



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁČE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA

SPOLOČNE BEZ HRANÍČ

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



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J



Hvezdáreň v Partizánskom
Hvězdárna Valašské Meziříčí



Tato akce je realizována s finanční
výpomocí Zlínského kraje



Kam letí vesmírná sonda ROSETTA ?



motto:

Prečo vysielame drahé kozmické sondy do d'alekého cudzieho vesmíru, keď „náš domov“ tu na Zemi má mnoho oveľa vážnejších problémov ?

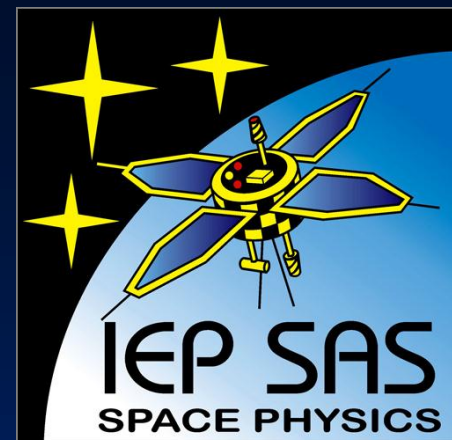
Aby nám pomohli pochopiť:

ČO je „náš domov“ a
KDE sa vlastne nachádza ...

(parafrázované z [] National Geographic)

Ústav experimentálnej fyziky SAV

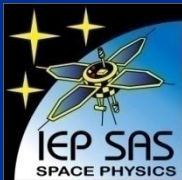
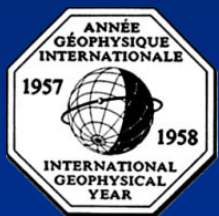
Oddelenie kozmickej fyziky



Z histórie košického kozmického výskumu

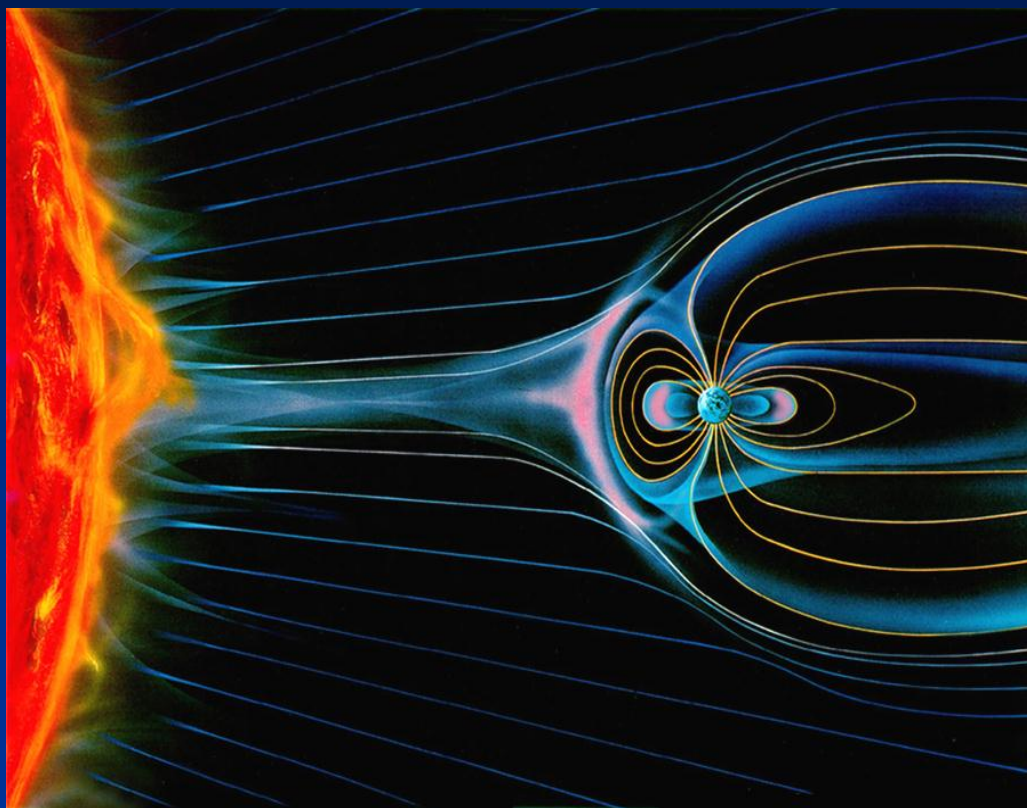
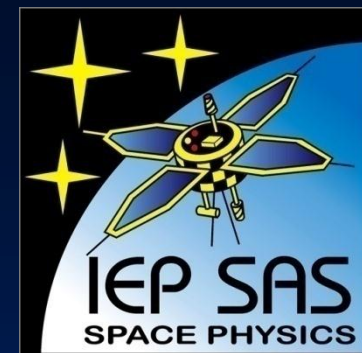


Prof. Juraj Dubinský
(*1914 – †1994)



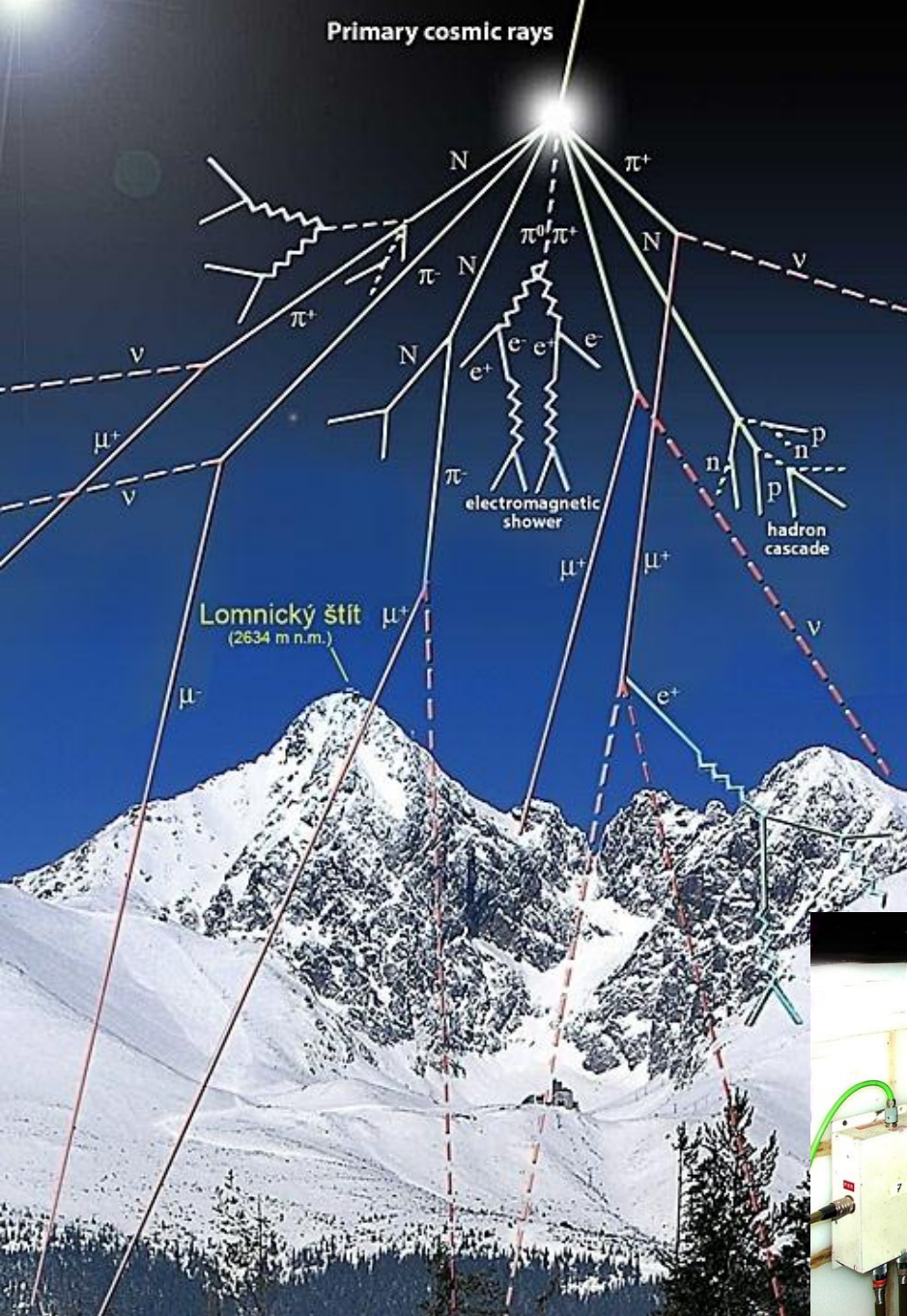
- ❑ 1957/58 – Medzinárodný geofyzikálny rok: Pozemné merania KŽ – Neutrónový monitor na Lomnickom štíte
- ❑ 1966 – Prihlásenie do programu Interkozmos
- ❑ 1969 – založenie Ústavu experimentálnej fyziky SAV
- ❑ 1970 – prvé vedecké experimenty na orbite s účasťou ÚEF (PG-1, vývoj UK Praha, Interkozmos-3)
- ❑ 1972 – prvé nukleárne emulzie z ÚEF v kozme (Interkozmos-6)
- ❑ 1977 – prvá automatická vedecká aparátúra skonštruovaná na ÚEF na orbite (SK-1 na palube satelitu Interkozmos-17)
- ❑ Odvtedy viac ako 20 vedeckých aparátúr v kozme skonštruovaných priamo na ÚEF, prípadne so spoluúčasťou ÚEF.

Vedecko-výskumné zameranie Oddelenia kozmickej fyziky ÚEF SAV



Kozmická fyzika:

Výskum fyzikálnych vzťahov v Slnčnej sústave, predovšetkým v systéme Slnko – Zem a to najmä prostredníctvom slnečných energetických častíc a galaktického kozmického žiarenia.



Registrácia kozmického žiarenia na
Lomnickom štíte (2634 m. nm) má
 tradíciu už od 50-tych rokov 20. storočia,
 OKF ho zabezpečuje dodnes

(<http://neutronmonitor.ta3.sk>)





SK-1
Interkozmos-17 (1977)



DOK-T
Prognoz-10 (1981)



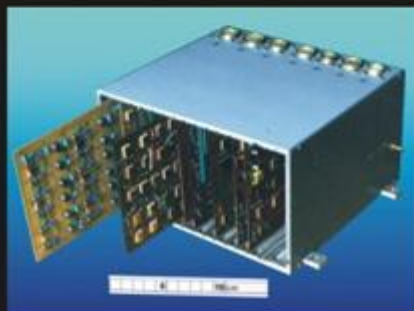
DOK-1
Intershock (1985)



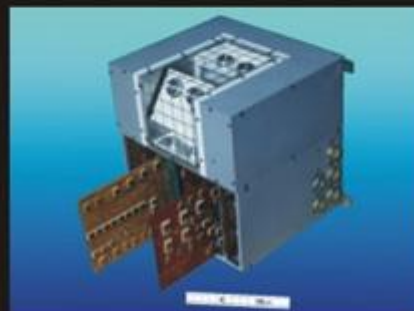
SPE-1
Active (1989), MIR (1996)



DOK-S
Active (1989)...1996 (4x)



SONG-E
Coronas-I (1994), -F.(2001)



DOK-2
Interball (1995, 1996)



SLED-2
MARS-96 (1996)



ESS
ESA-Rosetta (2004)



NUADU
Double Star (2004)

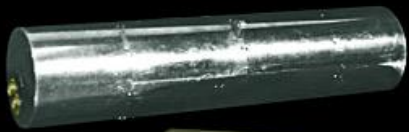


PEEL
HotPay-2 (2008)



MEP-2
Spectrum-R (2011)

Satelity typovej série **AUOS-Z**



SK-1
INTERKOZMOS - 17
(1977)



SPE-1
ACTIVE
(1989)



SONG
CORONAS-I
(1994)
CORONAS-F
(2001)



Satelity typovej série **PROGNOZ**

DOK-T

PROGNOZ-10

(1981)

DOK-1

INTERSHOCK

(1985)

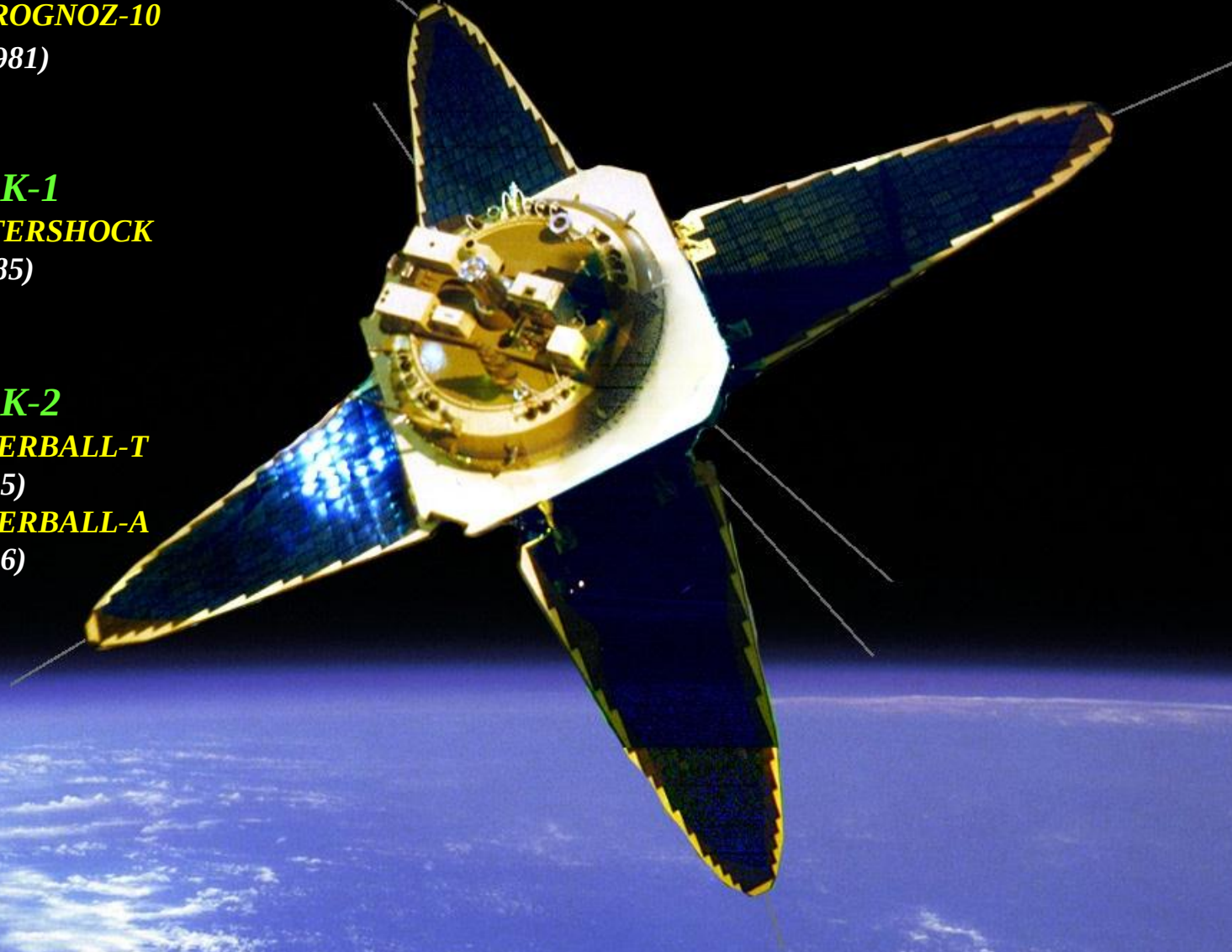
DOK-2

INTERBALL-T

(1995)

INTERBALL-A

(1996)



Satelity typovej série **MAGION**

DOK-S (s FEI-TUKE)



MAGION-2, ACTIVE (1989)

MAGION-3, APEX (1991)

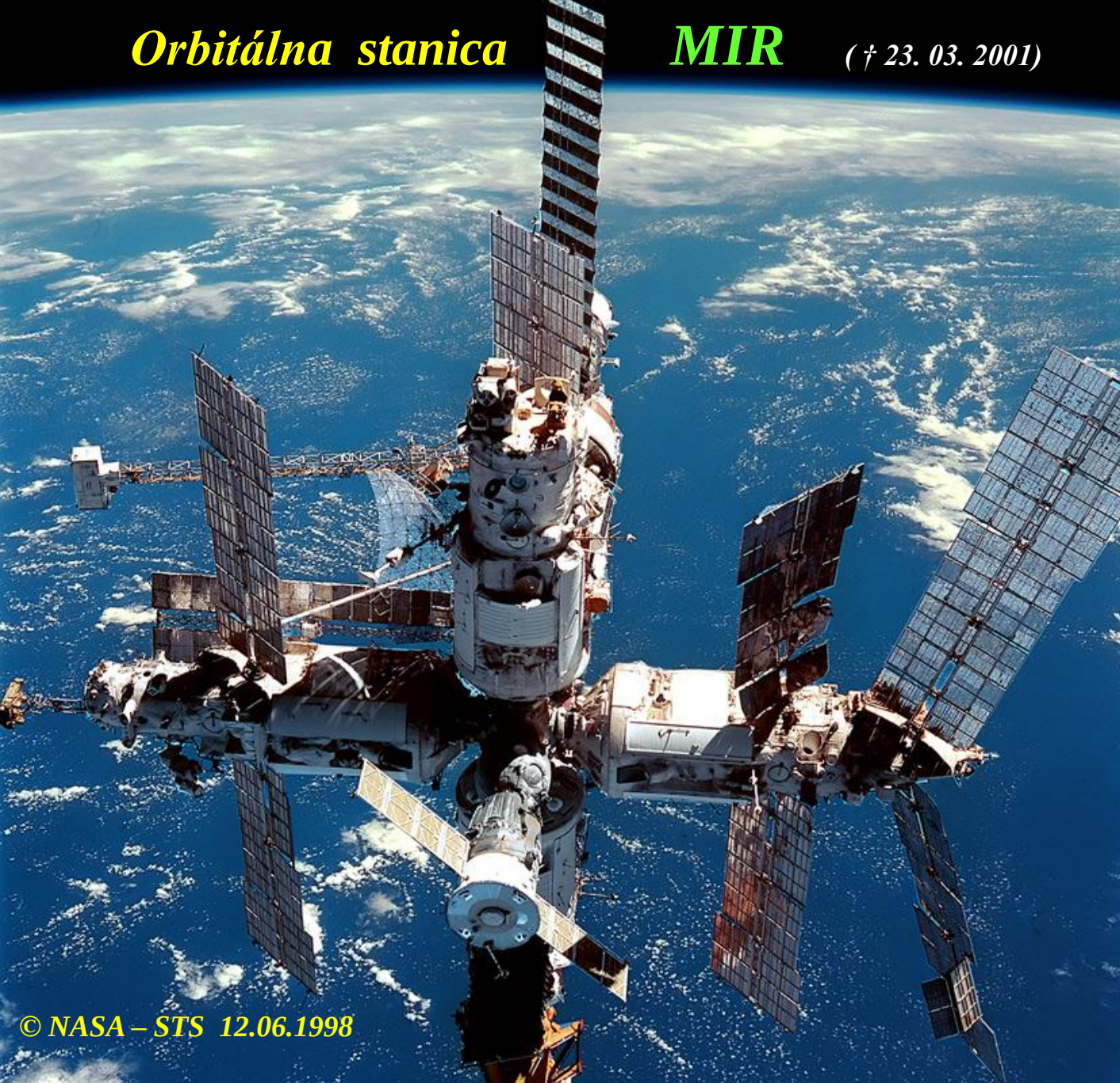
MAGION-4, INTERBALL-T (1995)

MAGION-5, INTERBALL-A (1996)

Orbitálna stanica

MIR

(† 23. 03. 2001)



SPE-1M (1996)

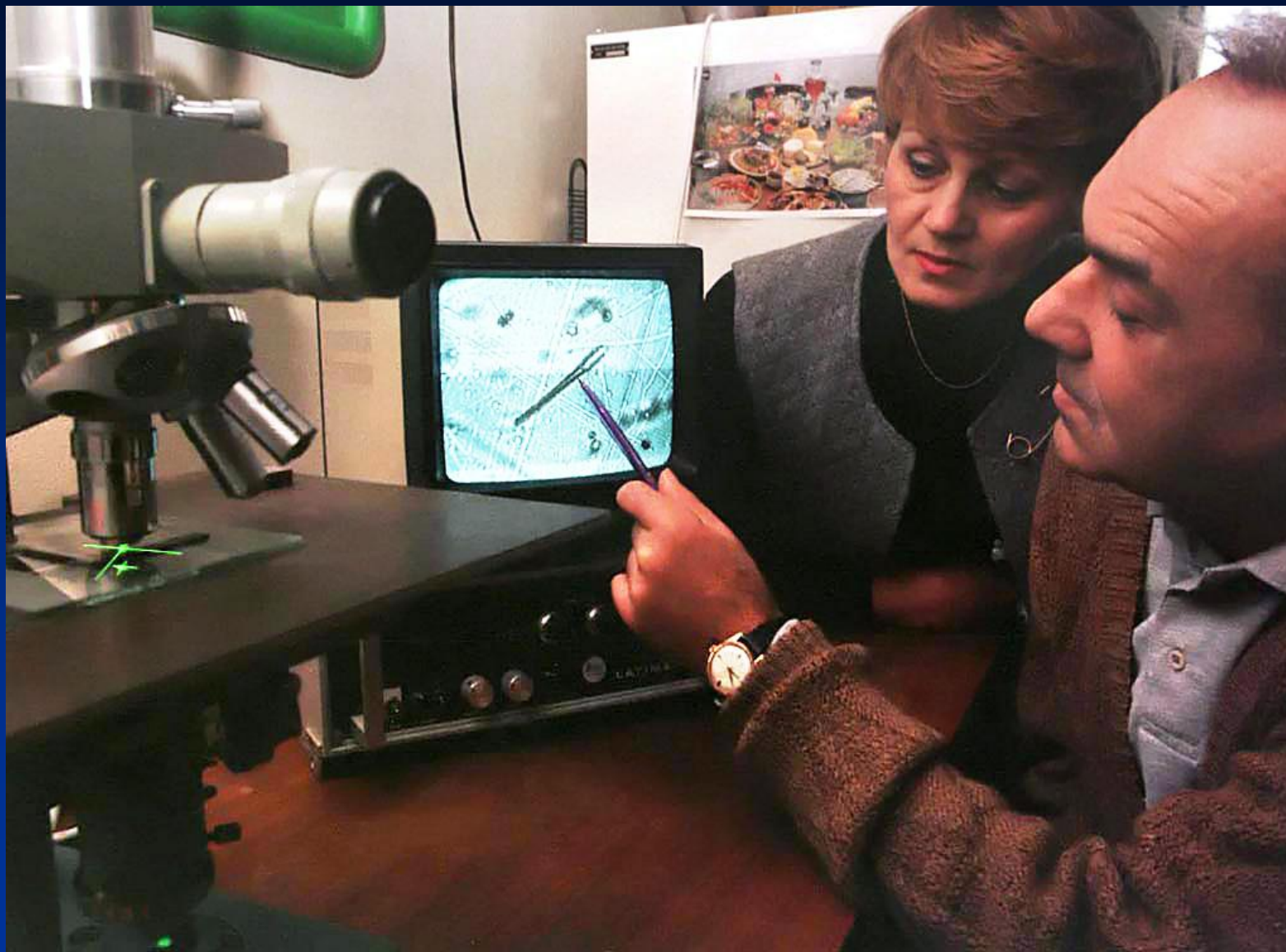


DOZIMETRIA
Misia ŠTEFÁNIK
(1999)



