



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Projekt podpořený Operačním programem Přeshraniční spolupráce Slovenská republika - Česká republika 2007- 2013



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J



Hvezdáreň v Partizánskom
Hvezdárna Valašské Meziříčí



Zlínský kraj

Tato akce je realizována s finanční
výpomocí Zlínského kraje

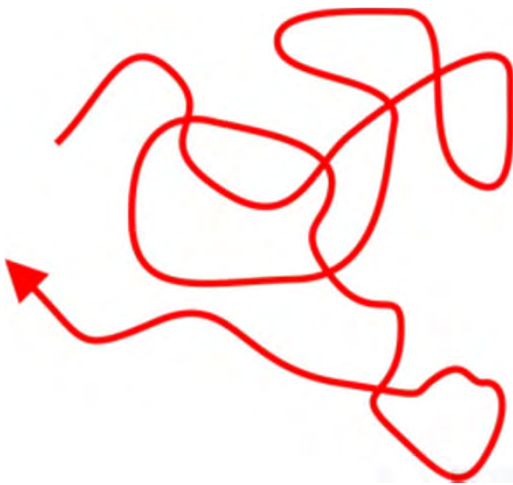
Plazma – čtvrté skupenství hmoty

Petr Kulháněk

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

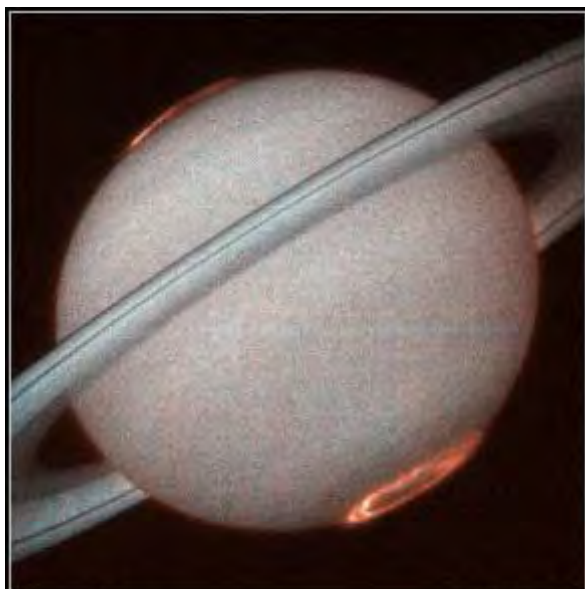
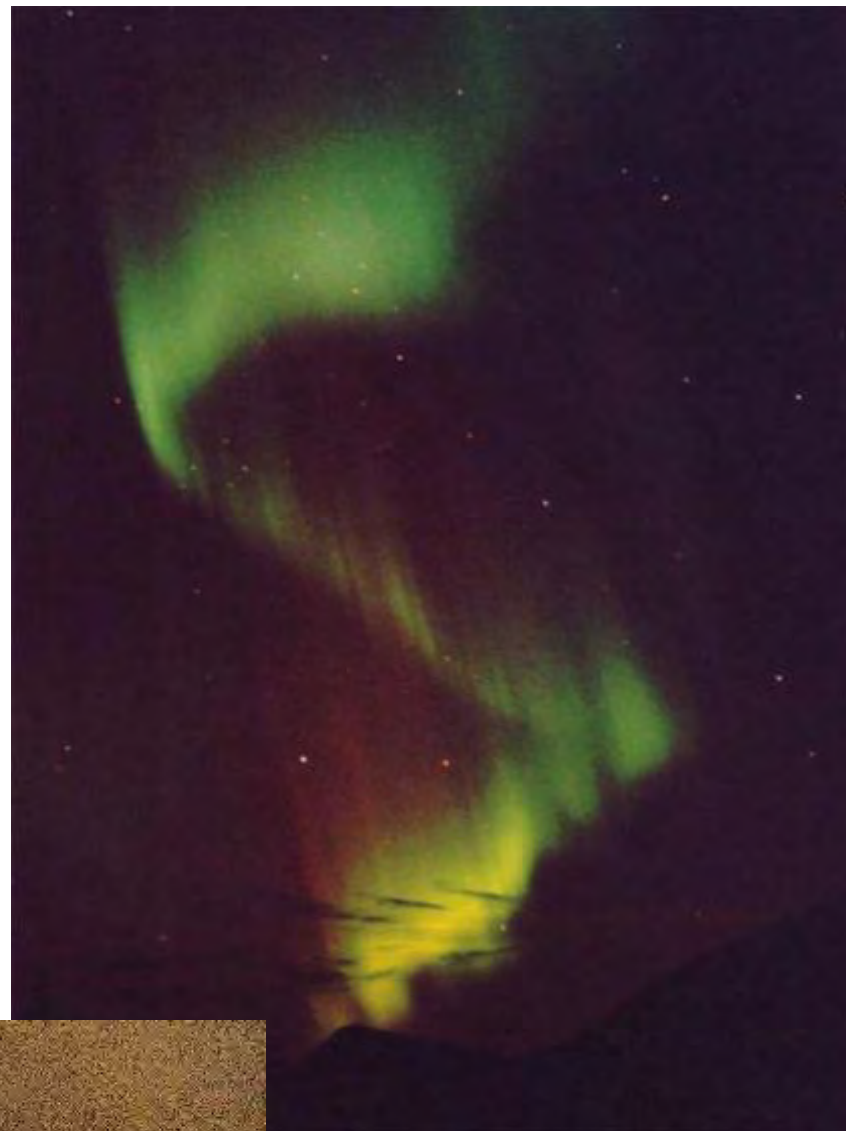
kulhanek@aldebaran.cz
www.aldebaran.cz

21. září 2012

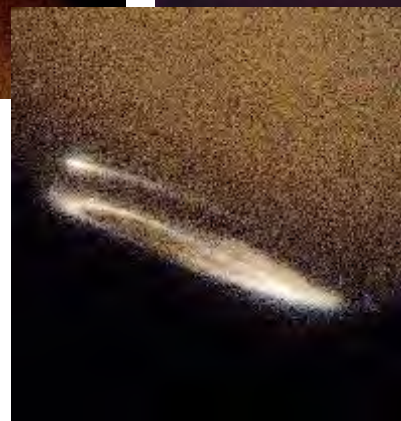


Blesky

Rick Scott



Saturn Aurora
 HST • STIS
 PRC98-05 • ST ScI OPO • January 7, 1998 • J. Trauger (JPL) and NASA



Polární záře

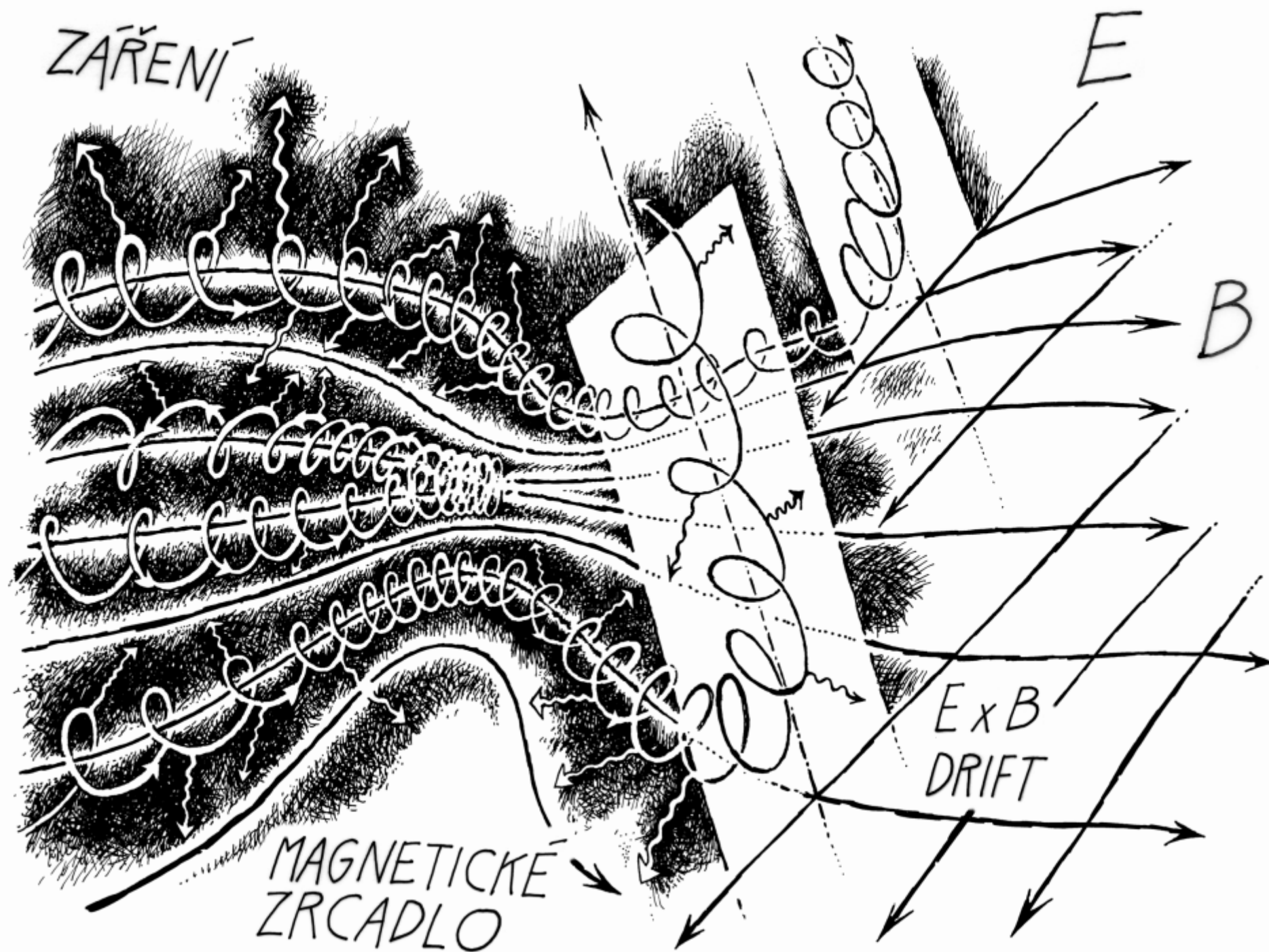
391,4	N_2^+
423,6	N_2^+
427,8	N_2^+
465,2	N_2^+
470,9	N_2^+
486,1	H beta
500,1	N II
520,0	N I
555,7	O I
630,0	O I
636,4	O I
656,3	H alpha



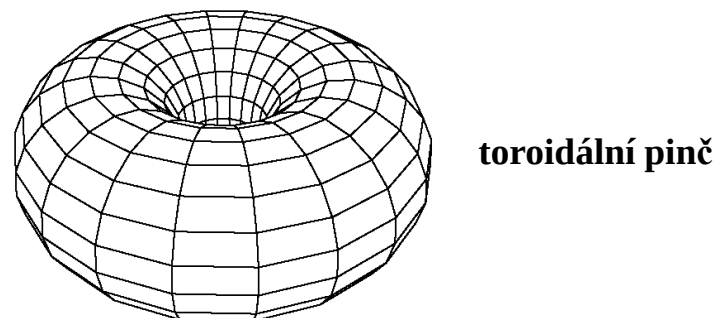
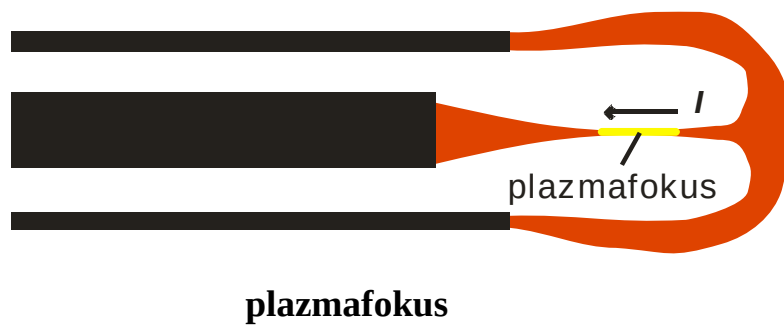
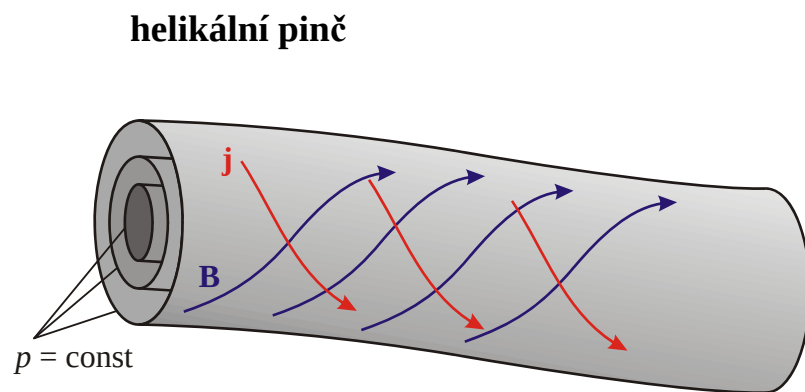
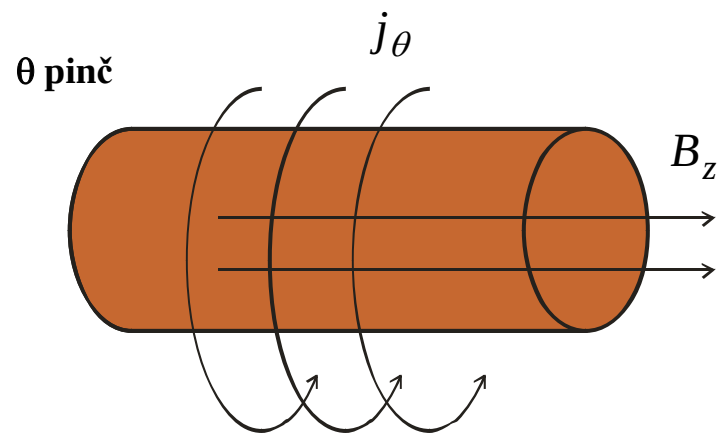
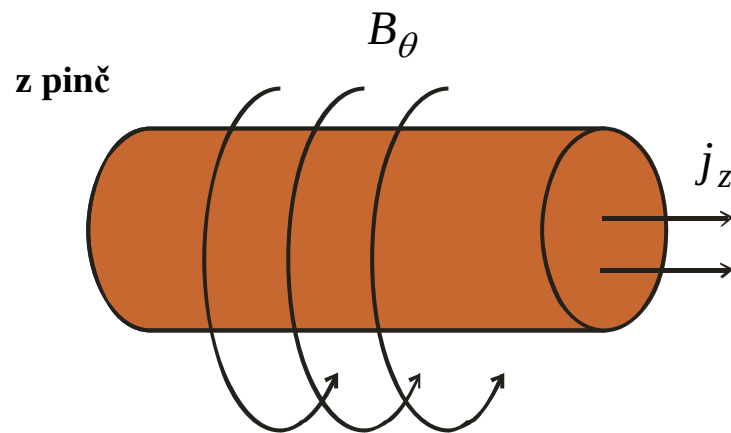
Aurora z ISS



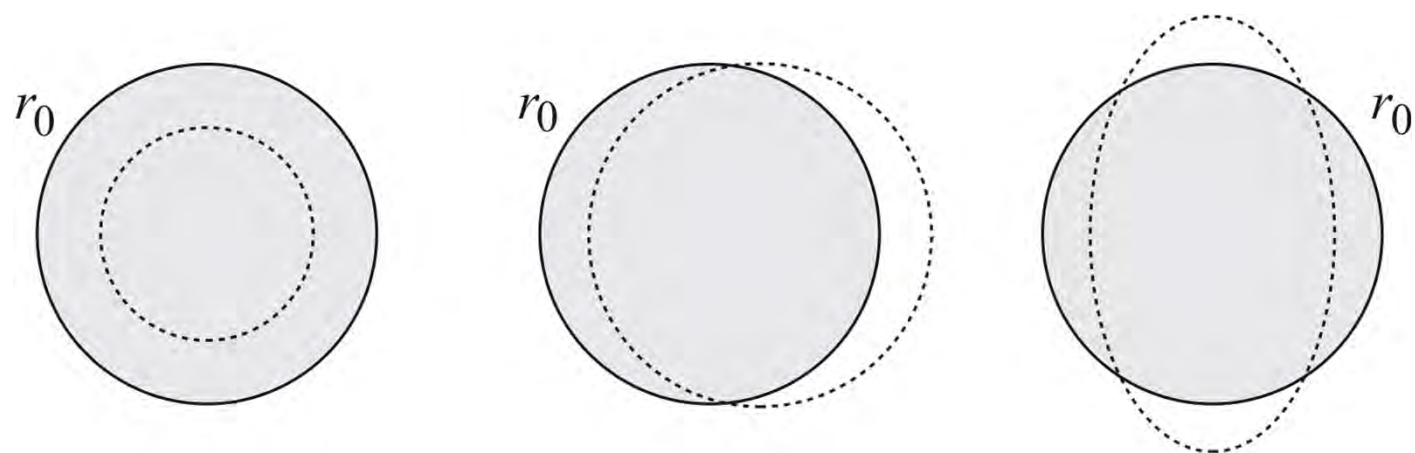




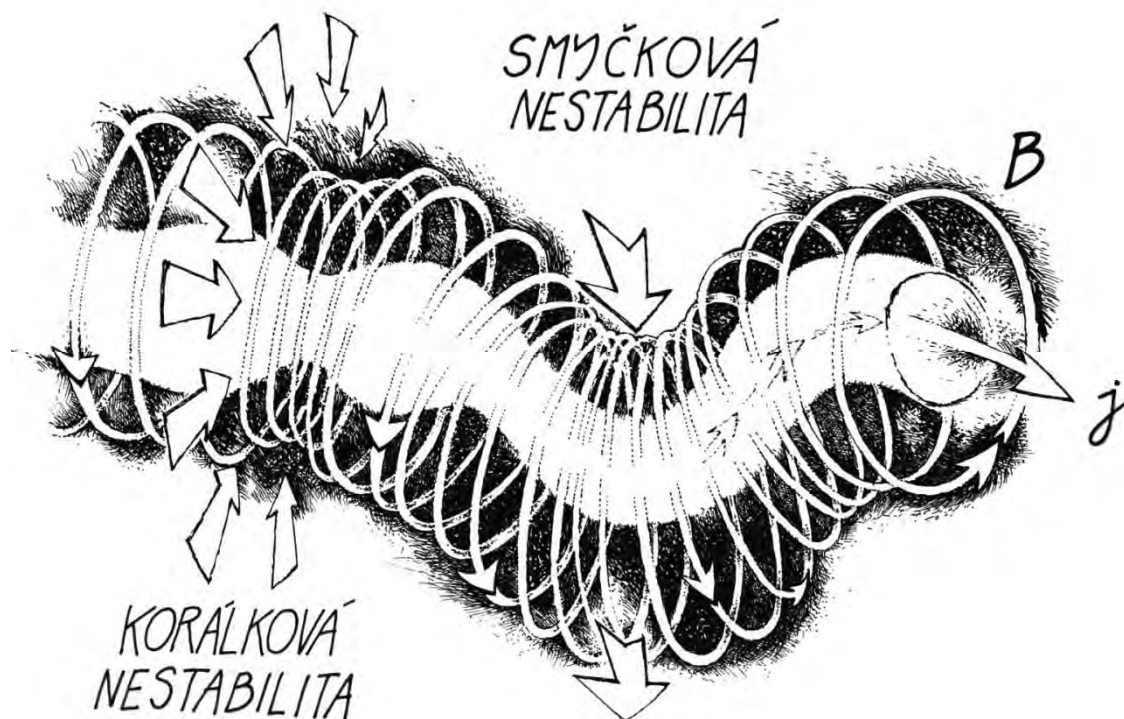
Vláčna, pinče,



Nestability vlákna



$m = 0$

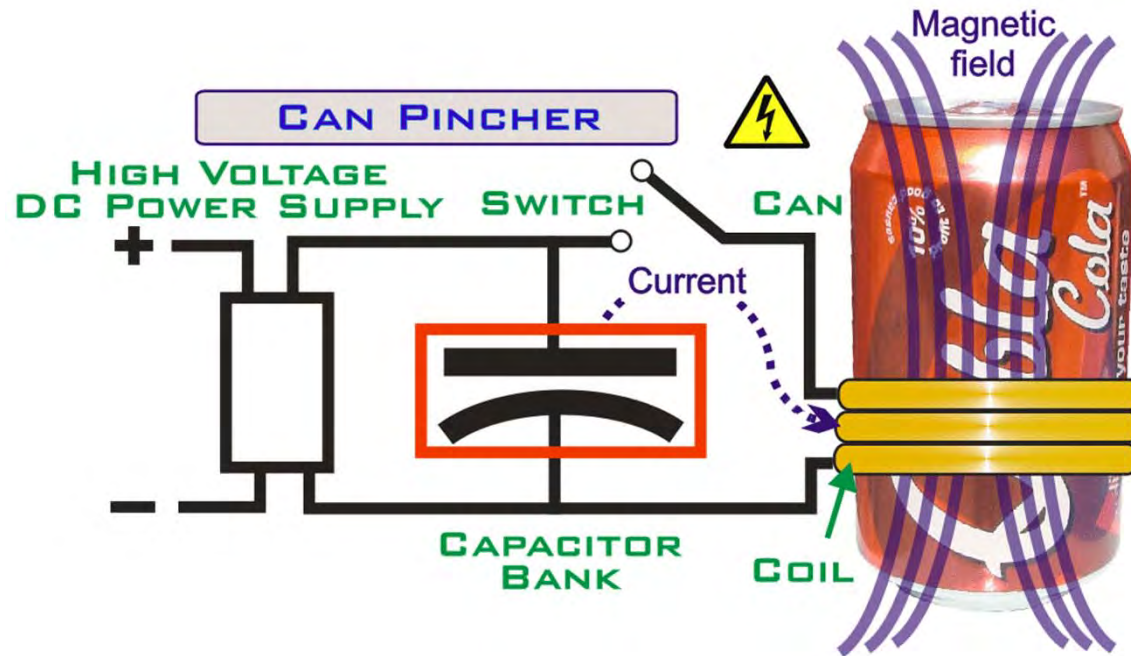


Raná historie

- **1790 - Martin van Marun:** 100 Leydenských lahví, exploze drátku
- **1905 - J. A. Pollock, S. Barraclough:** dutý hromosvod
- **1934 - W. H. Bennett:** rovnovážné řešení
- **1946 - G. Thomson, M. Blackman:** patent na fúzní elektrárnu
- **1946 - G. Thomson, P. Thonemann:** experimenty s toroidy
- **1954 - M. D. Kruskal, M. Schwarzschild:** teorie nestabilit
- **1957 - R. S. Pease, S. Braginski:** zářivý kolaps
- **1957 - ZETA** (Al torus $\varnothing$ 3 m, 900 000 A), AERE, Harwell
- **1958 - SCYLLA** (Los Alamos), 1. skutečně fúzní neutrony



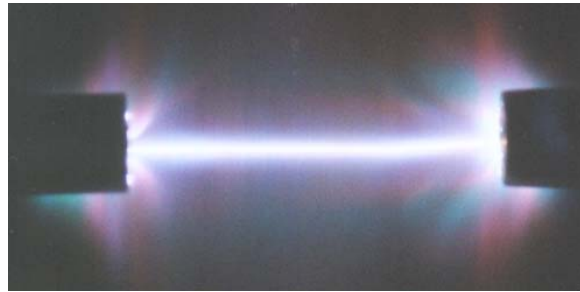
Také pinč ...



