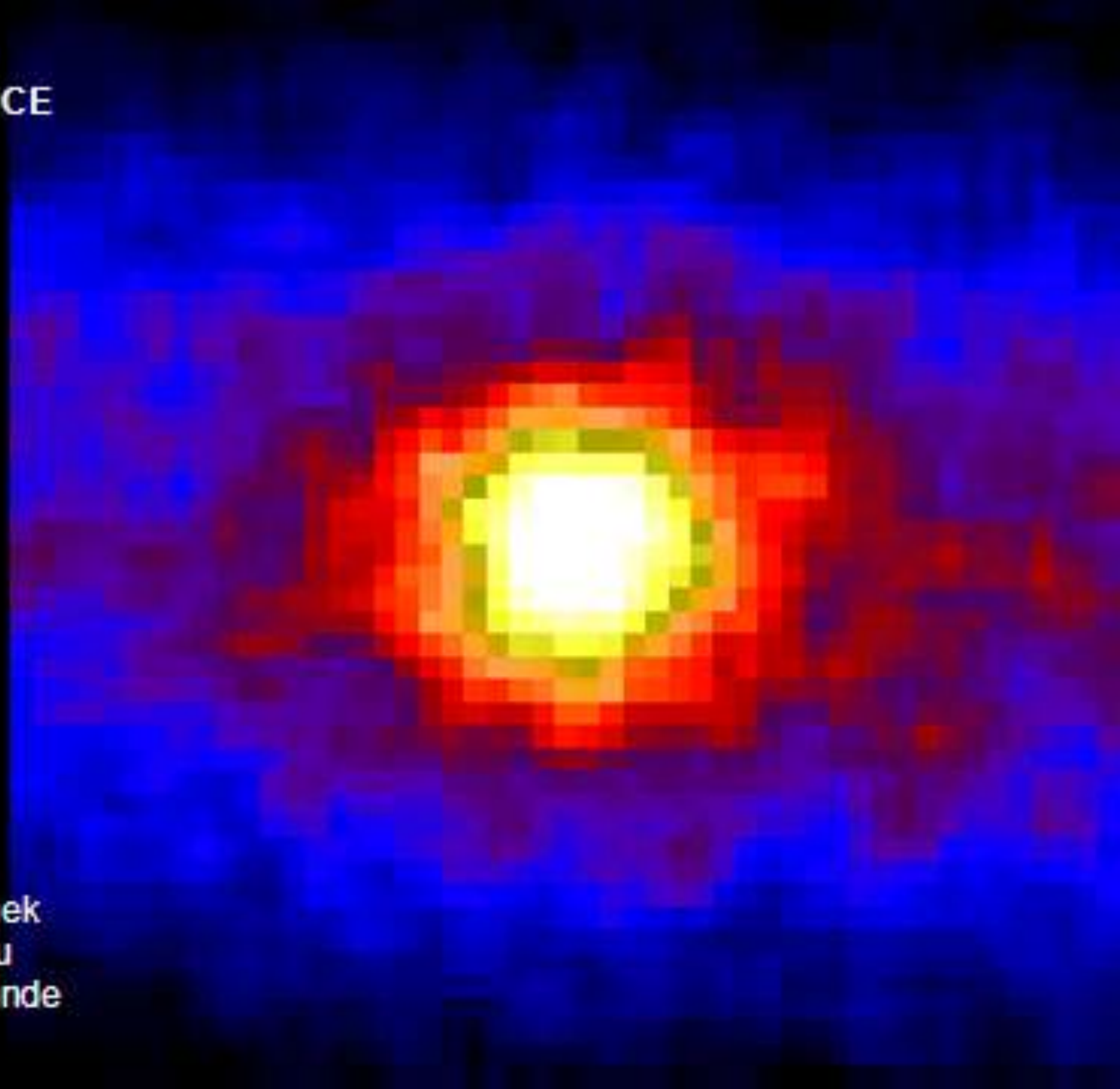
FÚZE VODÍKU V JÁDŘE



Reakce v jádře

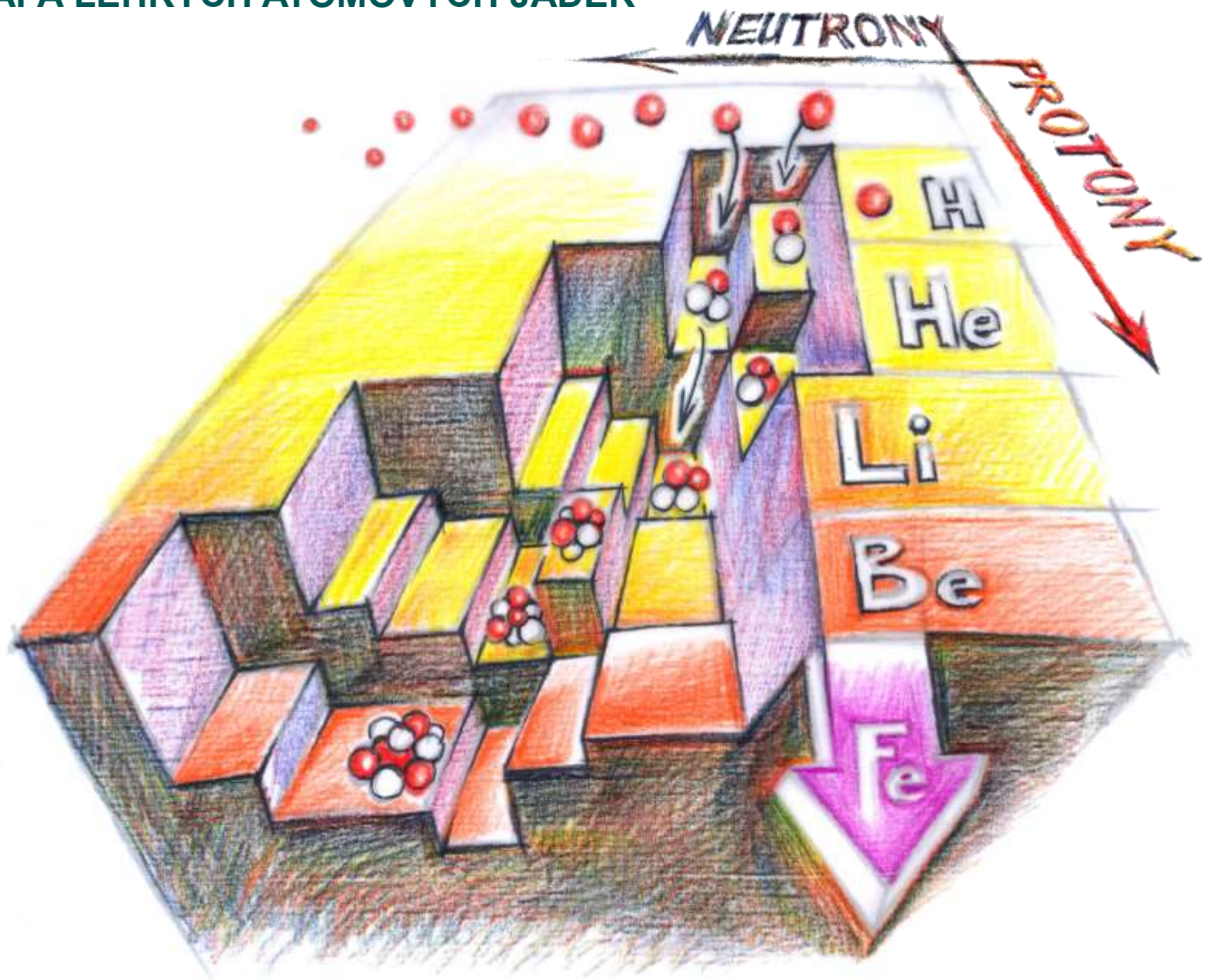


POHLED DO
STŘEDU SLUNCE

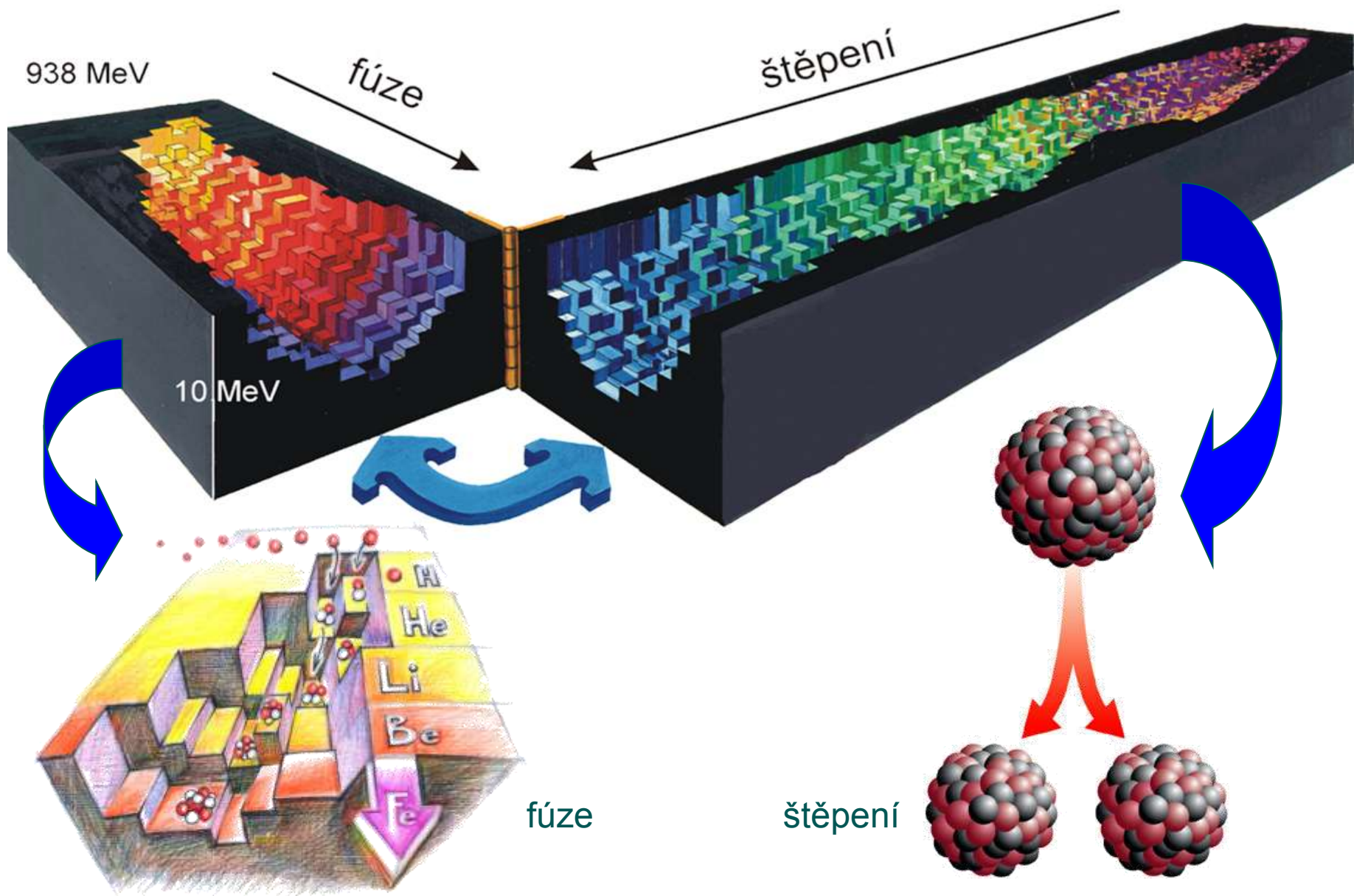


neutrinový snímek
jádra z detektoru
Super-Kamiokande

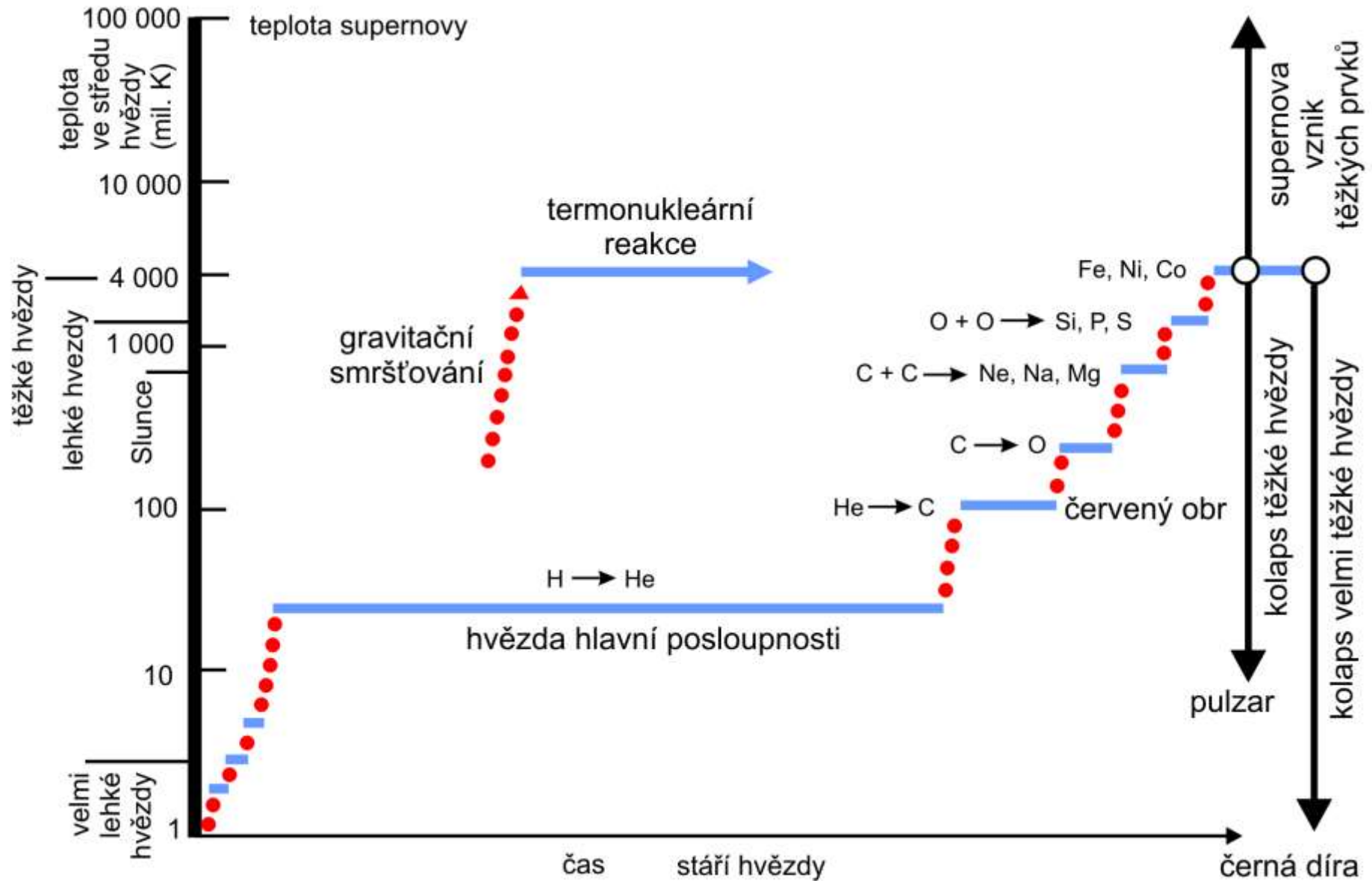
MAPA LEHKÝCH ATOMOVÝCH JADER



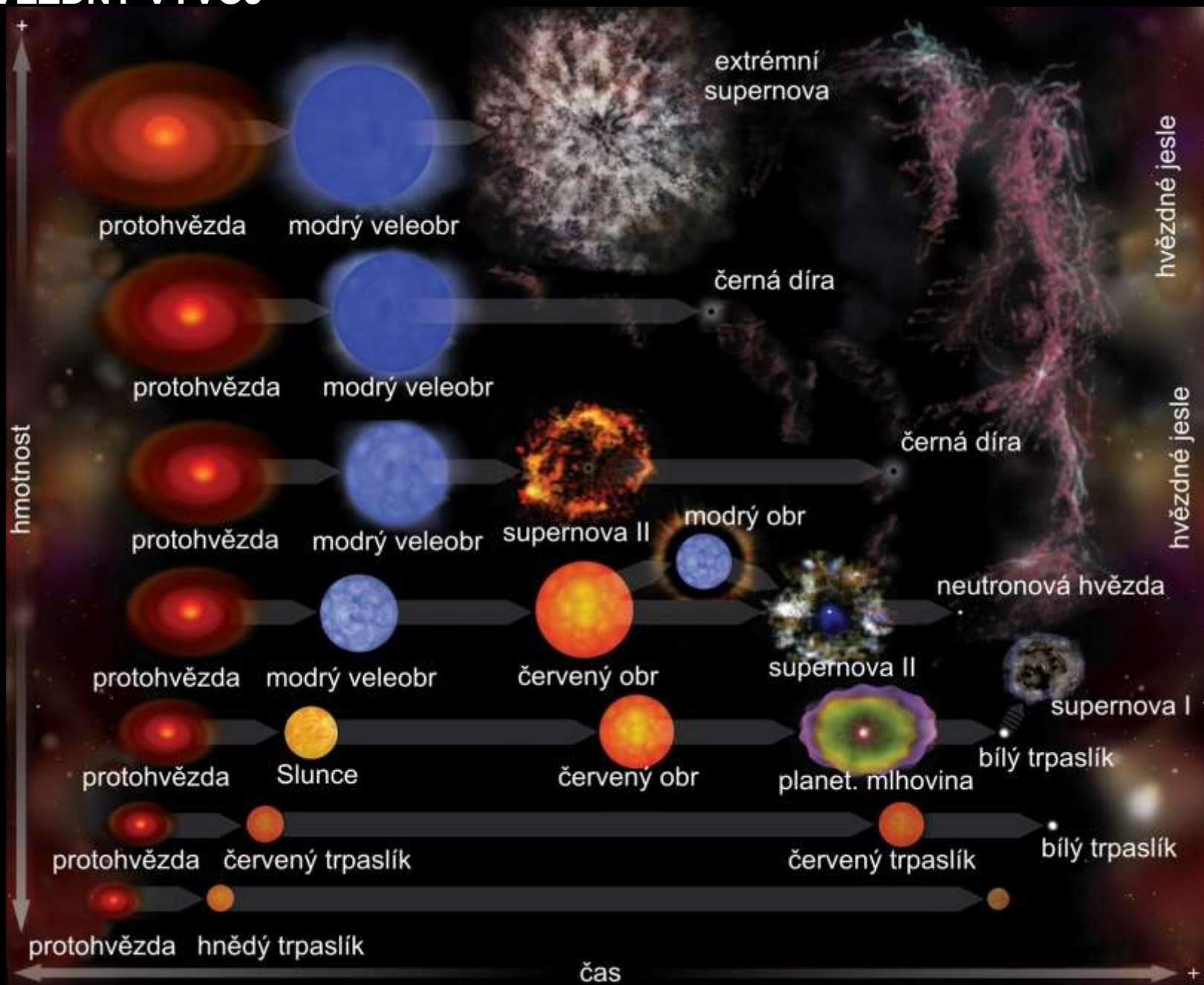