Ivan BELLA

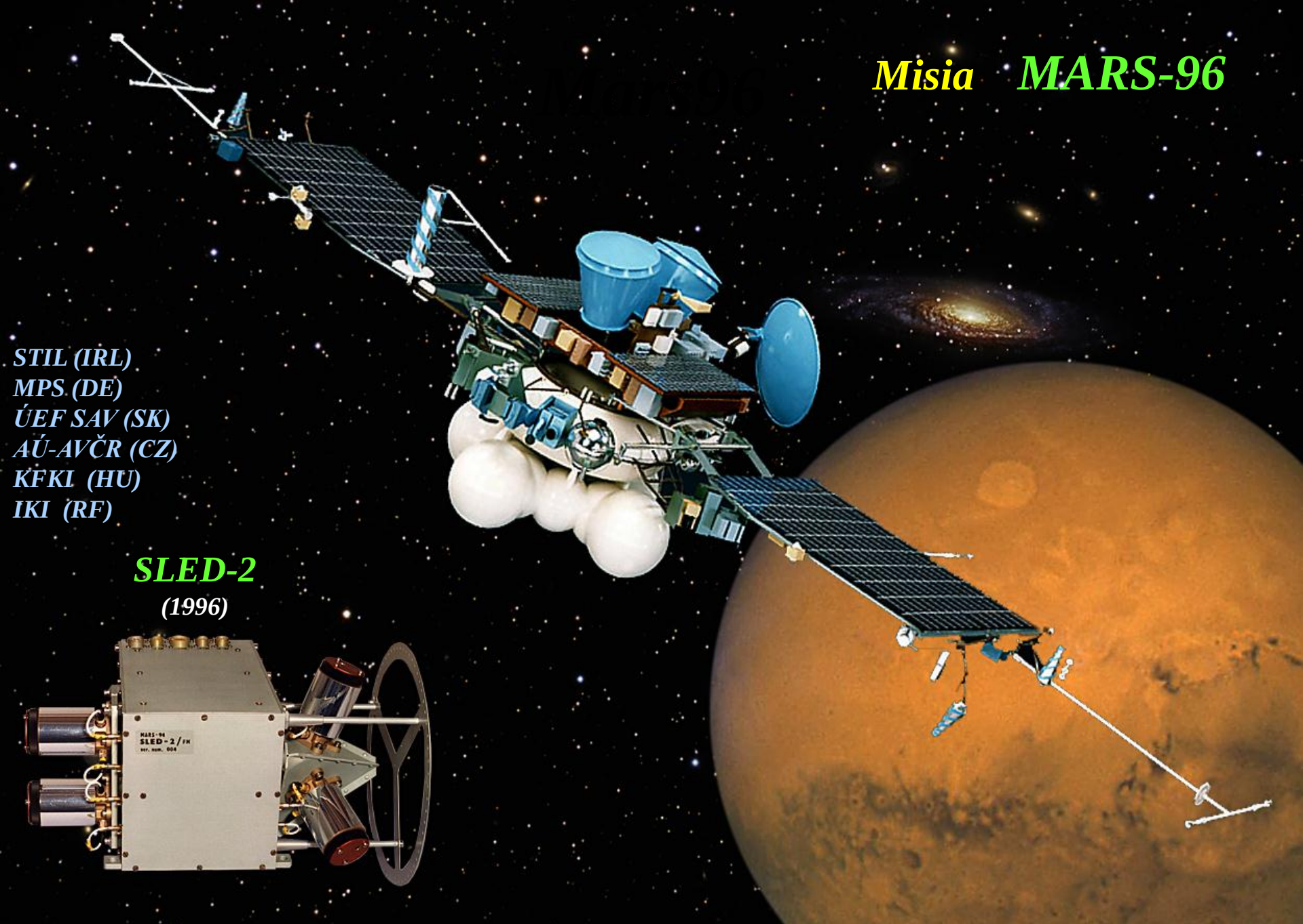
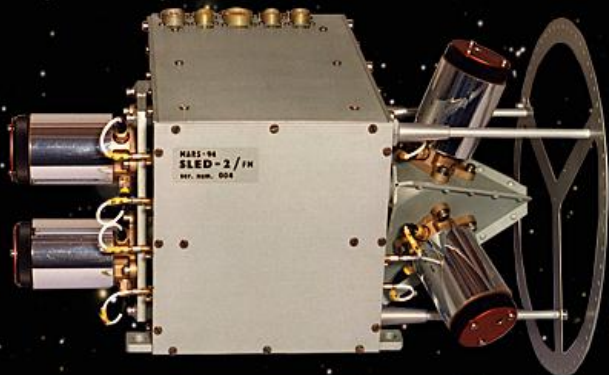
© NASA – STS 12.06.1998



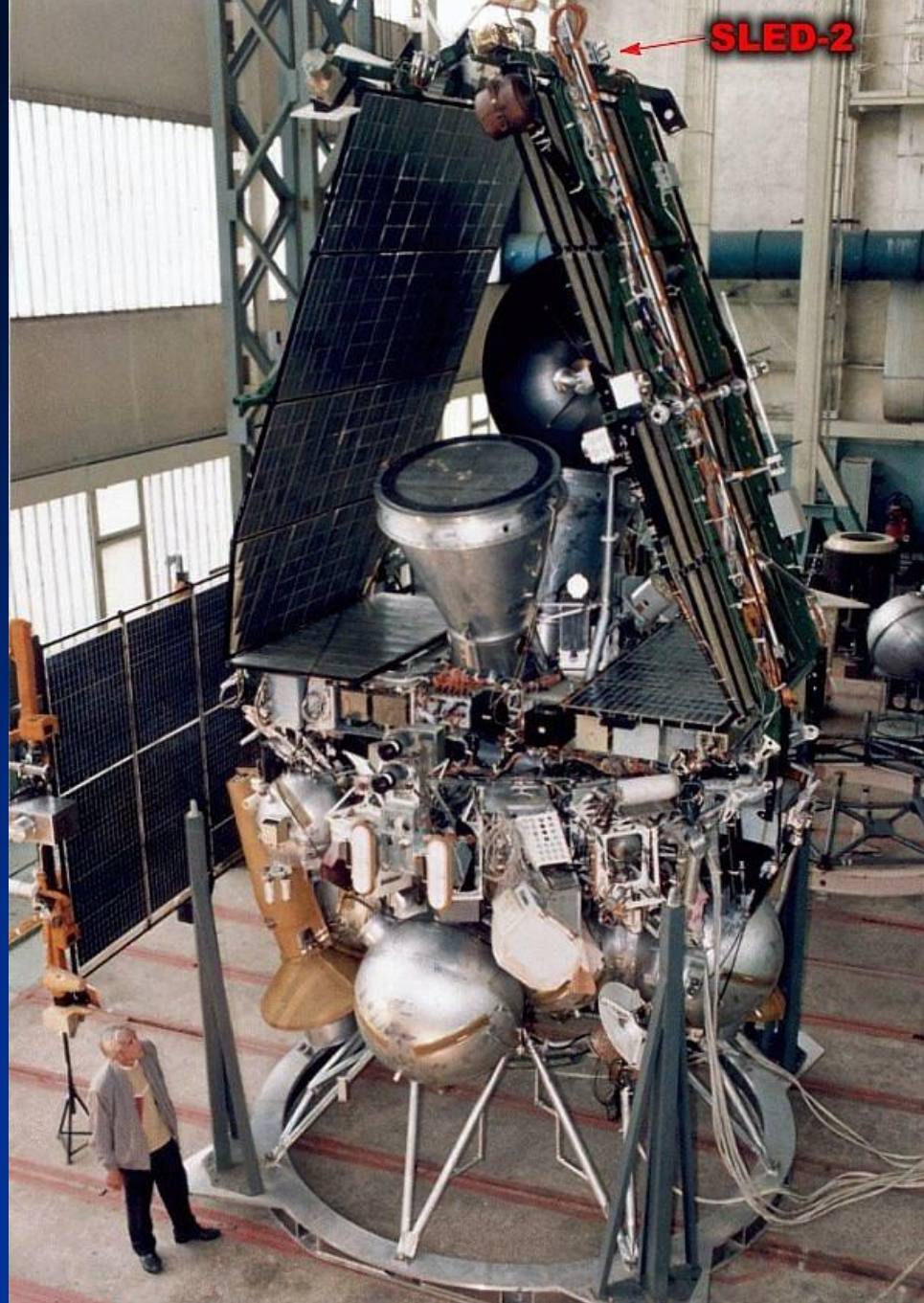
Misia **MARS-96**

STIL (IRL)
MPS (DE)
ÚEF SAV (SK)
AÚ-AVČR (CZ)
KFKI (HU)
IKI (RF)

SLED-2
(1996)







Credit:



Štart MARS-96 z kozmodrómu Bajkonur 16. 11. 1996

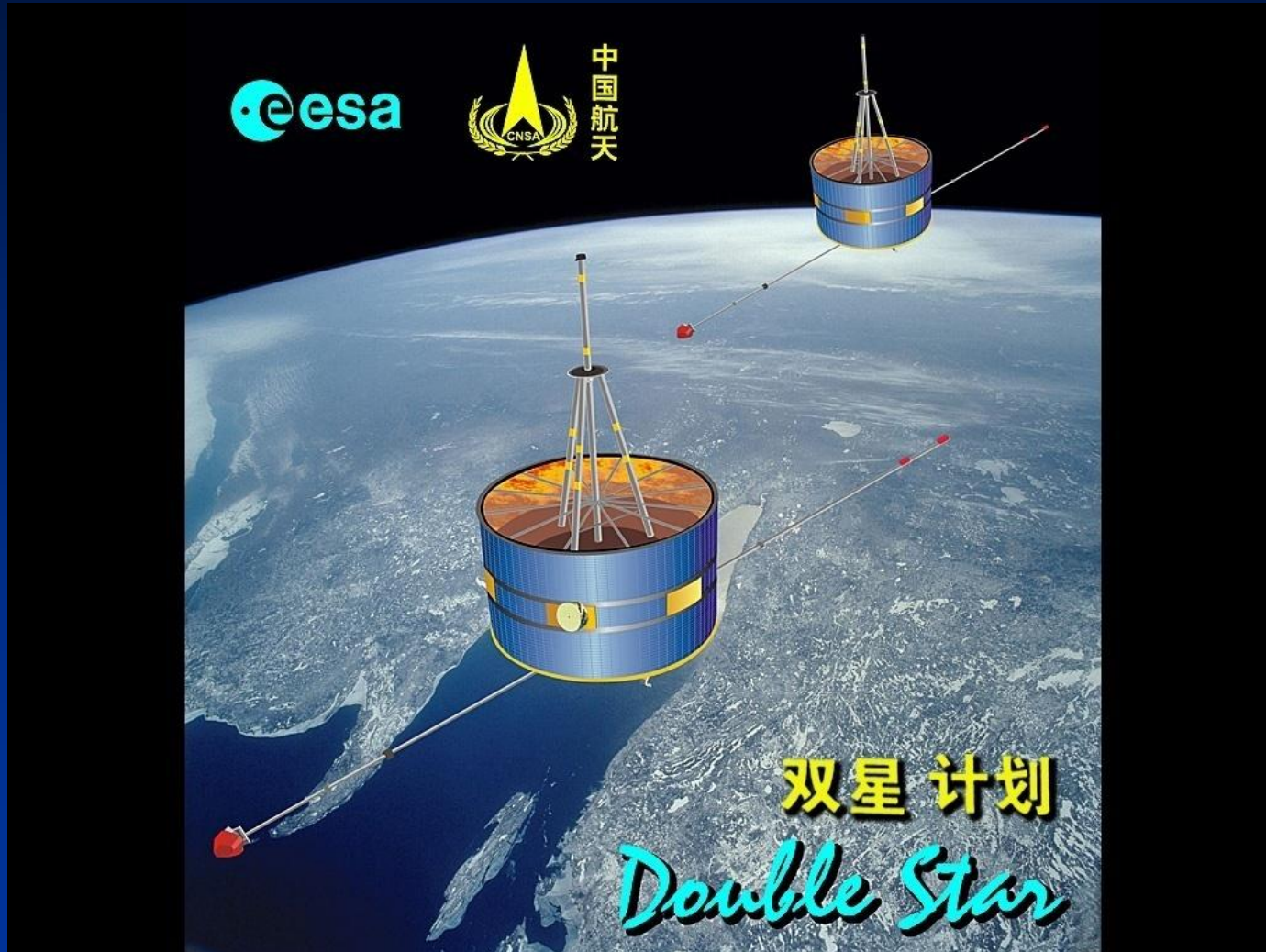


Sonda **MARS-96** nedosiahla únikovú rýchlosť zo Zeme kvôli poruche raketového motora. Po dvoch orbitách Zeme zanikla v južnom Pacifiku.

Spoločný vývoj aparatury SLED-2 so „západnými“ pracoviskami kozmického výskumu (**STIL, MPS**) však položil základy ďalšej spolupráce a umožnil ÚEF podieľať sa na ich projektoch v rámci ESA (**Double Star, Rosetta, BepiColombo**).

Kozmický projekt Double Star

(Dvojhviezda, Shuang Xing)



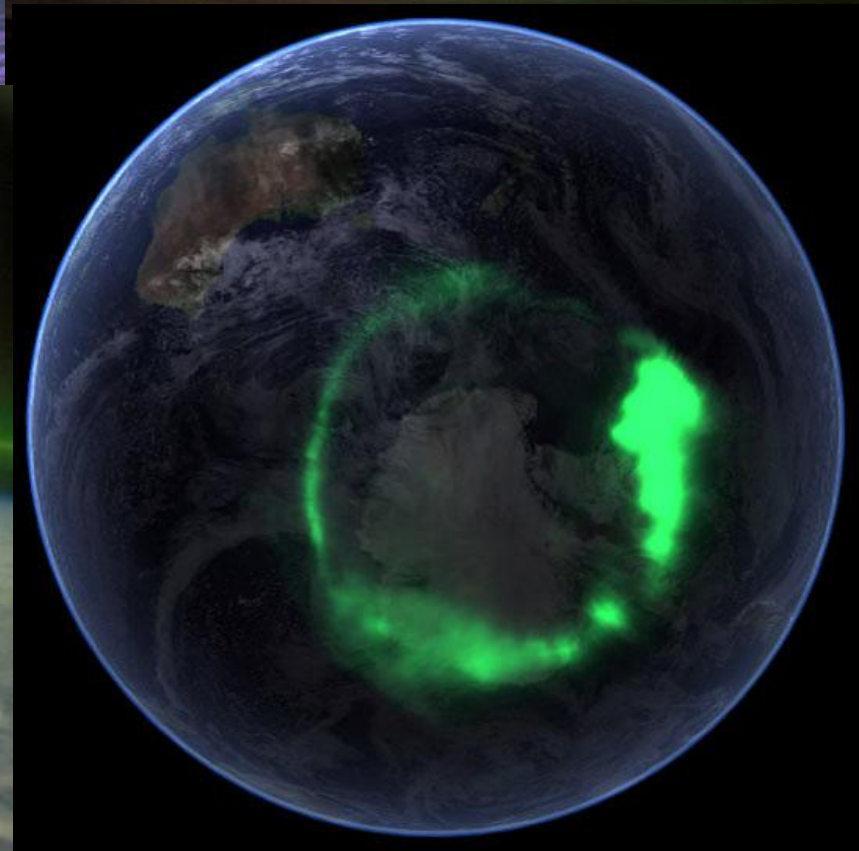
ESA - CLUSTER 2



Credit:







Orbity TC-1 a TC-2 v Magnetosfére

Slniečny vietor

Rázová vlna

Plášť magnetosféry

Hraničná zóna (magnetopauza)

Smer magnetických siločiar

TC-2

TC-1

Neutrálna zóna

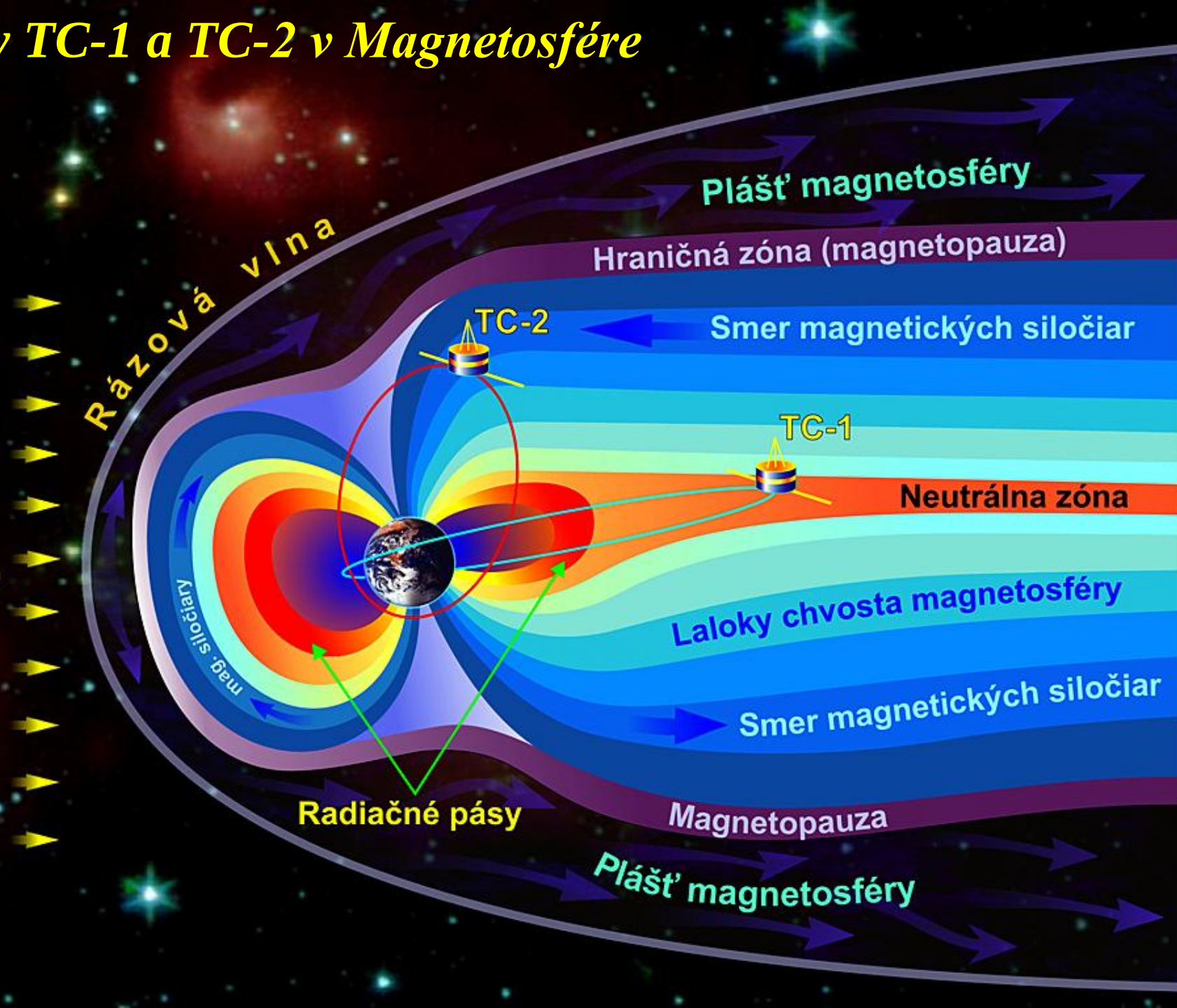
Laloky chvosta magnetosféry

Smer magnetických siločiar

Radiačné pásy

Magnetopauza

Plášť magnetosféry

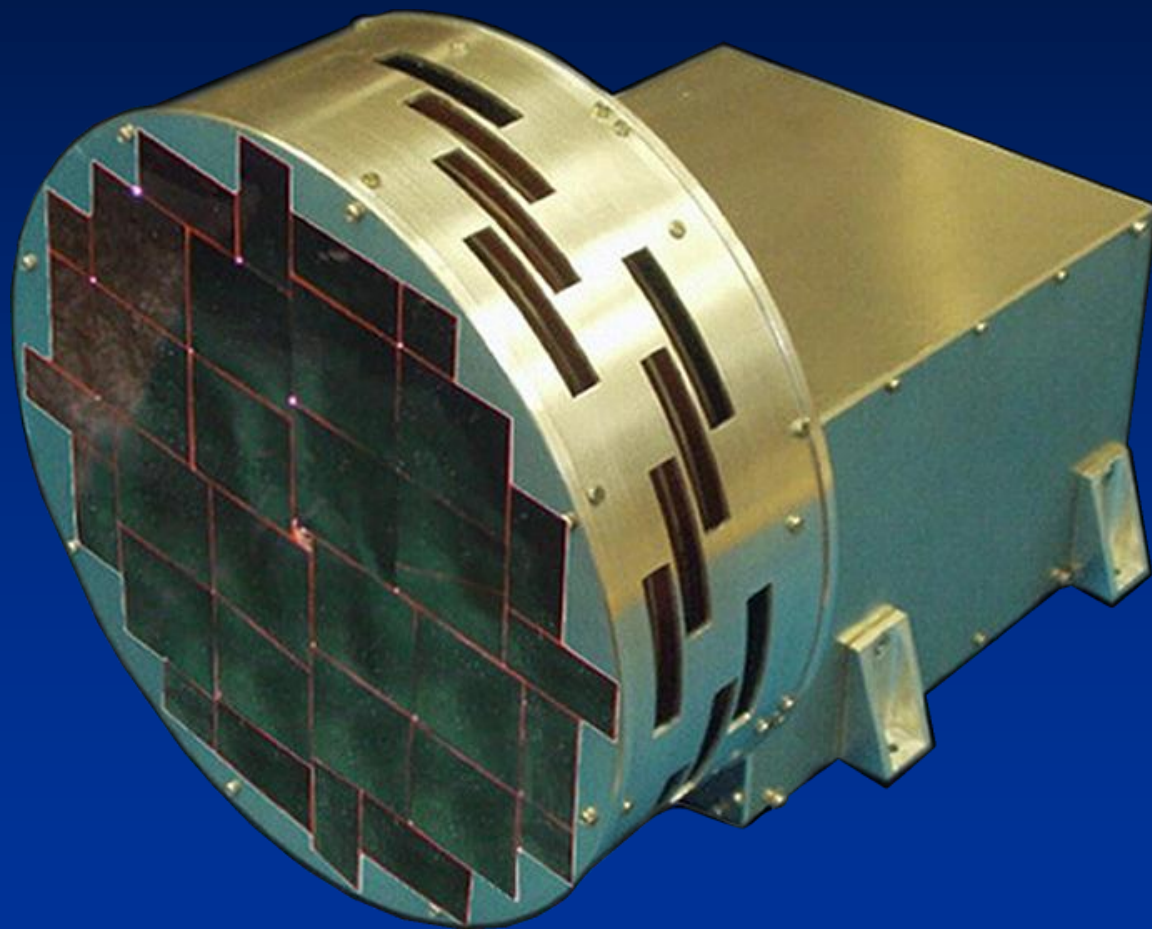




Double Star

NUADU

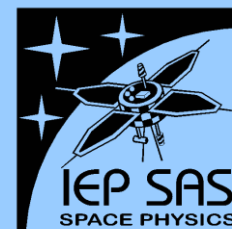
Neutral Atom Imager



esa

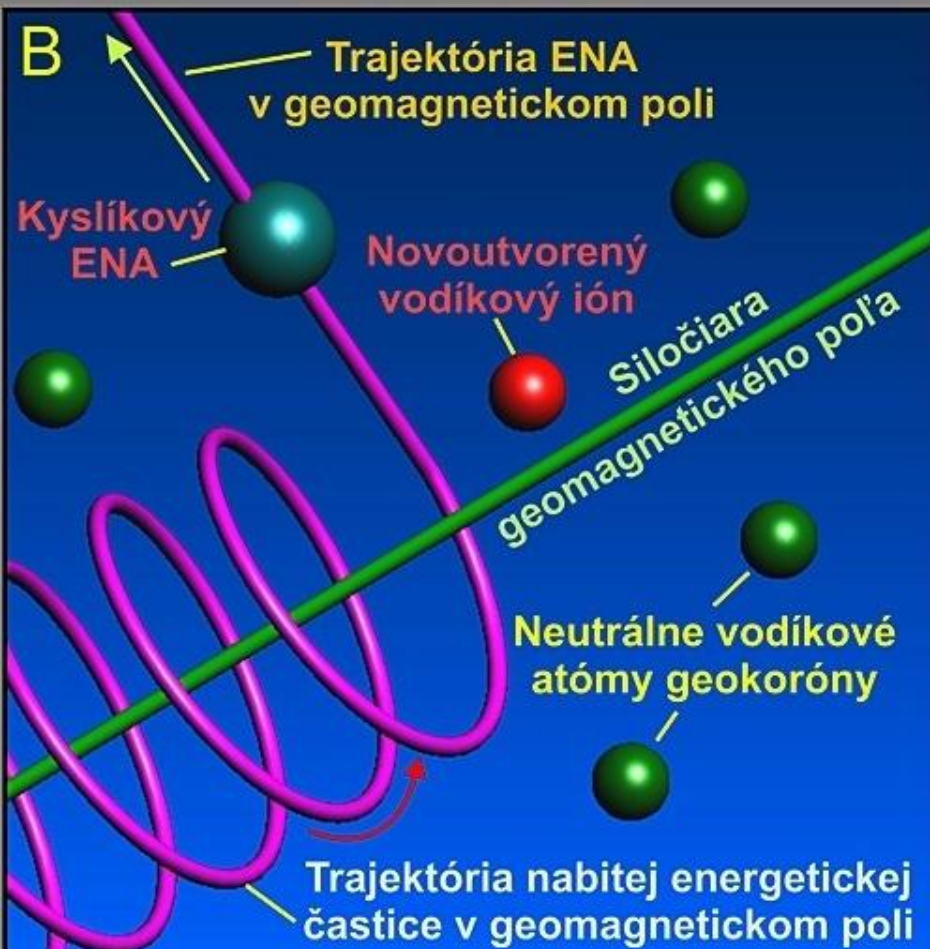
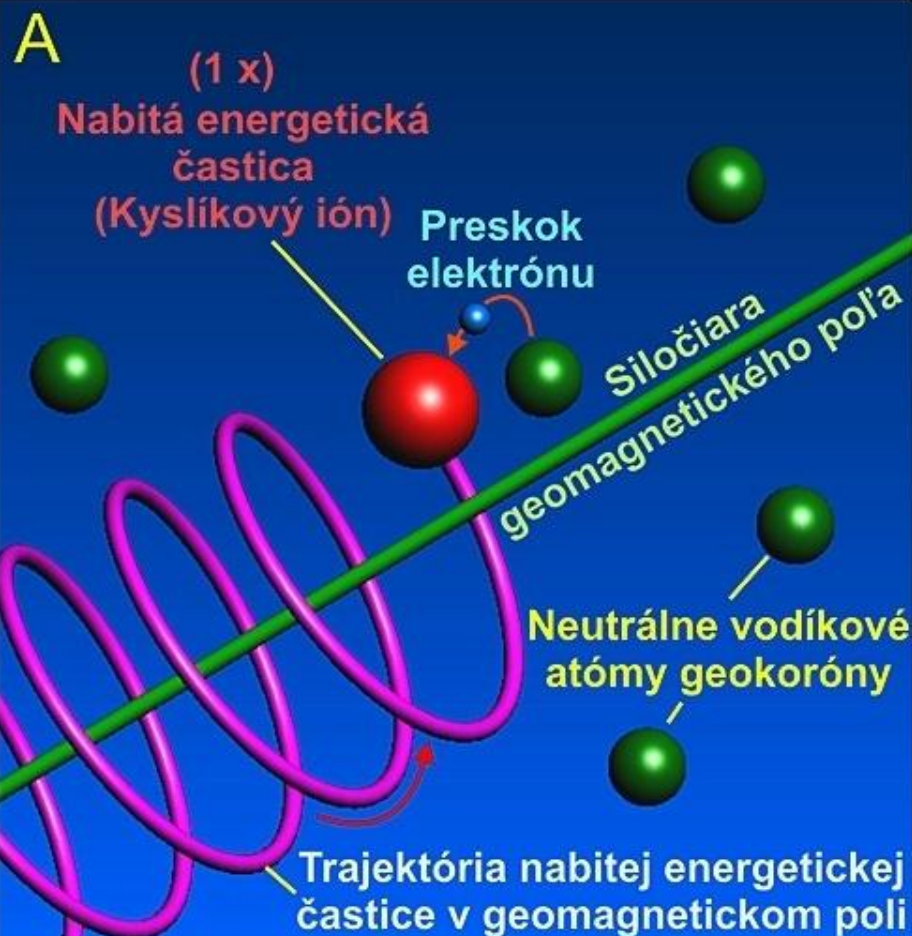