Bert Hickman, Stoneridge Engineering, 3 kJ, 900 V

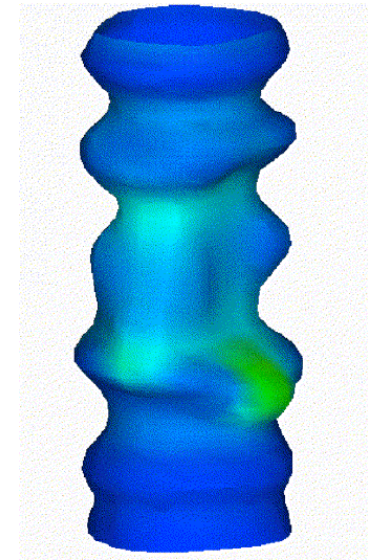


Z-pinč dnes



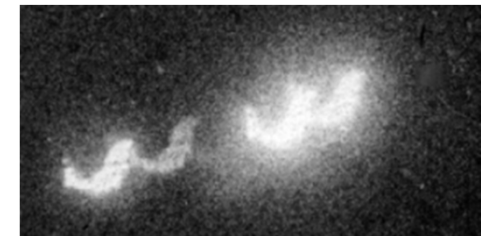
Střední evropské aparatury (1 MA, 3-5 μ s)

Universita Ferrara (Itálie)
IPPLM Varšava (Polsko)



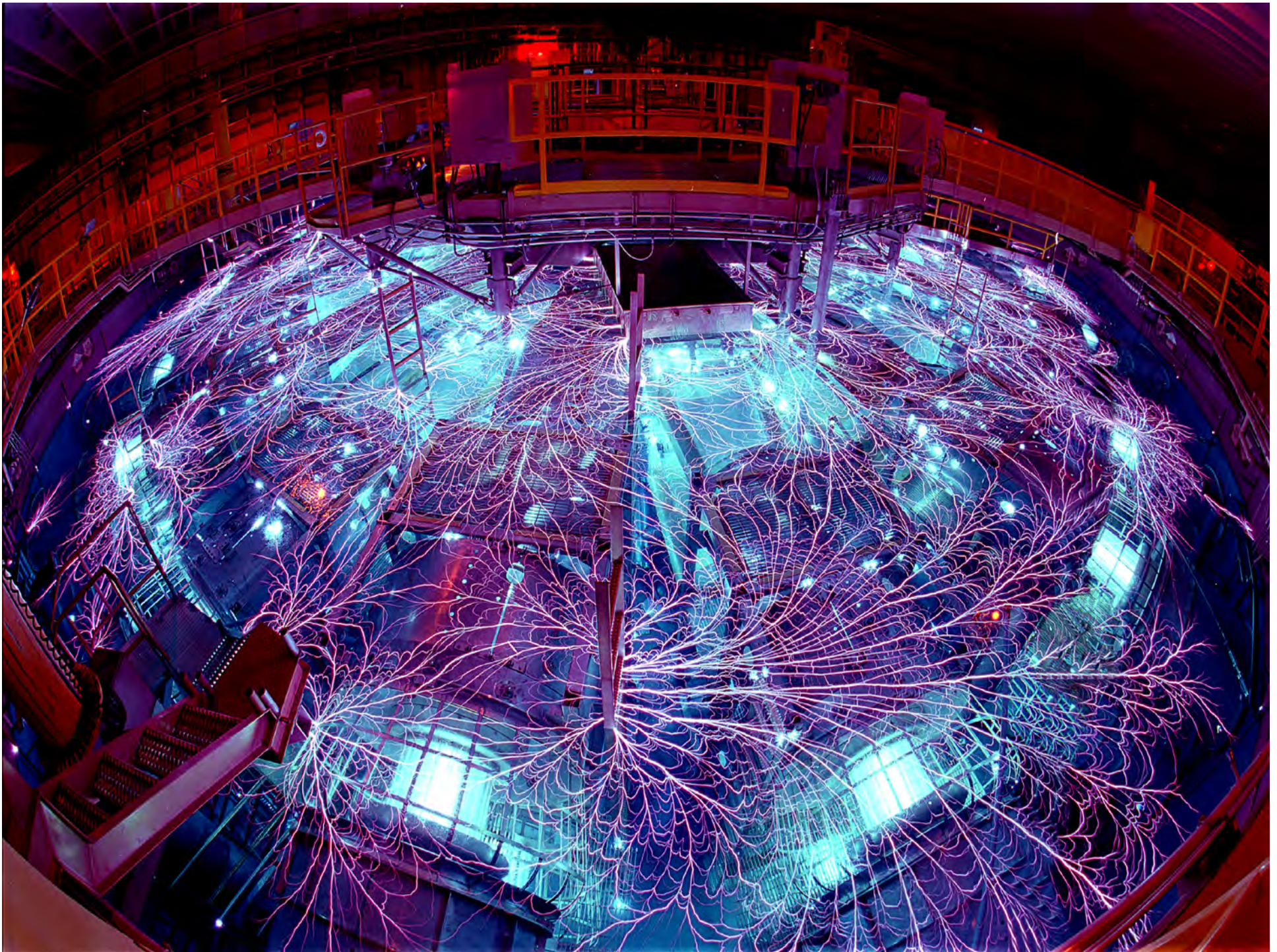
Velké evropské aparatury (1 MA, 200-400 ns)

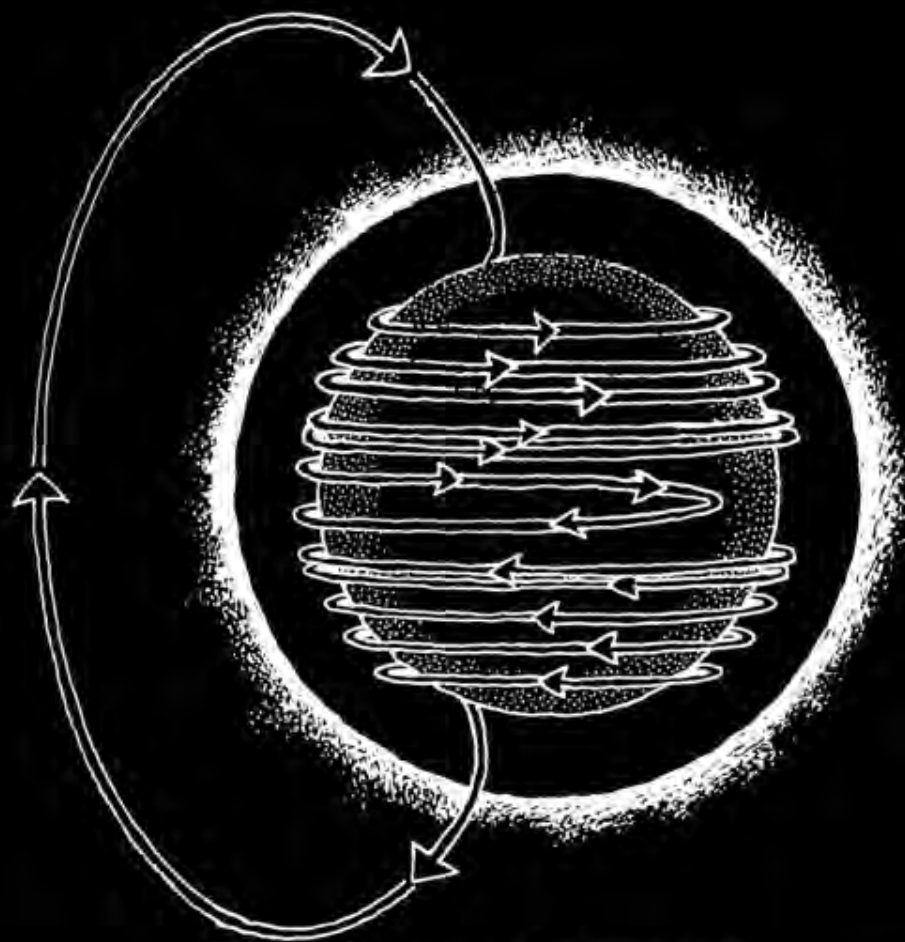
Imperial College London (Anglie)
Ecol Polytechnique Paris (Francie)
Univetrstät Düsseldorf (Německo)



Největší aparatury

Troitsk (3 MA, 10 ns)
Kurčatov centrum, Moskva, S-300 (3.5 MA, 150 ns)
Sandia National Laboratories, z machine (20 MA, 15 ns)



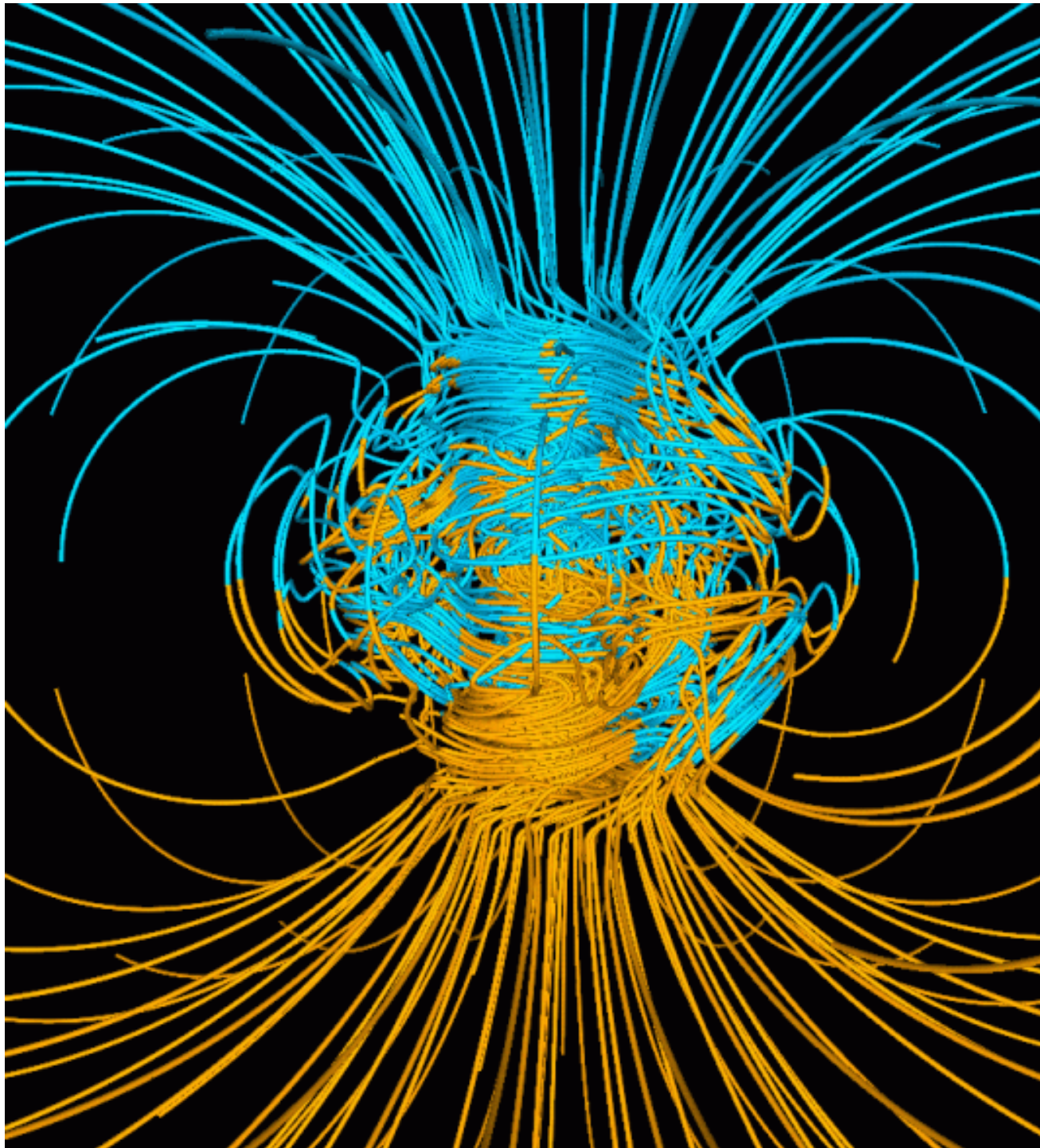


OMEGA EFEKT

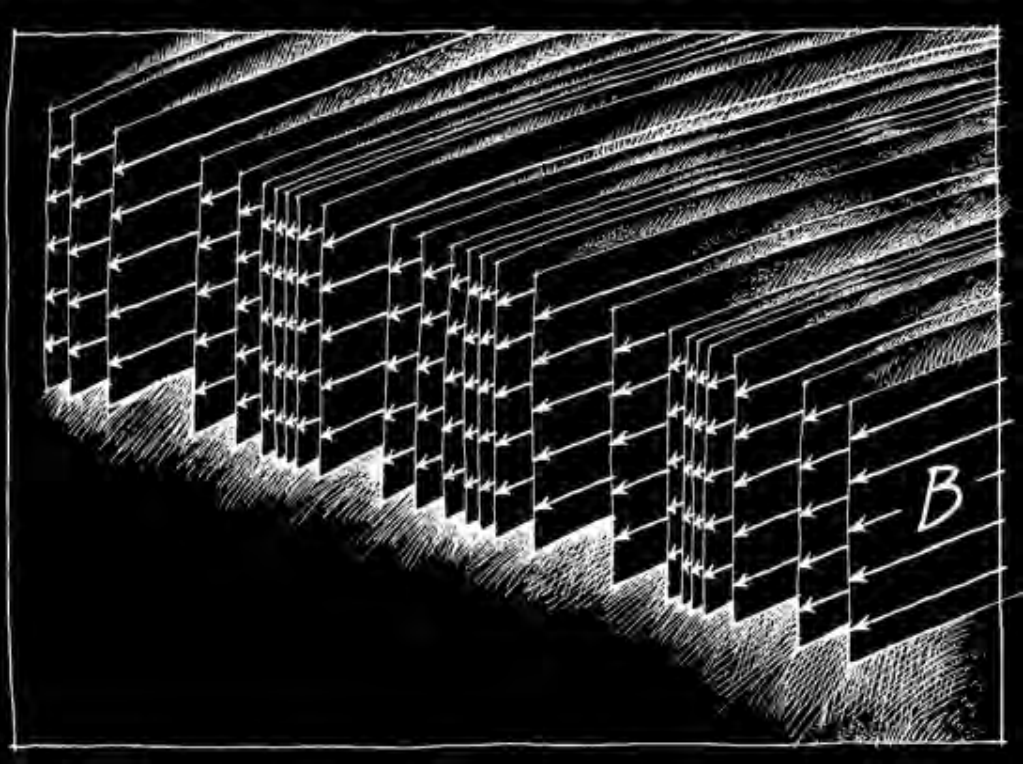
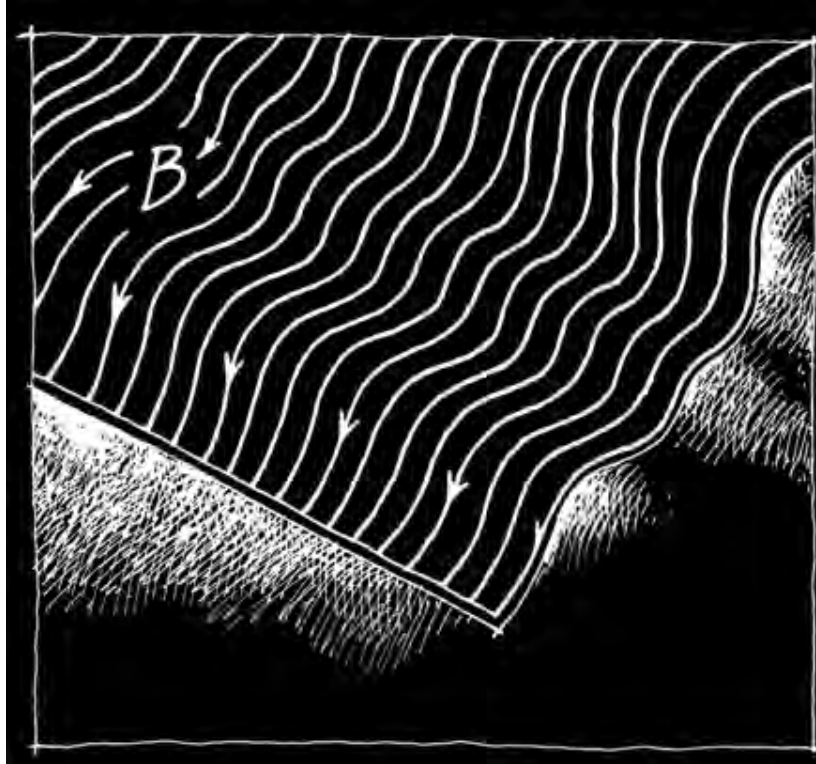