FÚZE A ŠTĚPENÍ



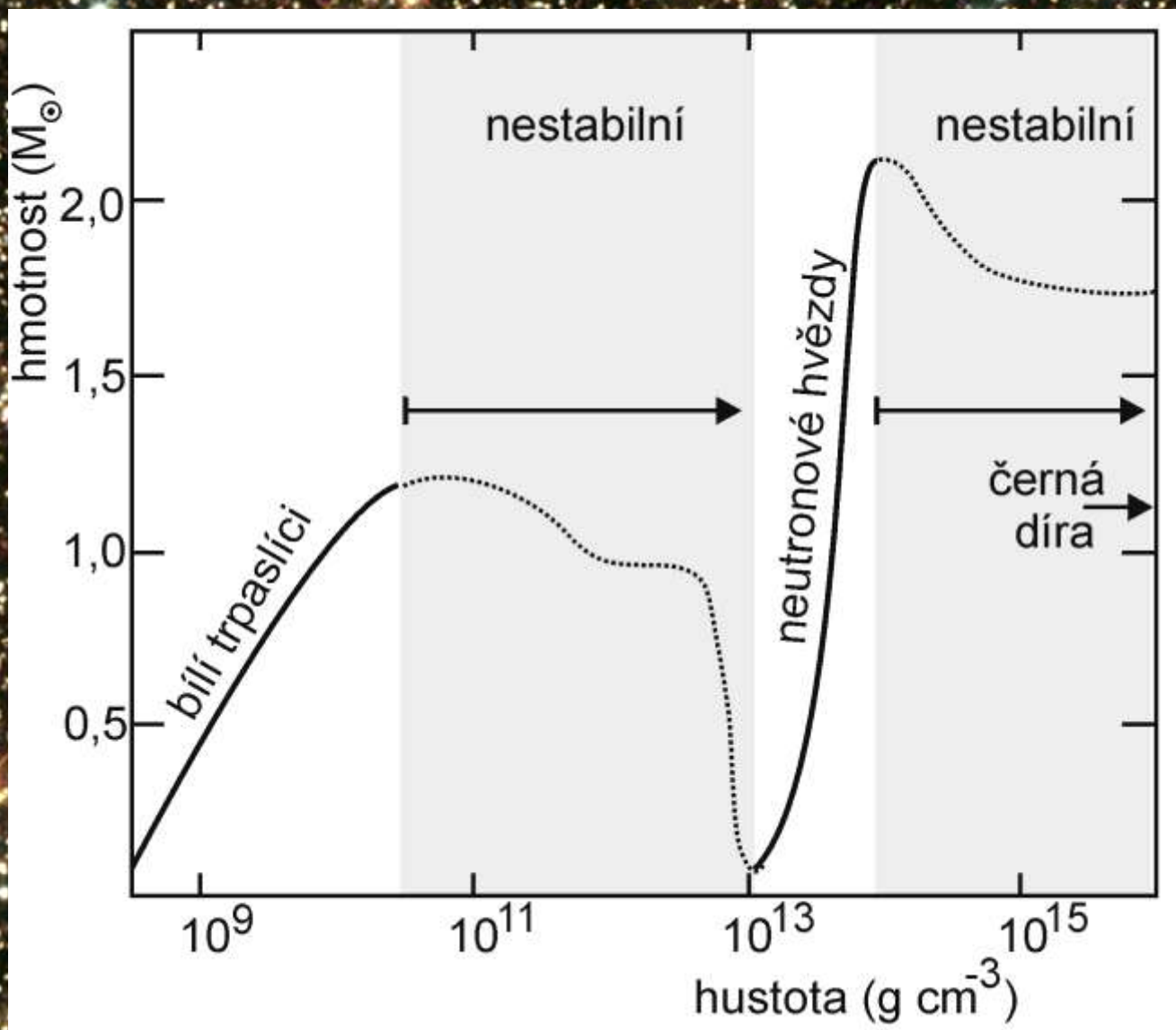
FÚZE VE HVĚZDÁCH



HVĚZDNÝ VÝVOJ

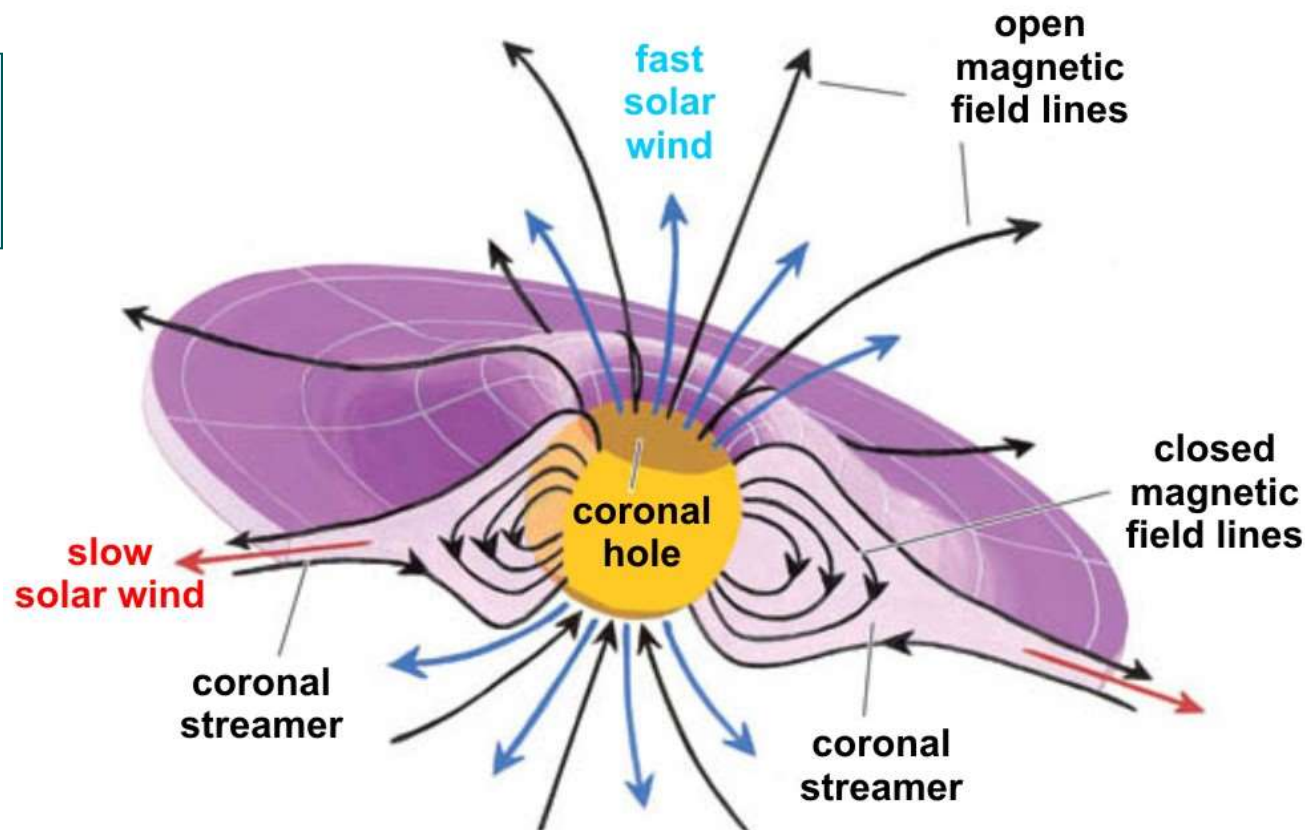


ROVNOVÁHA HVĚZDNÝCH OSTATKŮ



$10 \div 100 \mu T$

$0.1 T$

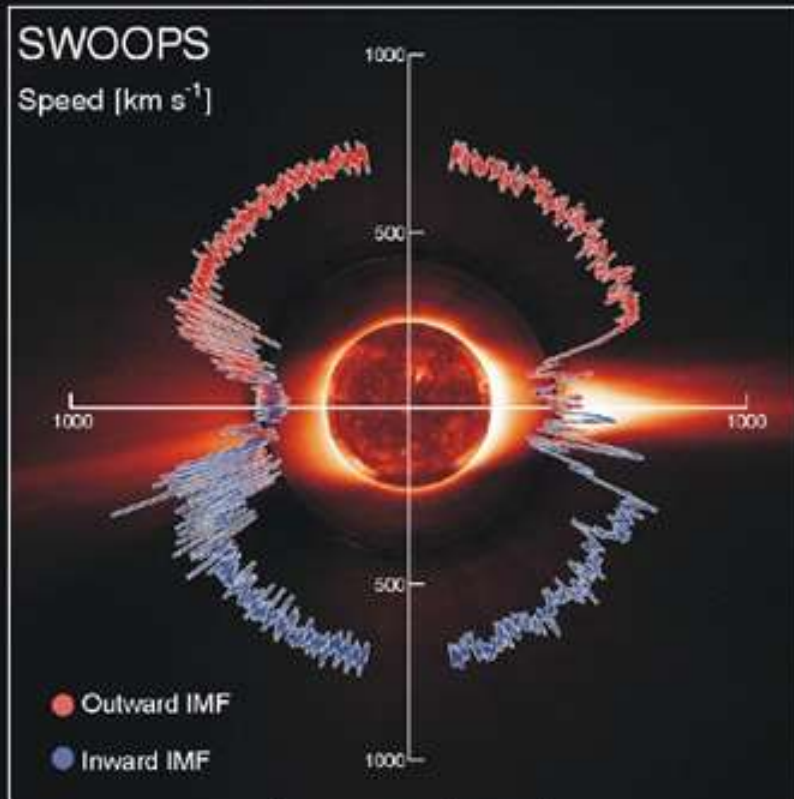


K korona (kontinuum): je způsobena rozptylem slunečního světla na volných elektronech.

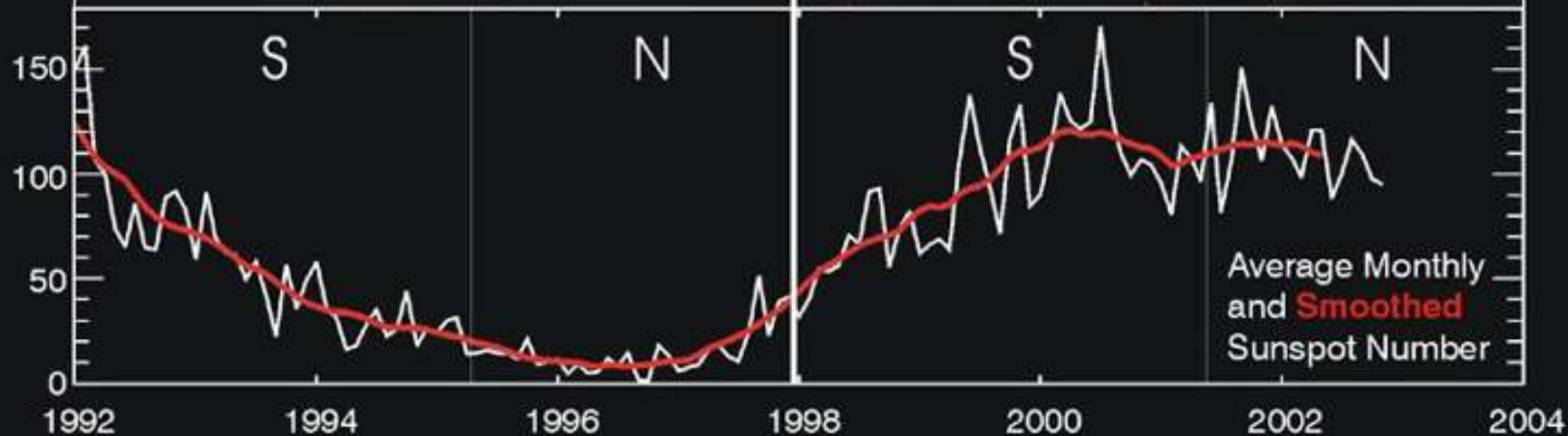