IRF

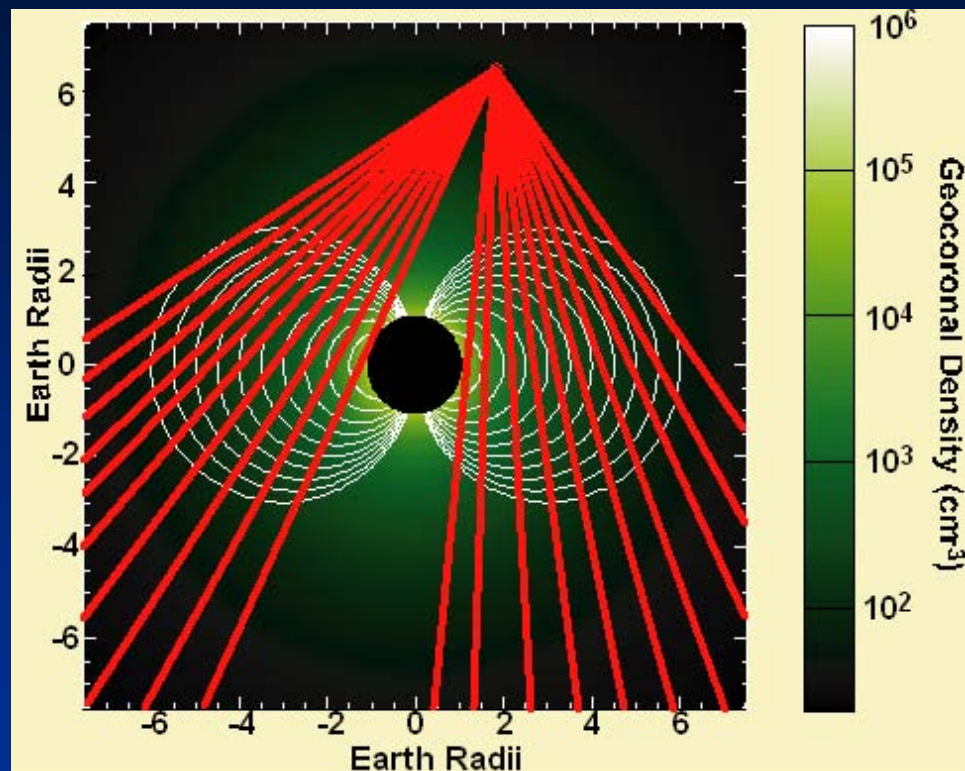
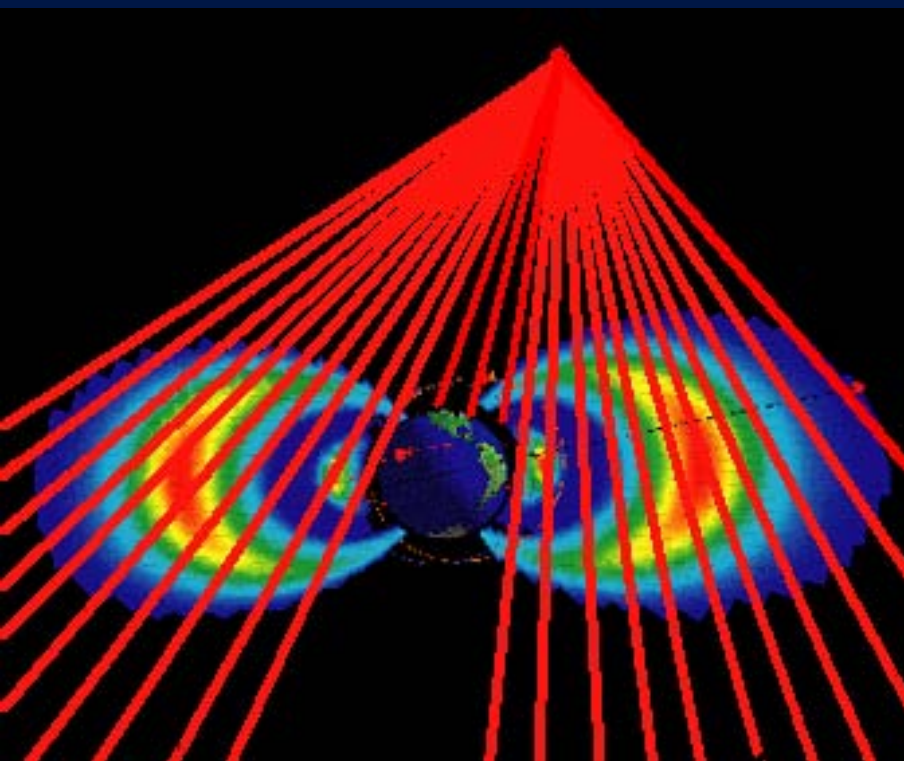