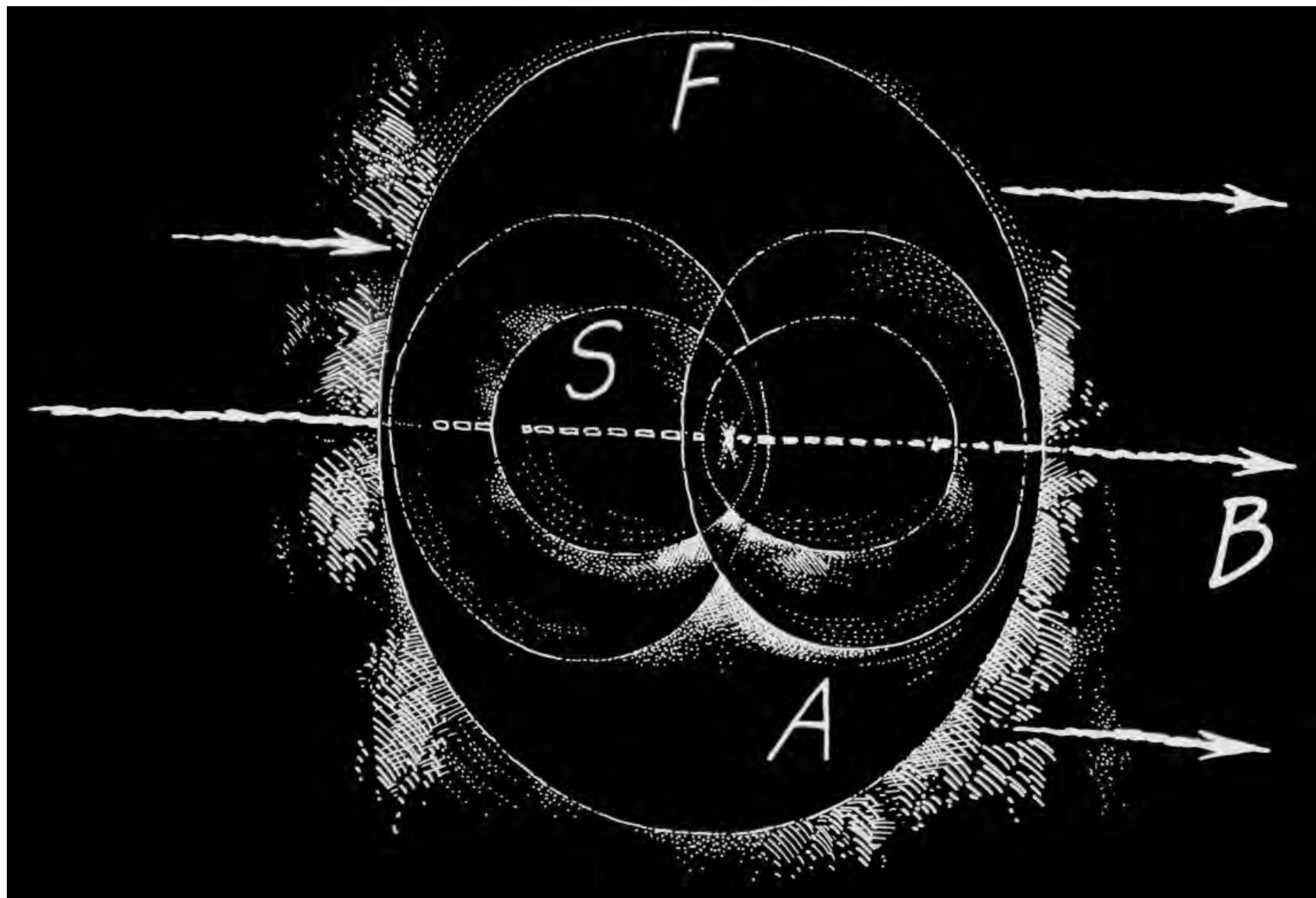
FOTOSFÉRA
TACHOVRSIVA

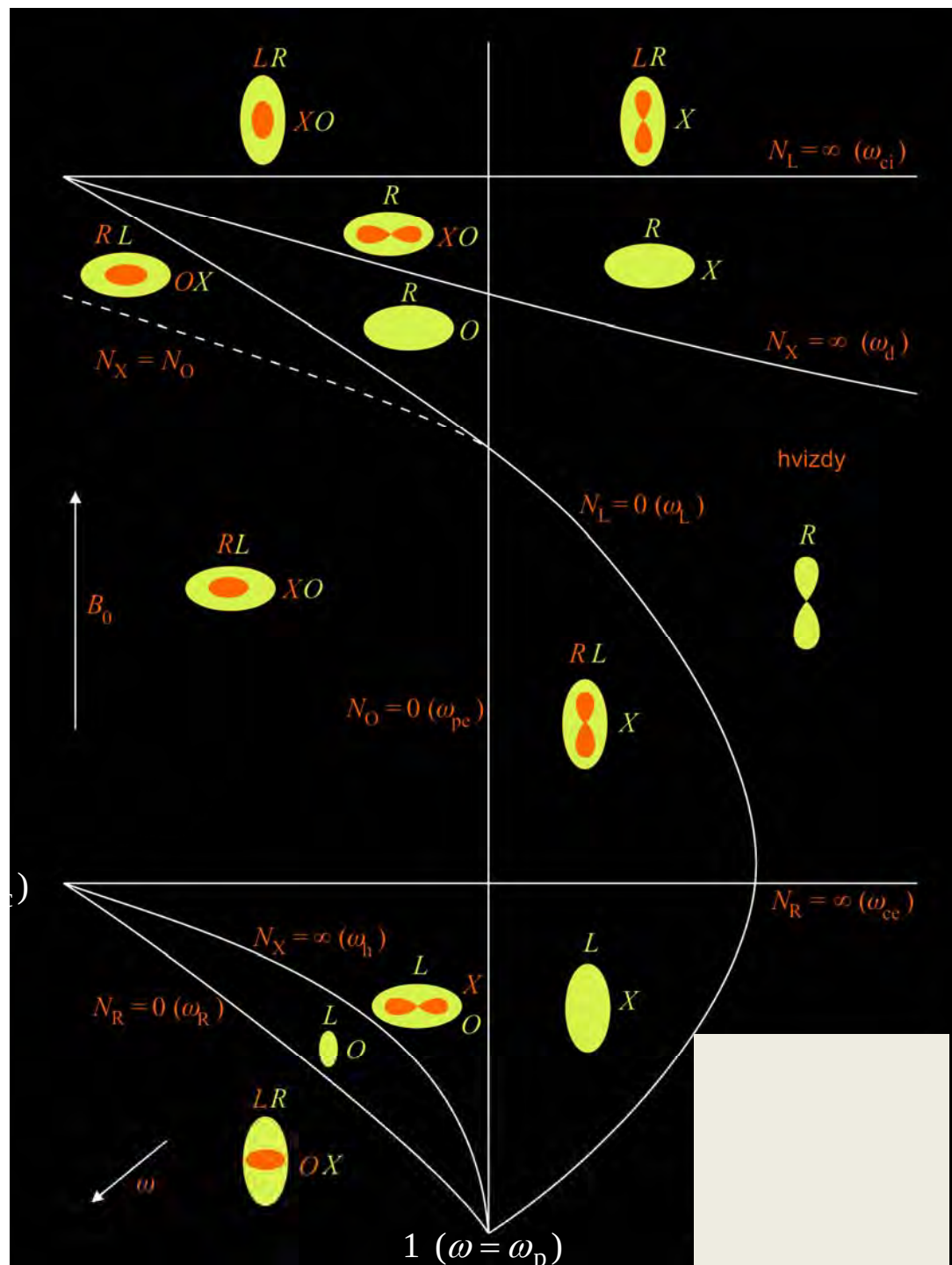
ALFA EFEKT

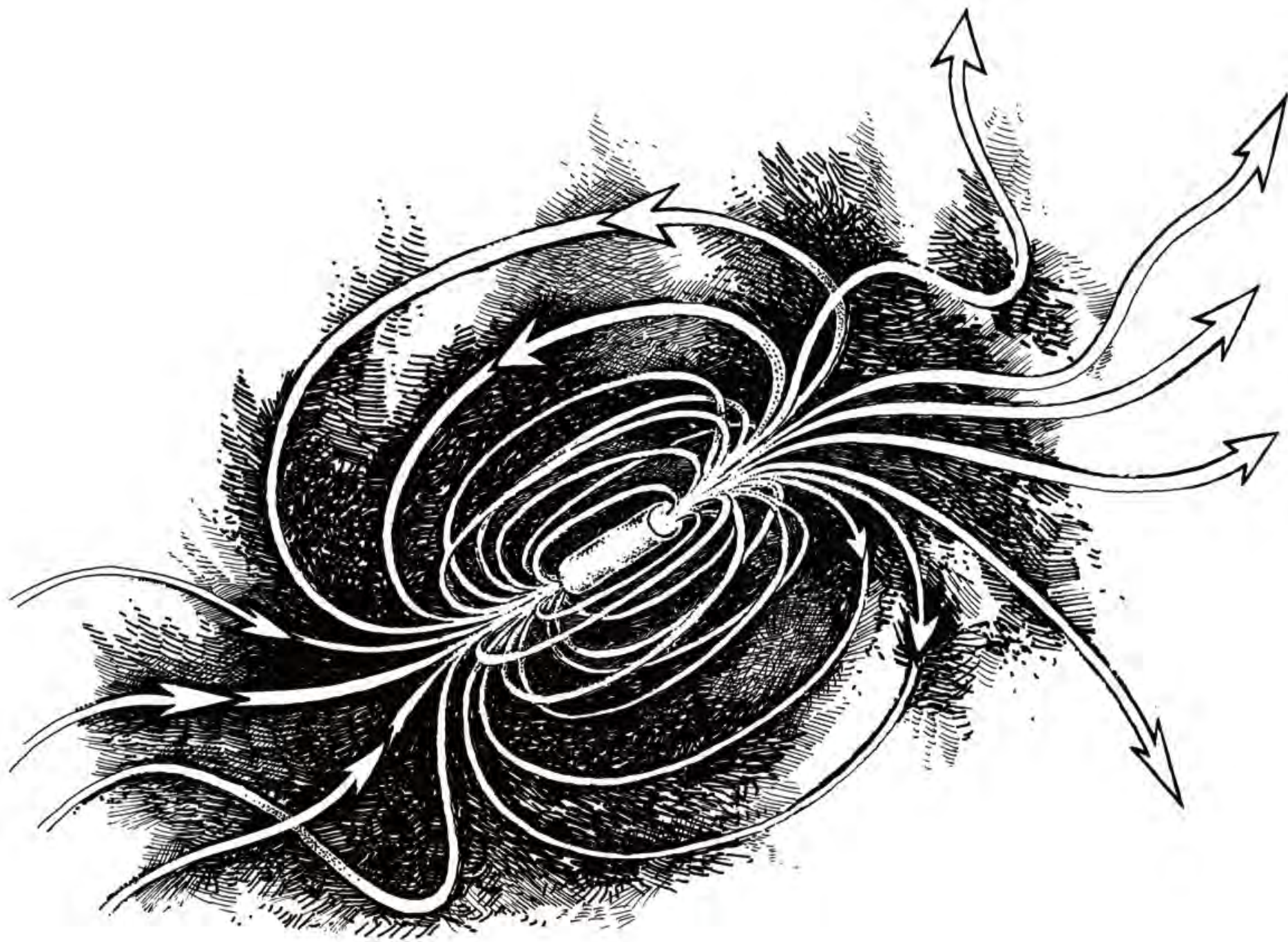


Zemské dynamo:
Počítačová simulace
tekutinového dynama
uvnitř Země. Barvou
jsou odlišeny
vstupující a
vystupující
silokřivky. San
Diego
Supercomputer
Centrum, 1999. Gary
Glatzmaier, Paul
Roberts





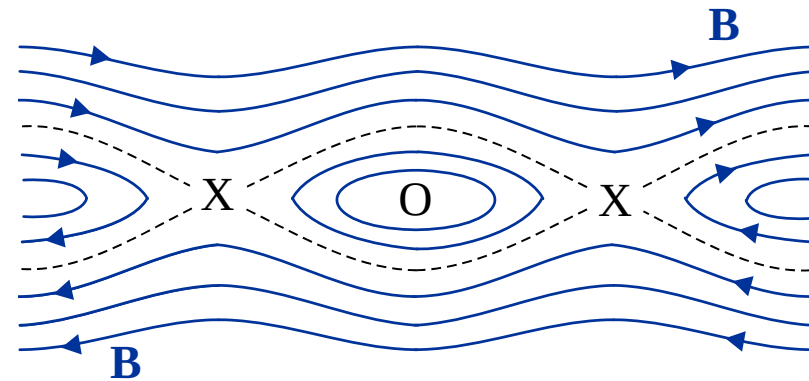
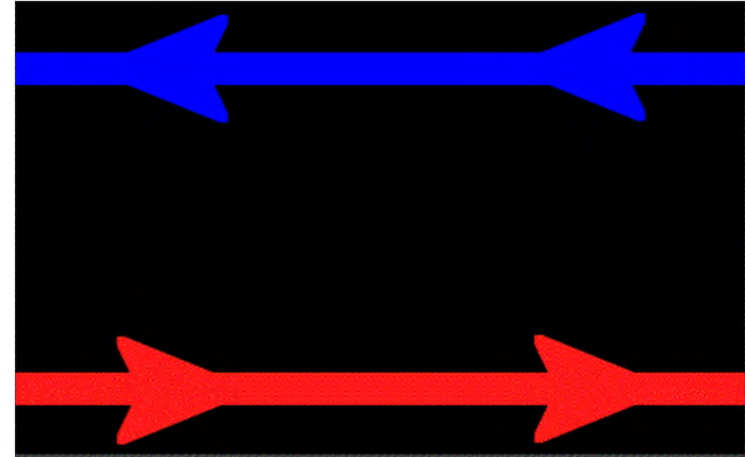




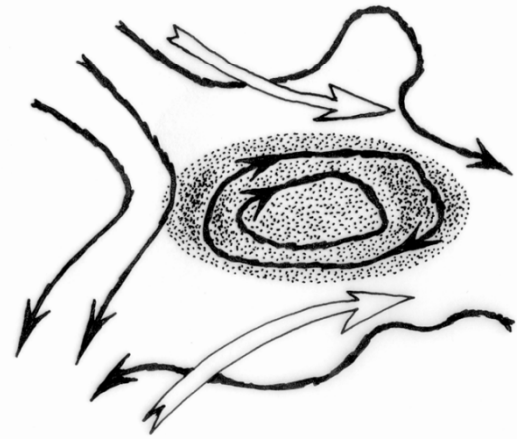
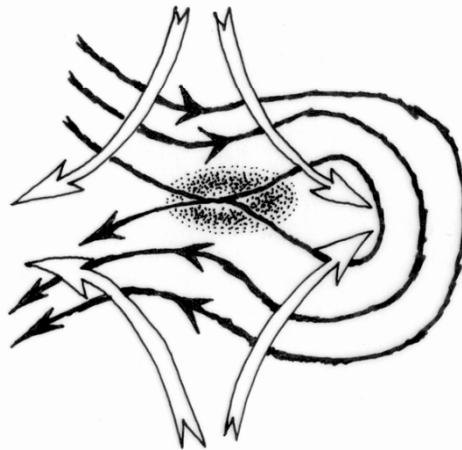
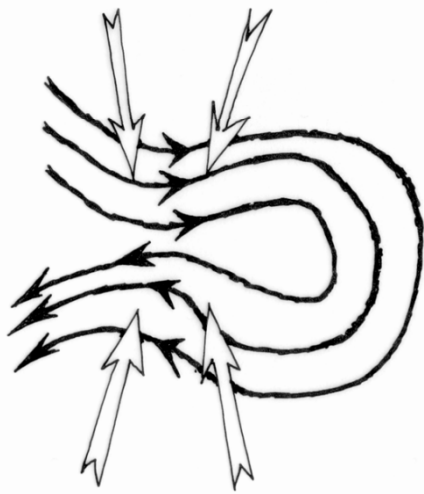
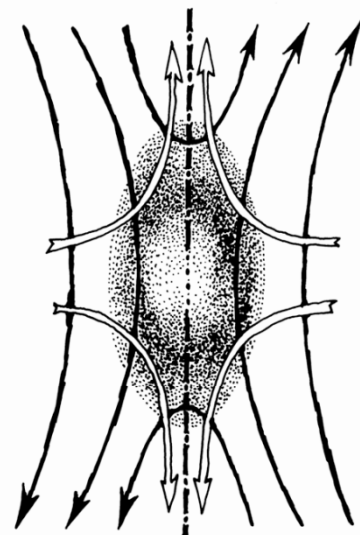
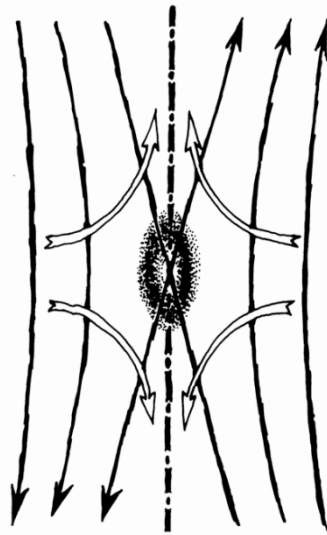
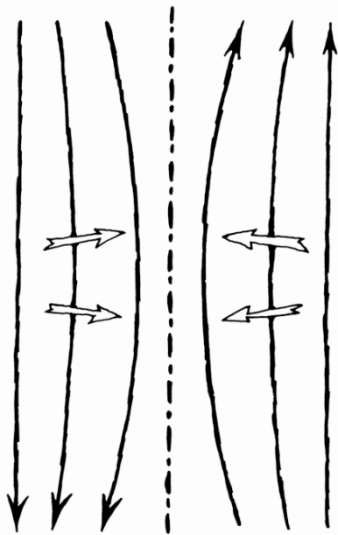
Rekonekce

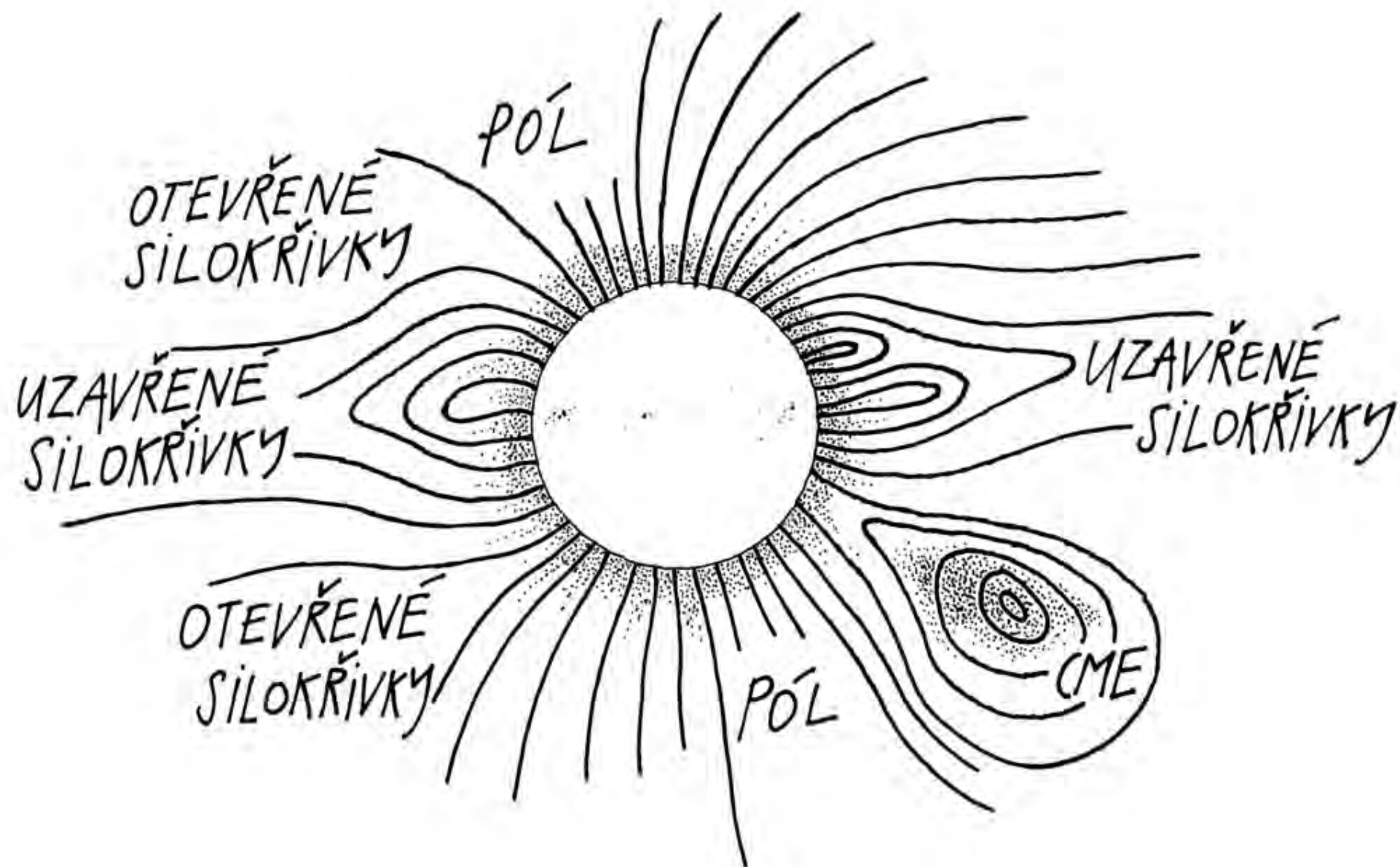
t_R

Plazma	t_{rez} (s)	t_{Alf} (s)
oblouk	10^{-3}	10^{-3}
tokamak	1	10^{-8}
jádro Země	10^{12}	10^5
sluneční skvrna	10^{14}	10^5
sluneční koróna	10^{18}	10^6



Sweetův-Parkerův model, Petchekův model, 3D rekonekce





Sluneční vzplanutí

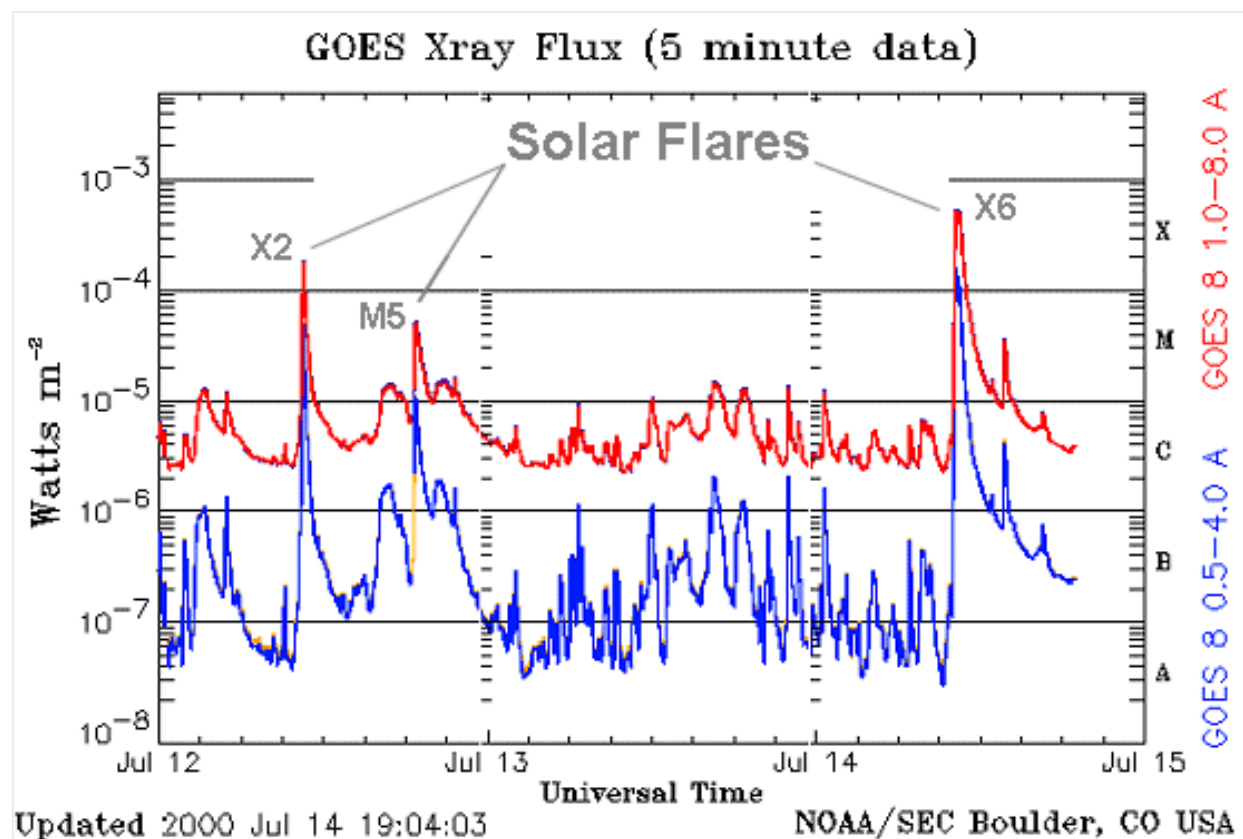
Klasifikace (0.1÷0.8 nm):