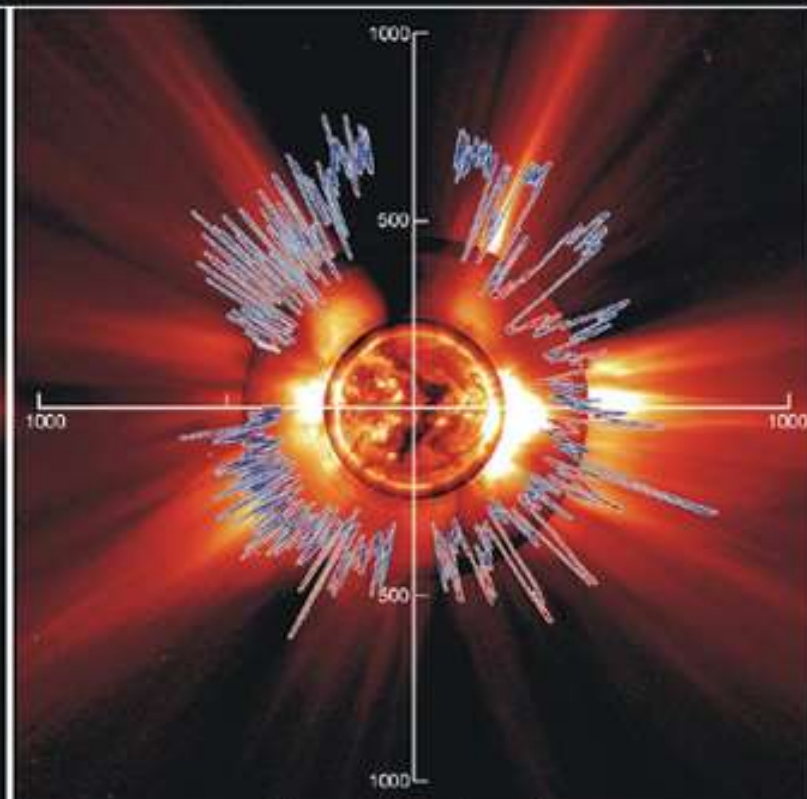
F korona (Fraunhoferova): je způsobena rozptylem slunečního světla na prachových částicích padajících do Slunce z meziplanetárního prostoru, charakteristické jsou absorpční čáry.

E korona (emisní): emisní čáry způsobené přechody v vysoce ionizovaných kovech. Tyto čáry jsou možné jen za vysokých teplot milionů kelvinů.