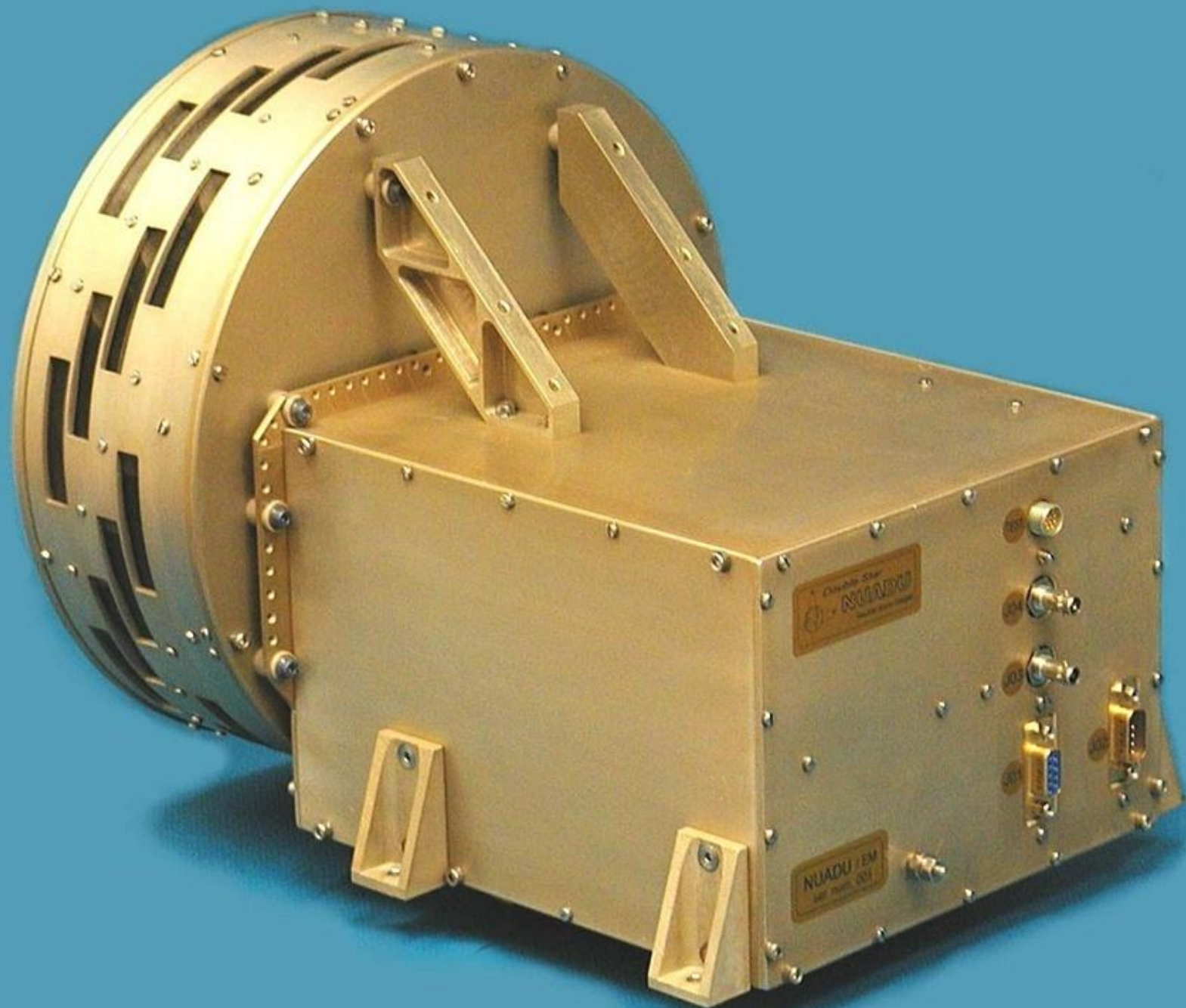
cnes

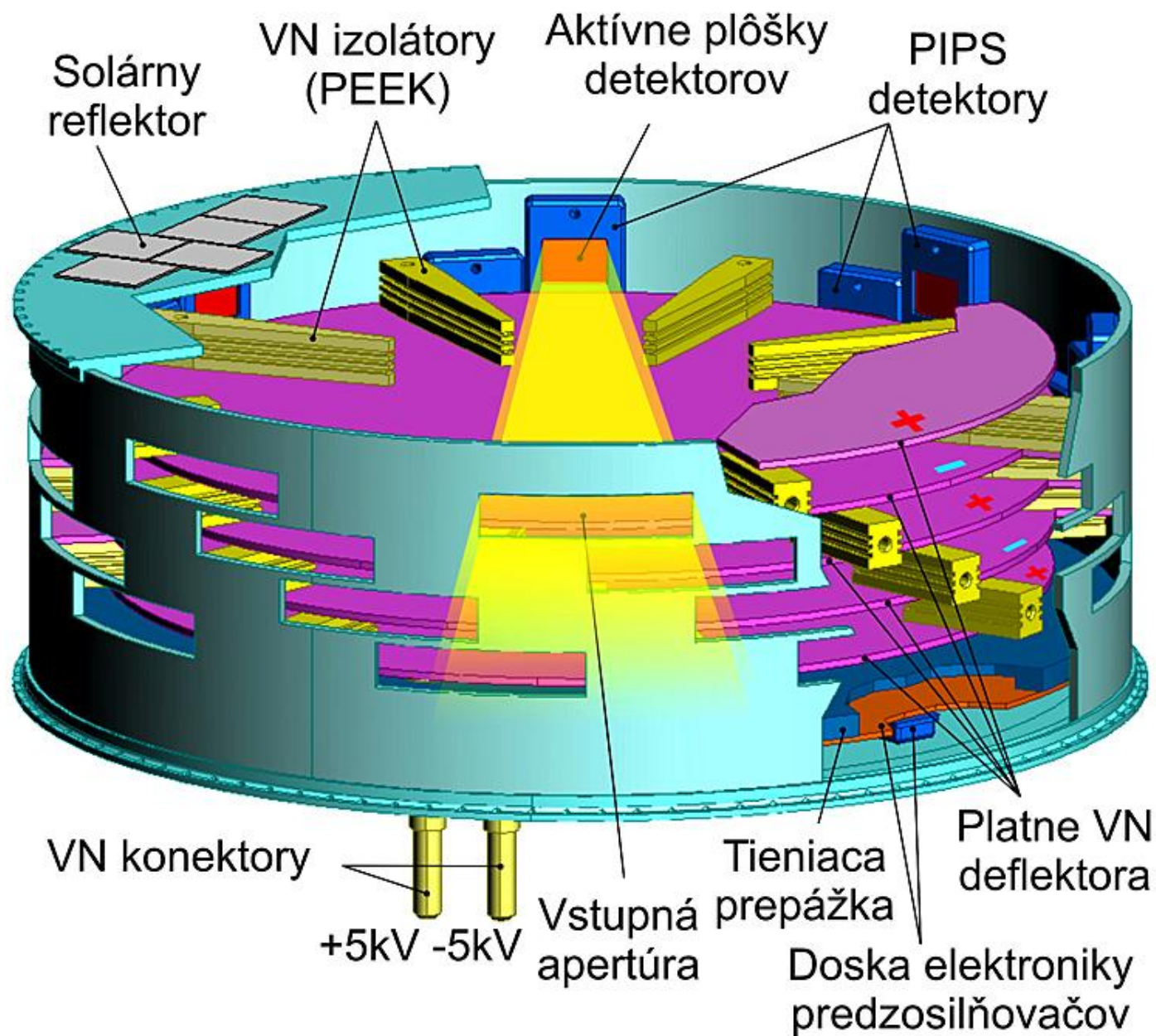
Generovanie ENA v magnetosfére Zeme



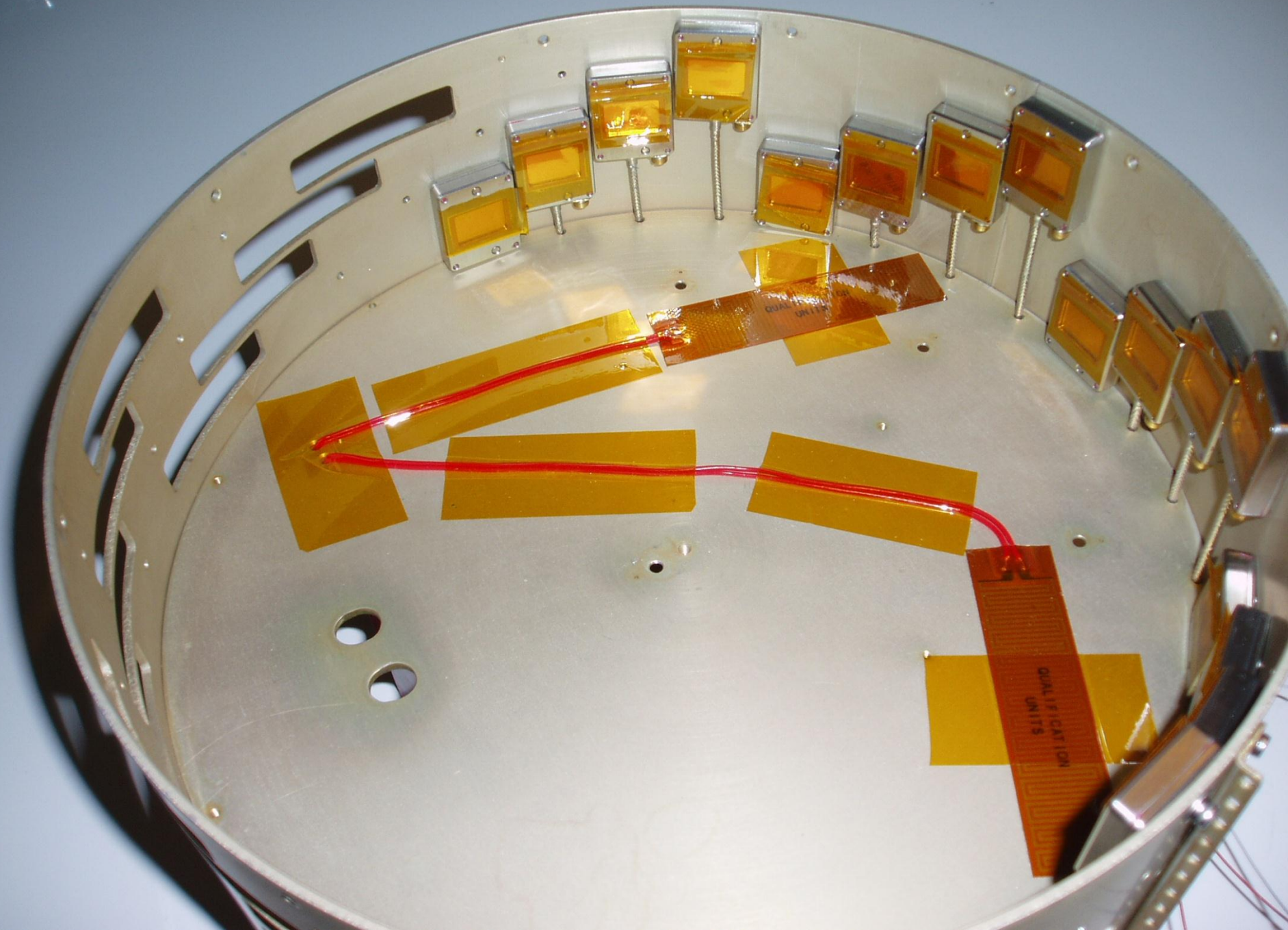
ENA-imaging

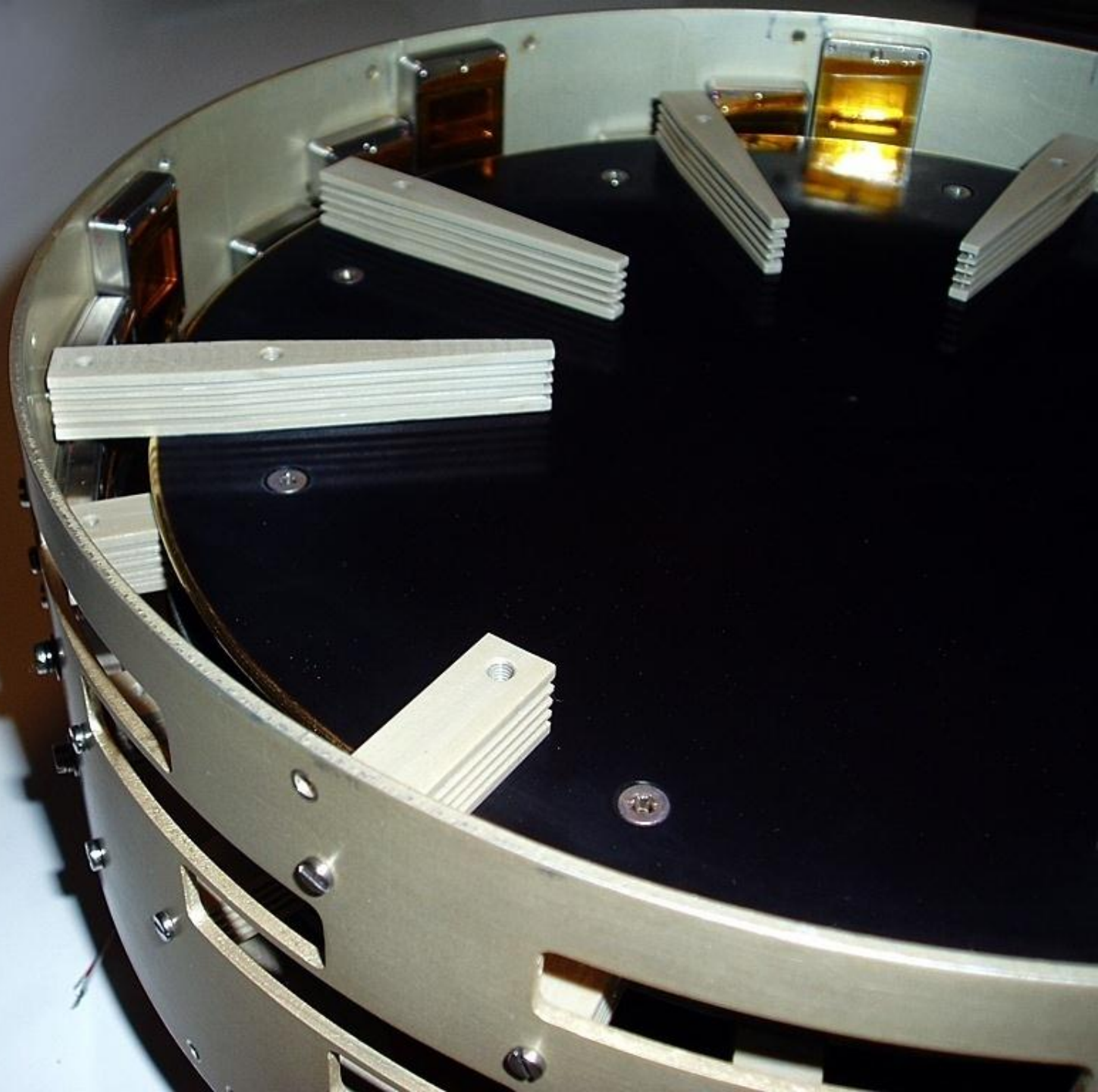


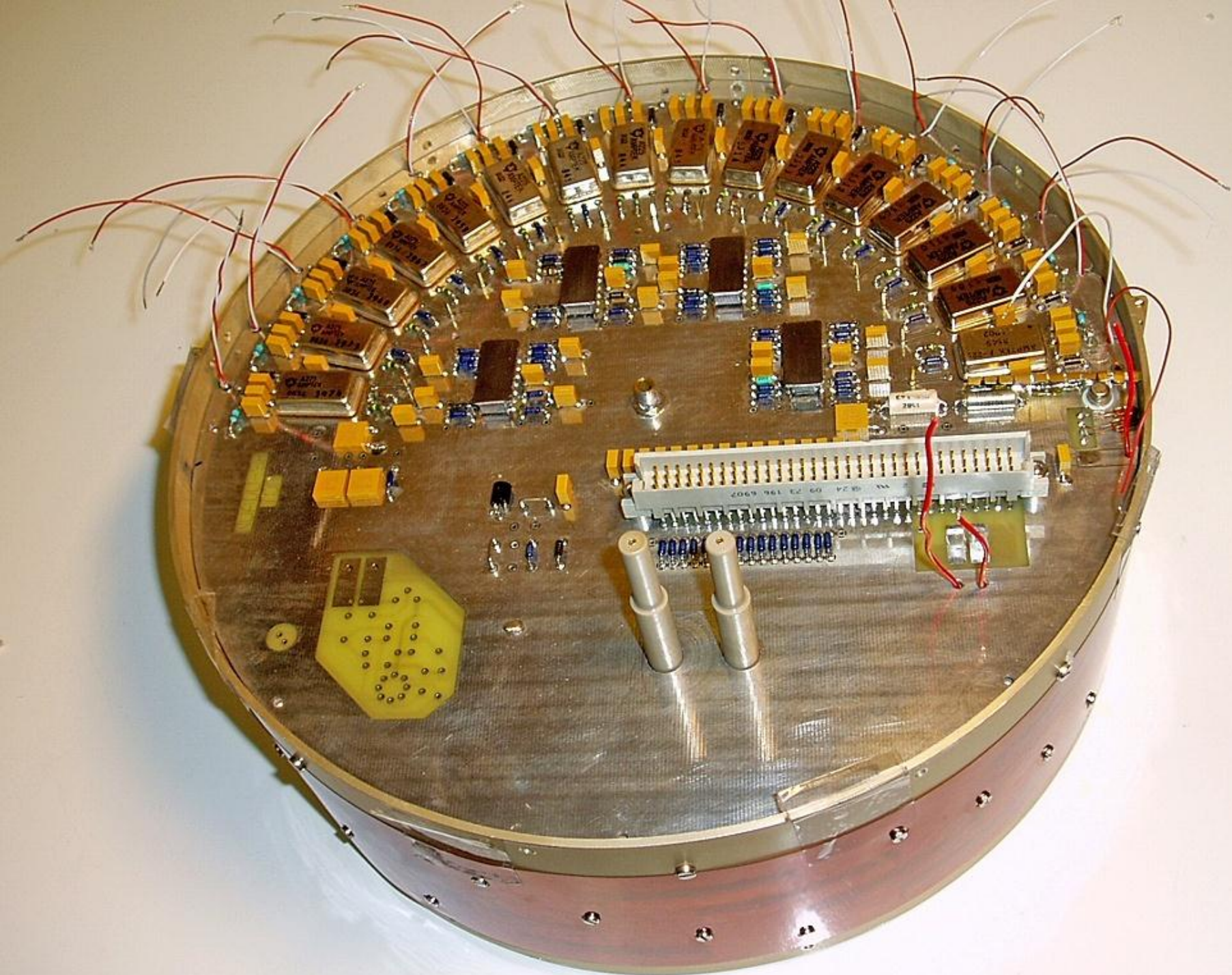


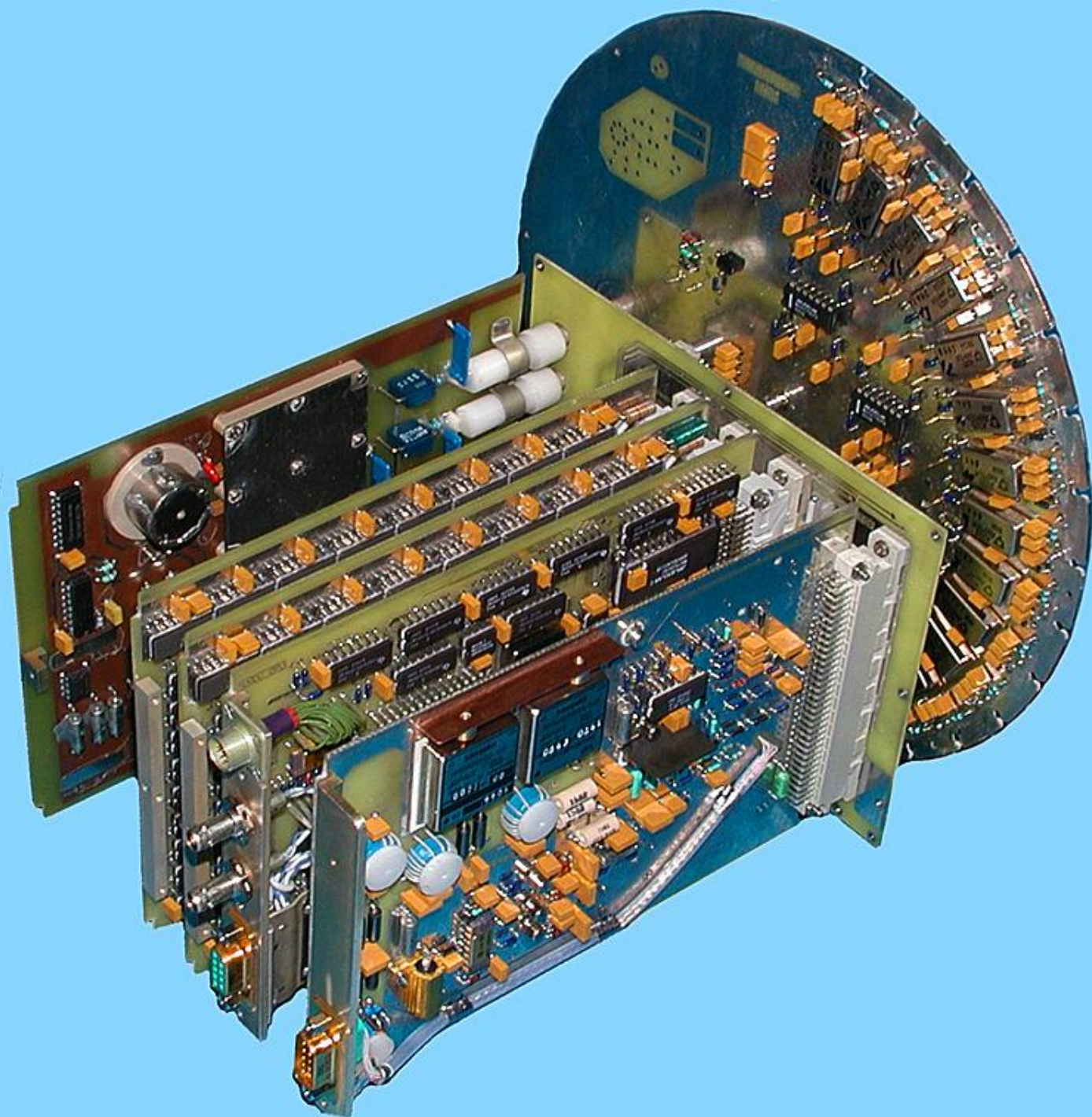


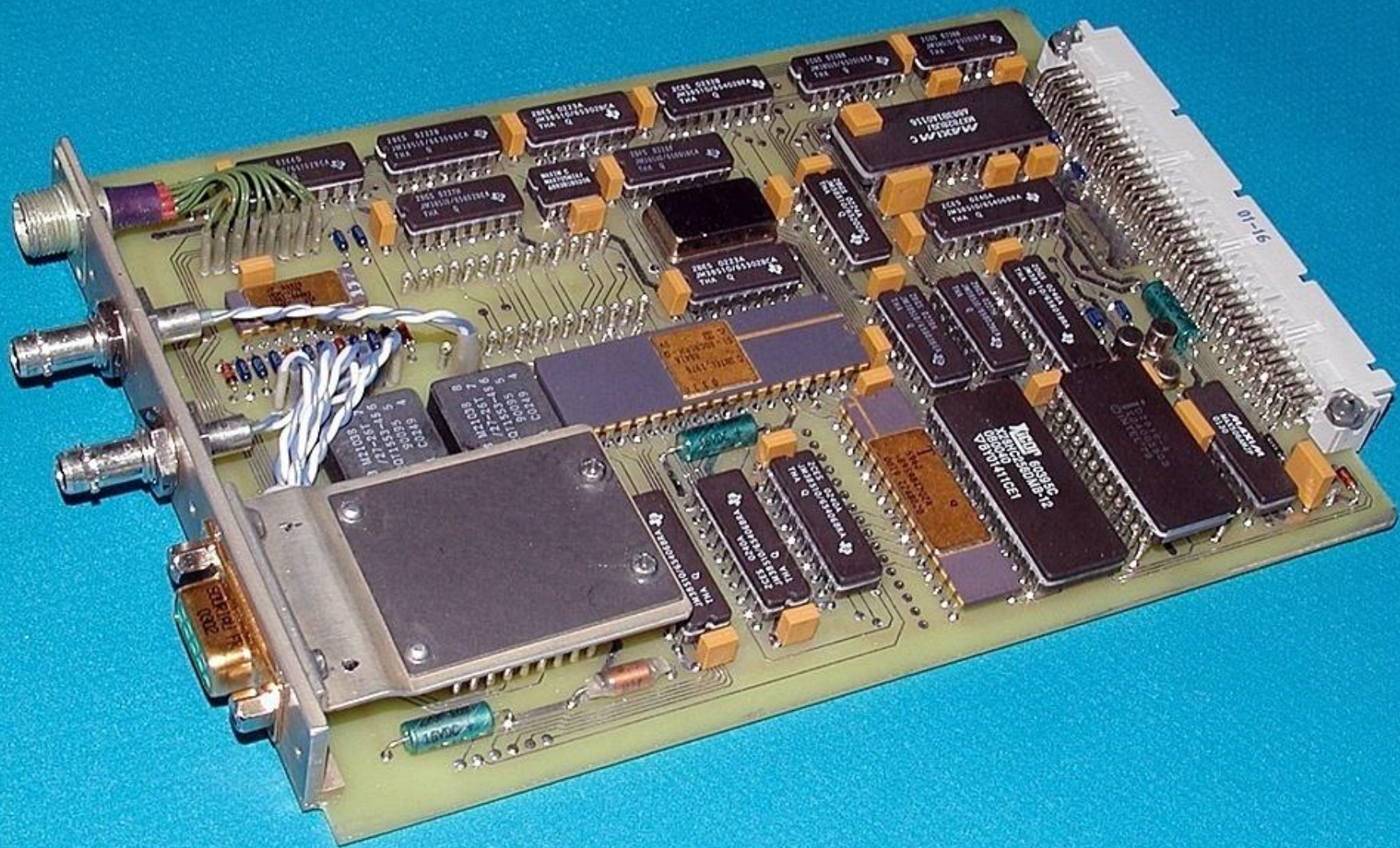










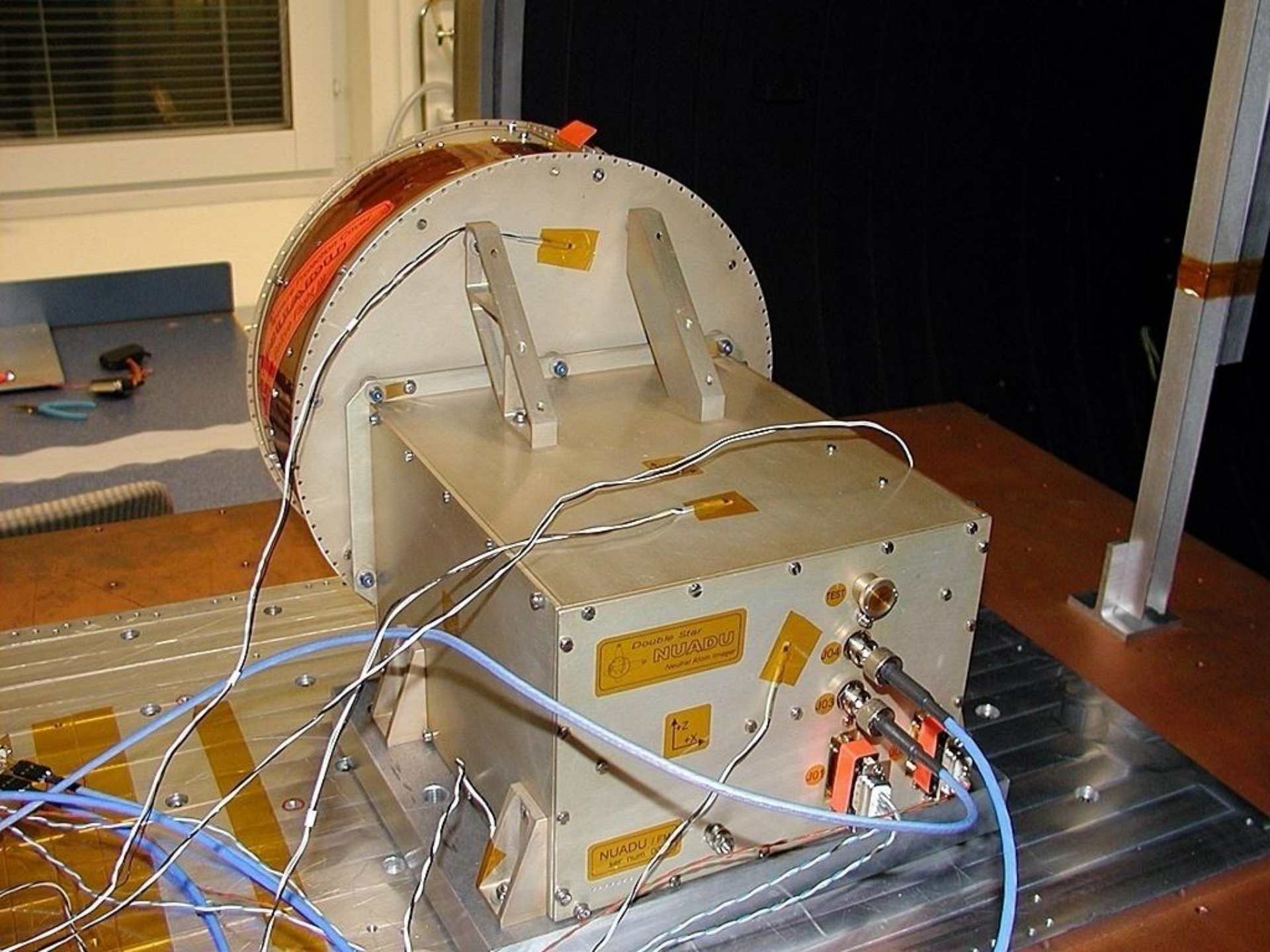


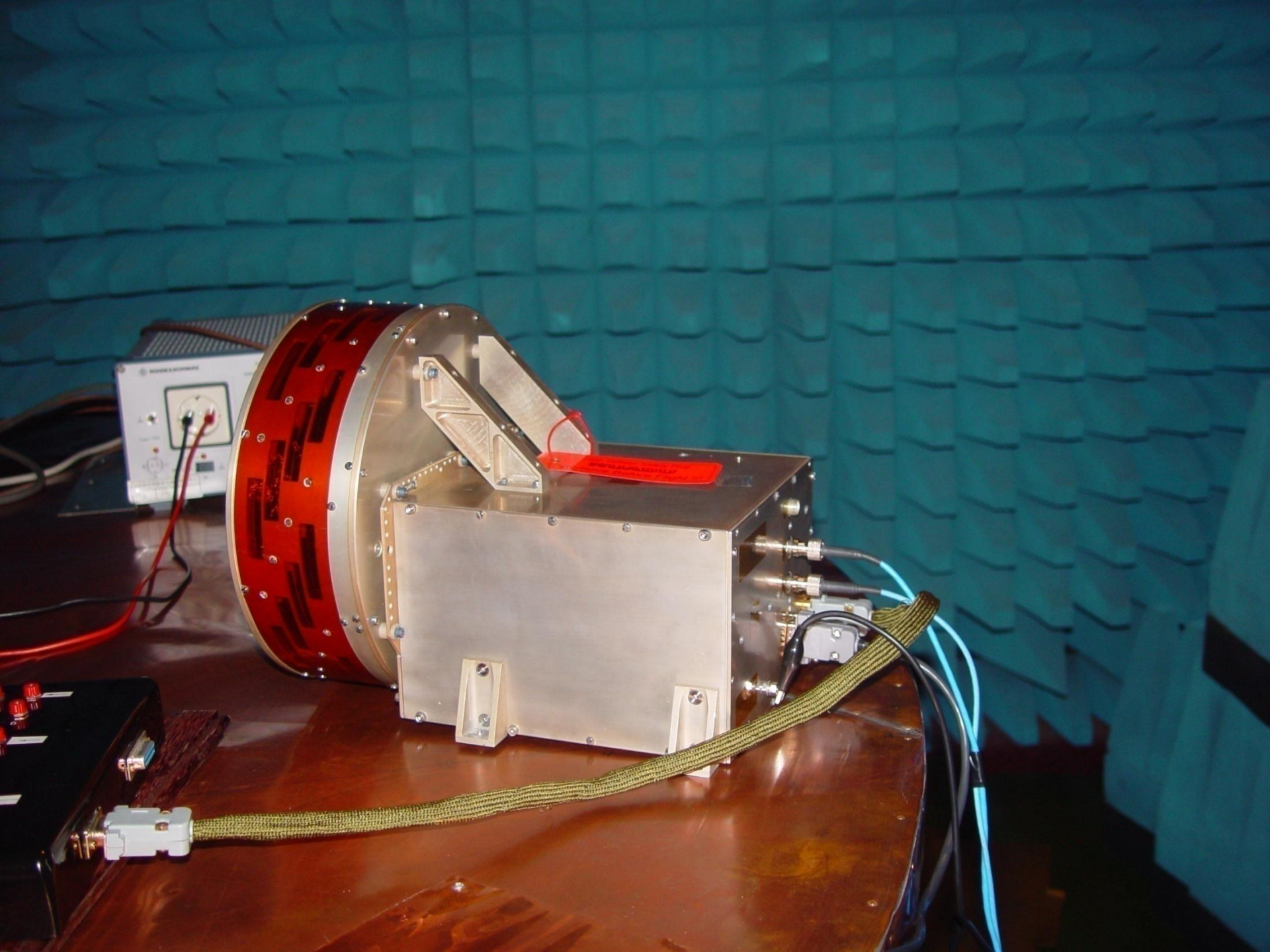




BALZERS









Kalibrácia na časticovom urýchl'ovači Cryring Manne Siegbahn Laboratory, Stockholm