B: $< 10^{-6} \text{ W/m}^2$

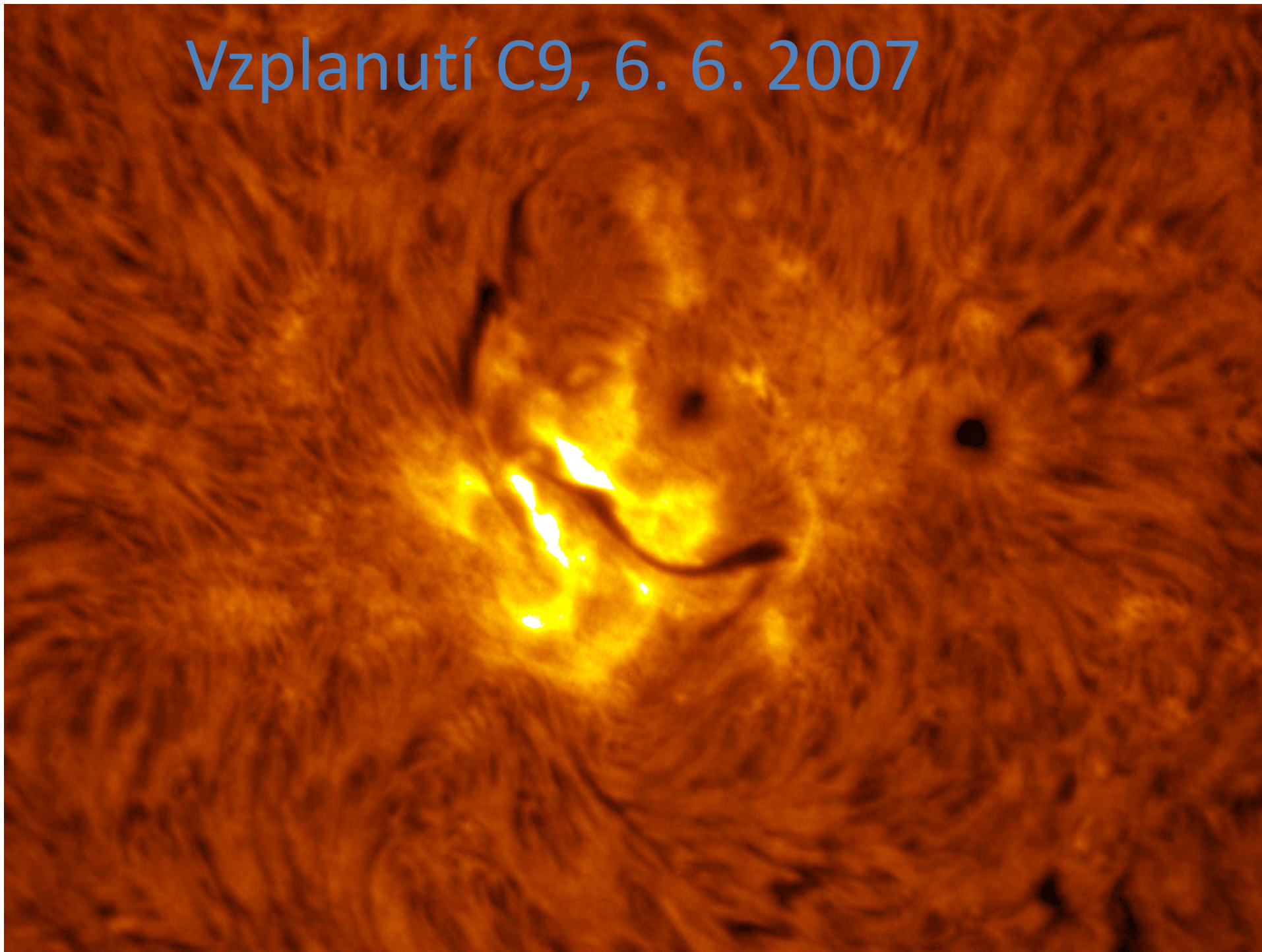
C: $10^{-6} \div 10^{-5} \text{ W/m}^2$

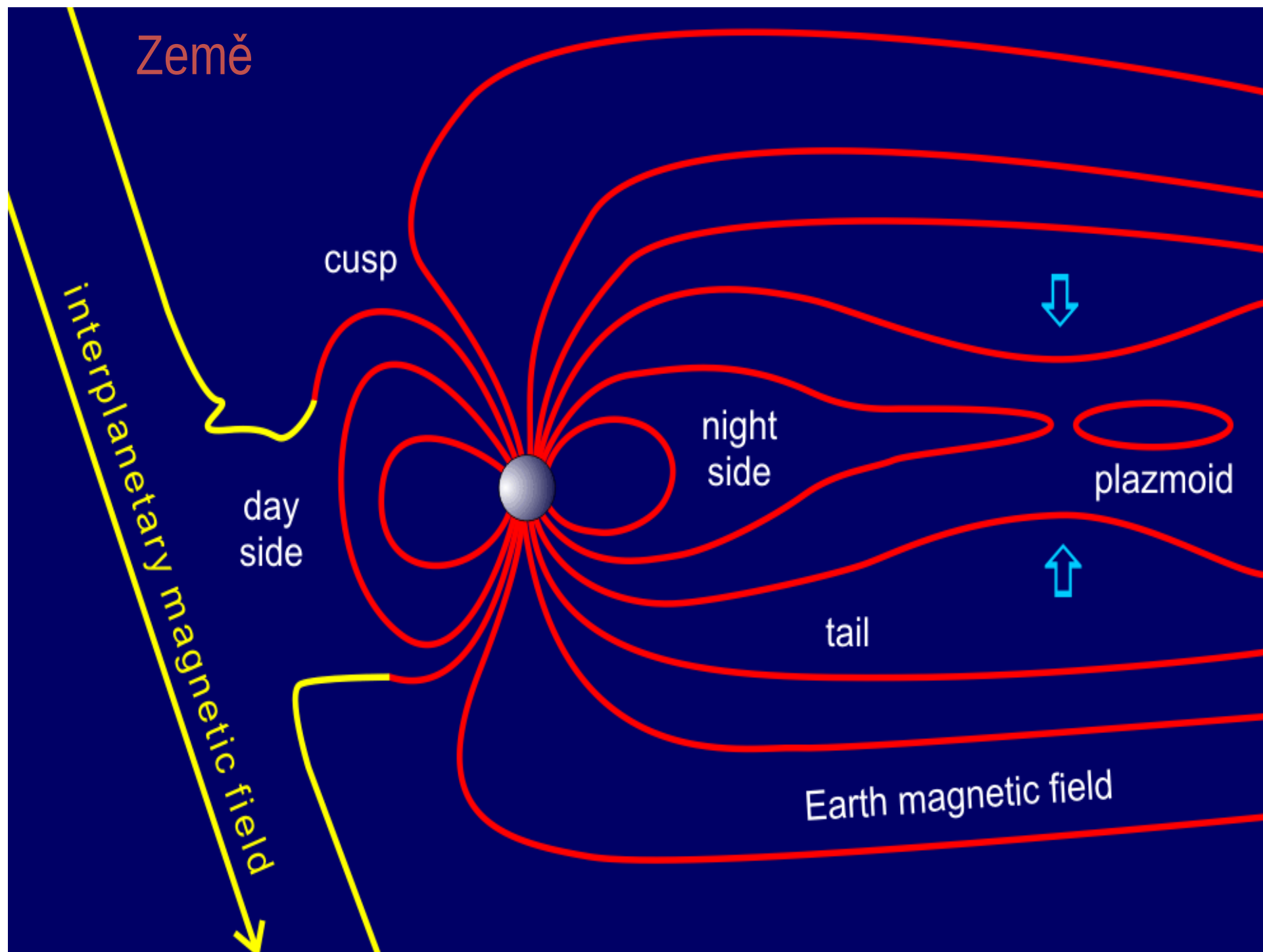
M: $10^{-5} \div 10^{-4} \text{ W/m}^2$

X: $> 10^{-4} \text{ W/m}^2$

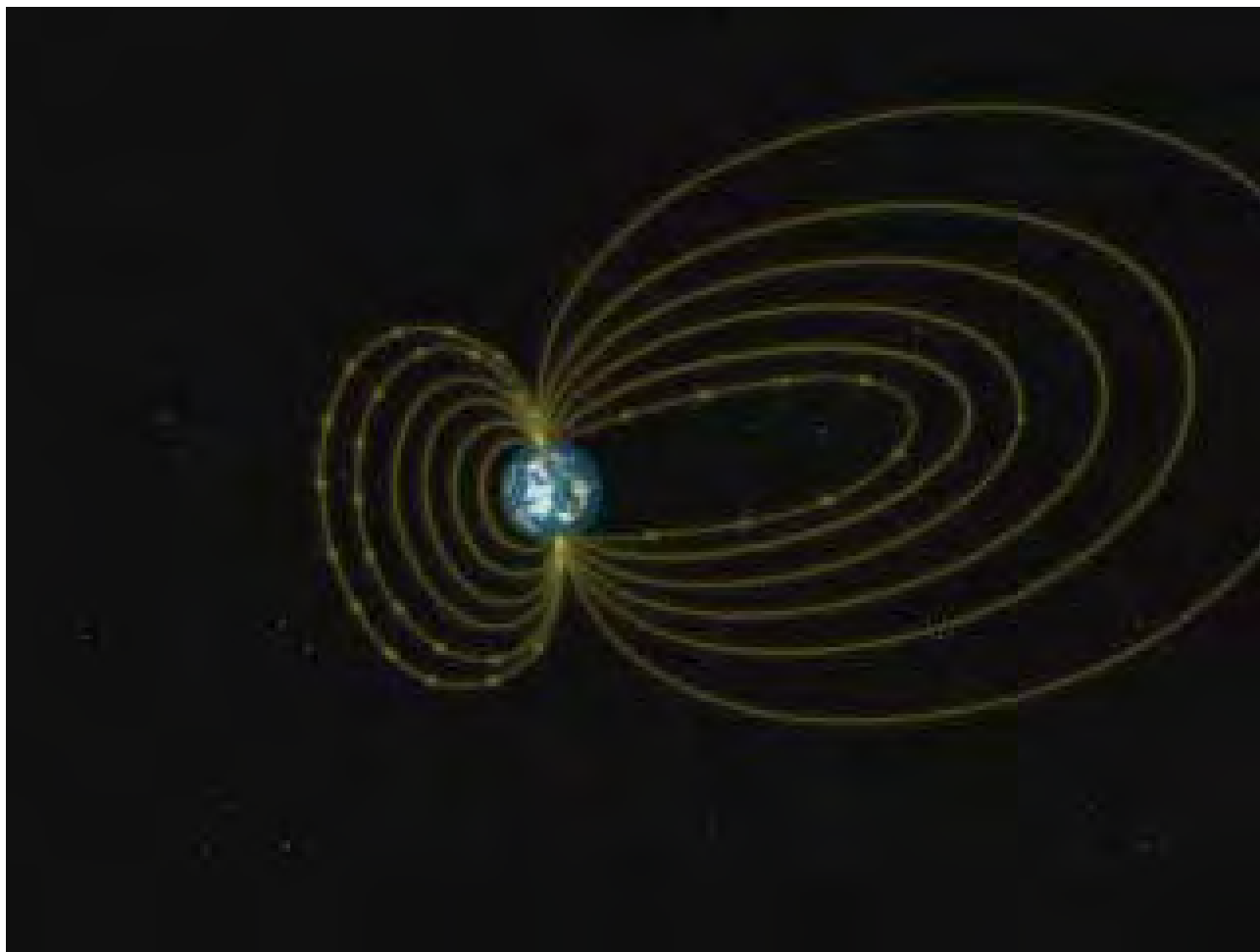


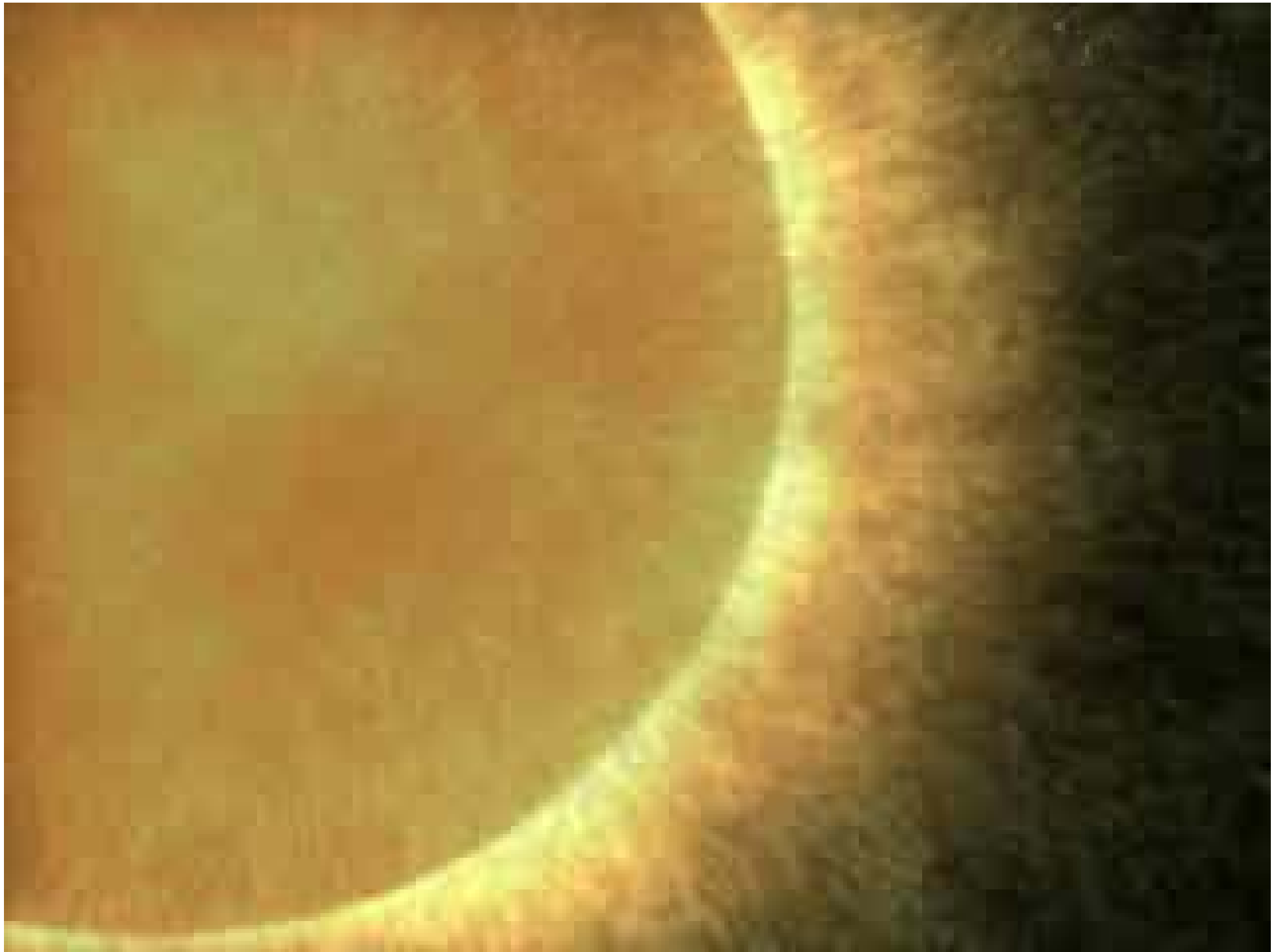
Vzplanutí C9, 6. 6. 2007



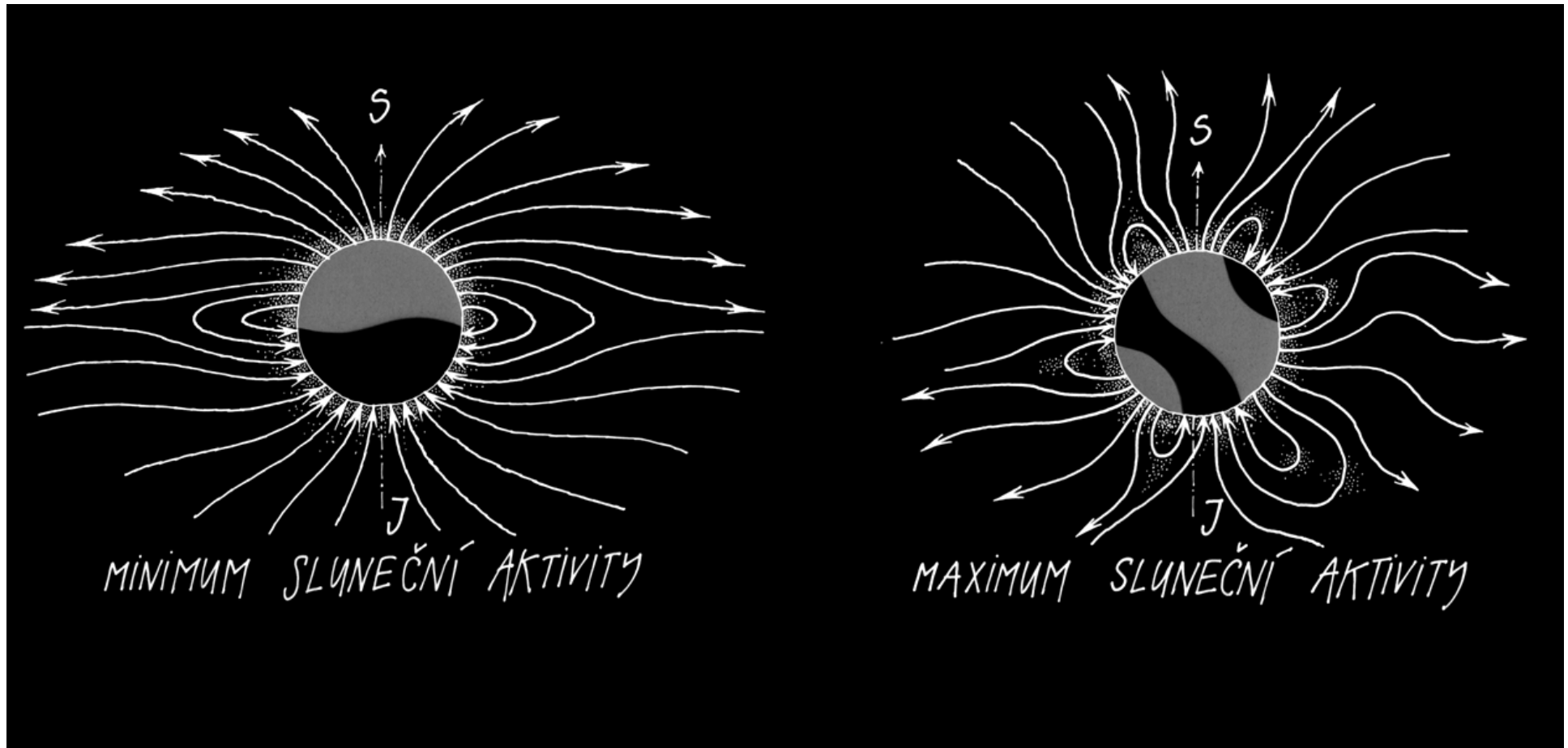


Země





Slunce



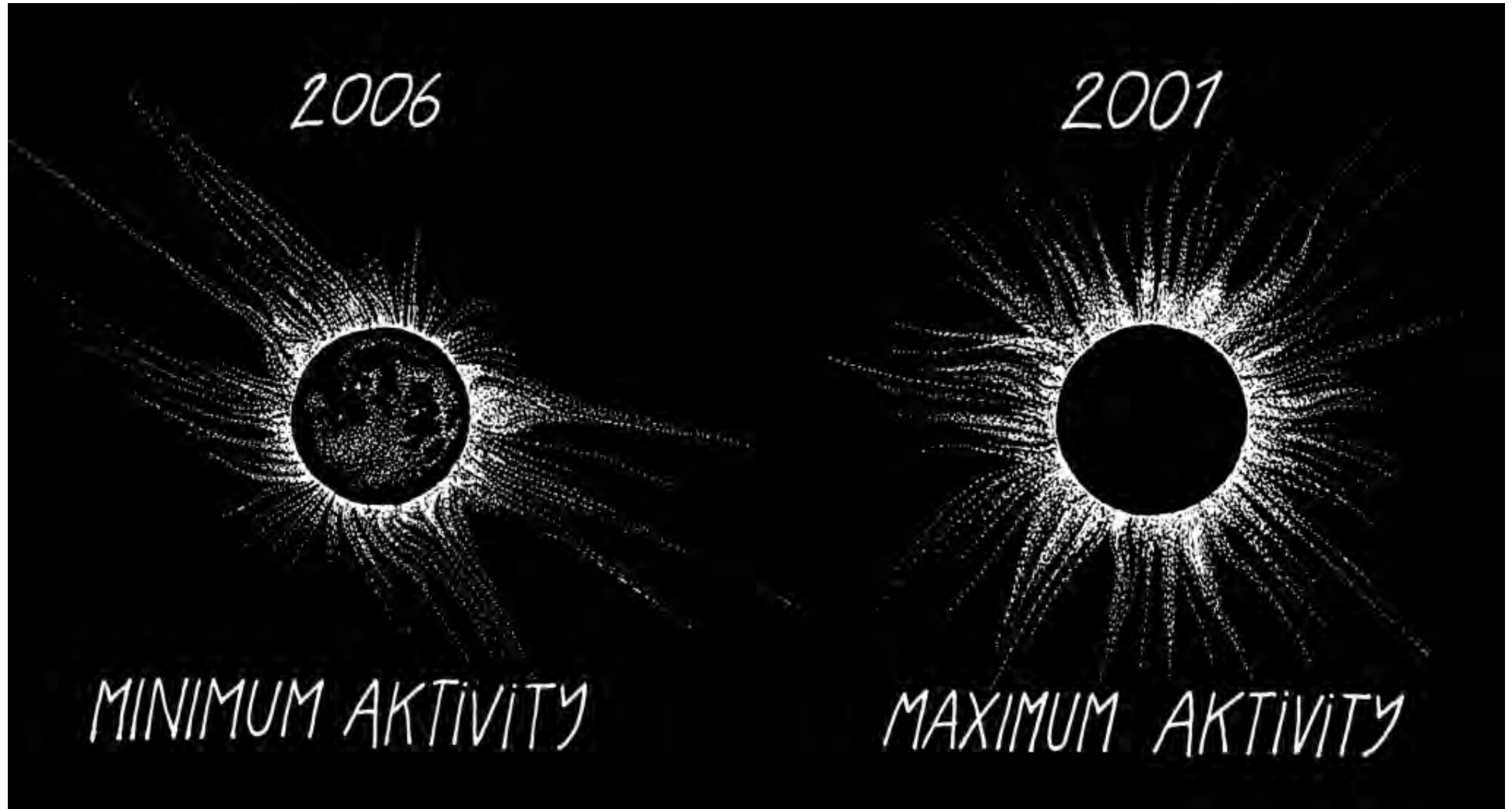
globální pole: 10 až 300 μT
lokální pole: 0,3 T