Ulysses First Orbit



Ulysses Second Orbit



Slunce

pomalý vítr,
streamery

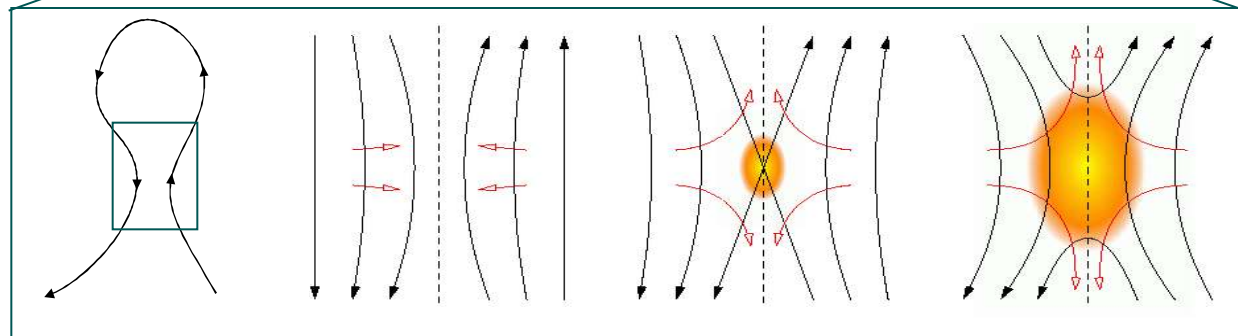
rychlý vítr
z koronálních děr

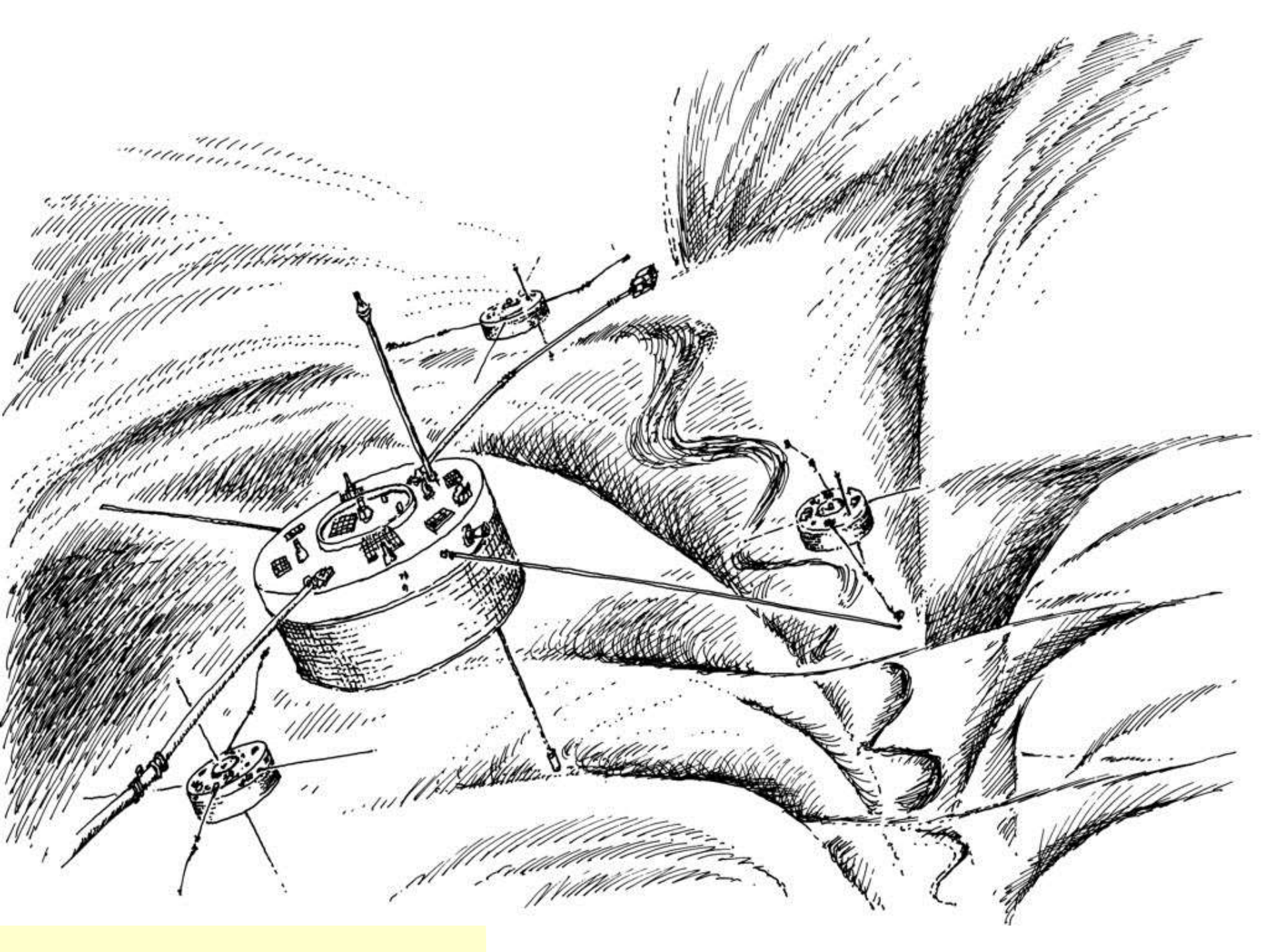
supergranule

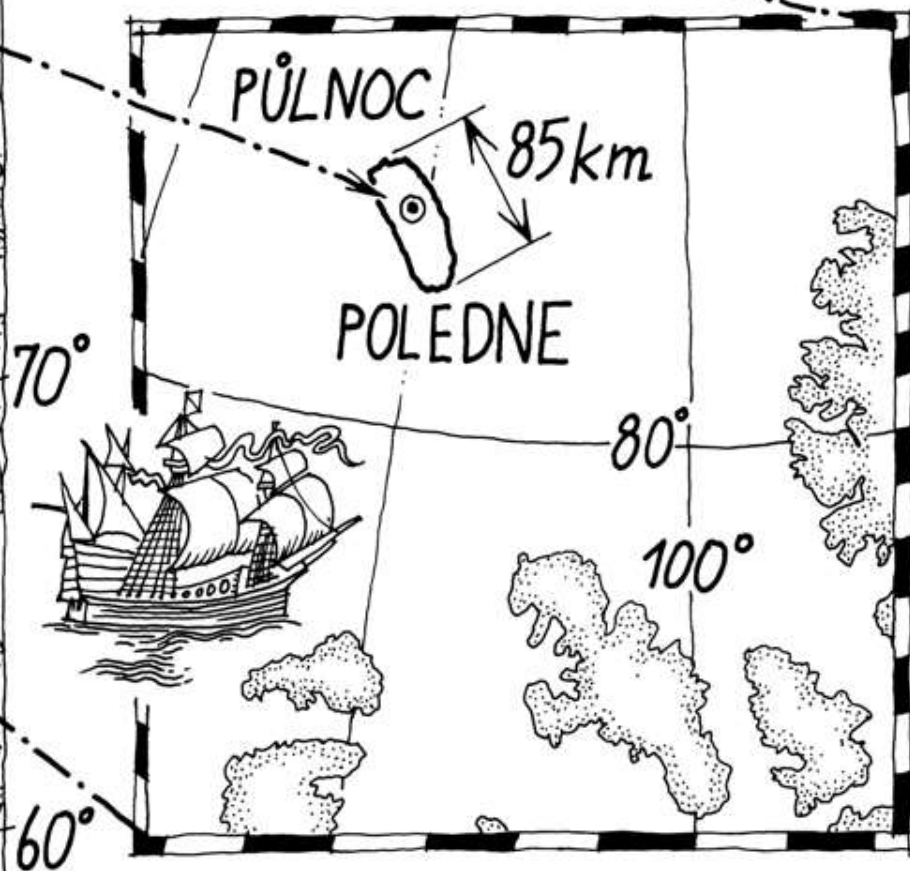
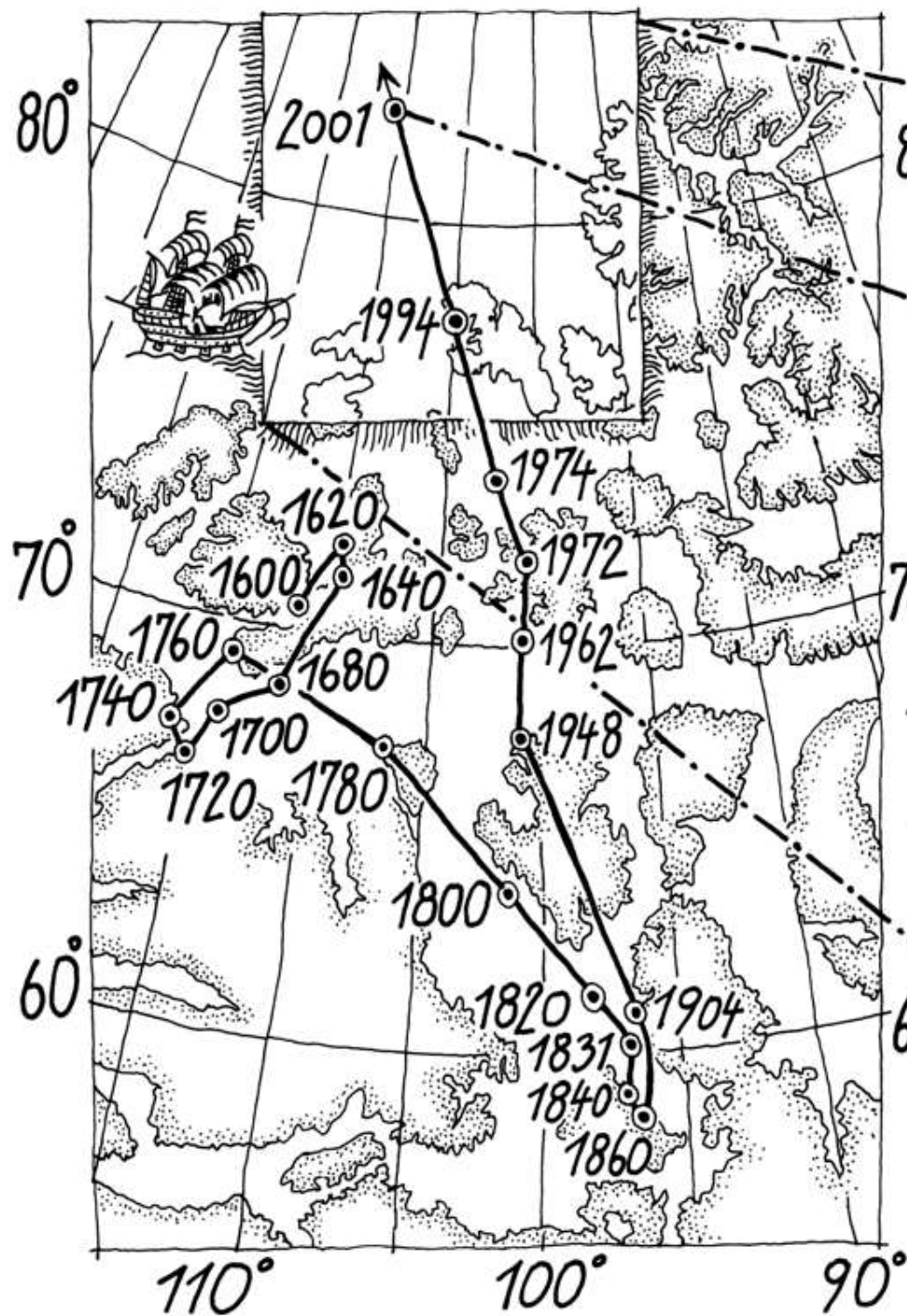
trubice mezi
supergranulemi