Hydrogen ENA

512.4 keV

293.0 keV

150.6 keV

60.4 keV

Oxygen ENA

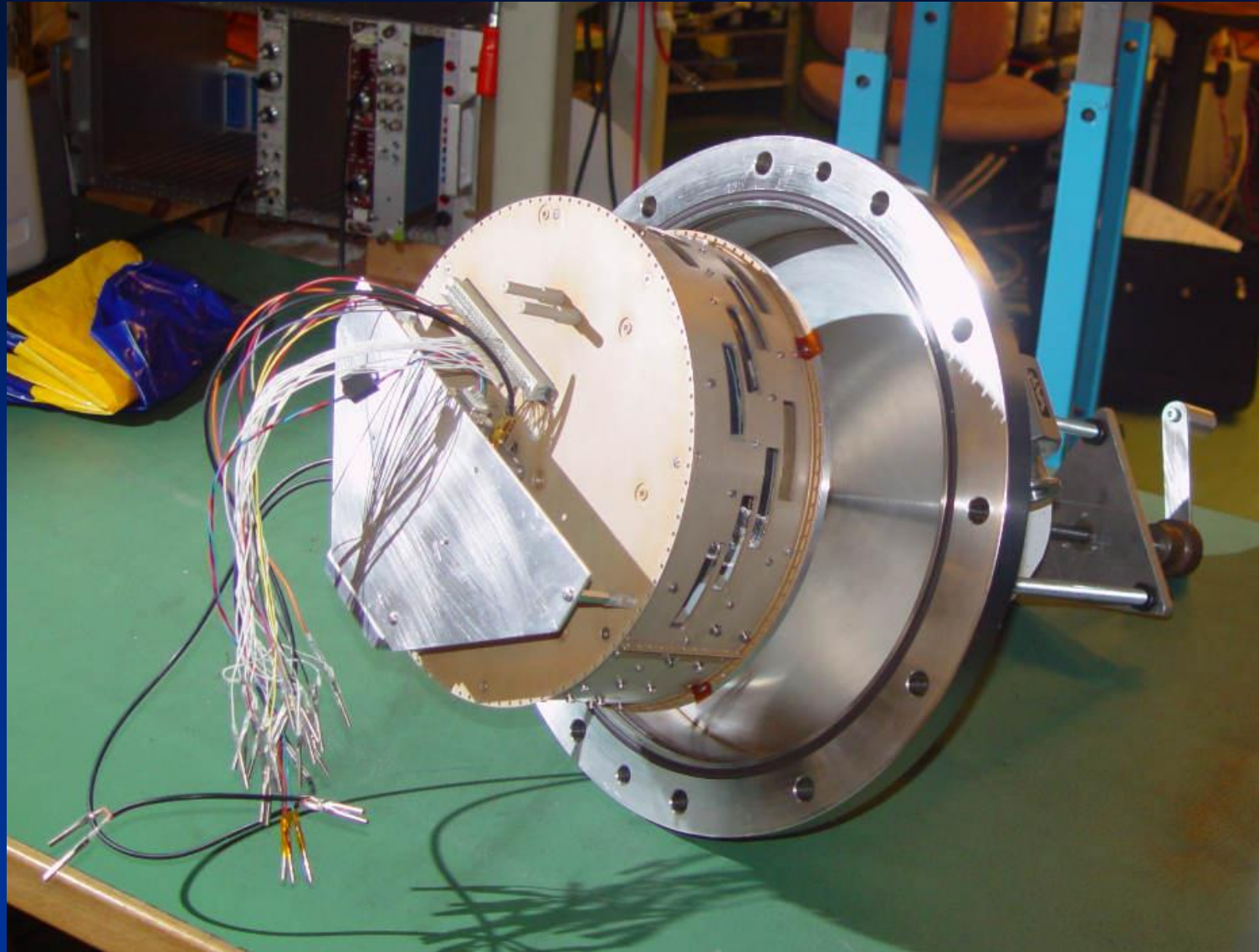
501.8 keV

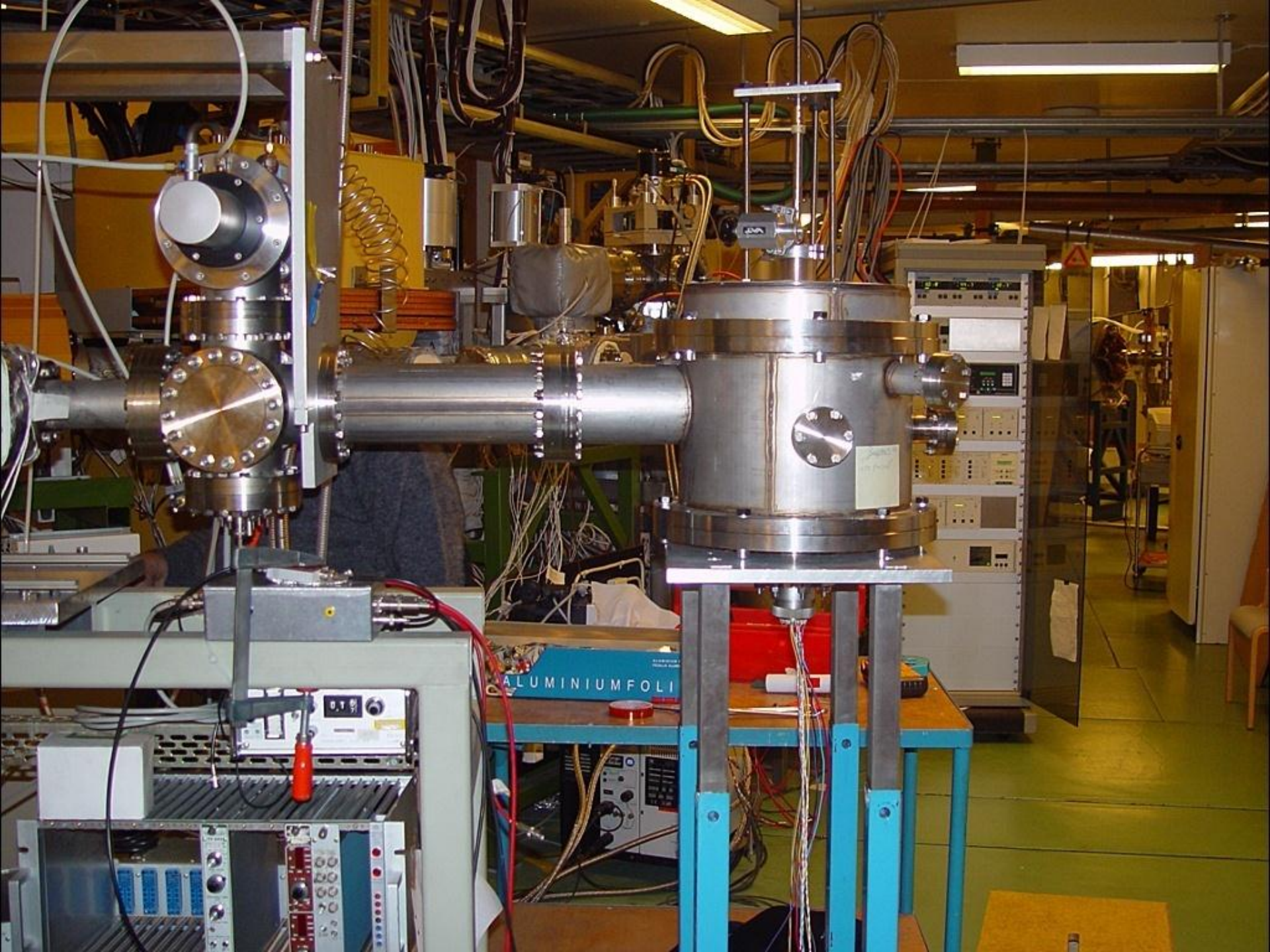
393.5 keV

301.1 keV

229.9 keV

149.8 keV



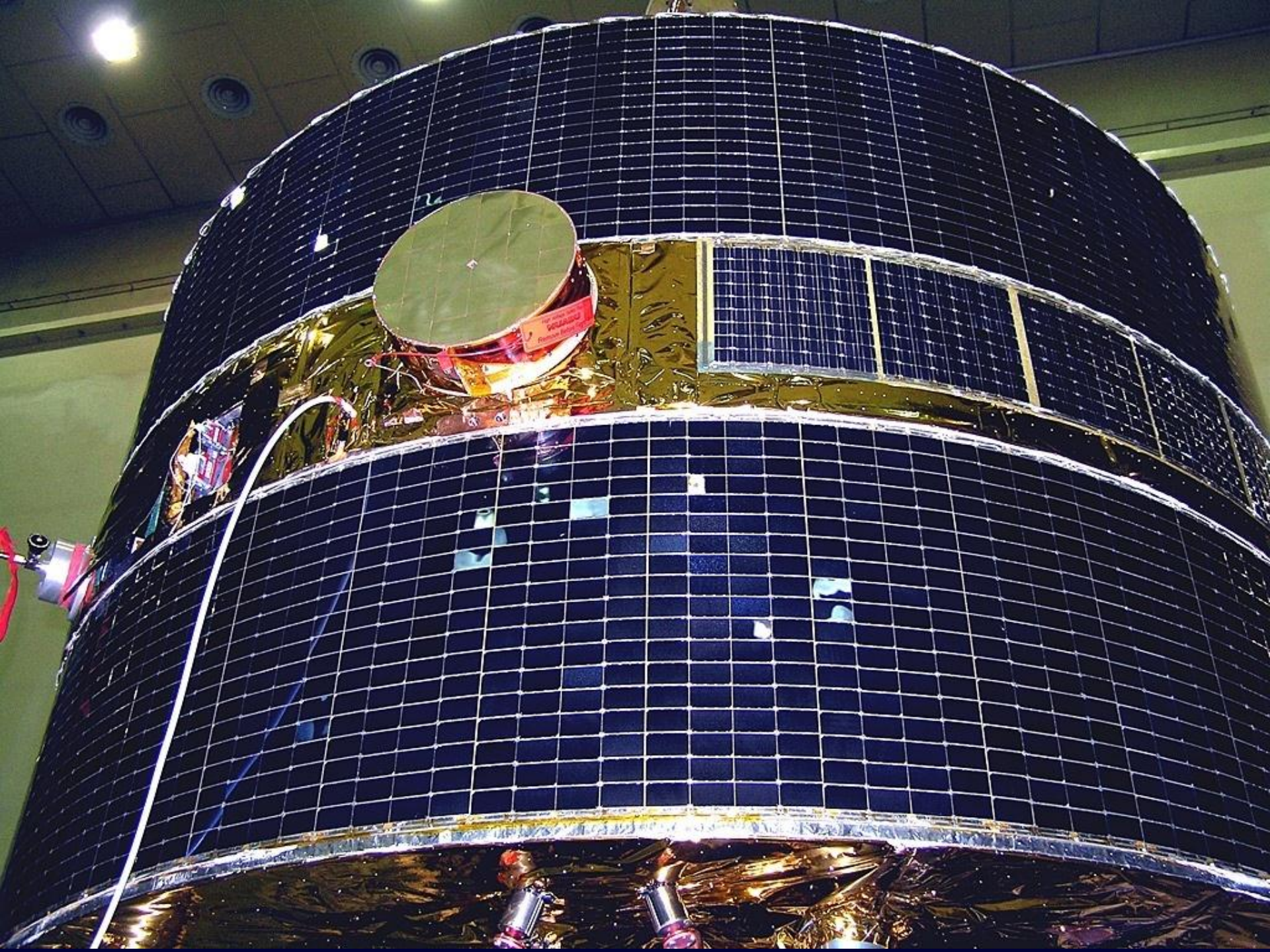


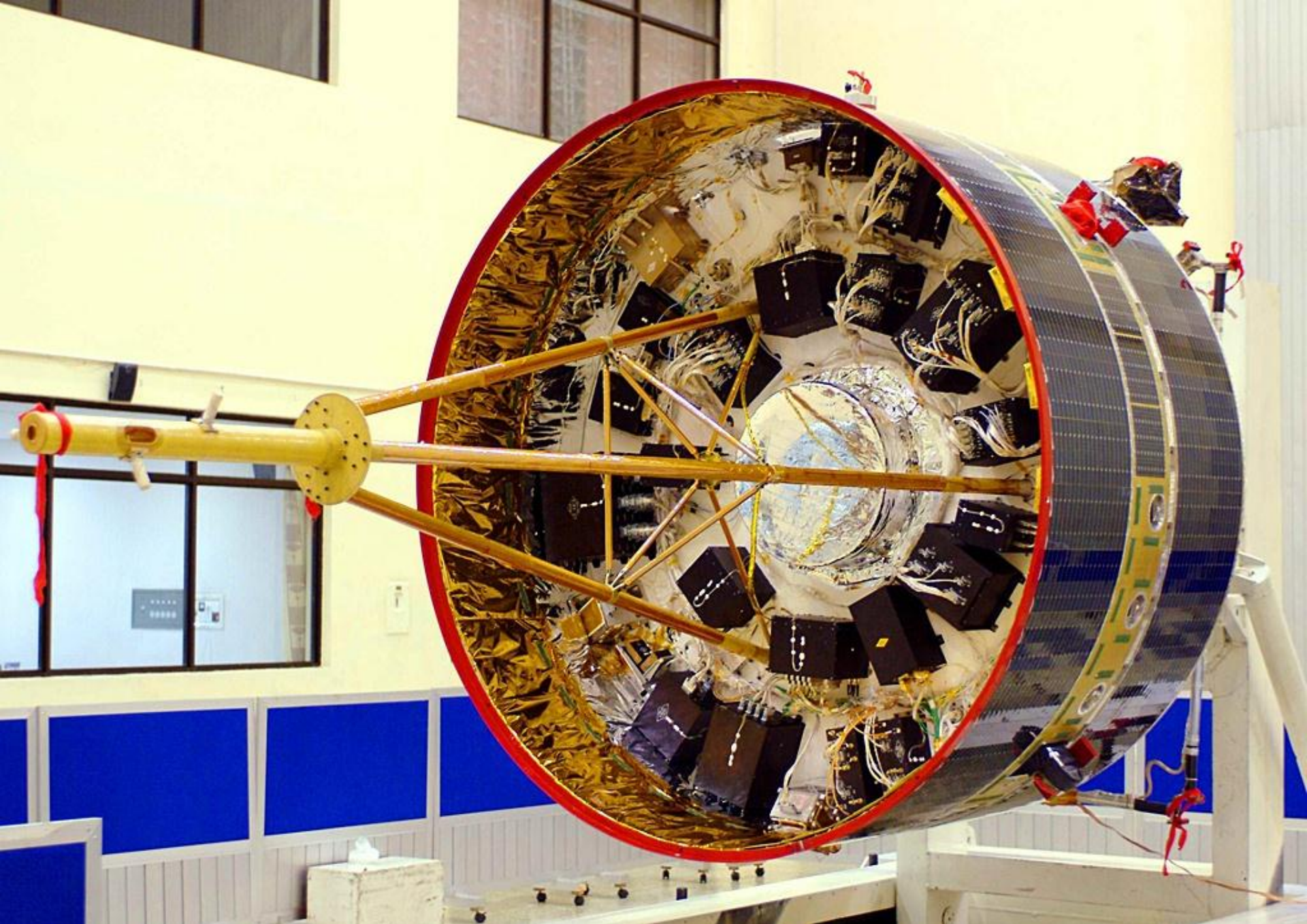


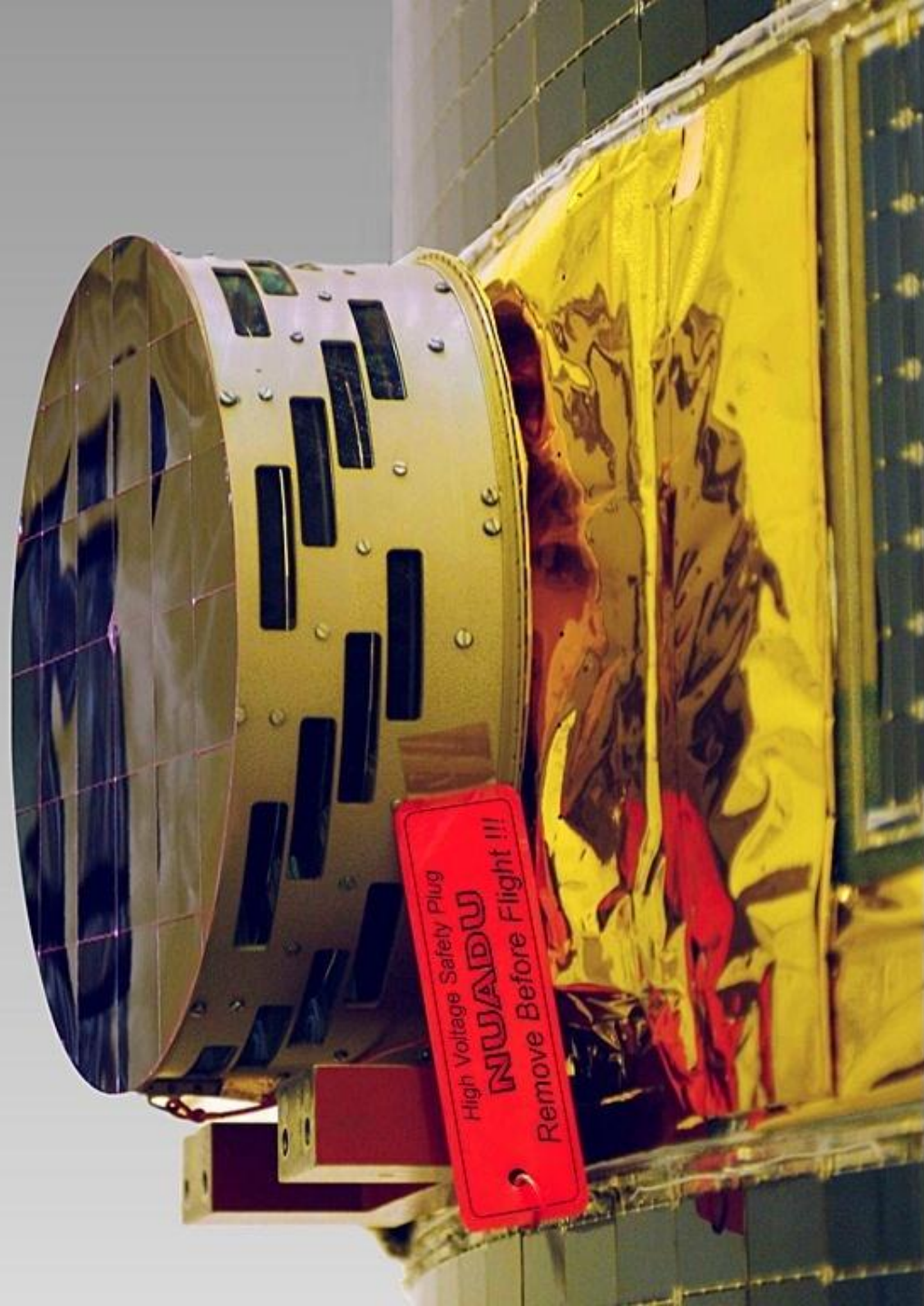


201-02
TCK11-1-2
2002

201-02
TCK11-2
2002





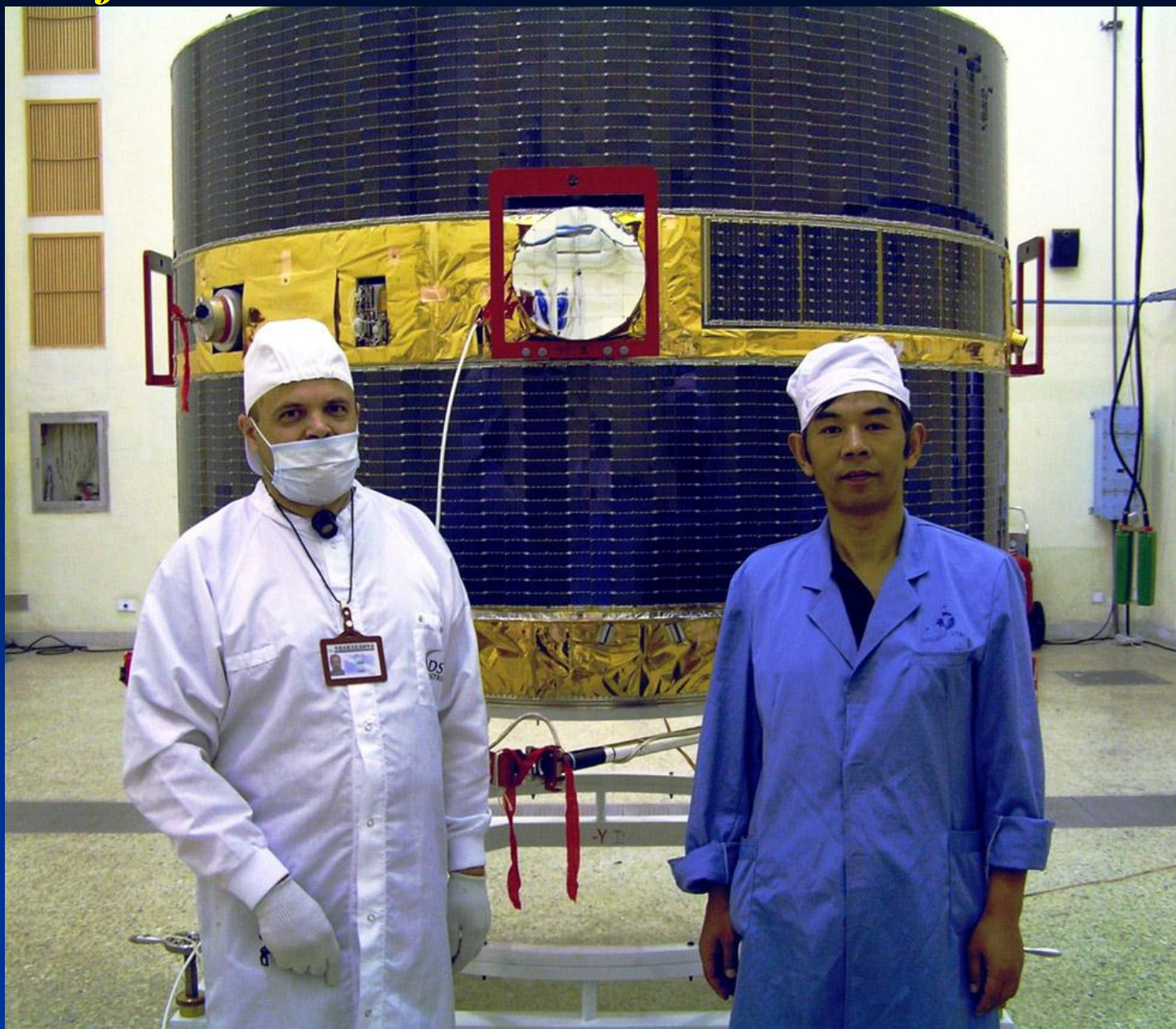


High Voltage Safety Plug

NUADU

Remove Before Flight !!!

Oficiálne odovzdanie vedeckého nákladu



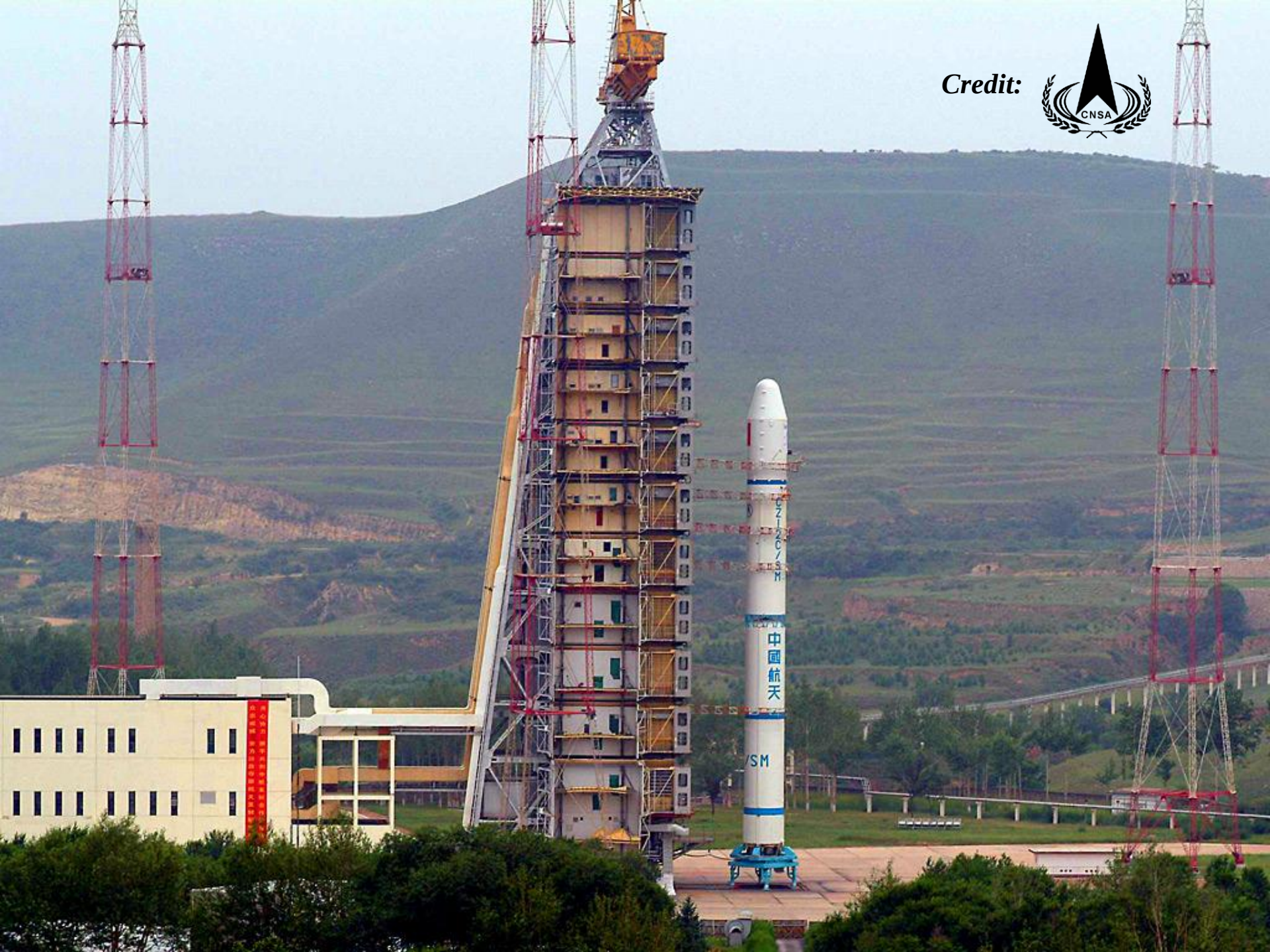




8003-2C

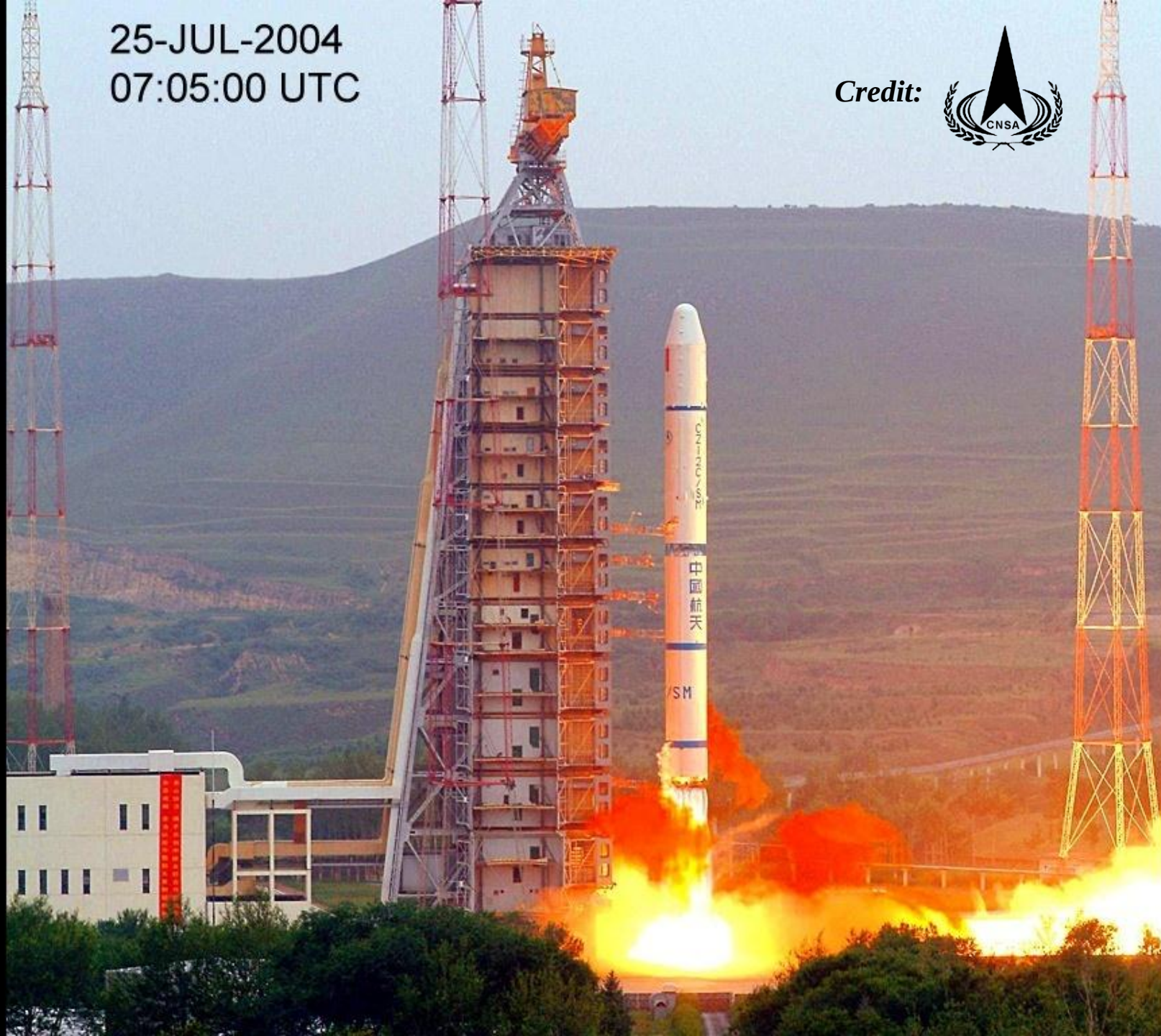
8003-2C

Credit:

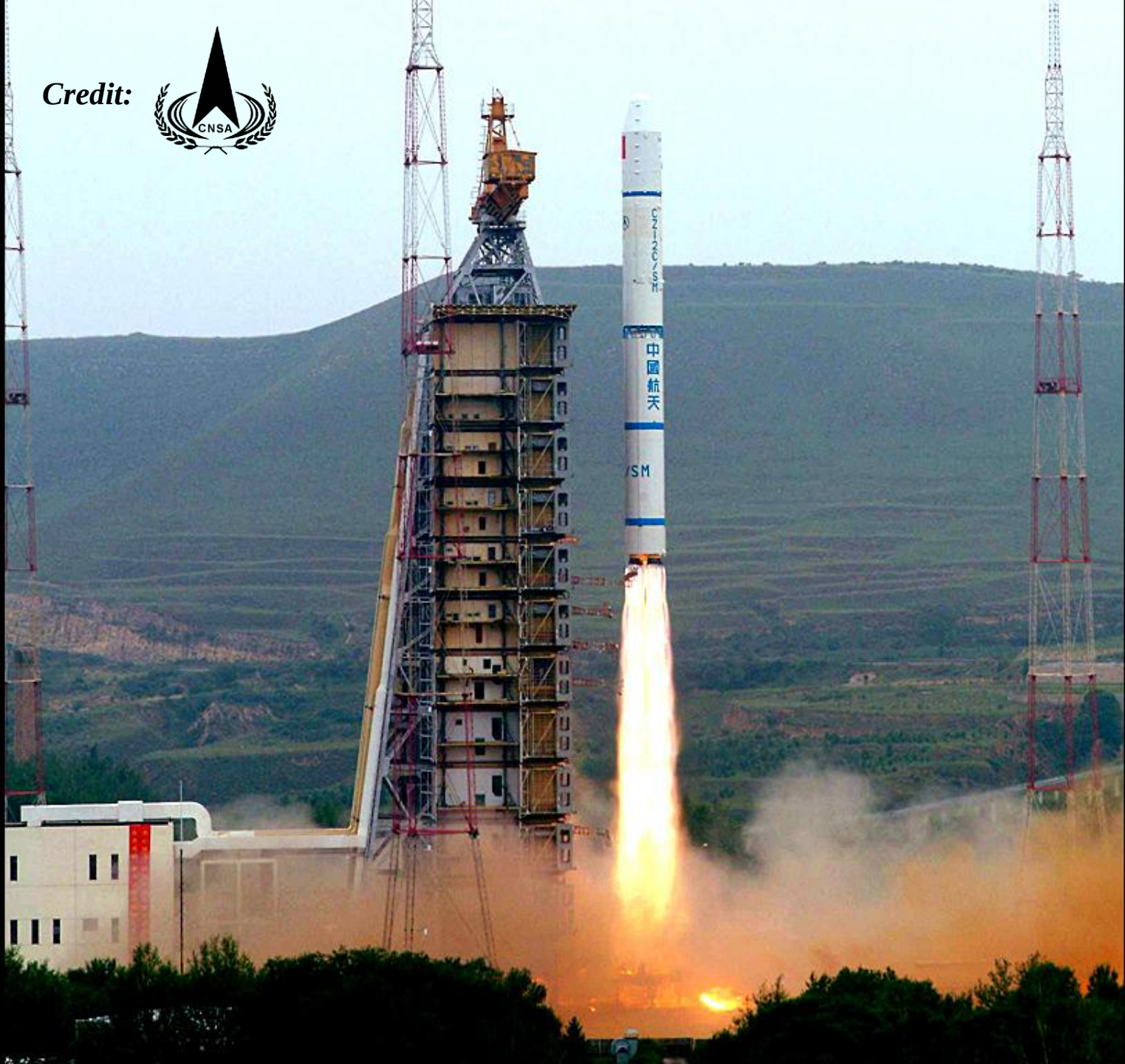


25-JUL-2004
07:05:00 UTC

Credit:

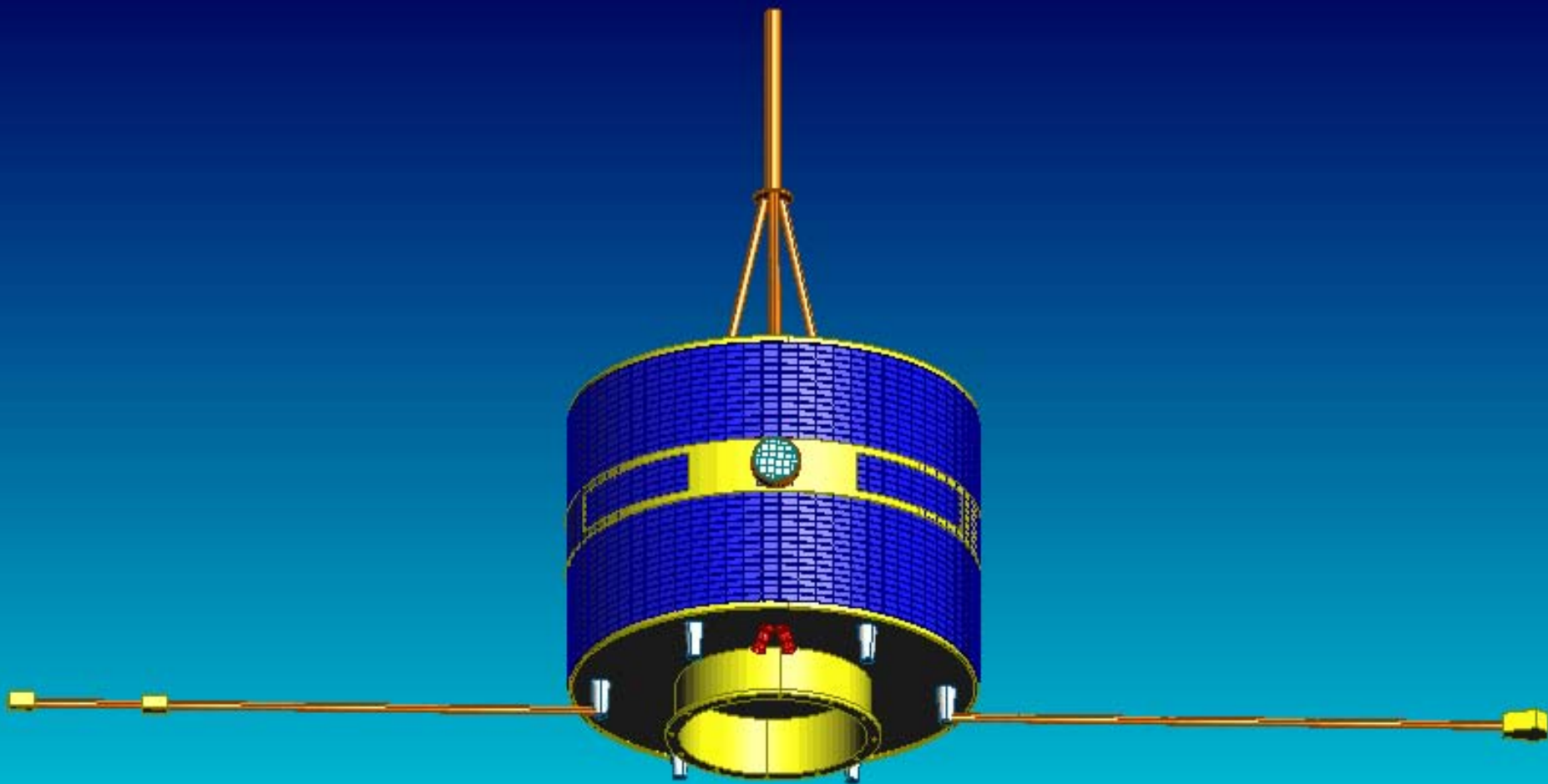


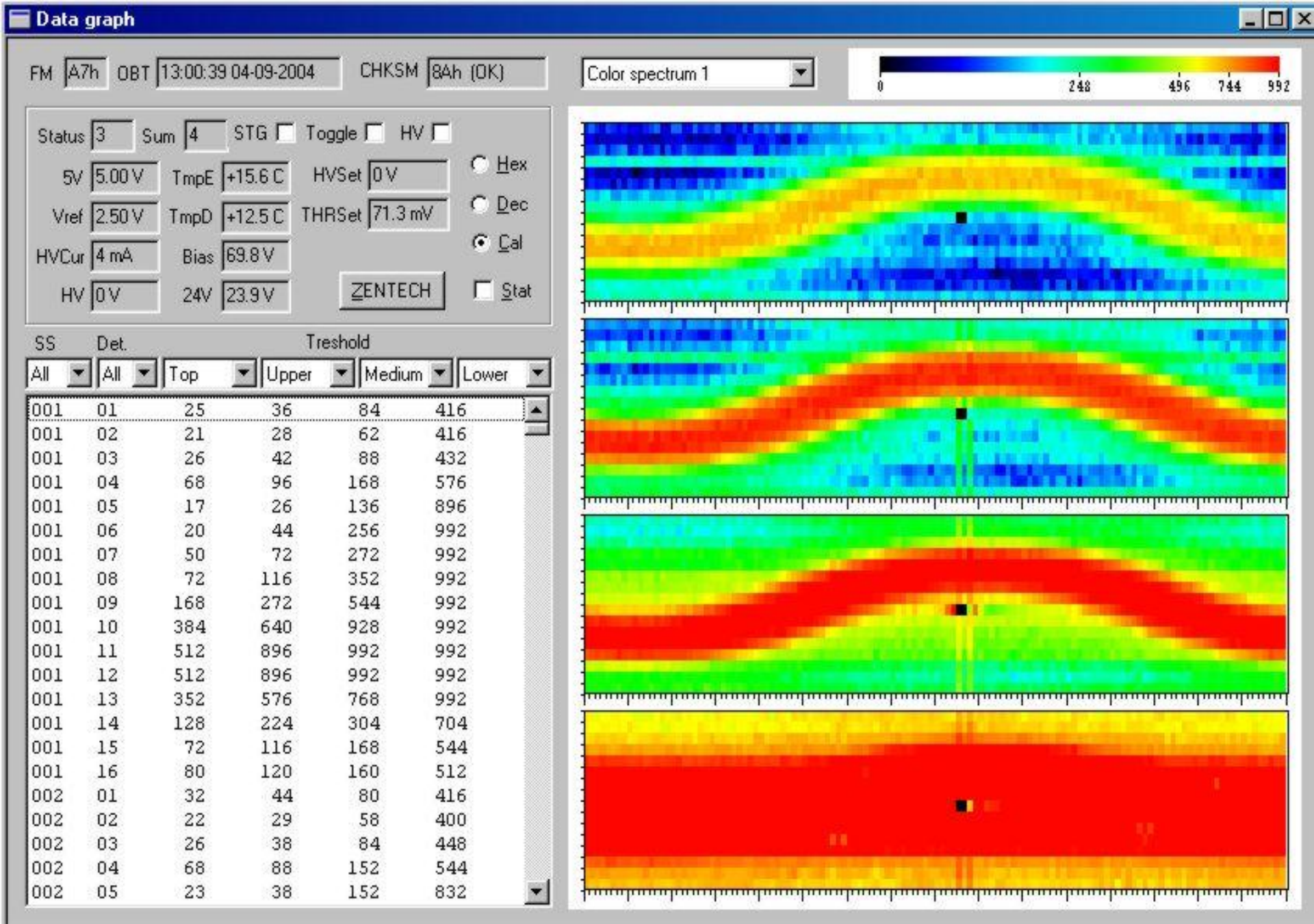
Credit:



Credit:

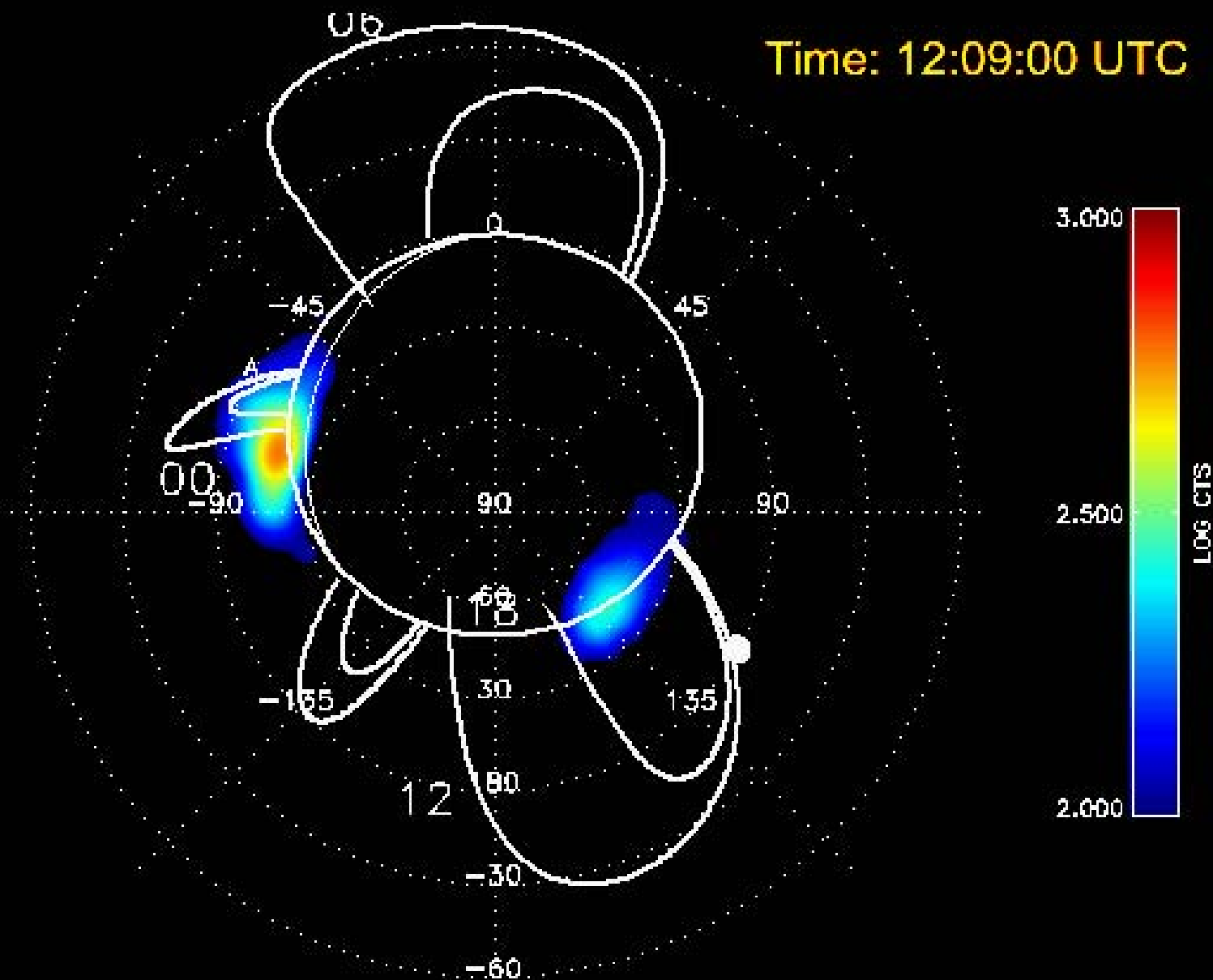




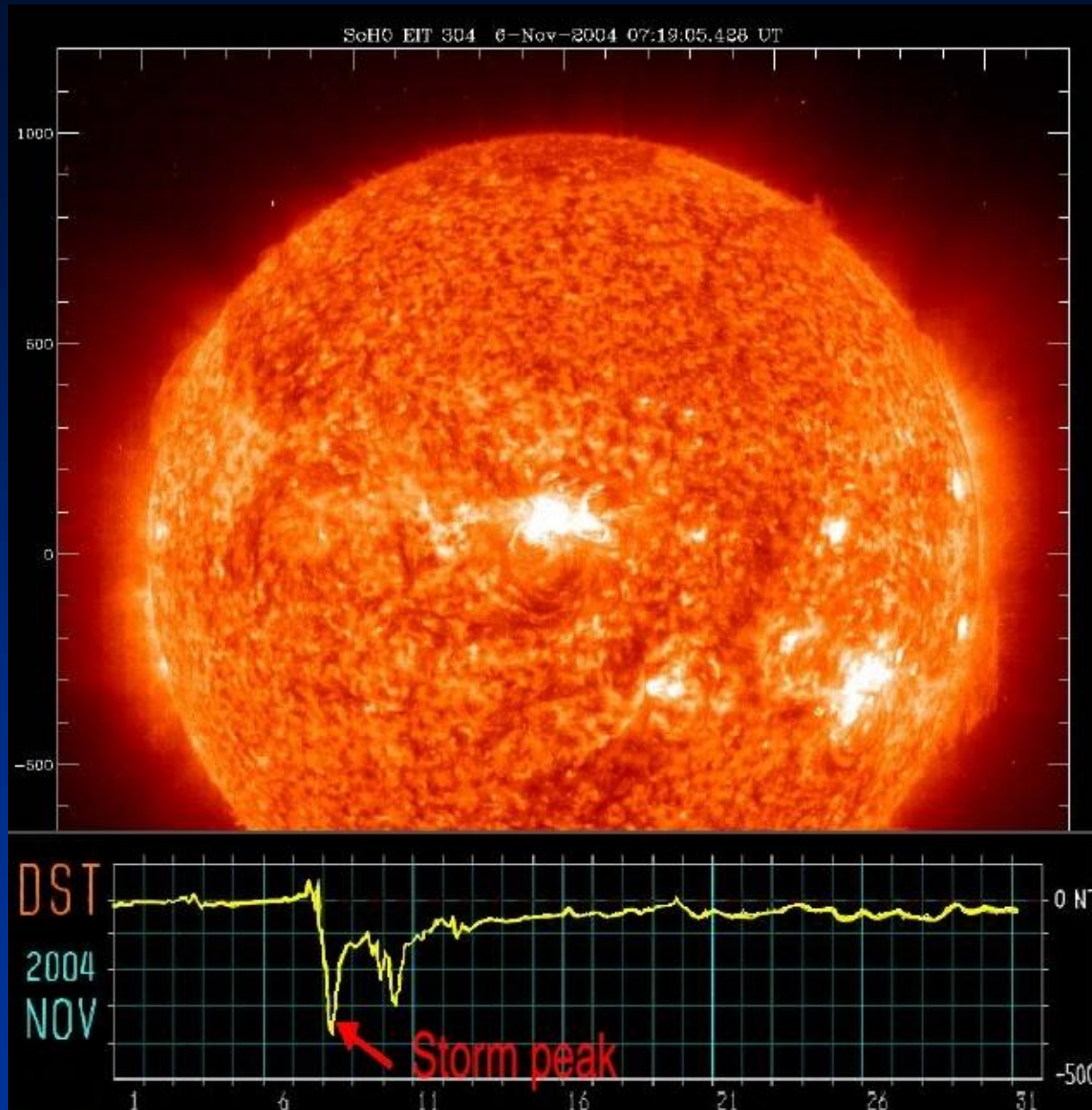


NUADU ENA IMAGE AT SOUTH POLE (50keV) 14-SEP-2004

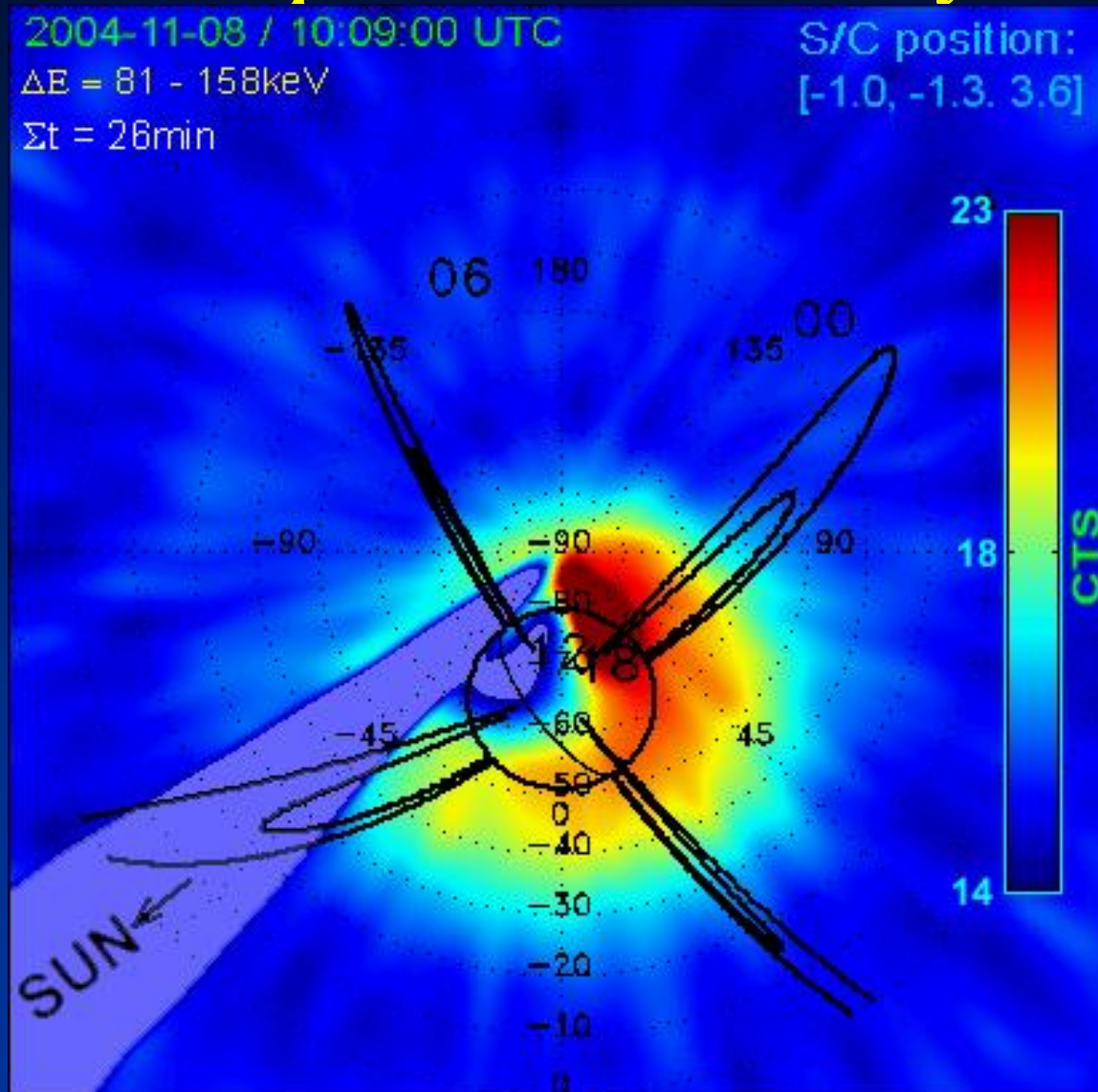
Time: 12:09:00 UTC



Magnetická búrka 8.11.2004 (Dst -373nT)



Magnetická búrka 8.11.2004 a ENA image prstencového prúdu zaznamenaný NUADU



MÔŽEME POZOROVAŤ KOZMICKÚ PLAZMU?

Túžba vidieť „neviditeľné“ už odpamätá sprevádza človeka na jeho ceste za poznáním, keďže ľudské oko poskytuje len obmedzené informácie o svete, ktorý nás obklopuje. Rozšírenie rozsahu vlnových dĺžok od rádiových vln po gama žiarenie umožnilo astronómom objaviť mnoho vesmírnych objektov, v medicíne zasa röntgenové a gama žiarenie, pozitronová emisia, ultrazvuk a jadrova magnetická rezonancia zobrazujú vnútorné orgány. Zobrazovacie techniky (imaging) prenikli aj do kozmickej fyziky, ktorá sa zaoberá vzťahmi Zem – Slnko.

Tu popri slnečnom žiarení významnú úlohu má aj slnečný vietor, ktorý okolo Zeme vytvára komplexný plazmový objekt – magnetosféru. Historicky ju ako prvý sondoval satelit Explorer-1 (1958), k posledným patria štyri satelity misie Cluster európskej kozmickej agentúry ESA (2000) a dva čínsko-európske satelity misie Dvojhviezda (2004). Na satelite TC-2 Dvojhviezda je inštalovaný aj detektor energetických neutrálnych atómov NUADU (Neutral Atom Detection Unit), na vývoji ktorého sa podieľal aj Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach (<http://space.saske.sk>).

ČASTICE V MAGNETICKOM POLI
Nabitie energetické častice podliehajú v dipólovom magnetickom poli Zeme silovému pôsobeniu, ktoré ich núti vykonávať špirálový pohyb okolo siločiar. Stúpanie tejto špirály je najväčšie na rovníku a zmenšuje sa smerom k pólu až po tzv. zrkadlový bod, kde sa častica odraža a putuje do protiahlého zrkadlového bodu. Takto je v zemskom magnetickom poli uviaznuté množstvo

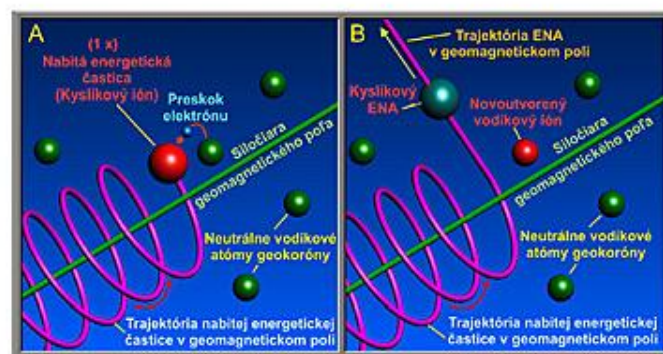
častíc, ktoré tvoria tzv. radiálne pásy. Gradient pola núti častice vykonávať aj driftové pohyby, ktorý posúva kladné ióny z východu na západ a záporné elektróny zo západu na východ. Driftové premiestňovanie elektrického náboja súbežne s magnetickým rovníkom vytvára tzv. prstencový prúd. Ten je zodpovedný za rozvoj magnetických búrok, keďže vytvára magnetické pole pôsobiace proti geomagnetickému polu. Ak pri zvýšení slneč-



Pohyb nabitých energetických častíc v magnetickom poli Zeme

nej aktivity prenikne do magnetosféry množstvo energetických častíc, nárast prstencového prúdu spôsobí pokles geomagnetického poľa, čo je signál začínajúcej magnetickej burky. Jej intenzita je úmerná energii prstencového prúdu. Praktickým ukazovateľom je tzv. Dst index (Disturbance Storm Time index), ktorý udáva pokles intenzity magnetického poľa na povrchu Zeme. Pri burke dochádza k značnému nárastu prstencového prúdu v priebe-

hu niekoľkých hodín. Návrat do normálneho stavu trvá viac dní, pričom sa energia prstencového prúdu znižuje interakciami jeho častíc s exosférou a vyspávaním častíc do atmosféry, najmä v polárnych oblastiach. Pri masívnej injekcii častíc mnohé z nich majú zrkadlové body až v atmosfére, sprievodné poruchy magnetického poľa však môžu posunúť do atmosféry aj častice zachytené ďalej. Zvýšená radiácia v polárnych oblastiach si niekedy vyžaduje



Generovanie ENA v magnetosfére



Detektor energetických neutrálnych atómov NUADU

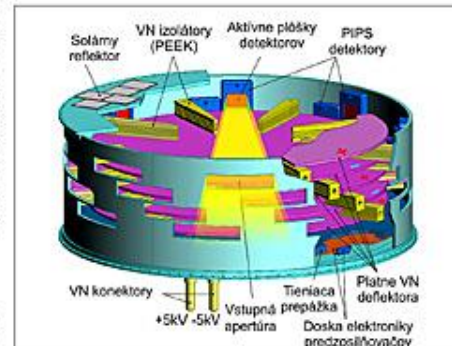
odklon lietadiel, ohrozené sú posádky kozmických lodí aj prístroje satelitov. Zmeny geomagnetického poľa indukujú poruchové napätia a prúdy v energetických sústavách (výpadky energie), diaľkových potrubíach (elektrokoroziá), preukázateľný je aj vplyv na zdravie citlivých jedincov. Mimoriadne silná búrka aj polárna žiara, ktorá je dôsledkom excitácie atmosférických atómov energetickými časticami.

SONDOVANIE MAGNETOSFÉRY

Súčasná znalosť o štruktúre a dynamike magnetosféry pochádza najmä z časticových, magnetických a vlnových meraní satelitmi priamo na mieste (*in situ*), čiže len v bodoch ležiacich na ich orbitách. Takéto „jednorozmerné“ vzorky však na štúdium časovo priestorovej dynamiky nestačia. Výraznou pomocou je synchronizované meranie viacerými satelitmi a novšia technika detekcie energetických neutrálnych atómov, ktorá umožňuje panoramaticky sledovať rozsiahle oblasti magnetosféry. Energetické neutrálne atómy (ENA) vznikajú z nabitých energetických častíc (iónov) nábojovou

výmenou s neutrálnymi vodíkovými atómami geokoróny. Ak totiž nabitá častica preletí blízko pri neutrálnom atóme, môže mu odobrať elektrón, čím sa z nej stane ENA. Elektrón je veľmi ľahkým „pasážerom“, ktorý kinetickú energiu a hybnosť tejto častice takmer nezmení. Zásadná zmena však nastáva v tom, že od okamihu neutralizácie na ňu prestáva pôsobiť magnetické pole, takže ďalej už

častica odklonená, neutrálne atómy, na ktoré elektrické pole nepôsobí, prechádzajú priamo na detektory. Zorné polia detektorov sú vymedzené vstupnými apertúrami a vysokonapätovými izolátormi tak, aby pokryli elevačný uhol 180° od severného po južný ekliptikálny pól, keďže os rotácie satelitu je kolmá na rovinu ekliptiky. Uholové rozlíšenie v azimuthálnom smere zabezpečuje



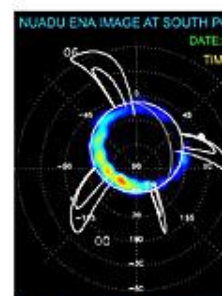
Senzorový systém prístroja

letí do hĺbky vesmíru úplne priamočiarne ako lúč svetla. Paralela so svetlom nie je náhodná: tak ako môžeme z diaľky pozorovať objekty vysielajúce fotóny, môže „oko“ citlivé na ENA z diaľky pozorovať plazmu.