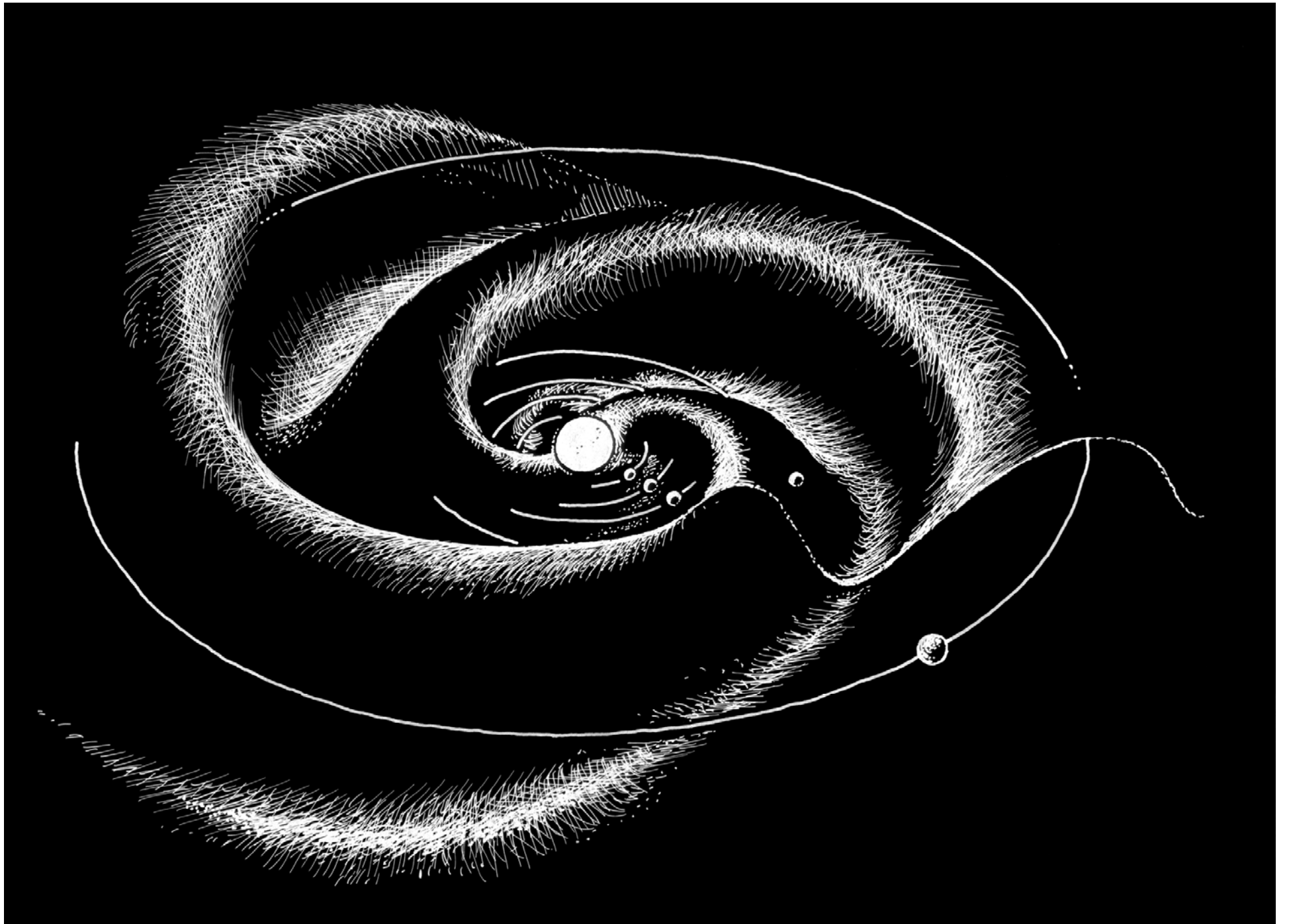
2006

2001

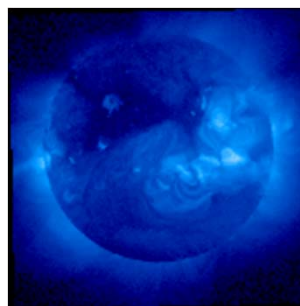
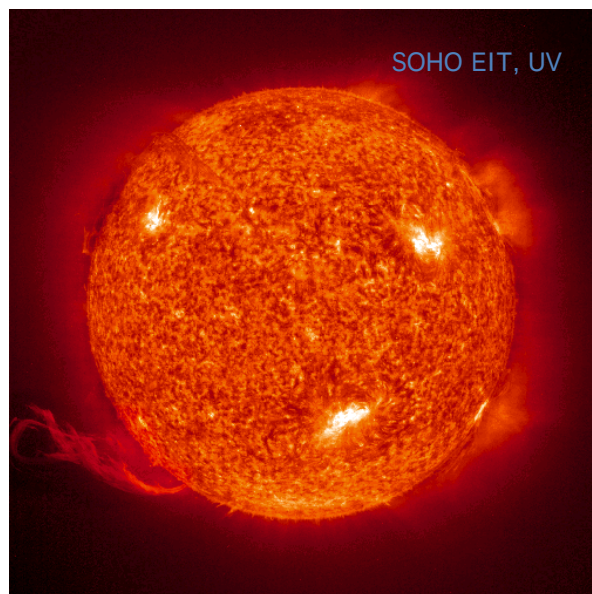
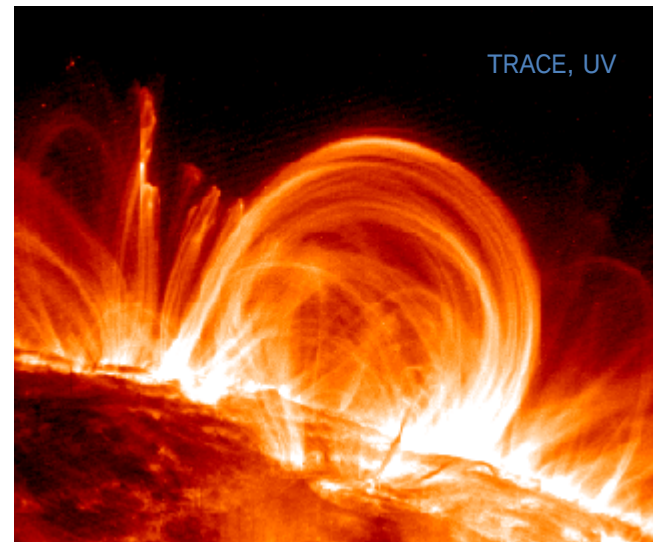
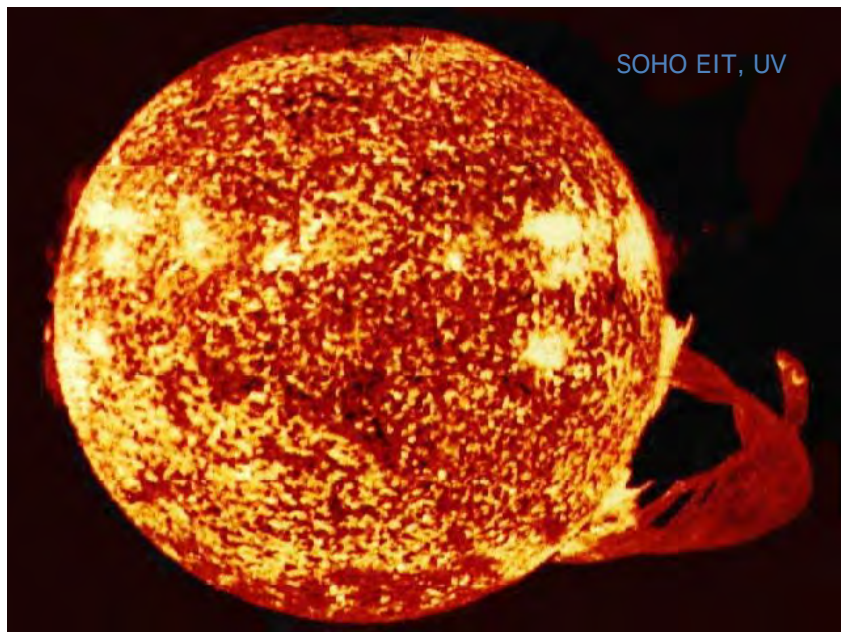
MINIMUM ACTIVITY

MAXIMUM ACTIVITY

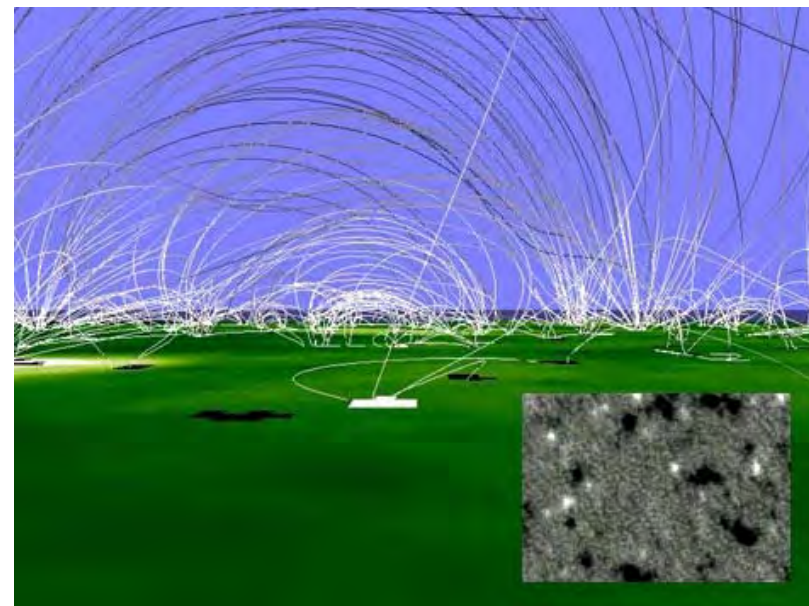




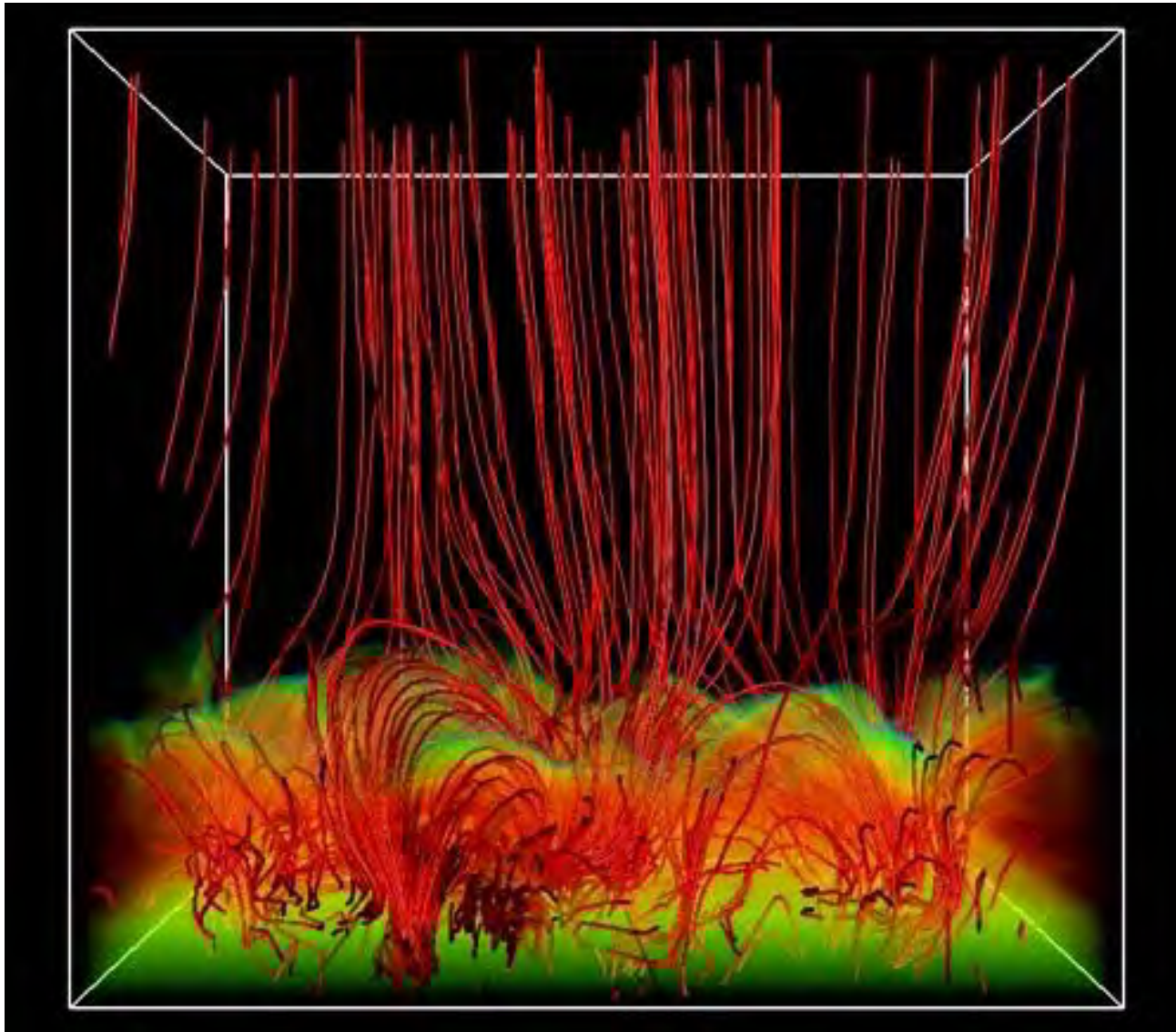
Hvězdy hlavní posloupnosti



27 dní

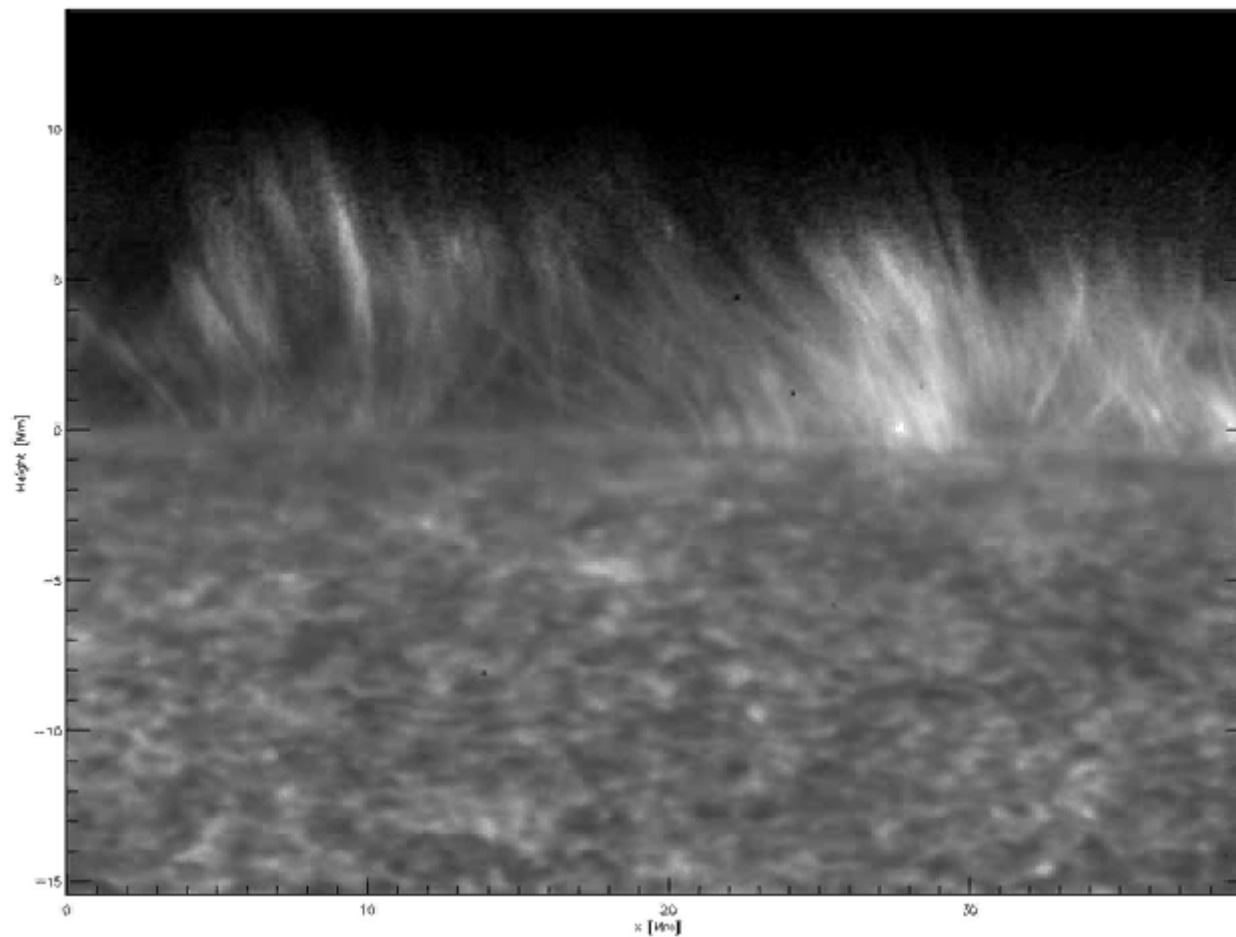


Alfvénova vlna



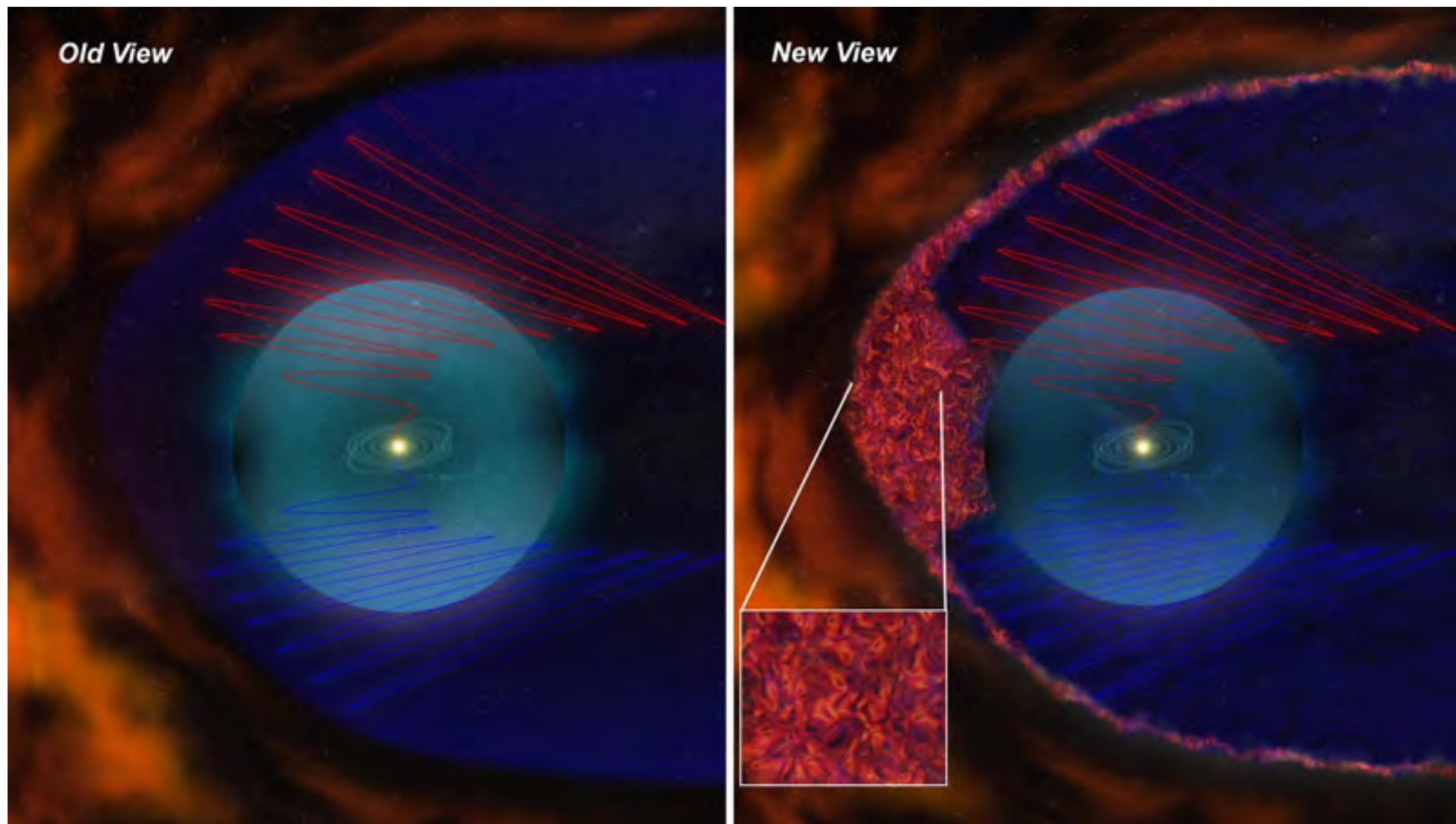
Institute for Theoretical Astrophysics, University of Oslo