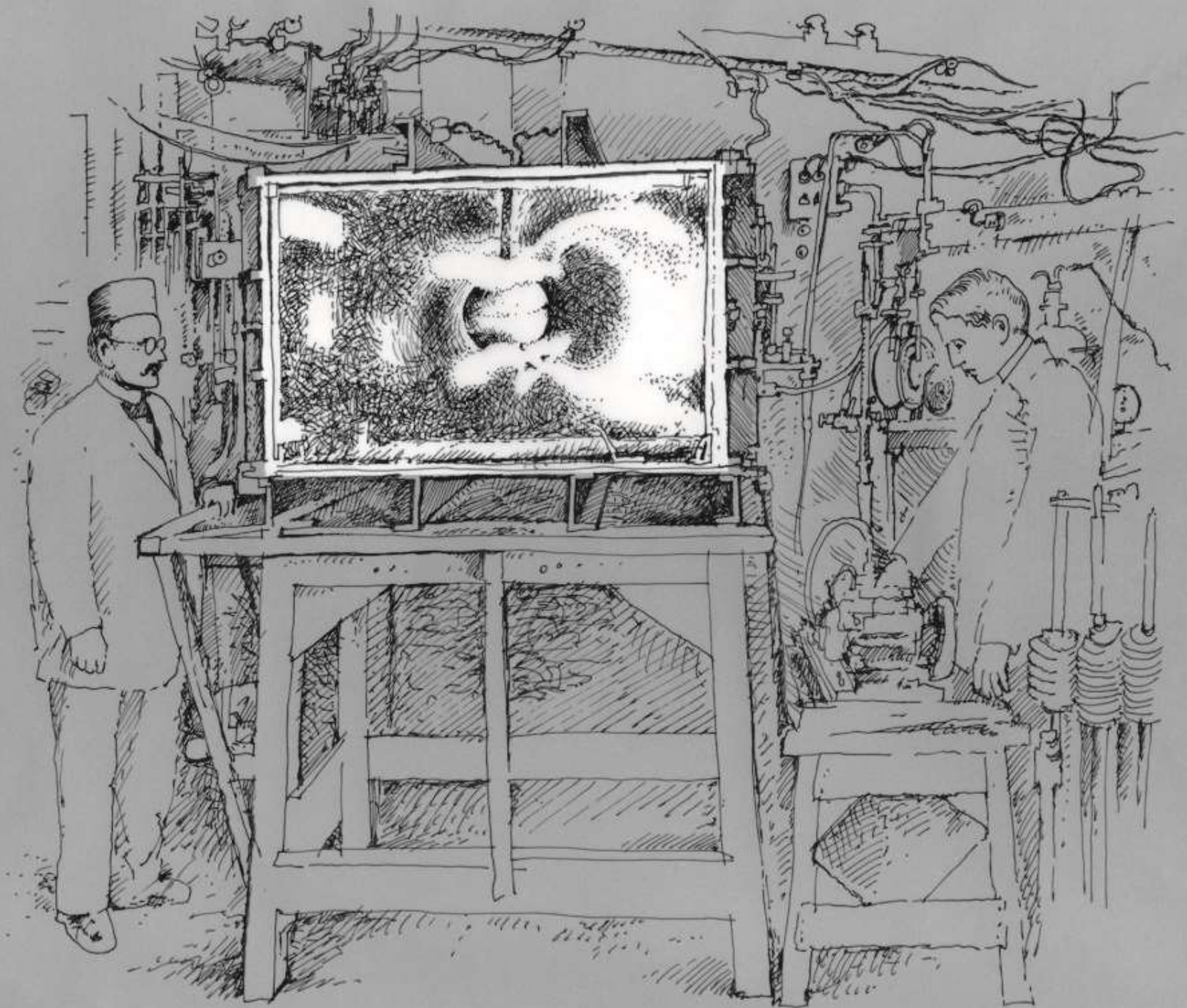
CME

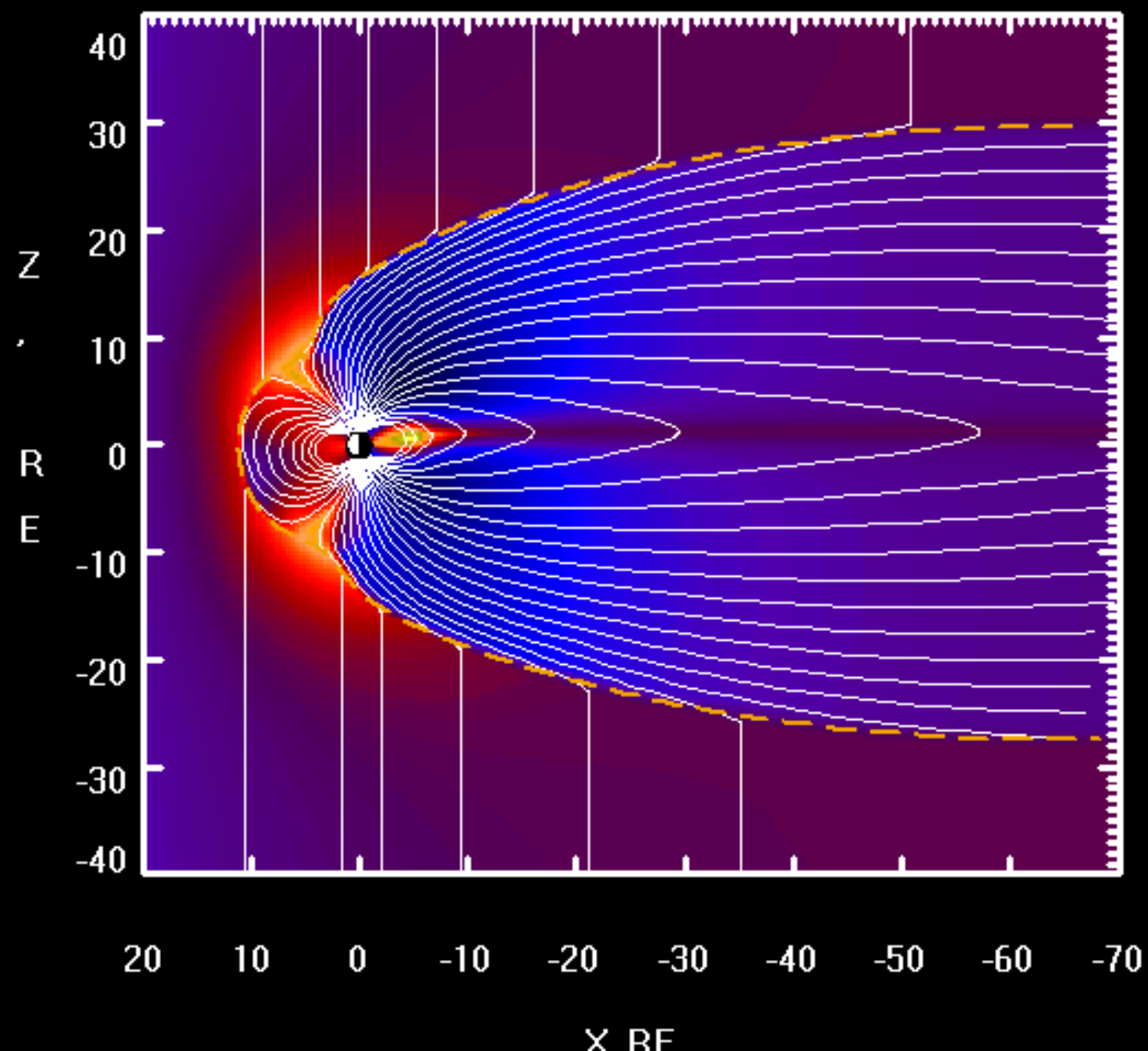
CME



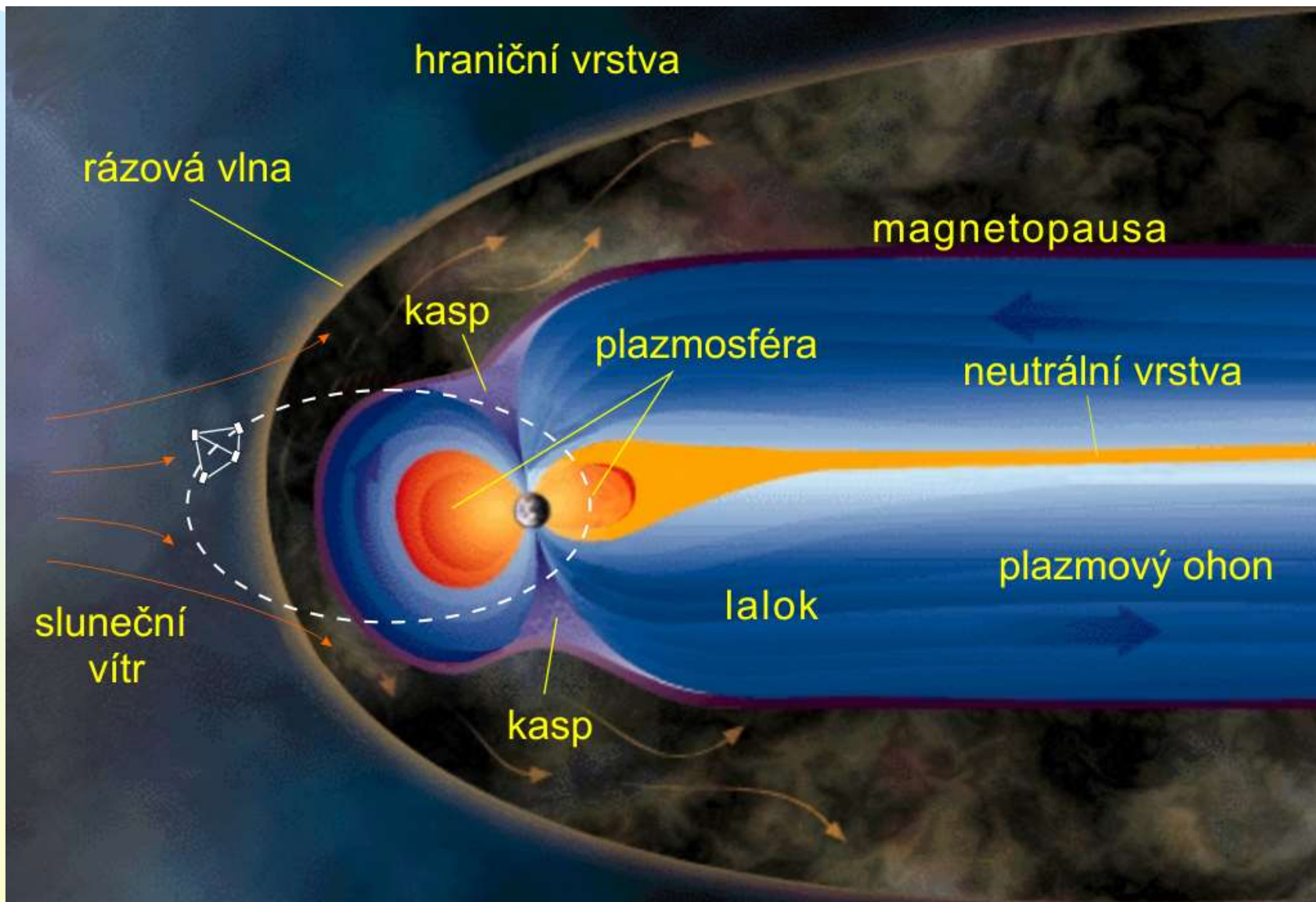




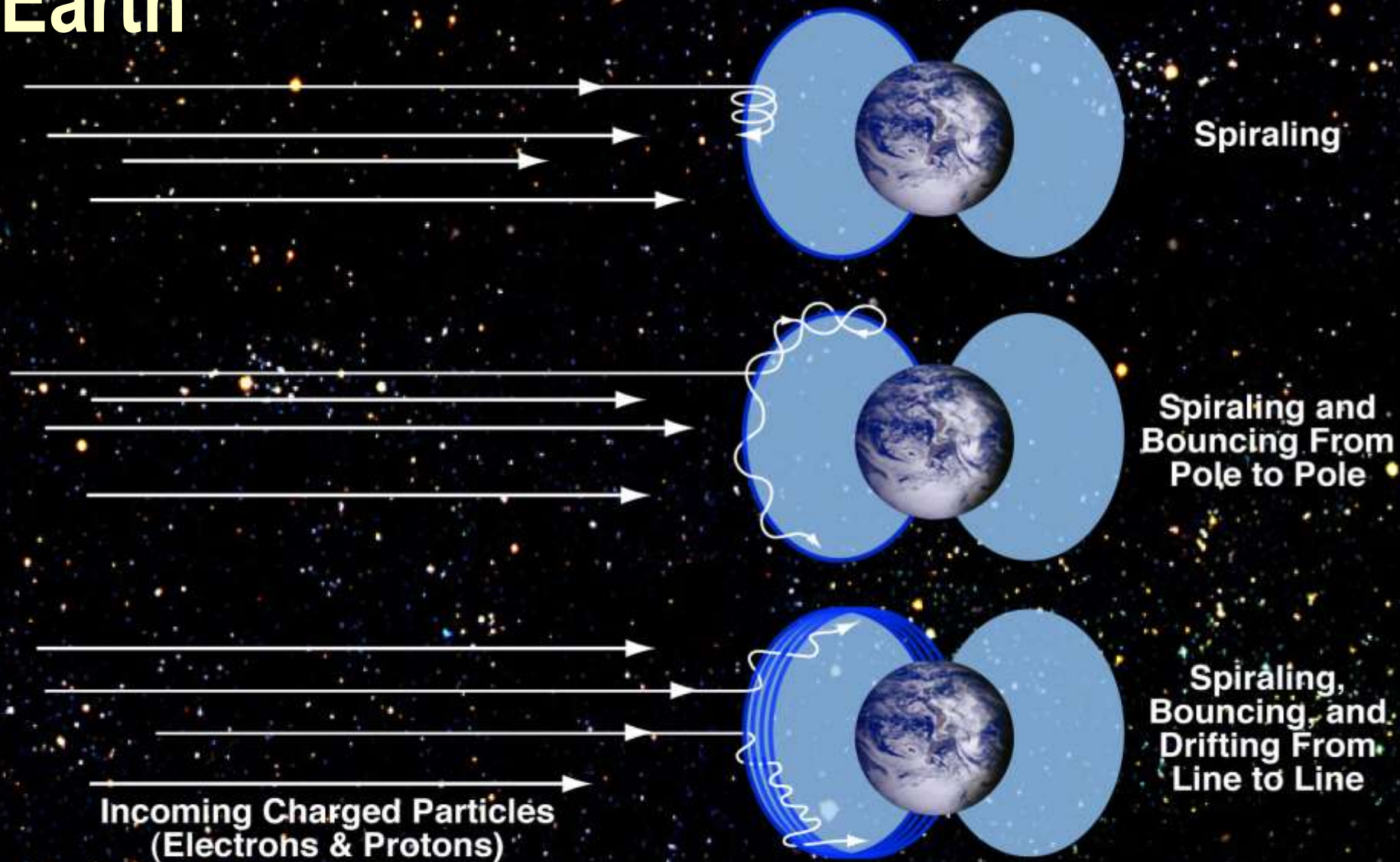




Země

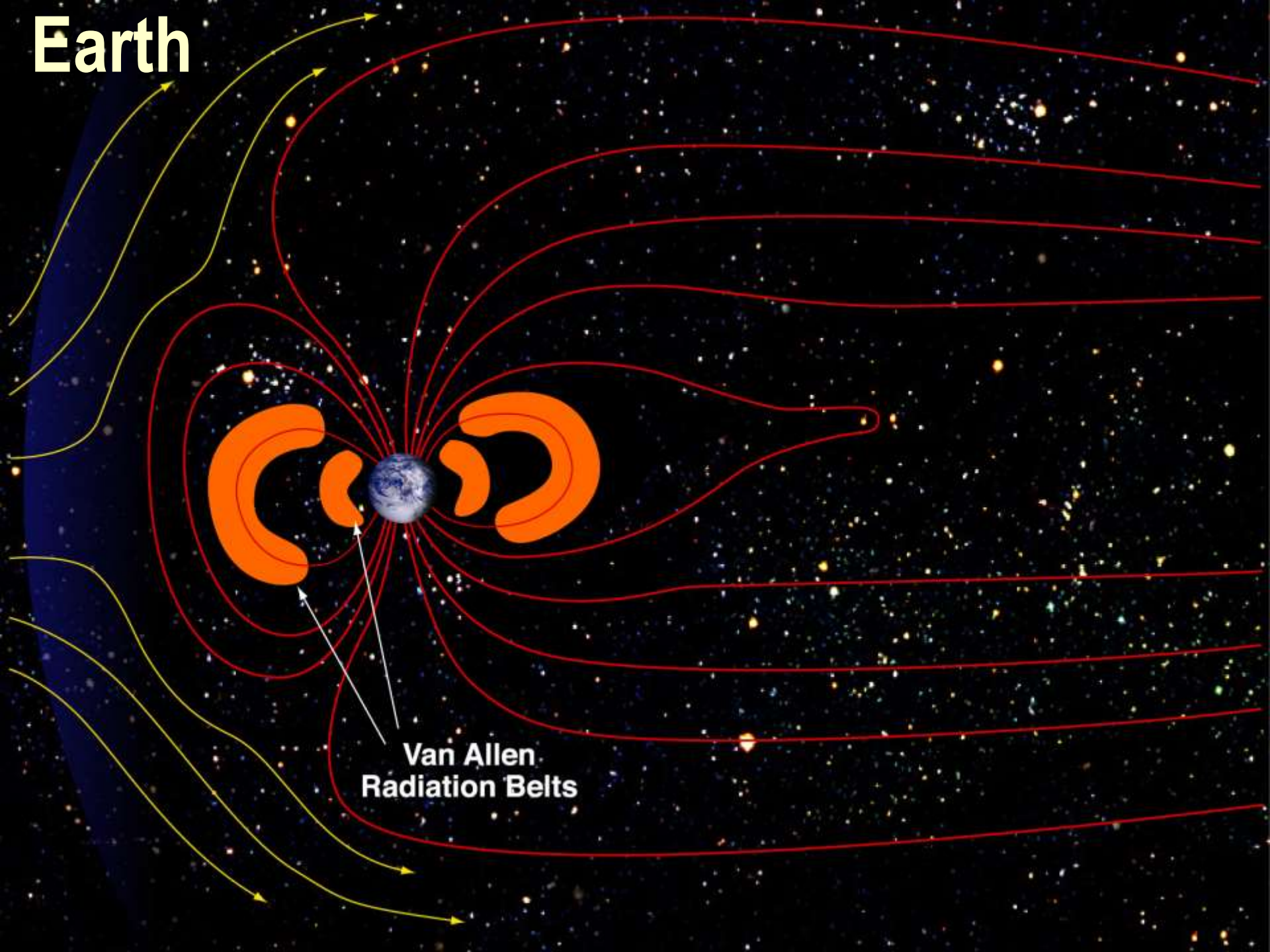


Earth



**Motion of Individual Charged Particles
Around Earth's Magnetic Field Lines**

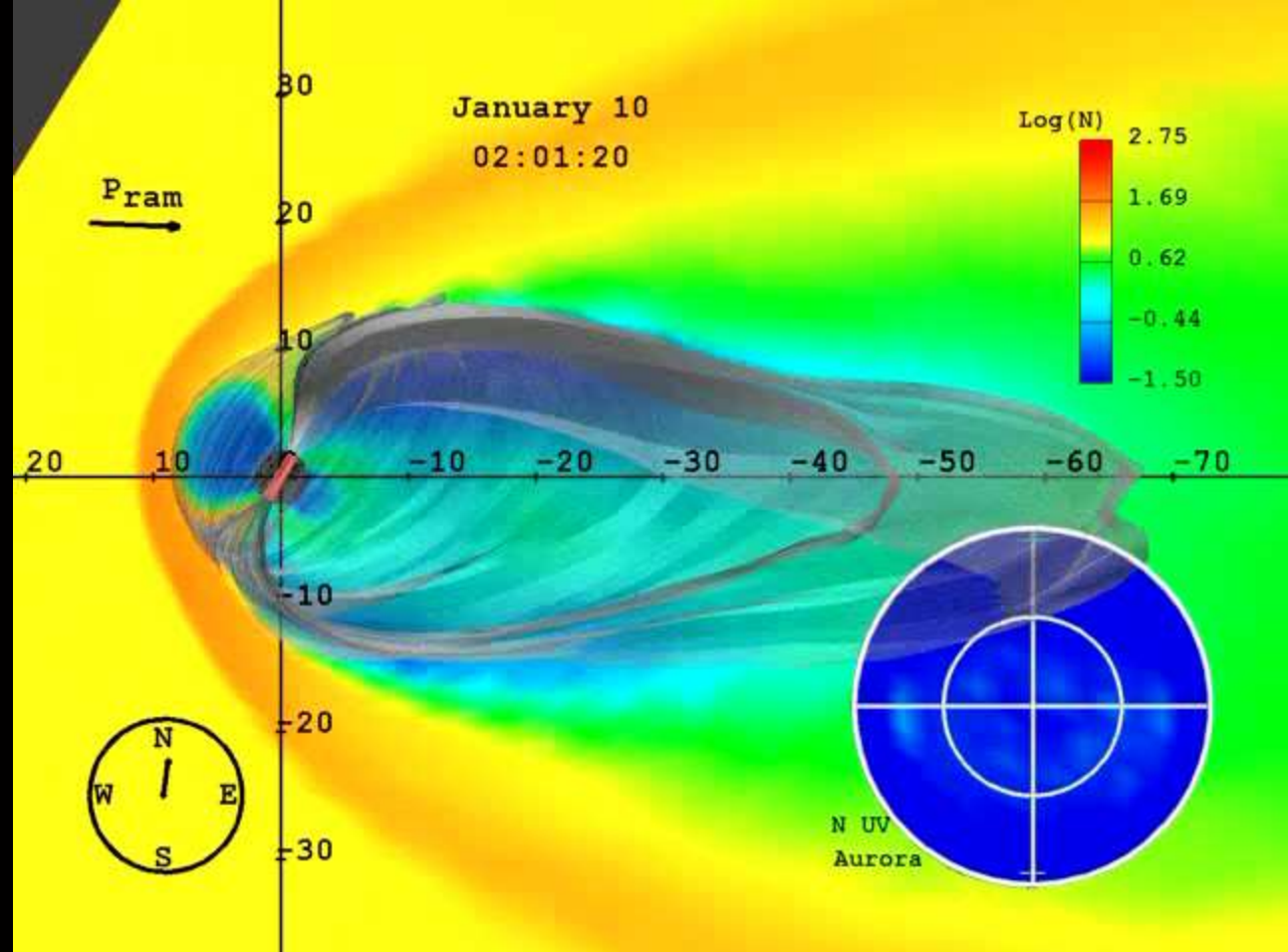
Earth



Van Allen
Radiation Belts

Země

WIND,
10.1.1997,
University of Maryland



Vývoj momentu:

1945: $8.08 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

1955: $8.05 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