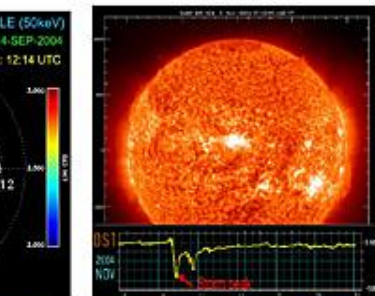
Z KONŠTRUKCIE PRÍSTROJA

NUADU registruje ENA pomocou šiestnástich polovodiárových detektorov. Tie sa do kozmu „pozerajú“ cez úzku štrbinu, medzi stenami ktorej je napätie 10 kV. Zatiaľ čo sú nabit

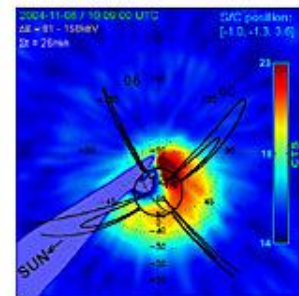
rotácia satelitu. NUADU počas každej obrátky vzorkuje 128-krát, takže celú nebeskú sféru zachytí do 2 048 pixelov. Priestorovú orientáciu snímkov zabezpečuje synchronizácia so slnečným senzom. Na exponovanie slabého toku ENA je prístroj schopný integrovať až 32 otáčok satelitu do jednej snímky. Konštrukčne sa prístroj skladá zo senzorevej hlavy, ktorá vyvíjača z plášte satelitu a bloku elektroniky, ktorý je inštalovaný vnútri. Tieto dve



ENA emitované zo zrkadlových bodov nad Antarktídou



Minorálne rozbuřené Slnko a Dst index v novembri 2004

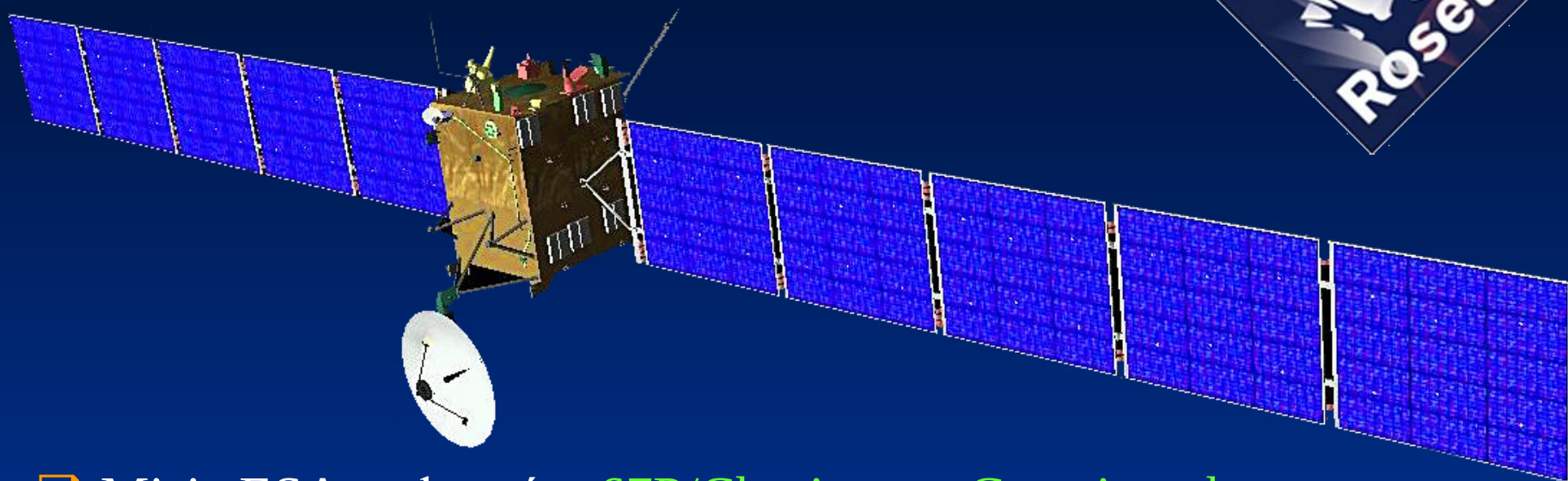


Prstencový prúd zaznamenaný NUADU počas magnetickej burky 8. 11. 2004

ČAKANIE NA MAGNETICKÚ BURKU
NUADU vyniesla na polárnu orbitu čínska raketa Dilí Po chod 2C v júli 2004. Aj keď šance na magnetickej búrkou v zostupnej fáze 11-ročného slnečného cyklu sú nižšie, v novembri sa Slnko nečakane rozbúrilo a vyslalo k Zemi deväť mohutných koronálnych výronov, čím vyvolalo silnú magnetickej búrkou s Dst indexom -373 nanotesla. Vzrušujúce fyzikálne dáta zaznamenalo 60 vedeckých prístrojov flotily Cluster – Dvojhviezda vrátane imagera NUADU, ktorý poskytol zreteľné ENA snímky vývoja prstencového prúdu. Tie zachytil aj americký satelit IMAGE, čím došlo k historicky prvému snímkovaniu prstencového prúdu dvoma ENA imagermi z rôznych uhlov. Vďaka kooperácii medzi projektmi sa dáta týchto dvoch imagerov paralelne spracovávajú, takže animované 3D-zobrazenia prstencového prúdu by už mali byť čoskoro na svete. Na „stereo“ ENA-snímky sa do kozmu chystajú dva americké satelity projektu TWINS, rovnaký zámér má aj čínsky projekt Kua-Fu. Význam a úspechy misie Cluster a Dvojhviezda viedli k nedávnomu schváleniu ich predĺženia v ESA a čínskej kozmickej agentúre CNSA.

JAN BALÁŽ

Misia ESA-ROSETTA



- ❑ Misia ESA na kométe **67P/Churjumov-Gerasimenko**
- ❑ Prvá misia v histórii ľudstva s cieľom pristáť priamo na kométe
- ❑ Sonda ROSETTA pozostáva z dvoch častí:
 - Orbiter** – zaparkuje na orbite okolo kometárneho jadra,
 - Lander** – pristane a ukotví sa priamo na povrchu jadra.

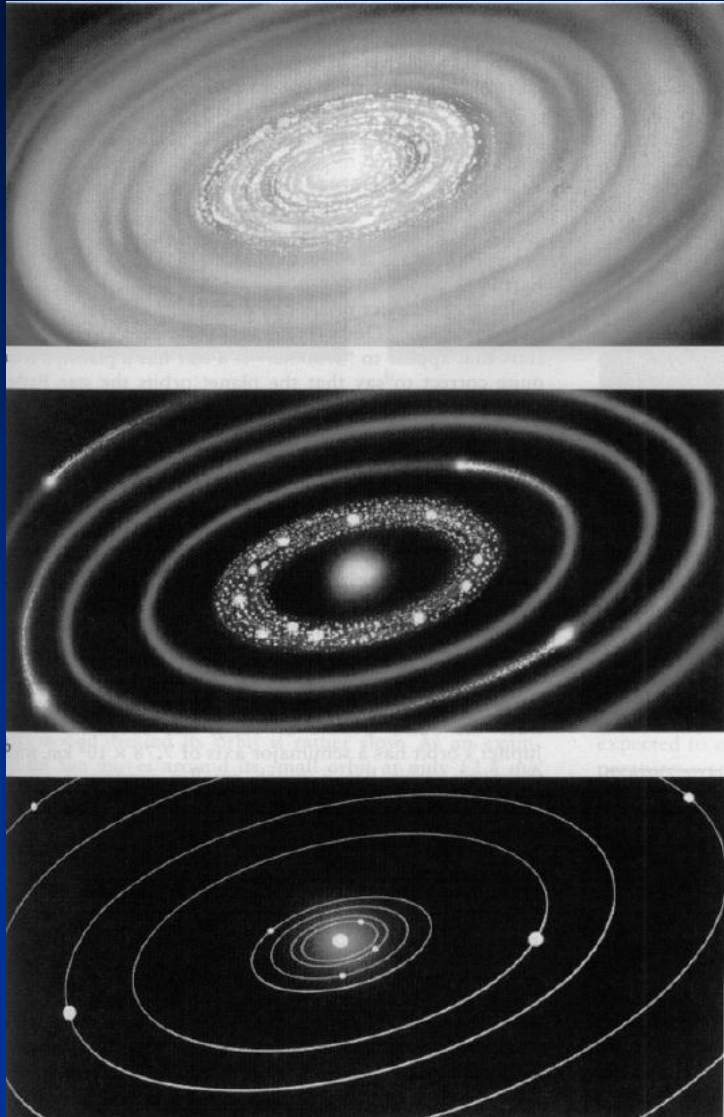
Prečo ROSETTA ?

Rosettská doska, nájdená v r. 1799 a popísaná súčasne gréckym aj staroegyptským textom, významne pomohla rozlúštiť egyptské hieroglyfy (Champollion 1822). Tým sa významne posunuli hranice poznania dejín našej civilizácie.

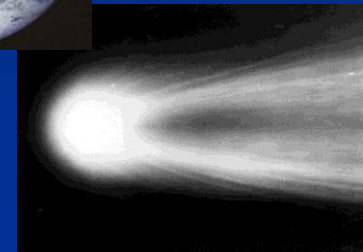


Sonda **ROSETTA** bude analyzovať kometárnu hmotu, ktorá sa od čias vzniku Slnačnej sústavy (cca 4.6 mld. rokov) takmer nezmenila. Z analýzy vzoriek očakávame poodhalenie tajomstva vzniku Slnačnej sústavy.

Od proto-solárnej nebuly k dnešnej Slnečnej sústave

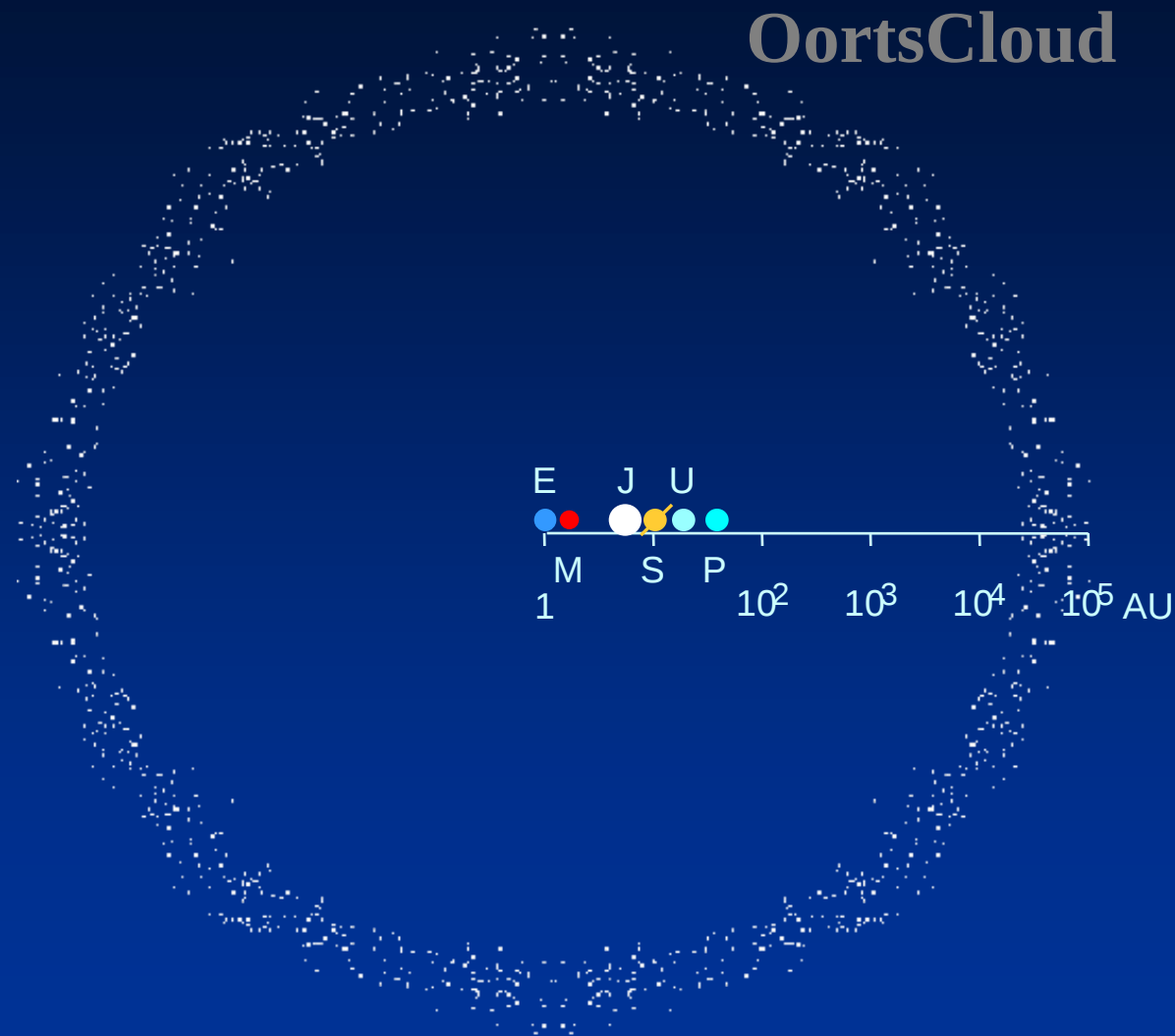


Kometárny materiál je unikátnou pokladnicou cenných informácií o zložení proto-solárnej nebuly z ktorej sa vyvinula Slnečná sústava, ako aj o procesoch ktoré prispeli k postupnému vzniku planetezimál, proto-planetárneho disku a dnešných planét.

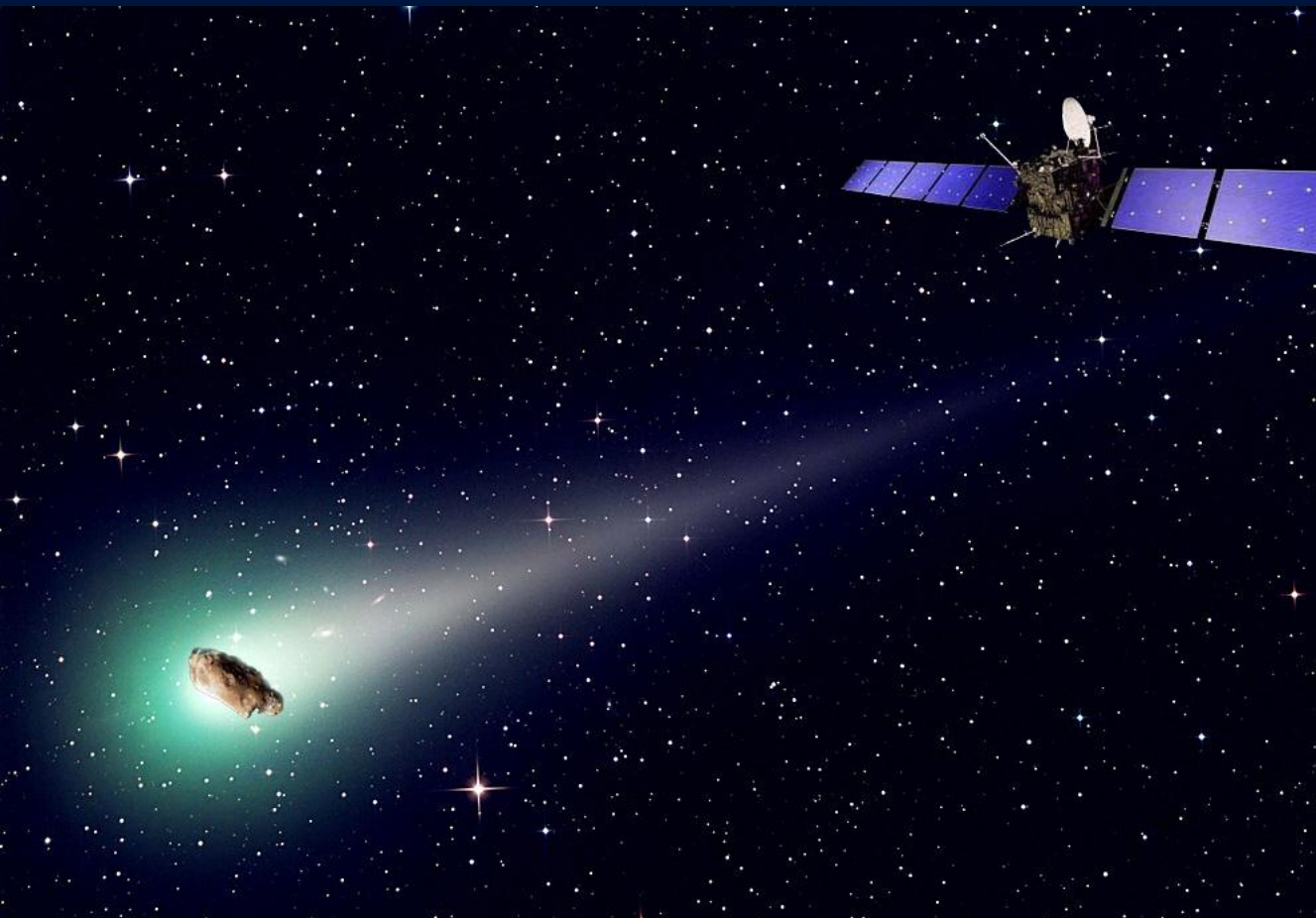


Odkiaľ prichádzajú kométy...

Zo vzdialeného Oortovho oblaku ($\sim 10^5$ AU) a bližšieho Kuiperovho pásu ($\sim 10^2$ AU), kde vďaka hlboko zmrazenému stavu (5 - 20 K) ich materiál pretrváva v (takmer) nezmenenom stave od čias protosolárneho disku. Tieto objekty sú zrejme jeho pozostatky.



Hlavné vedecké ciele misie ROSETTA



**Výskum pôvodu
Slnечnej sústavy na
základe podrobnej
fyzikálnej analýzy
kométy 67P /
Churyumov-
Gerasimenko počas
približovania sa k
Slnku, prechodu
perihéliom a počas
vzd'aloovania sa od
Slnka.**

Ciel': Kométa 67P/Churyumov-Gerasimenko

67P/Churyumov-Gerasimenko

ESO 3.6m Telescope, La Silla, Chile

11.02.2003 04:55 UT

10000 km

©esa

Rozmery jadra (odhad): ~ 4 km

Doba rotácie okolo vlastnej osi: 12,3 hodín

Obežná doba okolo Slnka: 6.57 roka

Perihélium : 194 mil. km (1.29 AU)

Afélium : 858 miliónov km (5.74 AU)

Albedo: 0,04

Gravitácia na povrchu : 10^{-4} g

Produkcia plynu a prachu v perihéliu: 60 kg/s

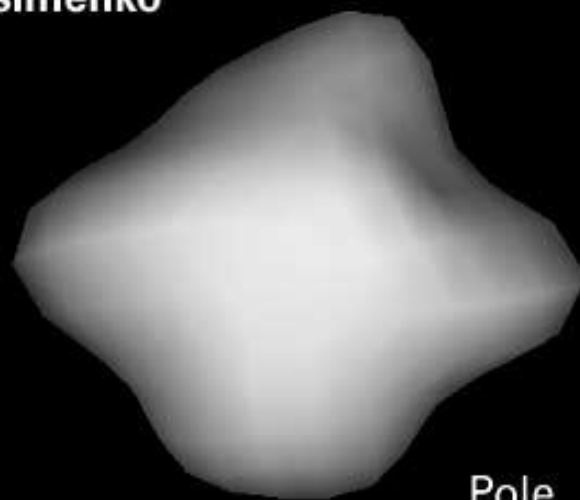
Rok objavu: 1969

Objavitelia: Klim Čurjumov
Svetlana Gerasimenko (UA)

Ciel': kométa 67P/Churyumov-Gerasimenko

Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko

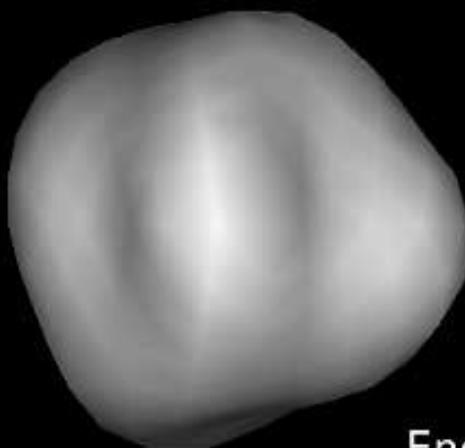
3-D reconstruction of
the nucleus based on
March 12, 2003
Hubble Space Telescope
observations



Pole



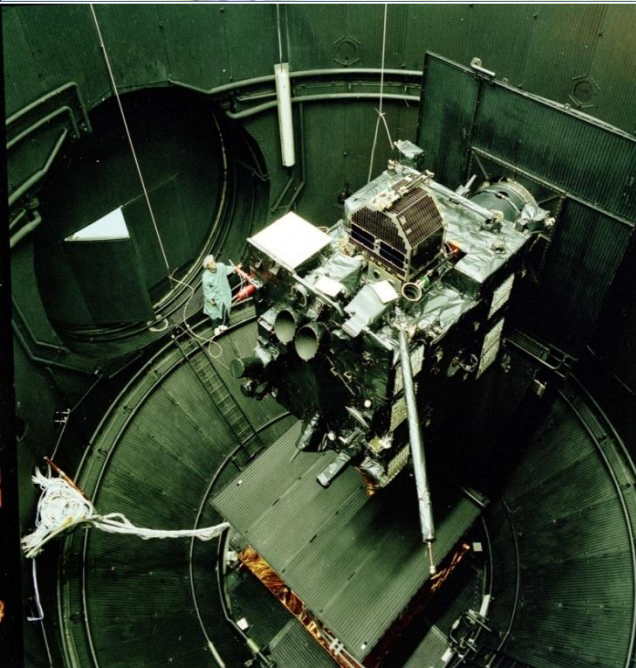
Side



End

NASA, ESA and P. Lamy (Laboratoire d'Astronomie Spatiale) ■ STScI-PRC03-26

**Približná
rekonštrukcia
tvaru kometárneho
jadra na základe
presných
fotometrických
meraní z
Hubblovo
teleskopu
(Lamy et al., 2007)**



Základné technické údaje sondy

Rozmery:

hlavná štruktúra	2.8 m x 2.1 m x 2.0 m
rozpätie solár. panelov	32 metrov
plocha solárnych panelov	64 m ²

Hmotnosť pri štarte:

celková:	2900 kg
palivo	1720 kg
vedecký náklad	165 kg
Lander	100 kg

Výkon solárnych panelov:

8700 W / 1AU
850 W / 3.4 AU
395 W / 5.25 AU

Propulzný systém:

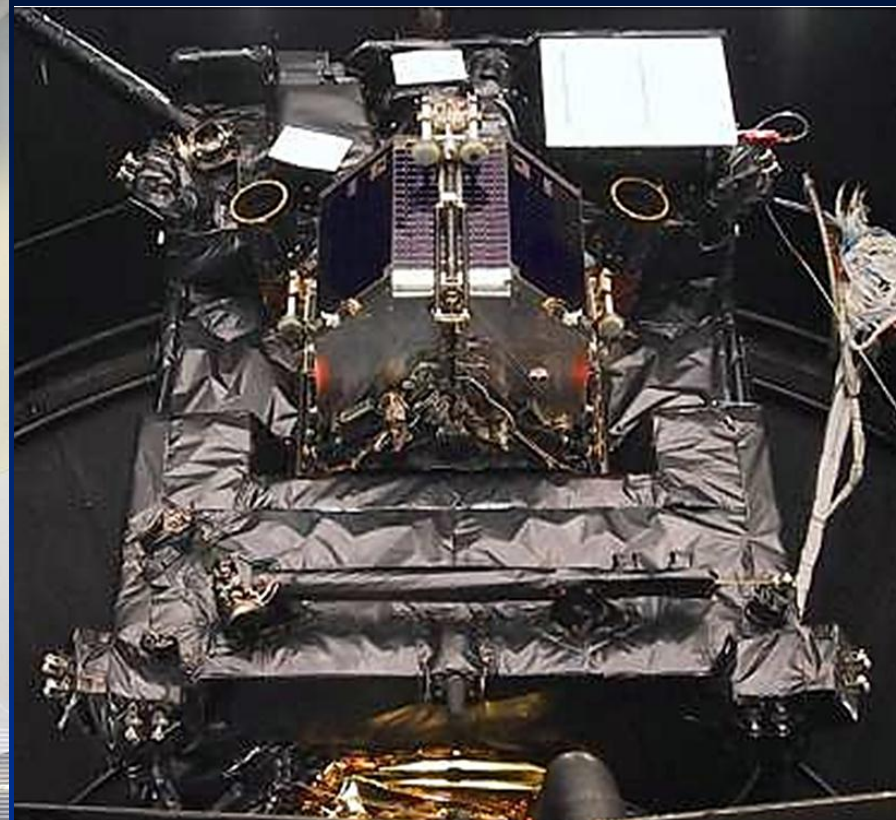
24 thrusterov 10N
(monometylhydrazín + N₂O₄)

Operačná doba:

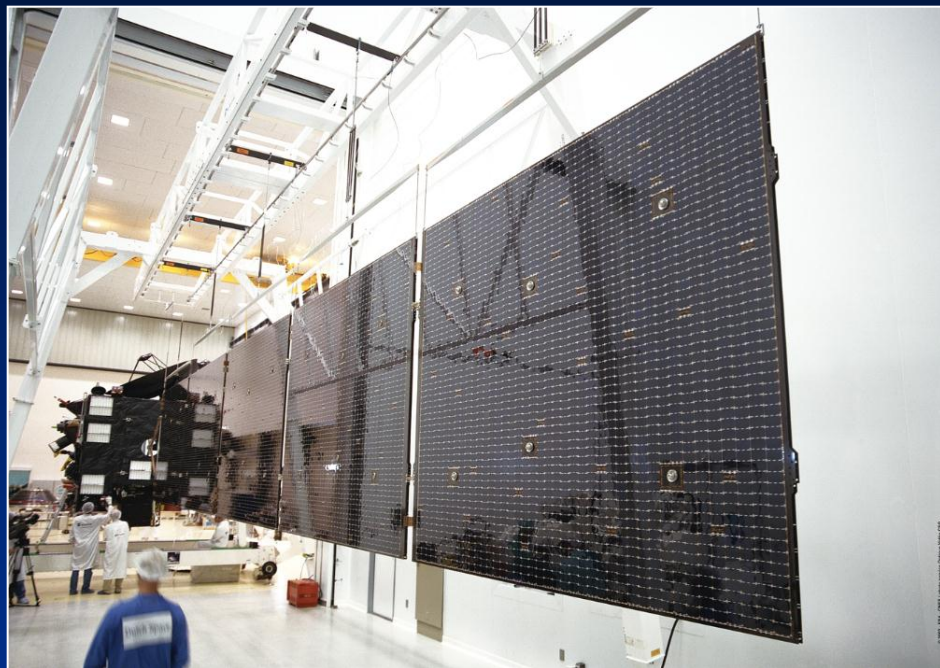
12 rokov (2004-2016)