Hinode (Solar B), agentura JAXA, Japonsko, 2006

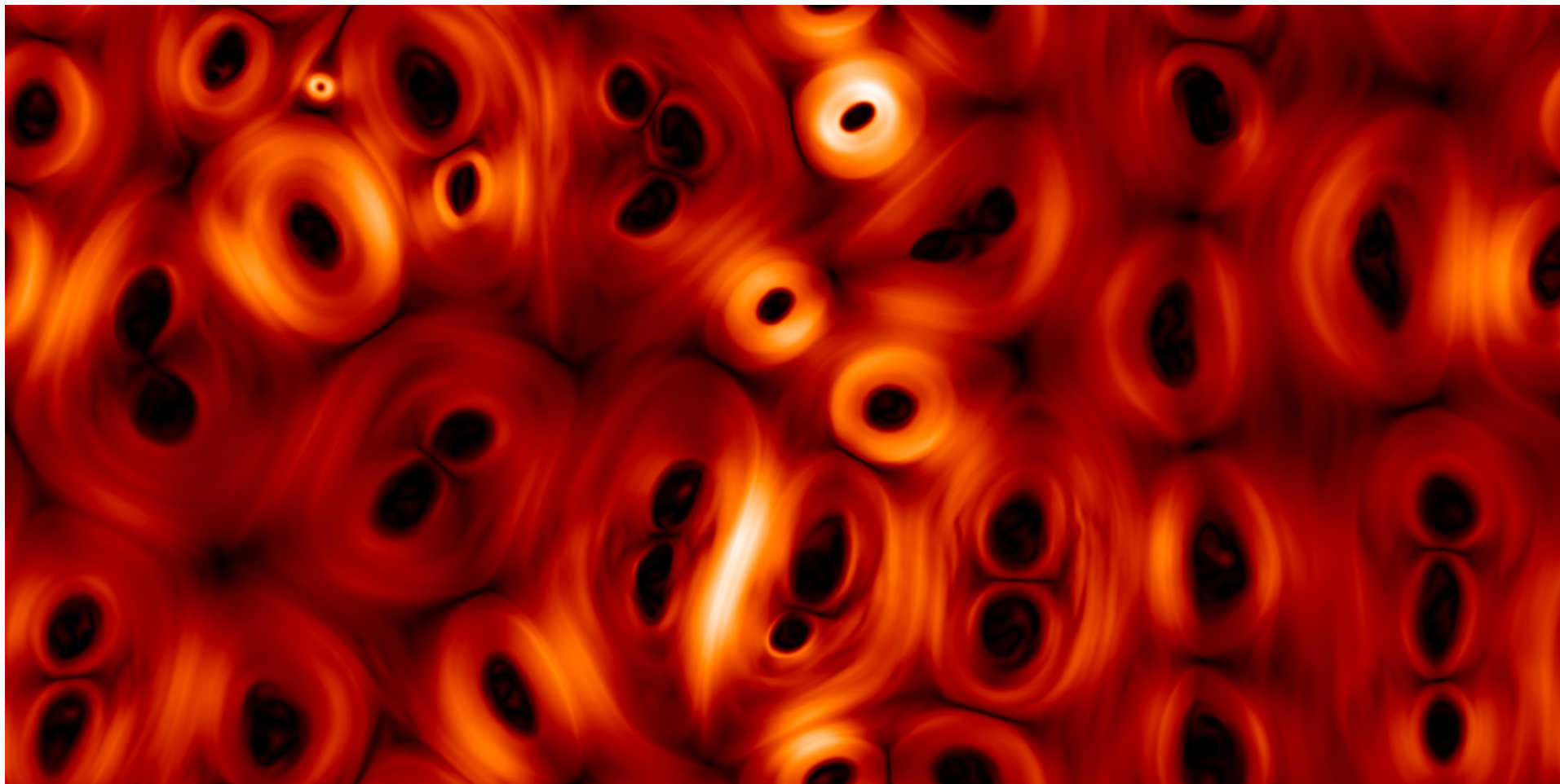


19. března 2007, blízko jižního pólu, Hinode

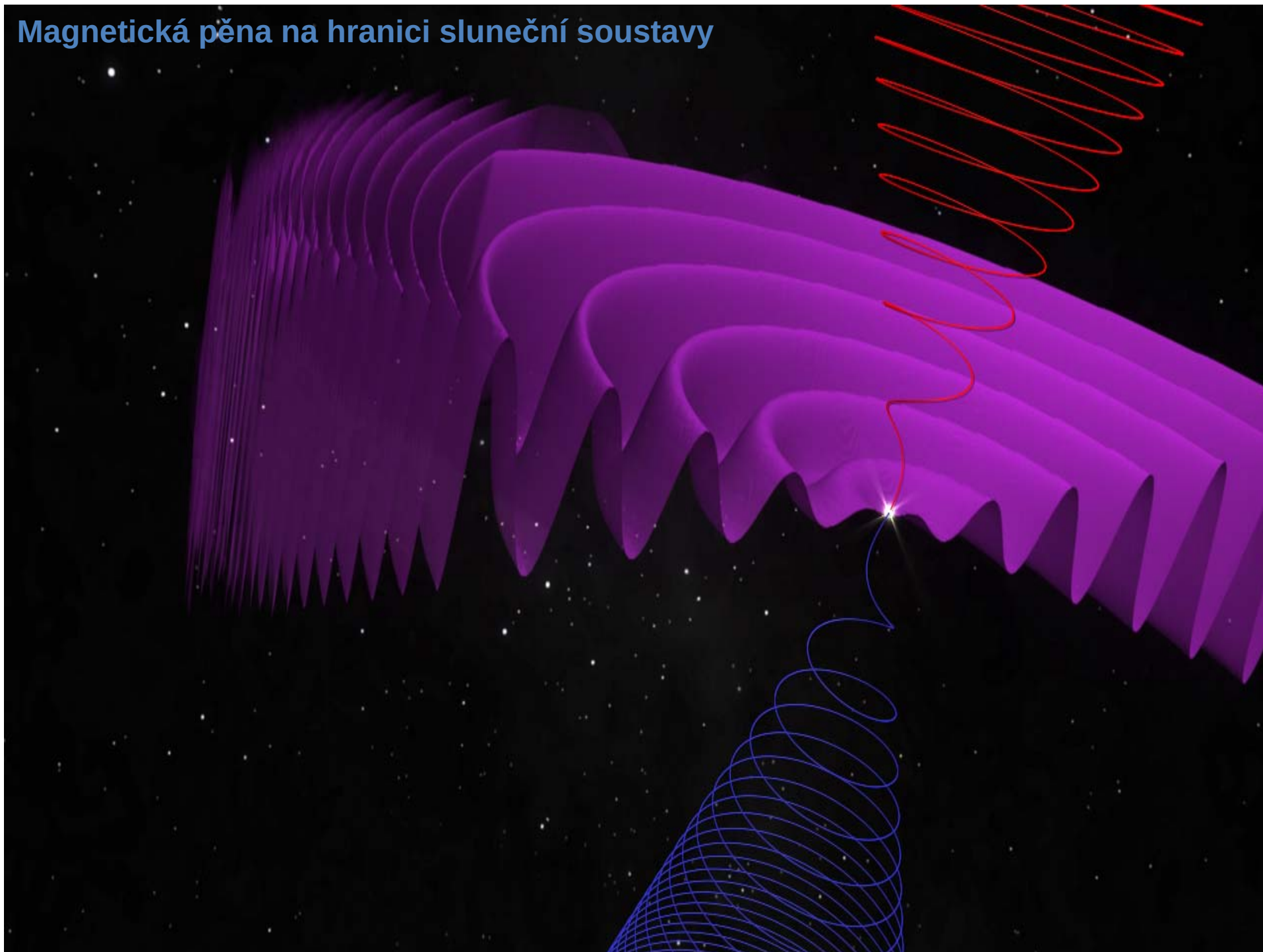
Magnetická pěna na hranici sluneční soustavy



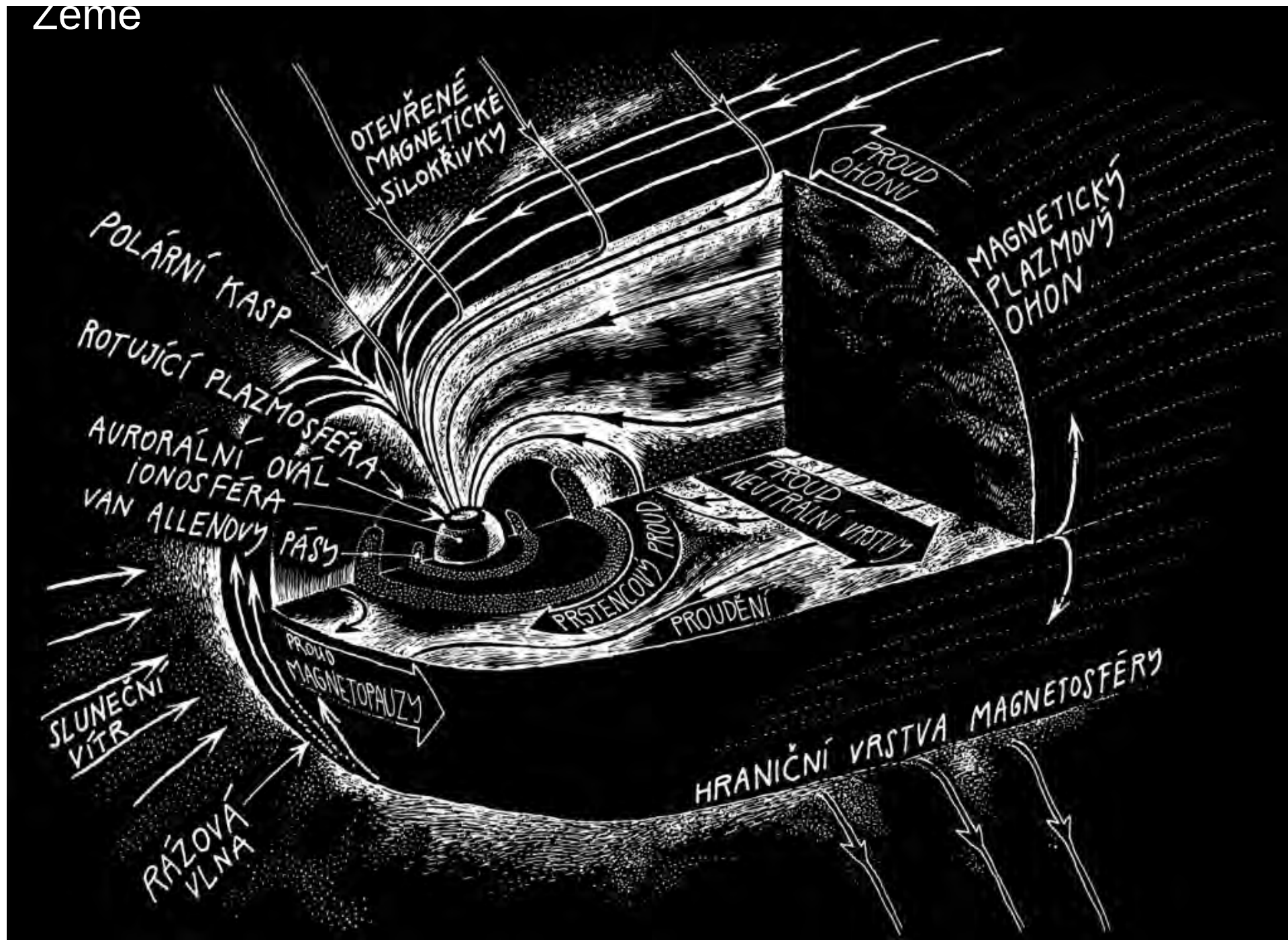
Magnetická pěna na hranici sluneční soustavy

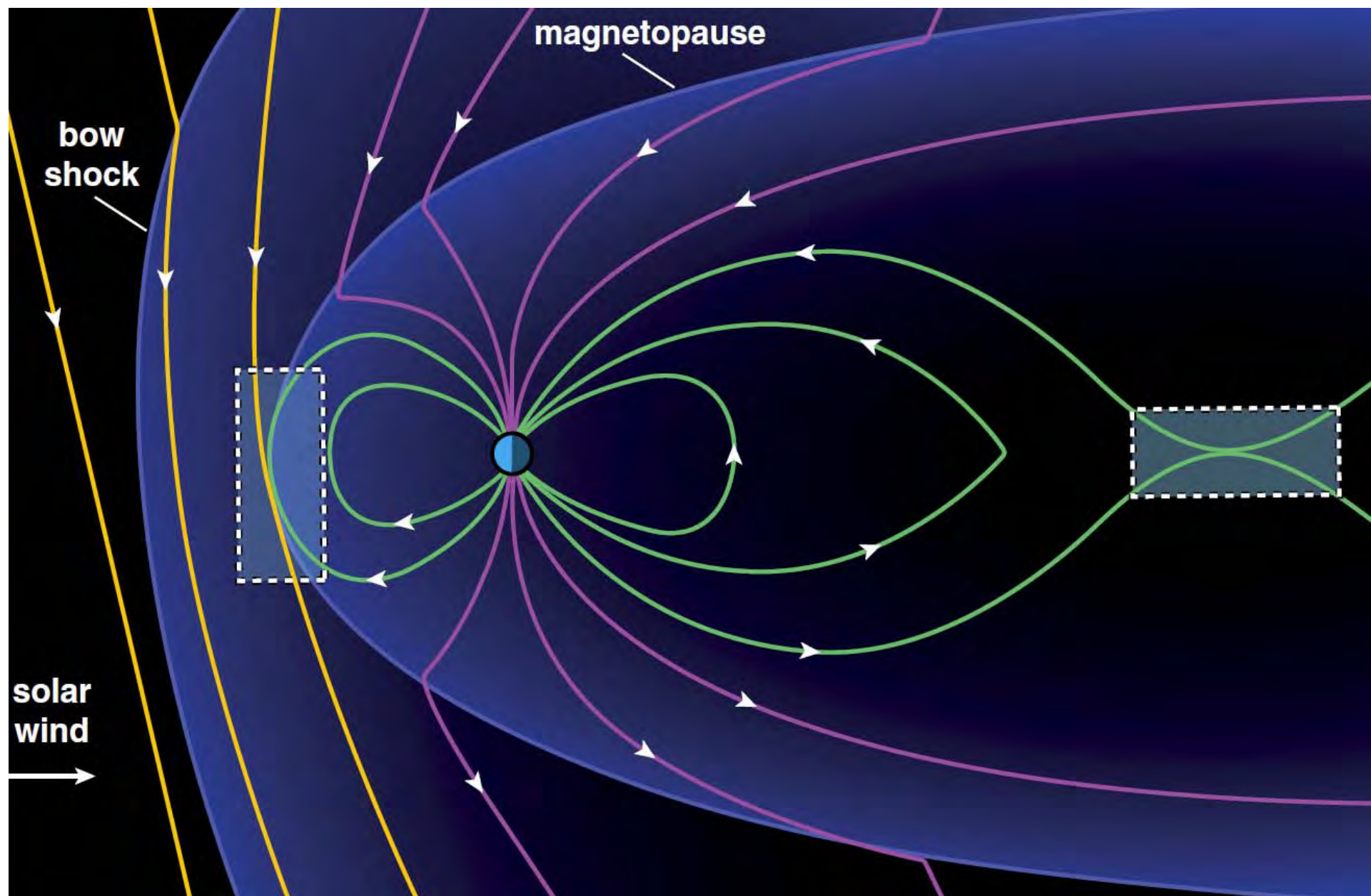


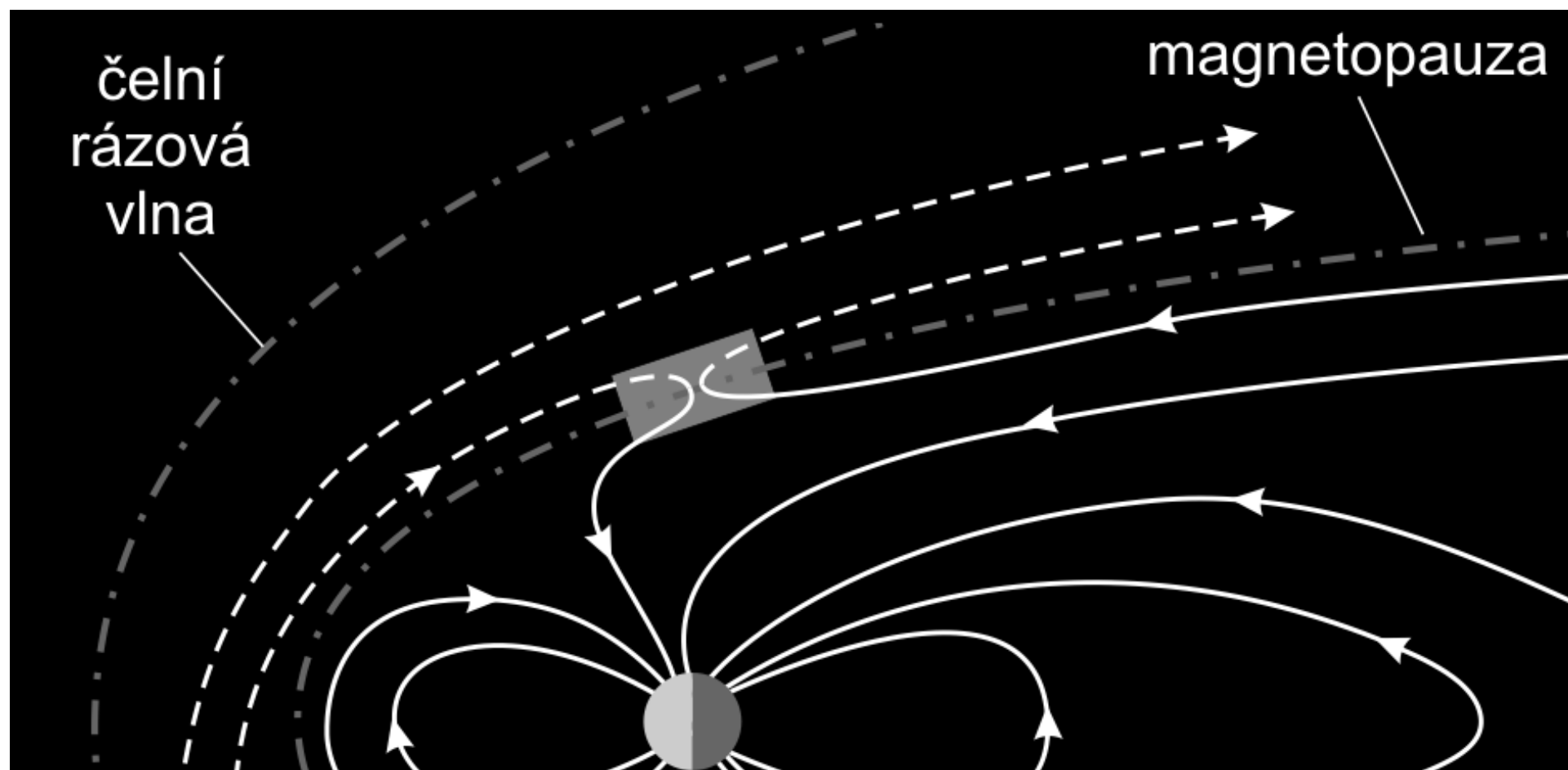
Magnetická pěna na hranici sluneční soustavy

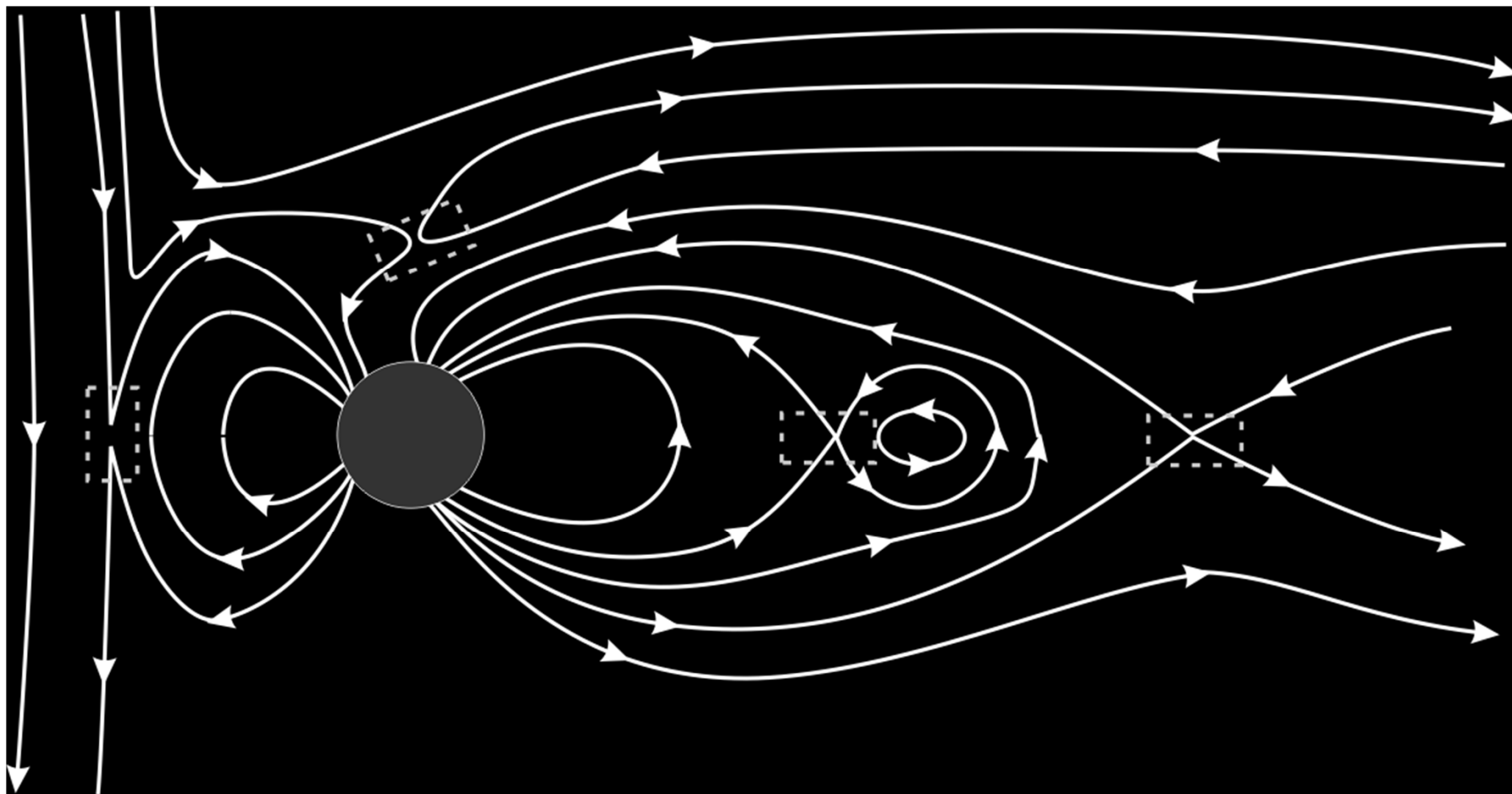


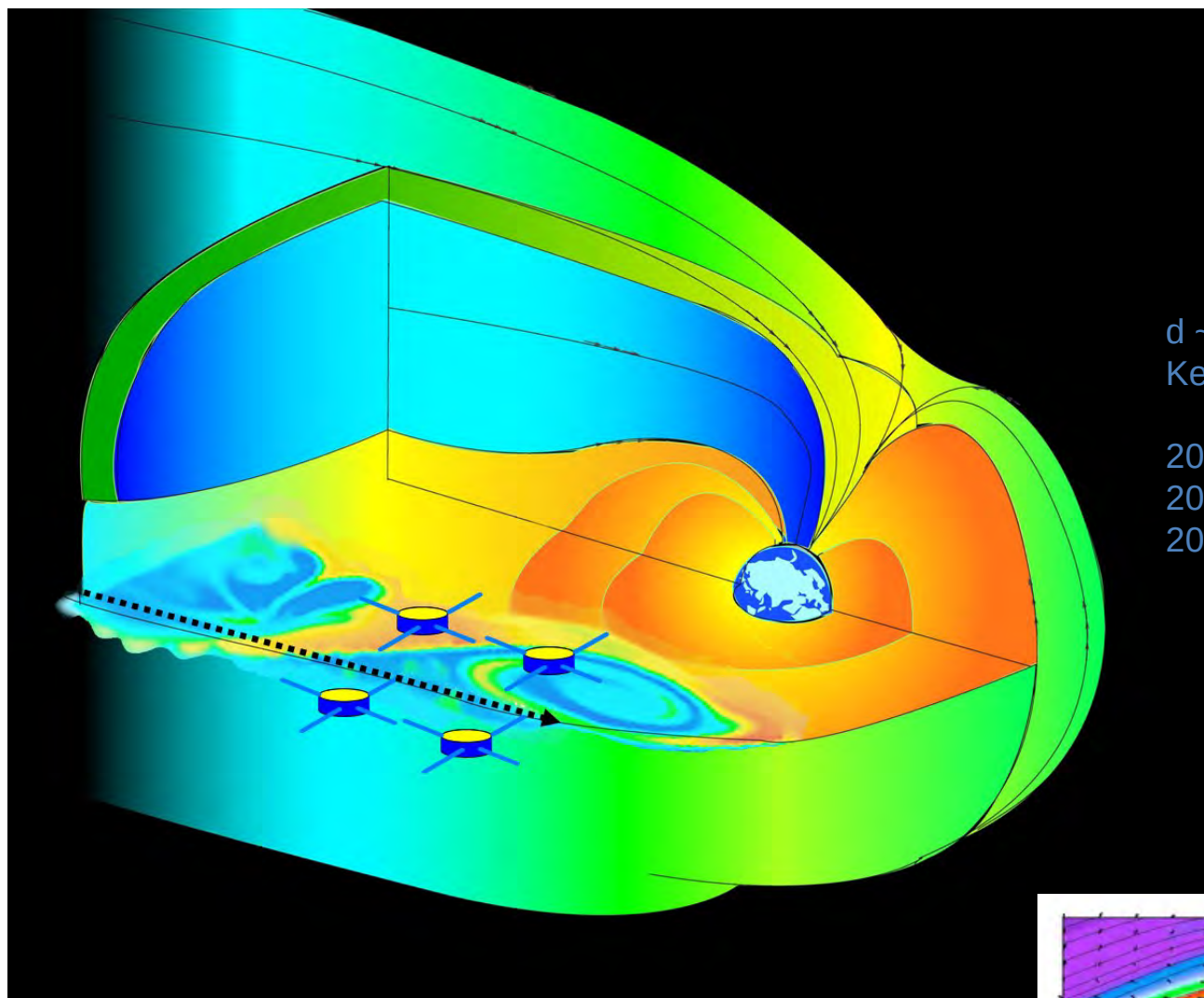
Zeme





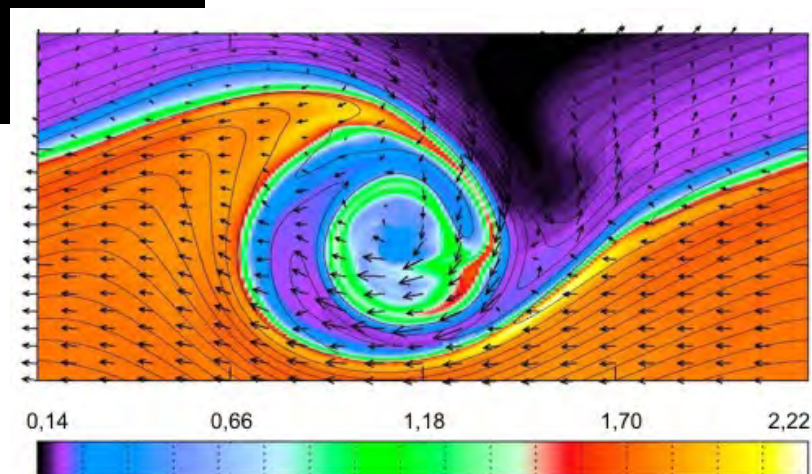






$d \sim 40\,000\text{ km až } 55\,000\text{ km}$
Kelvinova Helmholtzova nestabilita