1965: $8.00 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

1975: $7.94 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

1985: $7.87 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

1995: $7.81 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

2005: $7.75 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

korotující plazmosféra

$m = 8 \times 10^{15} \text{ T m}^3$

$B = m [1 + 3 \sin^2 \lambda]^{1/2} / R^3$

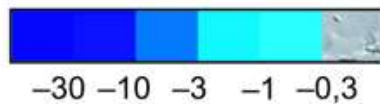
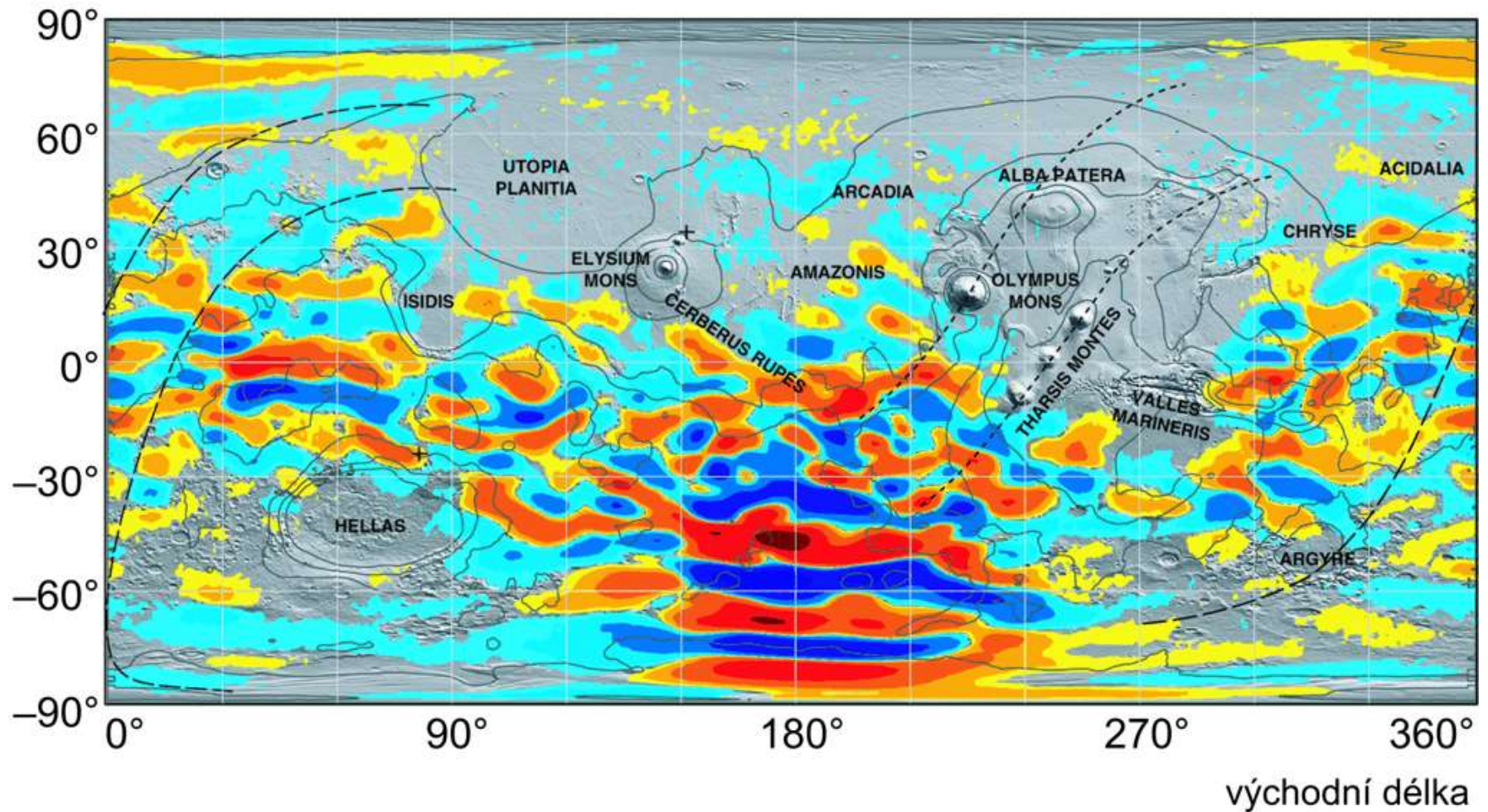
$B = 31 \mu\text{T}$ na rovníku

sklon rotační osa/kolmice k dráze: 23°

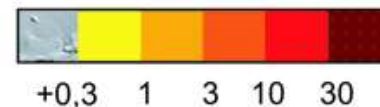
sklon rotační osa/mg. osa: 10°

vychýlení centra dipólu: 7,25 %

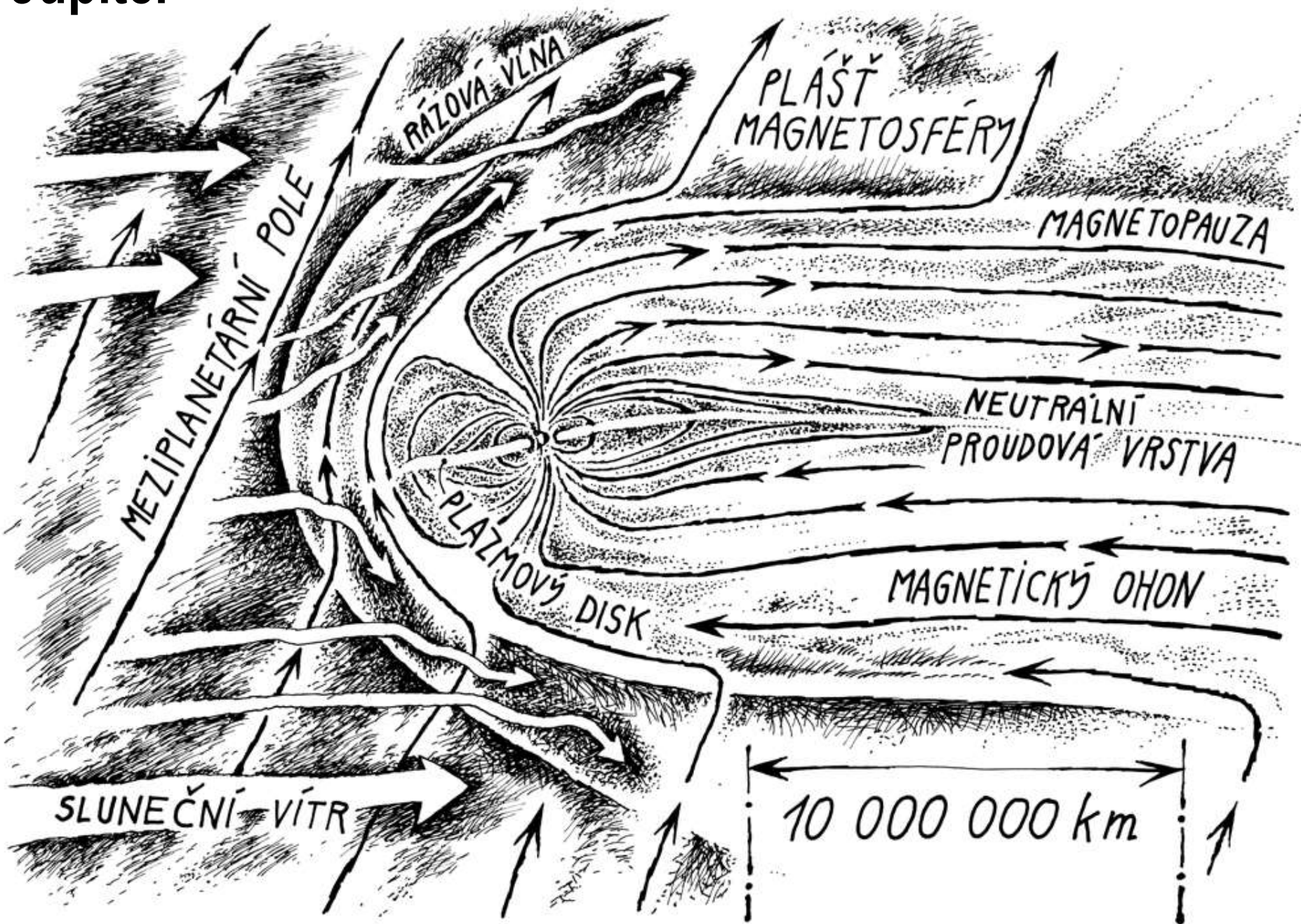
MAGNETIZMUS KŮRY NA MARSU Z MĚŘENÍ SONDY MARS GLOBAL SURVEYOR (MAG/ER)

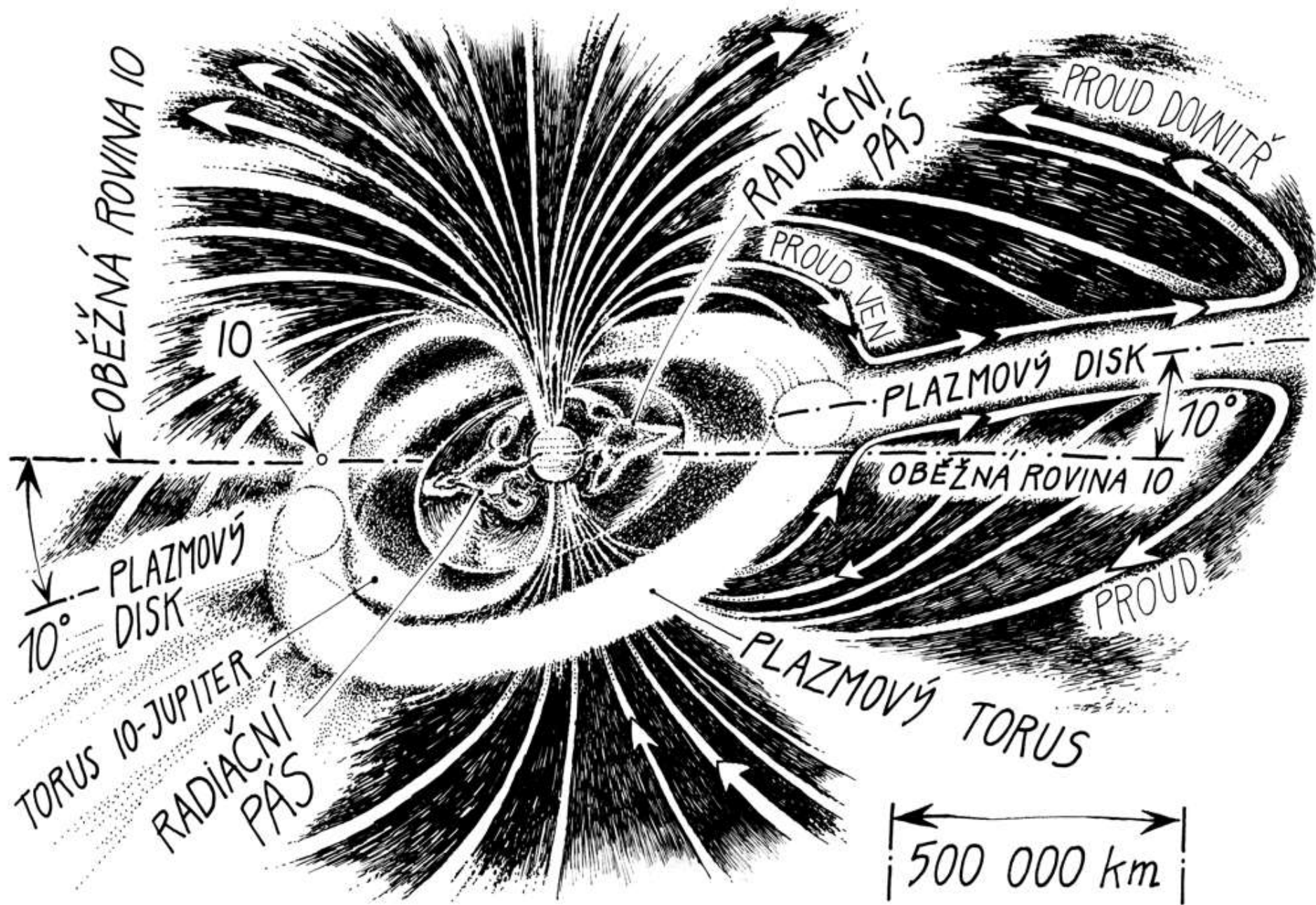


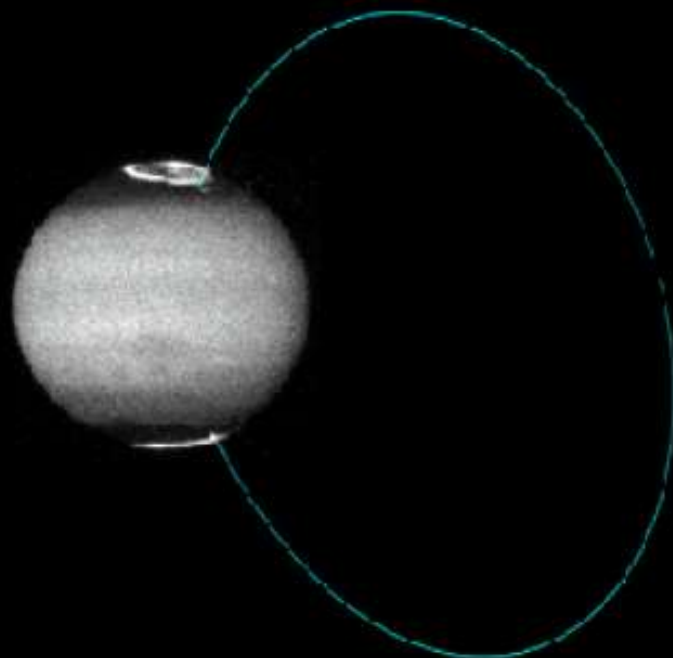
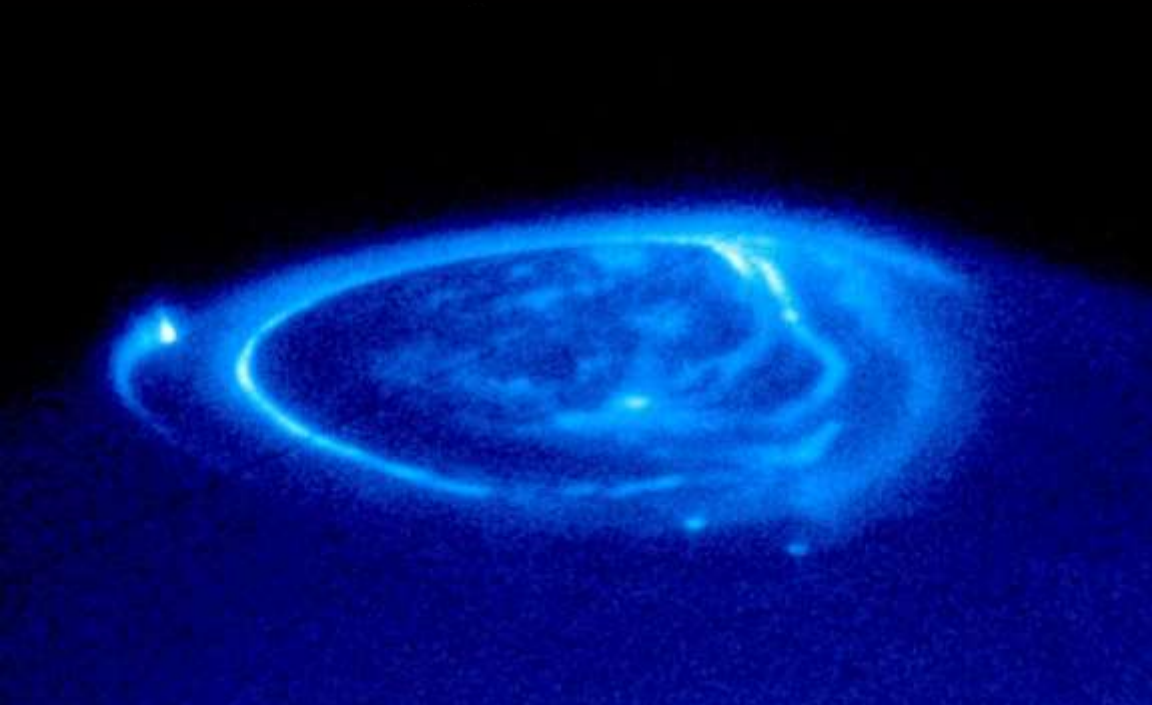
$\Delta B_r / \Delta \varphi$ [nT/°]