2001 – pořízení dat
2004 – zpracování
2006 – interpretace a pochopení



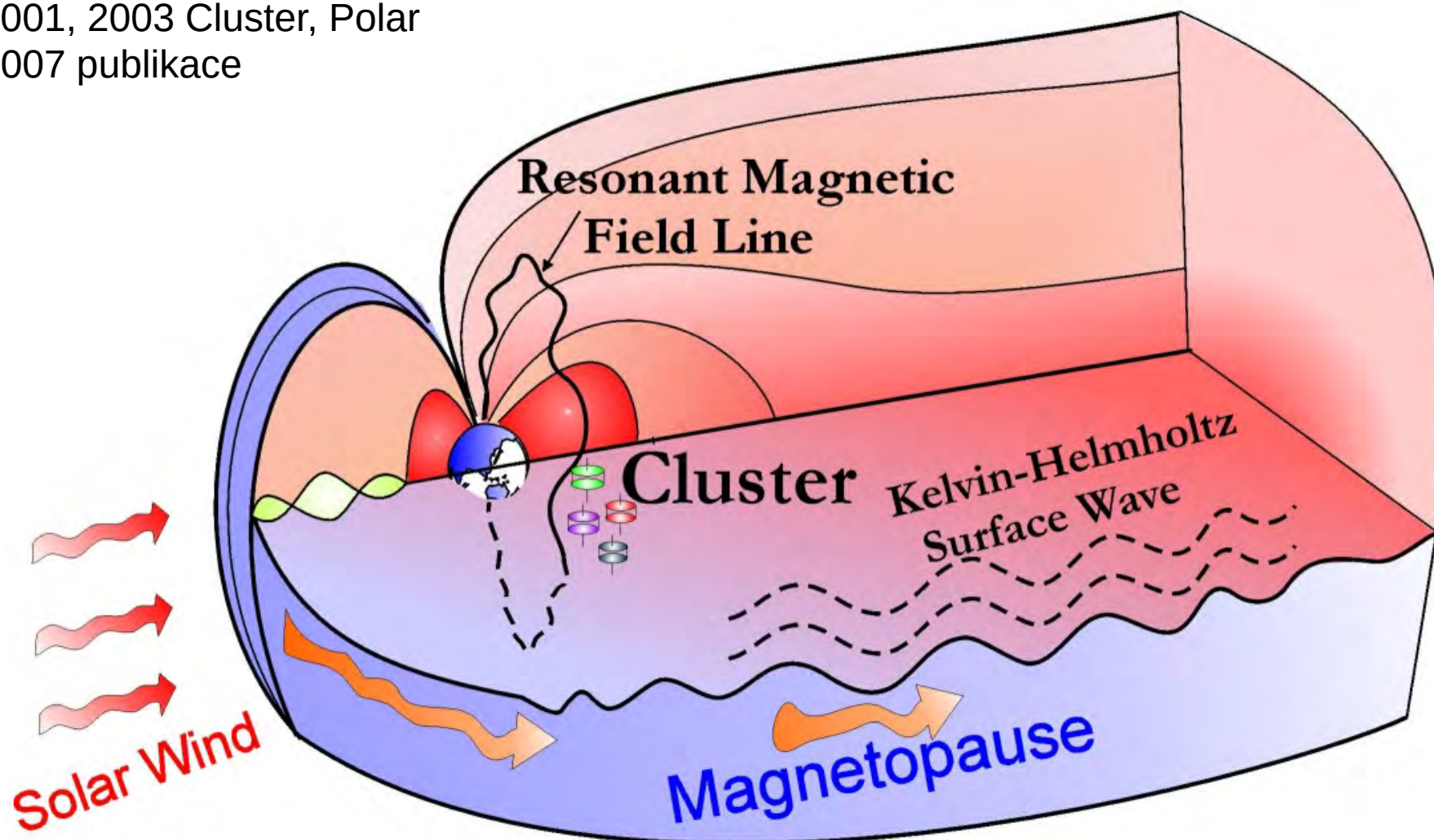
Cluster, víry na boku magnetosféry, prosinec 2006

Cluster, ULF vlny

1859 – první pozorování ULF vln

2001, 2003 Cluster, Polar

2007 publikace



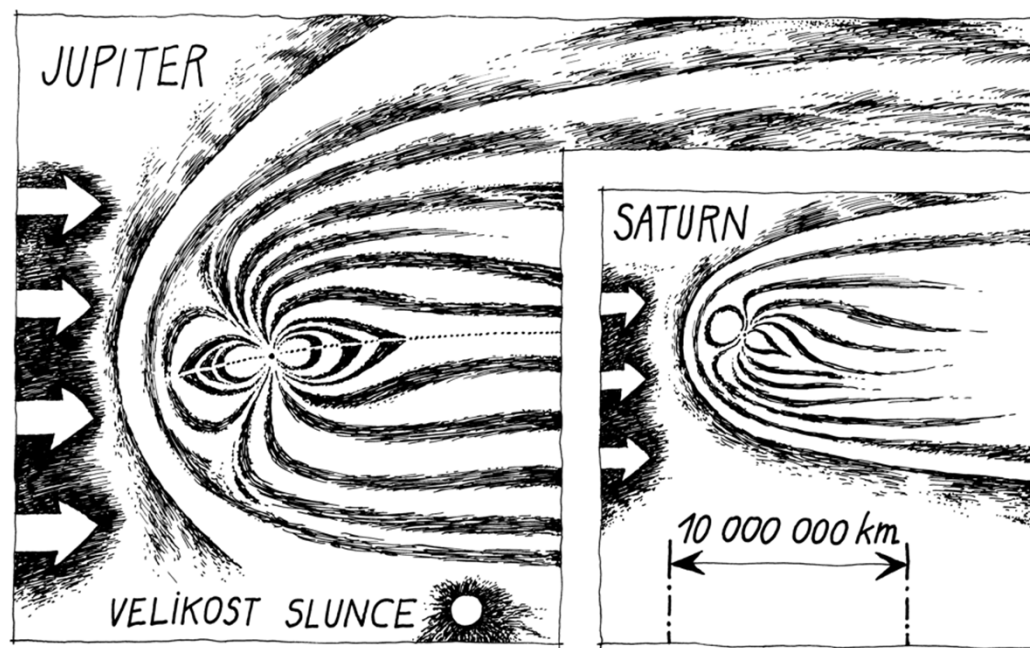
Cluster, GOES, NOAA, Polar, FCHU, Geotail – ULF vlny 2001 ----- zabijácké elektrony



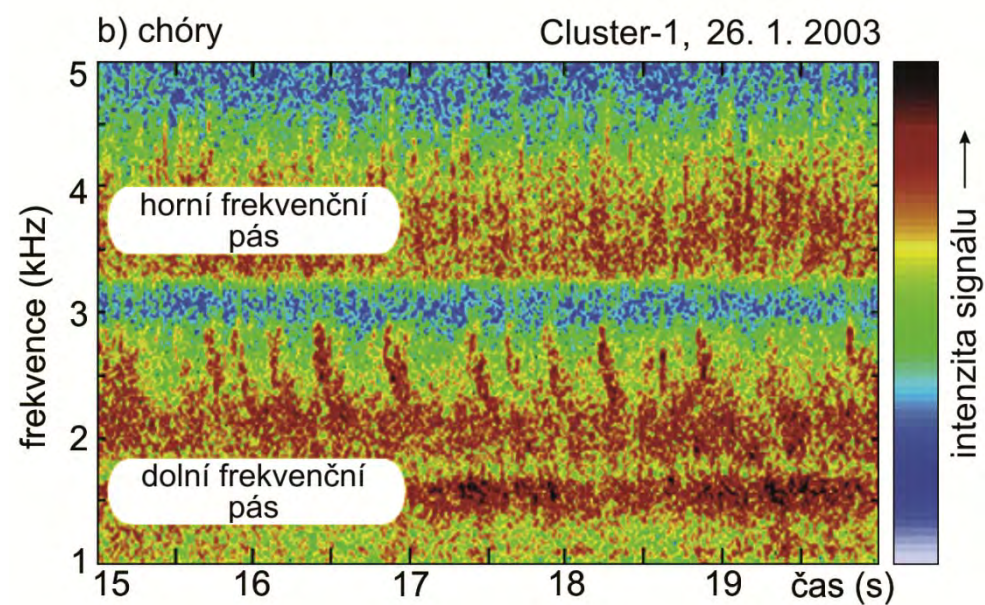
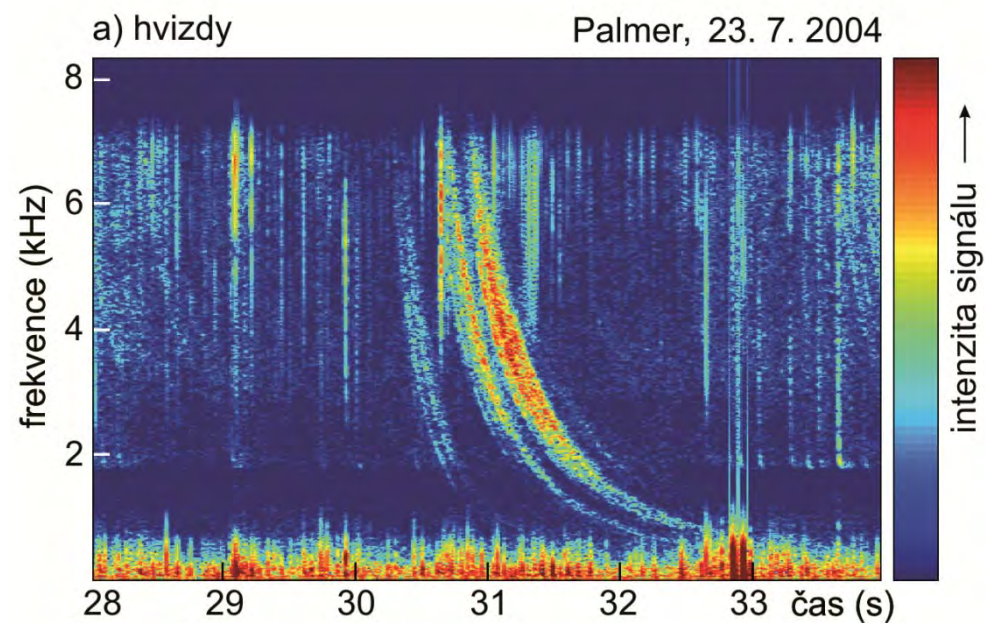
Sluneční soustava



planeta	pole na rovníku [μT]	dipólový moment [$\text{T} \cdot \text{m}^3$]
Merkur	0,33	$4,8 \times 10^{12}$
Venuše	0	0
Země	31	8×10^{15}
Mars	0	0
Jupiter	430	160×10^{18}
Saturn	21	$4,6 \times 10^{18}$
Uran	23	$0,39 \times 10^{18}$
Neptun	14	$0,21 \times 10^{18}$



Hvizdy, lví řevy a chóry



Hvizdy, lví řevy a chóry



hvizdy 1



hvizdy 2



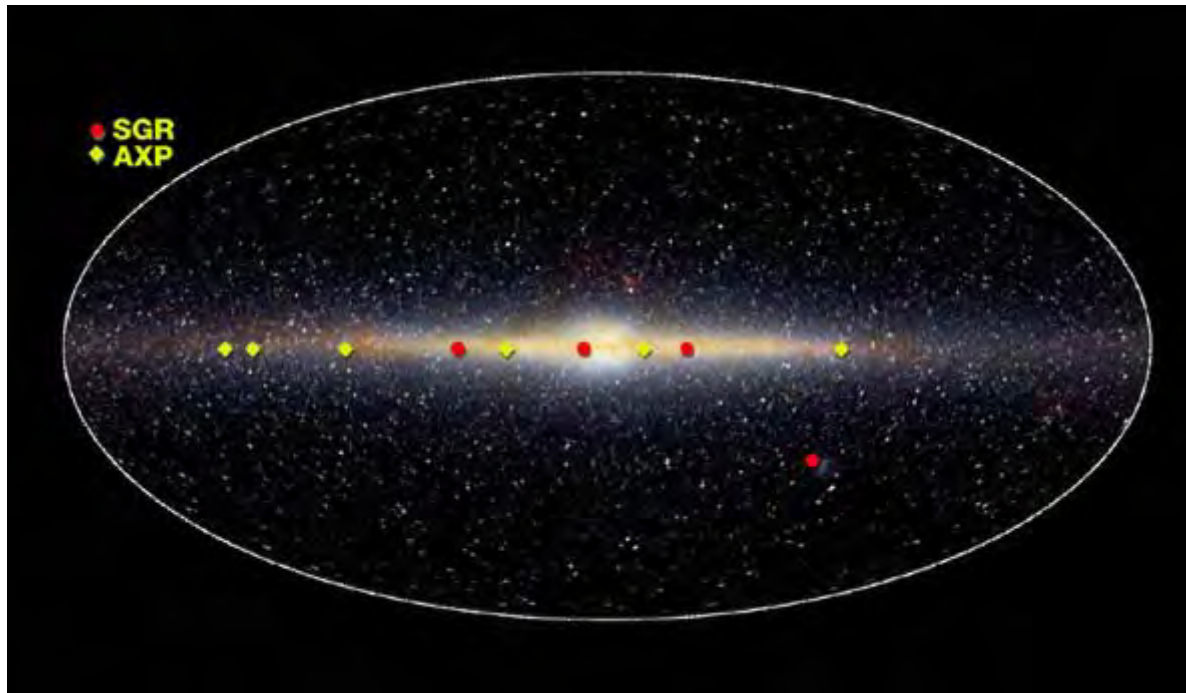
lví řevy



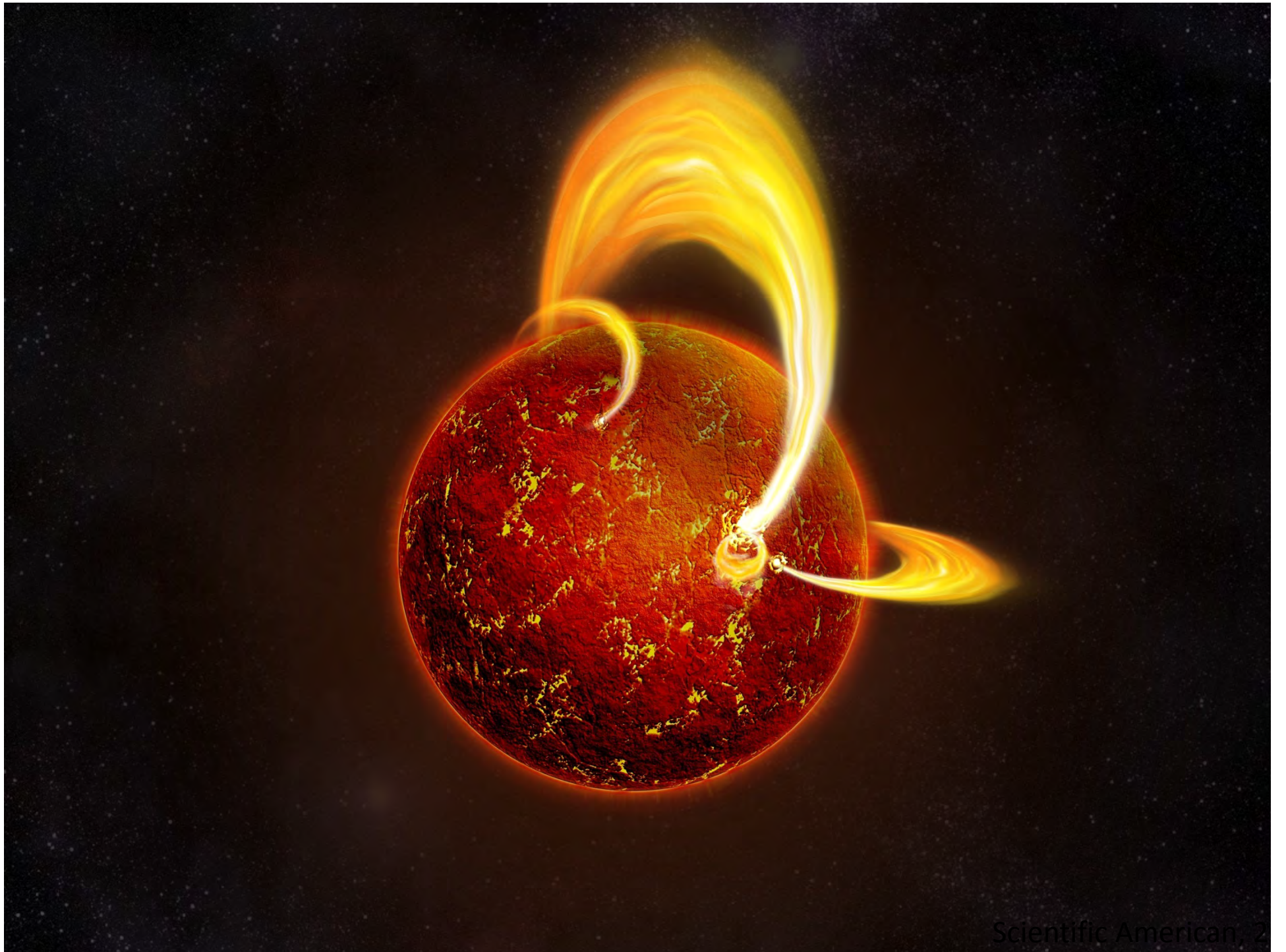
chóry

Hvězdy – magnetary

- počáteční rotace: > 200 otáček/sekundu
- magnetické pole: 10^{11} T až 10^{12} T
- následná rotace: pomalá, v sekundách, 5 s až 12 s
- magnetotřesení
- fireball
- AXP – Anomalous X ray Pulsar (v RTG)
- SGR – Soft Gamma Repeater (v gama)









Neutronové hvězdy – magnetary

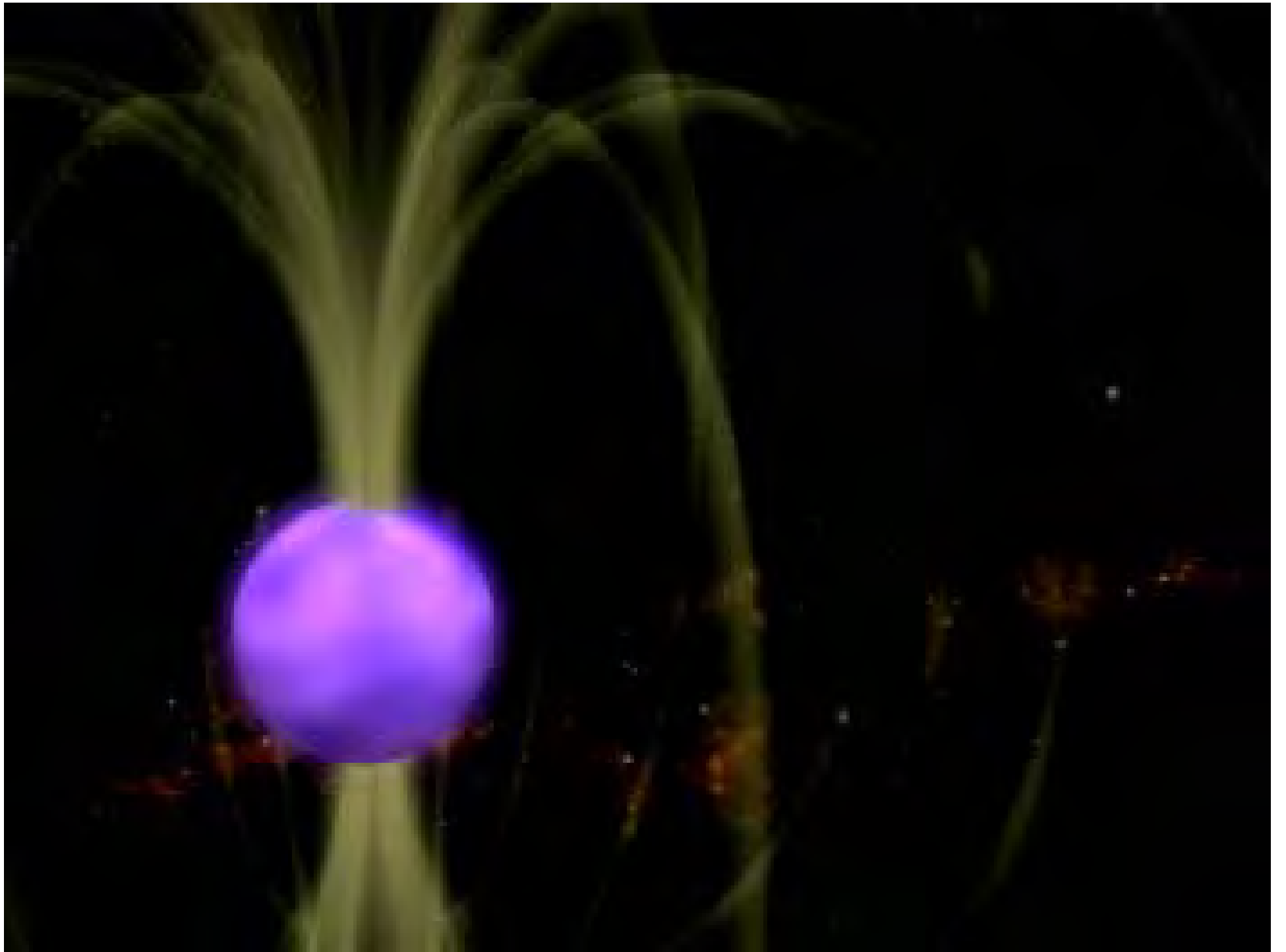
HISTORIE

- 1973: ohlášen objev gama záblesků, VELA (krátké splynutí, dlouhé kolaps)
- 1979: objev prvního SGR
- 1992: R. C. Duncan , C. Thompson – první ucelená teorie magnetarů
- 1998 Chryssa Kouveliotou (NASA) – první identifikovaný magnetar
- 1998: katastrofická rekonekce SGR 1900+14, Orel, 20 kly
- 2004: katastrofická rekonekce SGR 1806+20, Střelec, 50 kly
- 2005: Westerlund 1, Oltář, 15 kly



Neutronové hvězdy – magnetary

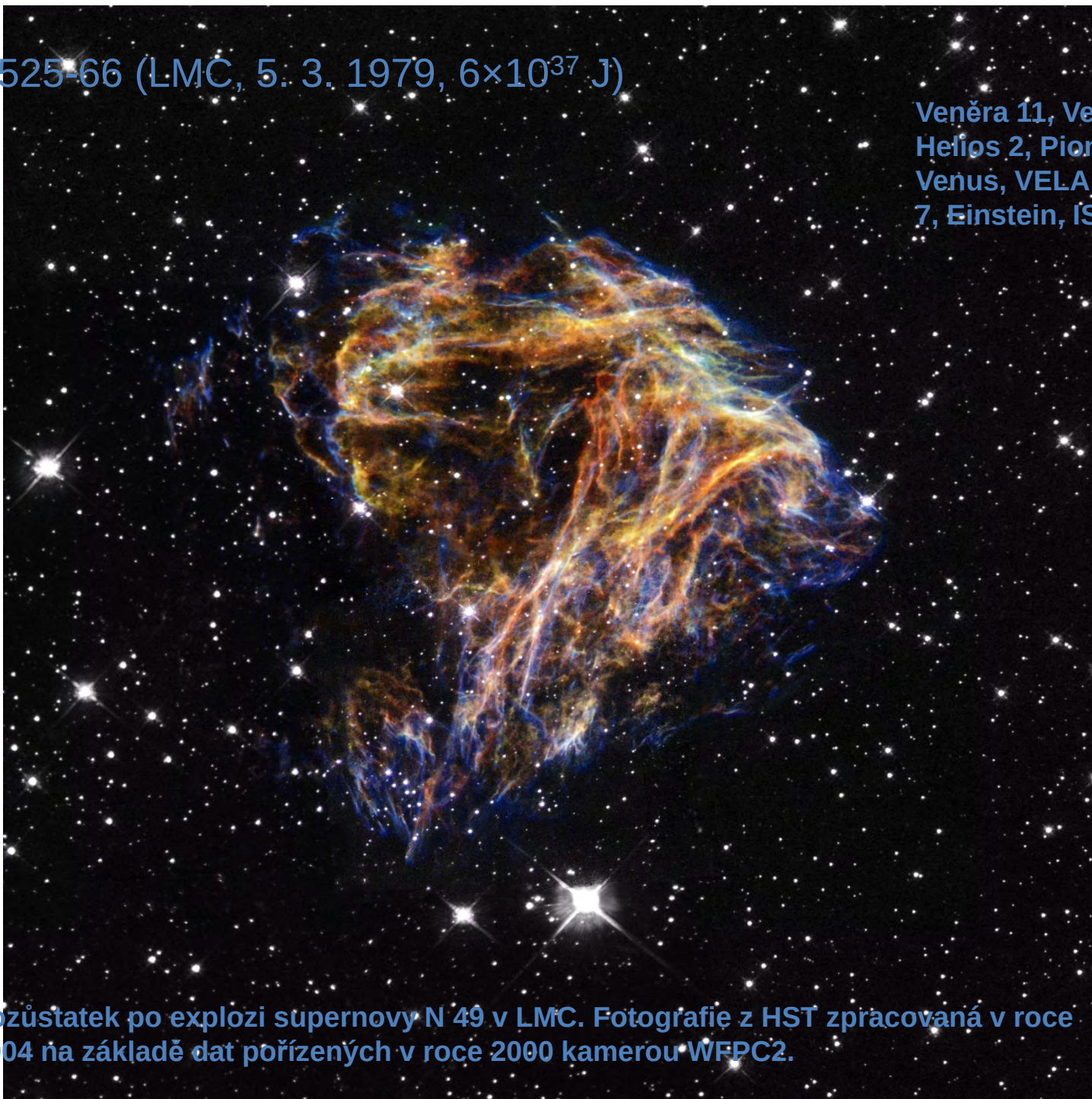
gigantická vzplanutí	datum	uvolněná energie
SGR 0525-66 (LMC)	5. 3. 1979	6×10^{37} J
SGR 1900+14 (Orel, 20 kly)	27. 8. 1998	2×10^{37} J
SGR 1806-20 (Střelec, 50 kly)	27. 12. 2004	2×10^{39} J



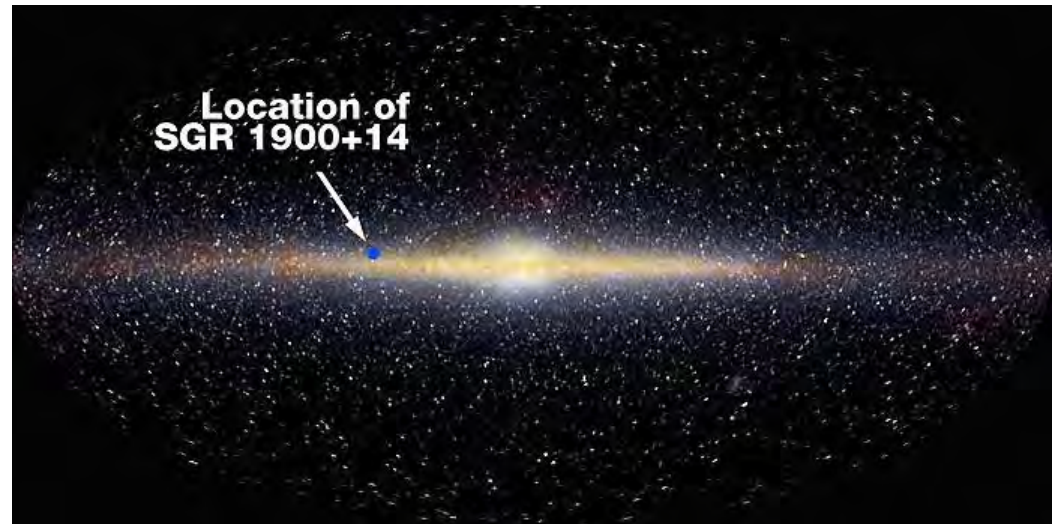
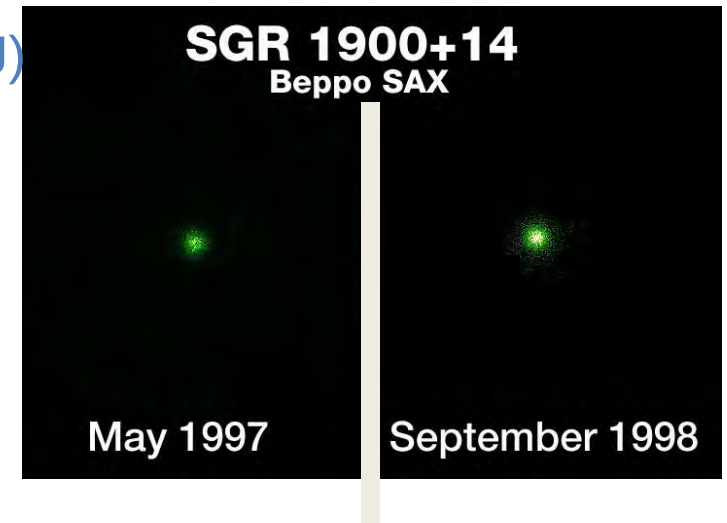
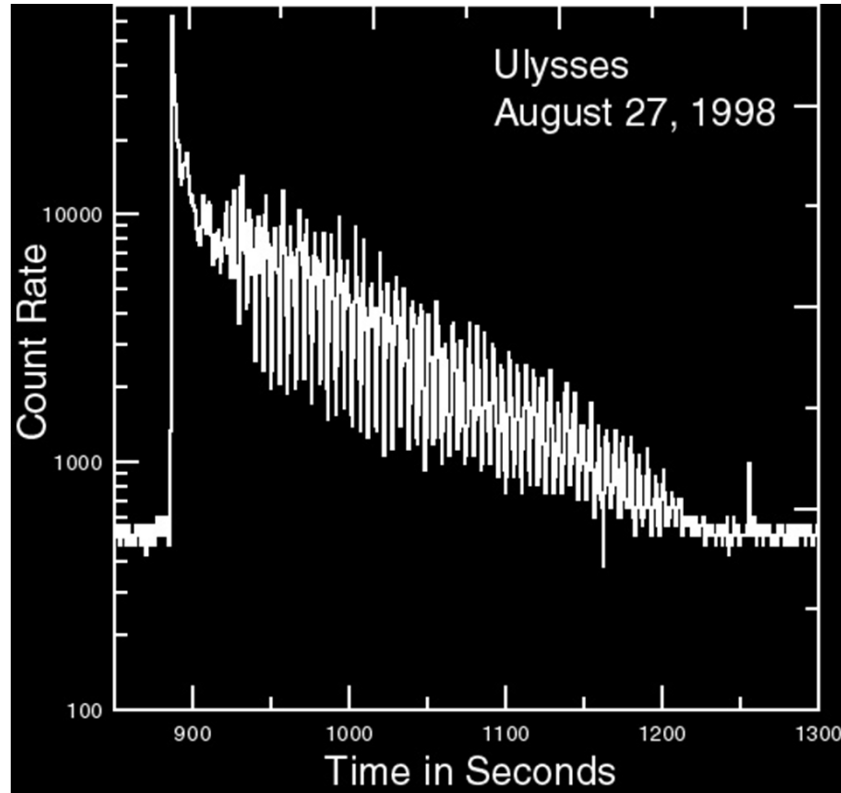
SGR 0525-66 (LMC, 5. 3. 1979, 6×10^{37} J)

Veněra 11, Veněra 12,
Helios 2, Pioneer
Venus, VELA, Prognosz
7, Einstein, ISEE (ICE)

Pozůstatek po explozi supernovy N 49 v LMC. Fotografie z HST zpracovaná v roce 2004 na základě dat pořízených v roce 2000 kamerou WFPC2.

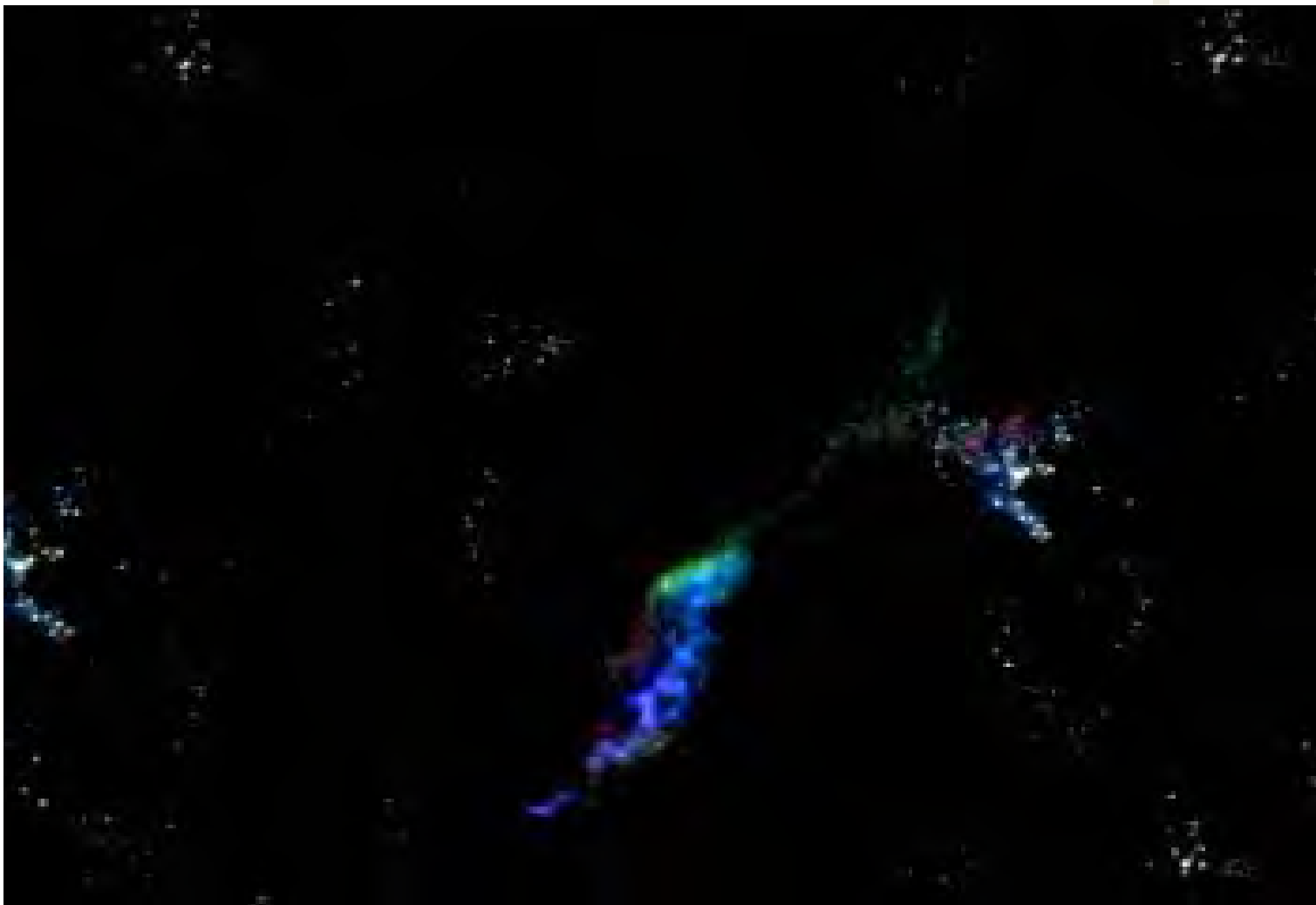


SGR 1900+14 (Orel, 20 kly, 27. 8. 1998, 2×10^{37} J)



Záblesk pozorovaly sondy Konus, Wind, Ulysses, Beppo-Sax, NEAR, RXTE a další, měřená perioda byla 5,2 sekundy.

SGR 1806+20 (Střelec, 50 kly, 27. 12. 2004, 2×10^{39} J)



Záblesk pozorovaly sondy SWIFT, INTEGRAL, RHESSI, VLA a další, měřená perioda byla 7,5 sekundy, ionizace horních vrstev atmosféry

Mlhoviny

- planetární mlhoviny
- zbytky supernov 10^{-8} T
- HI oblasti, molekulární mračna 10^{-7} T
- planet. mlhoviny v okolí červ. obrů (S Persei, VY Canis Majoris) 10^{-4} T
přirozený maser na 1,3 cm, VLBA

Zeemanův jev, polarizace záření

neplatnost Jeansova kriteria

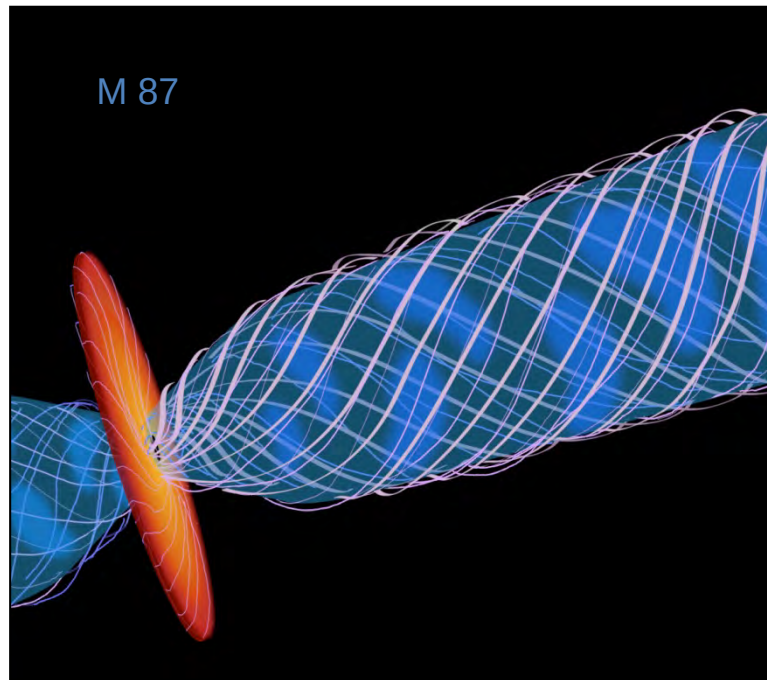
Meziganalaktické prostředí

Faradayova rotace synchrotronního záření radiogalaxií

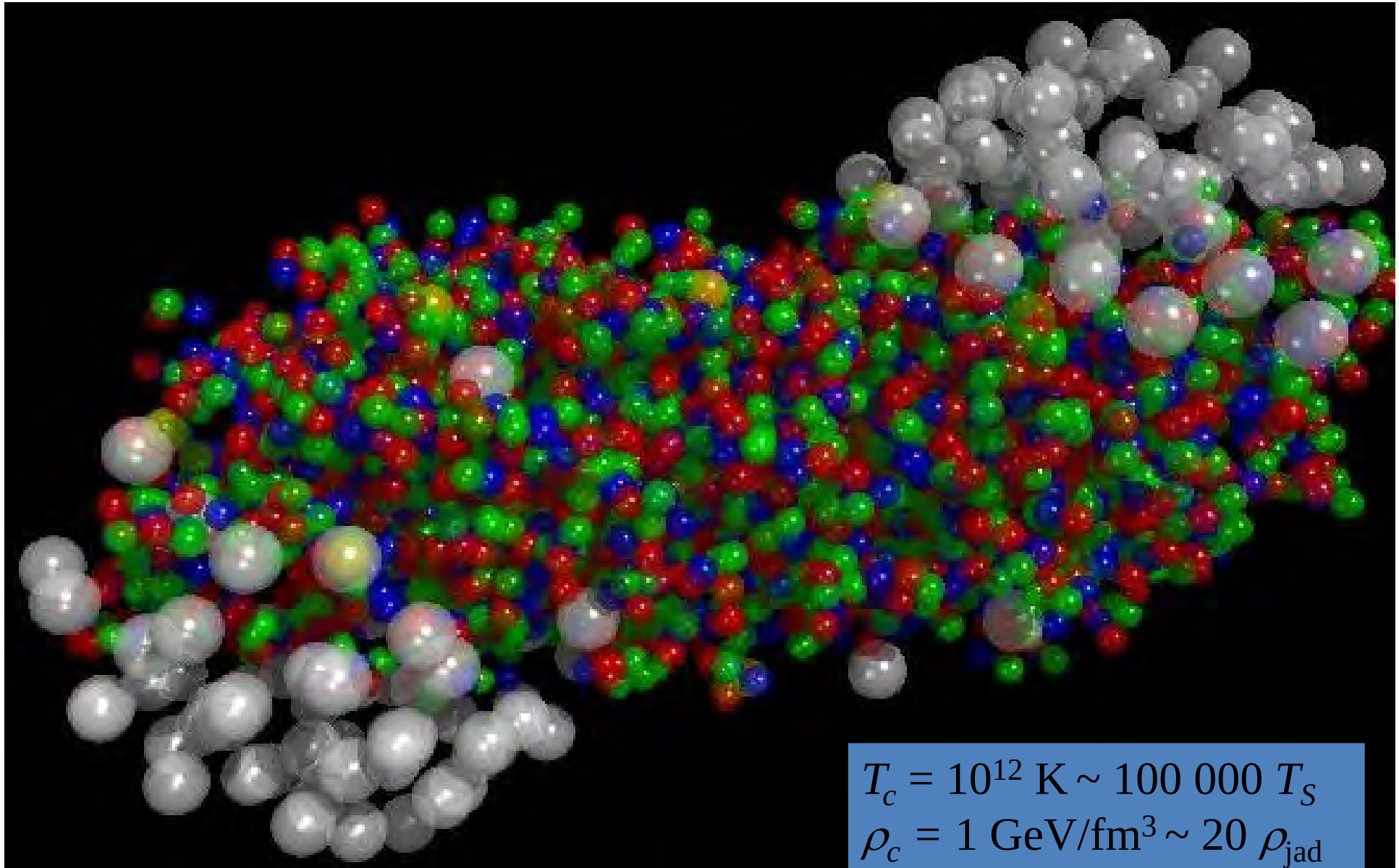
10^{-10} až 10^{-9} T

zdroje:

- výtrysky z černých děr?
- srážky galaxií?



QGP – CERN, 2000



CERN

Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire,
Evropské centrum jaderného výzkumu.

Komplex urychlovačů a laboratoří na pomezí Švýcarska
a Francie založený v roce 1954. Na výzkumu se podílí
20 členských zemí včetně České republiky.



CERN – úspěchy

- vznik www stránek
- objev neutrálních toků
- objev intermediálních částic slabé interakce
- příprava antivodíku
- příprava kvark-gluonového plazmatu