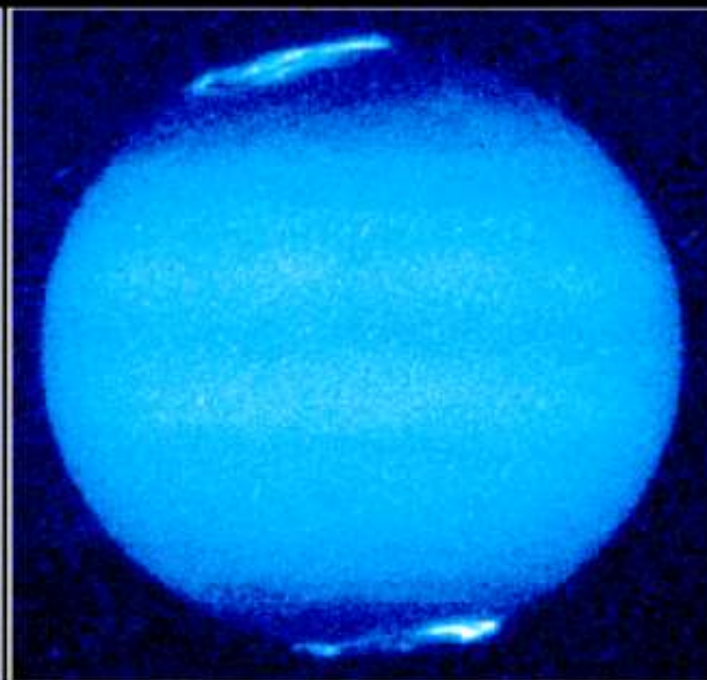
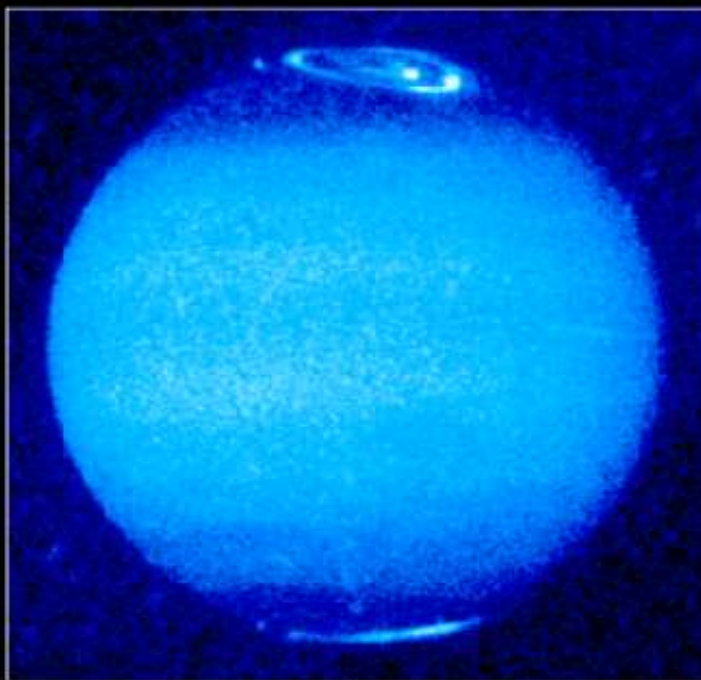
Jupiter



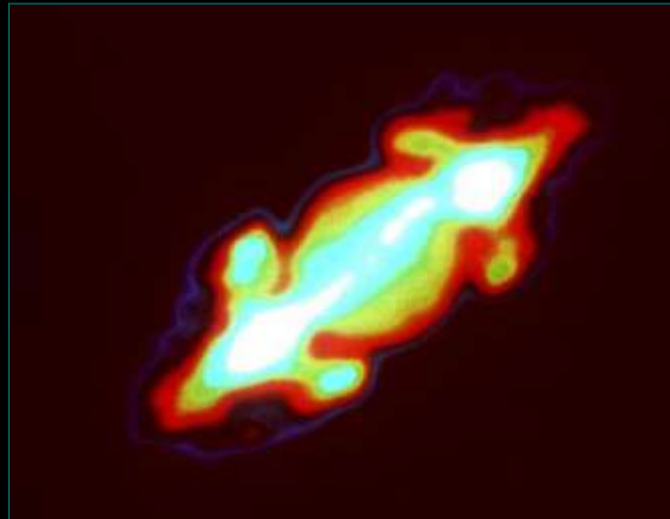
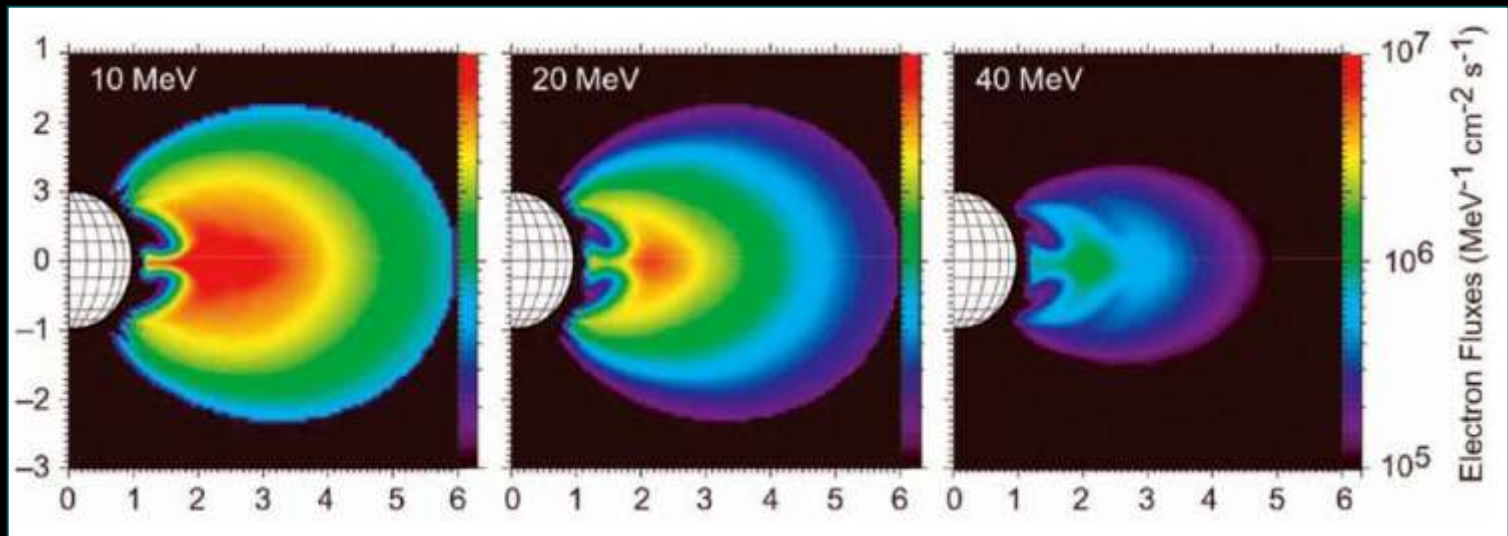




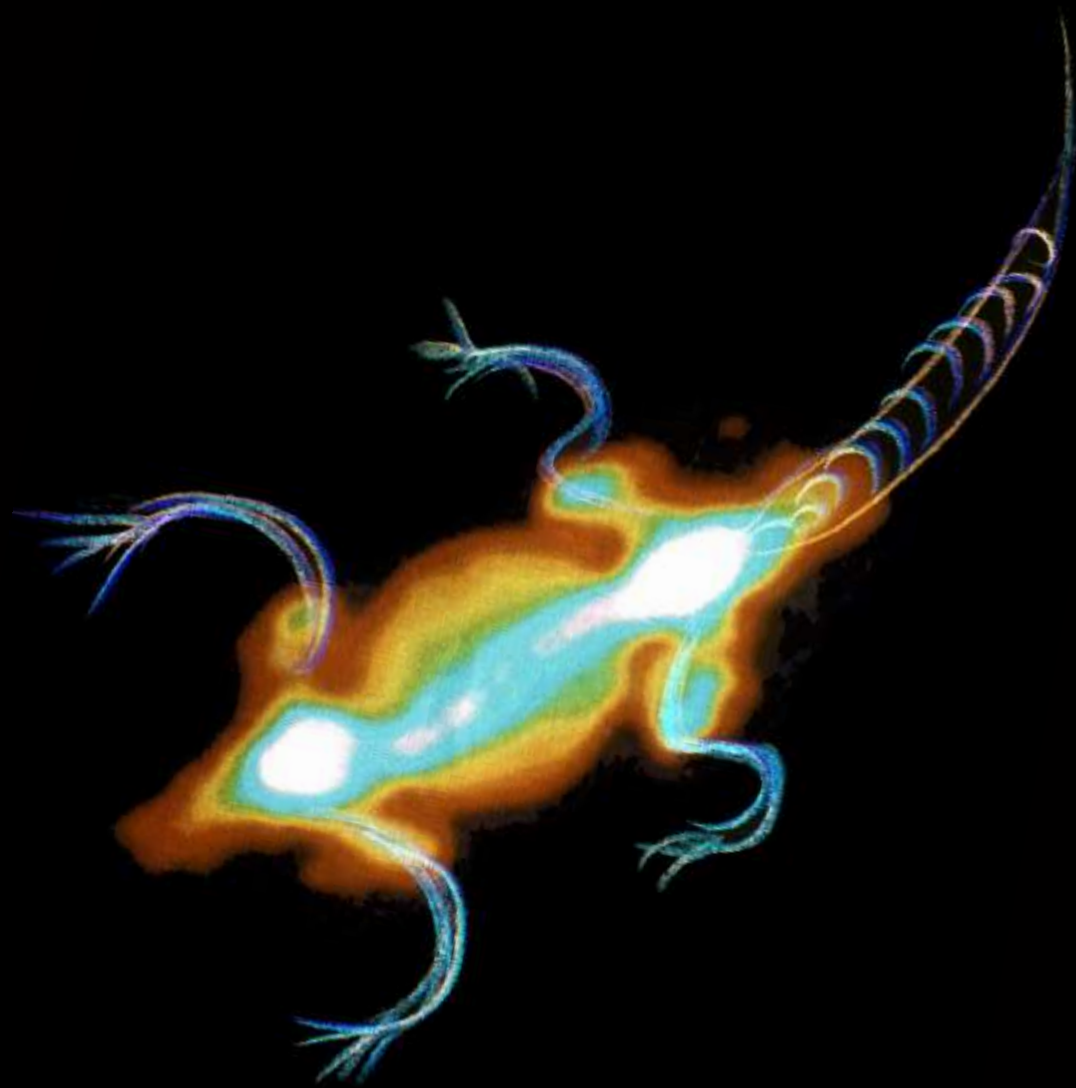
korotující torus
 kototující plazmosféra
 mg. pole: $430 \mu\text{T}$ - rovník
 dip. mom.: $160 \times 10^{18} \text{T} \cdot \text{m}^3$
 dipol. moment $20\,000 D_Z$
 sklon rotační osy: $3,12^\circ$
 rotační/mg. osa: $9,6^\circ$
 vybočení dipólu: $13,1 \%$



Jupiter – radiační pásy



Jupiter v radiovém oboru



Saturn