ROSETTA v laboratóriách ESA-ESTEC



Solárne panely

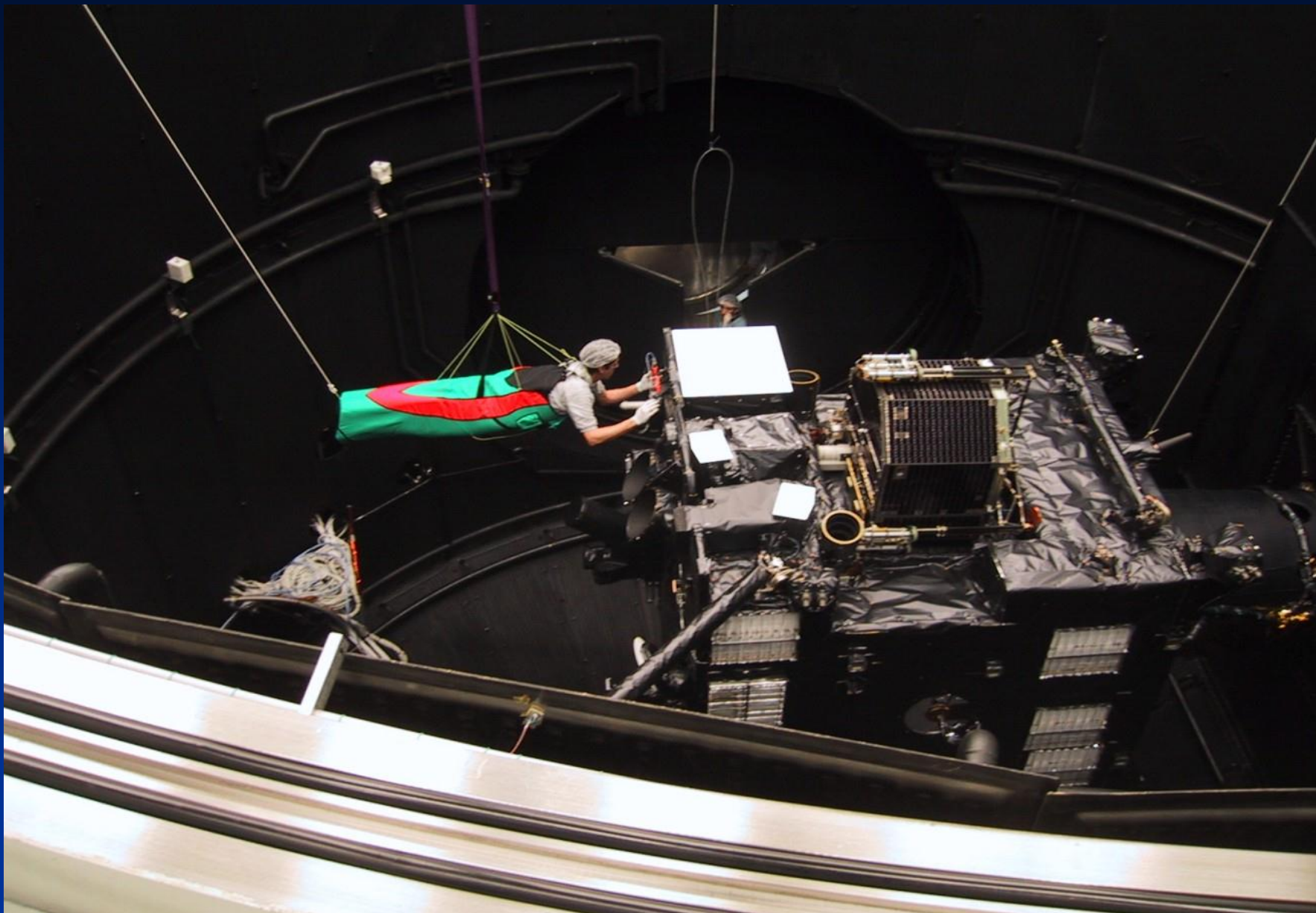


v ESA-ESTEC



za letu (CIVA-P)

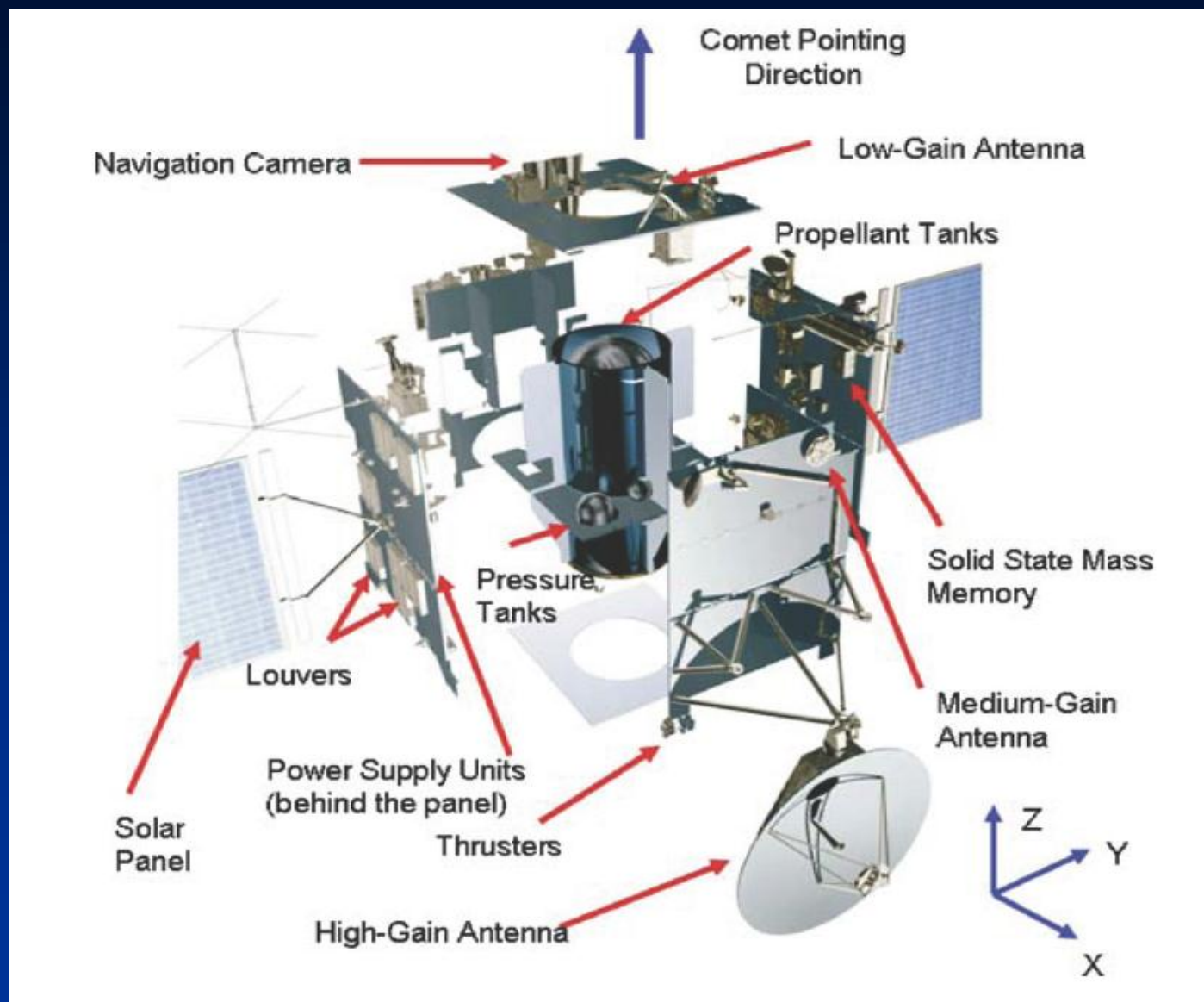
ROSETTA v laboratóriách ESA-ESTEC (termovákuové testy)



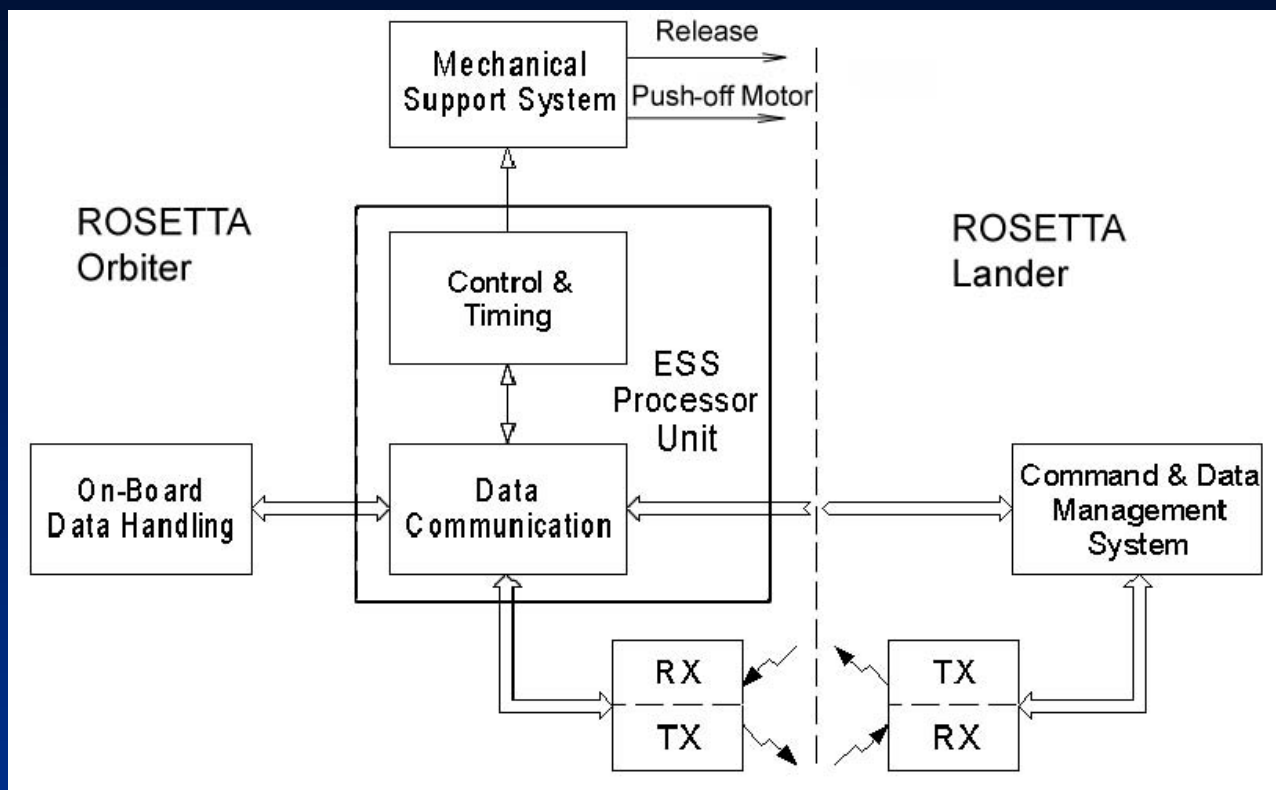
ROSETTA – přípravy na štart



Orbiter – rozmiestnenie servisných systémov



ESS-procesor (Interface Orbiter – Lander)

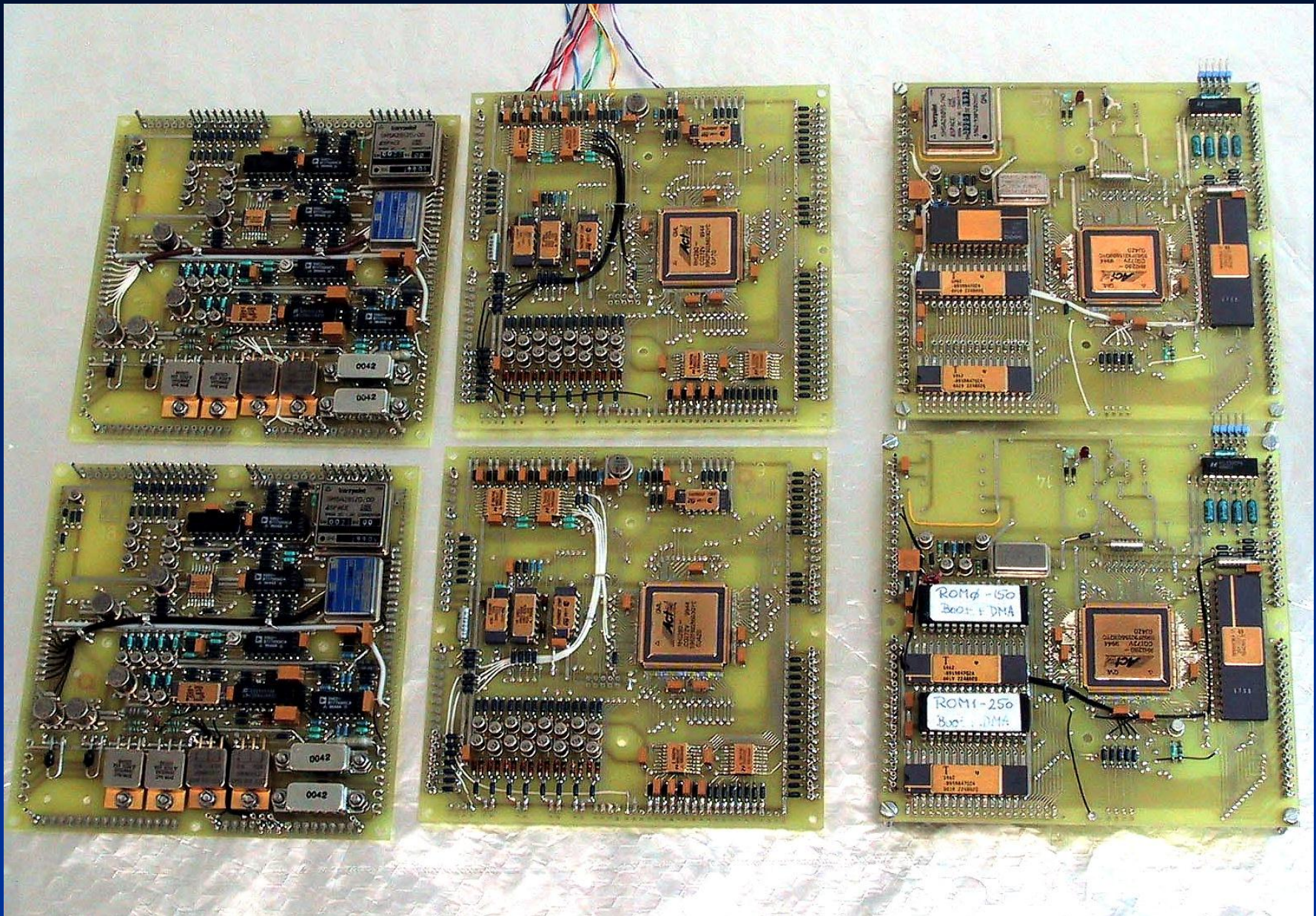


- ❑ **ESS-procesor** zabezpečí oddelenie pristávacieho modulu **Lander** (Philae) od **Orbitera** a obojsmernú dátovú komunikáciu medzi nimi.
- ❑ Na realizácii elektronického servisného systému **ESS** sondy sa v rámci spolupráce so **STIL-NUIM** (Írsko) podieľal aj **ÚEF-SAV**

Z realizácie ESS-procesora (STIL, Maynooth, Írsko)



Z realizácie ESS-procesora



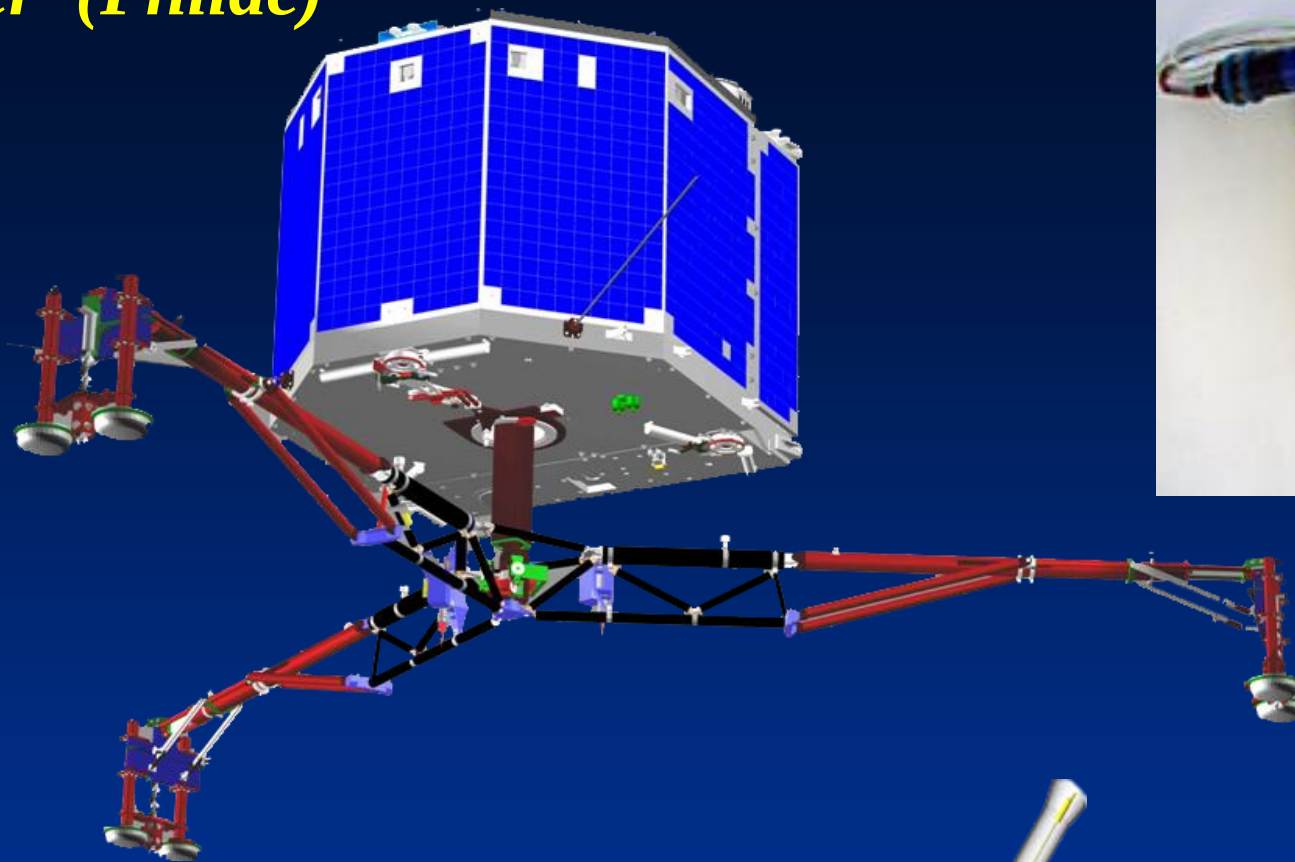
Závěrečné práce na ESS v laboratoriu STIL



Elektronický Servisný Systém Rosetta / ESS



Lander (Philae)



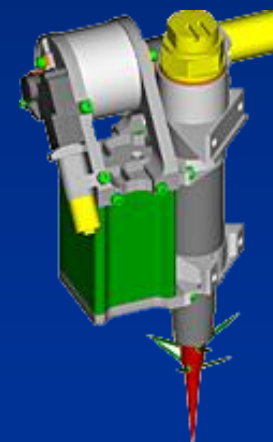
Hmotnosť: 100 kg

Vypustenie z výšky: ca 1km

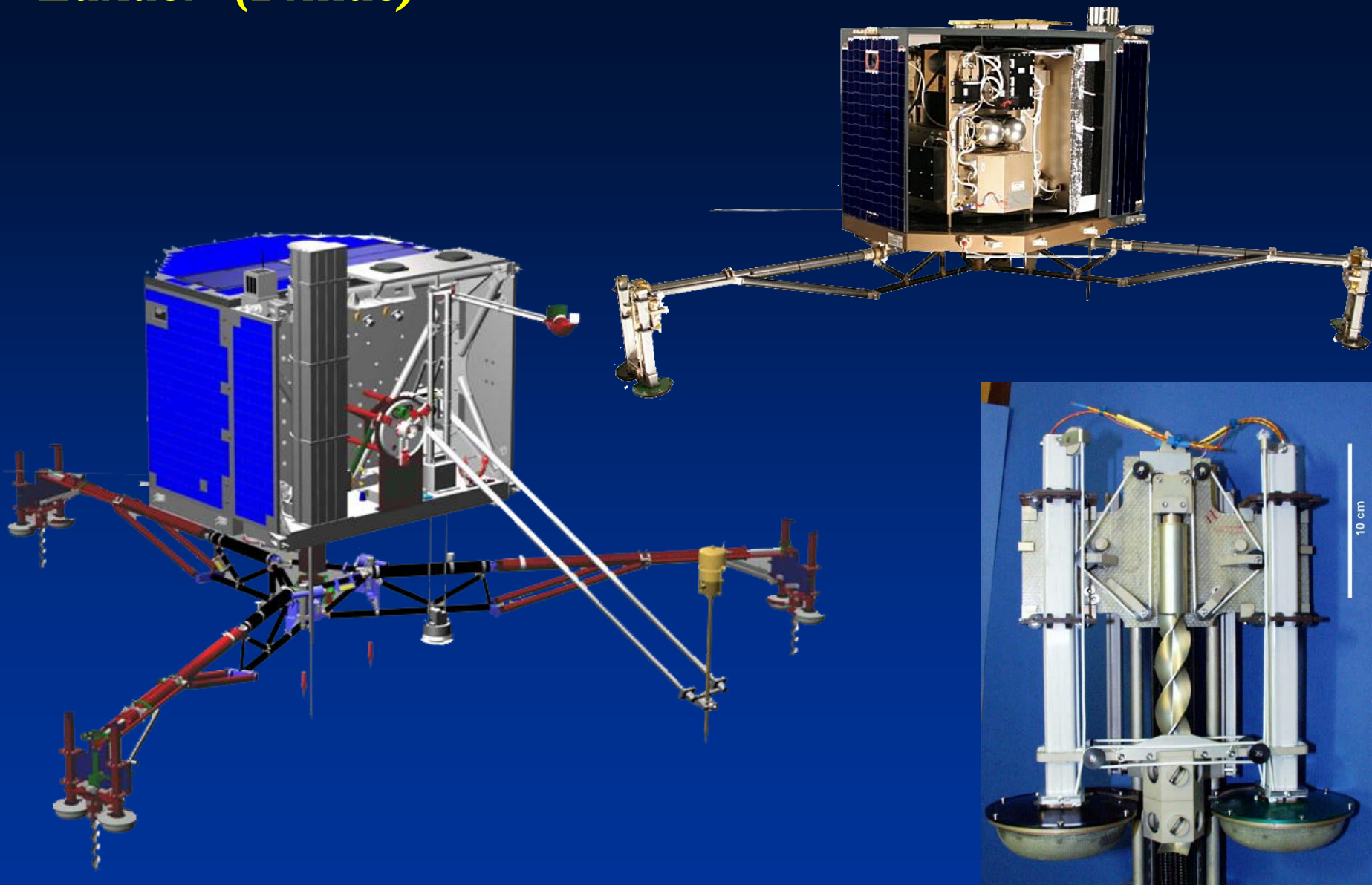
Rýchlosť približovania: 0,05 – 0,52 m/s

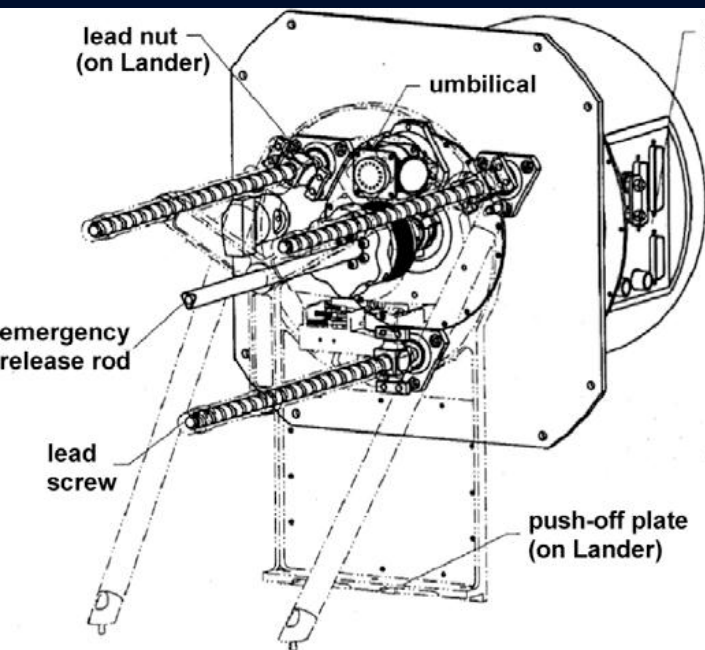
Odpruženie: Trojnohý podvozok,

Ukotvenie: Harpúna + snežné skrutky,
Korekcie náklonu, Rotácia 360°

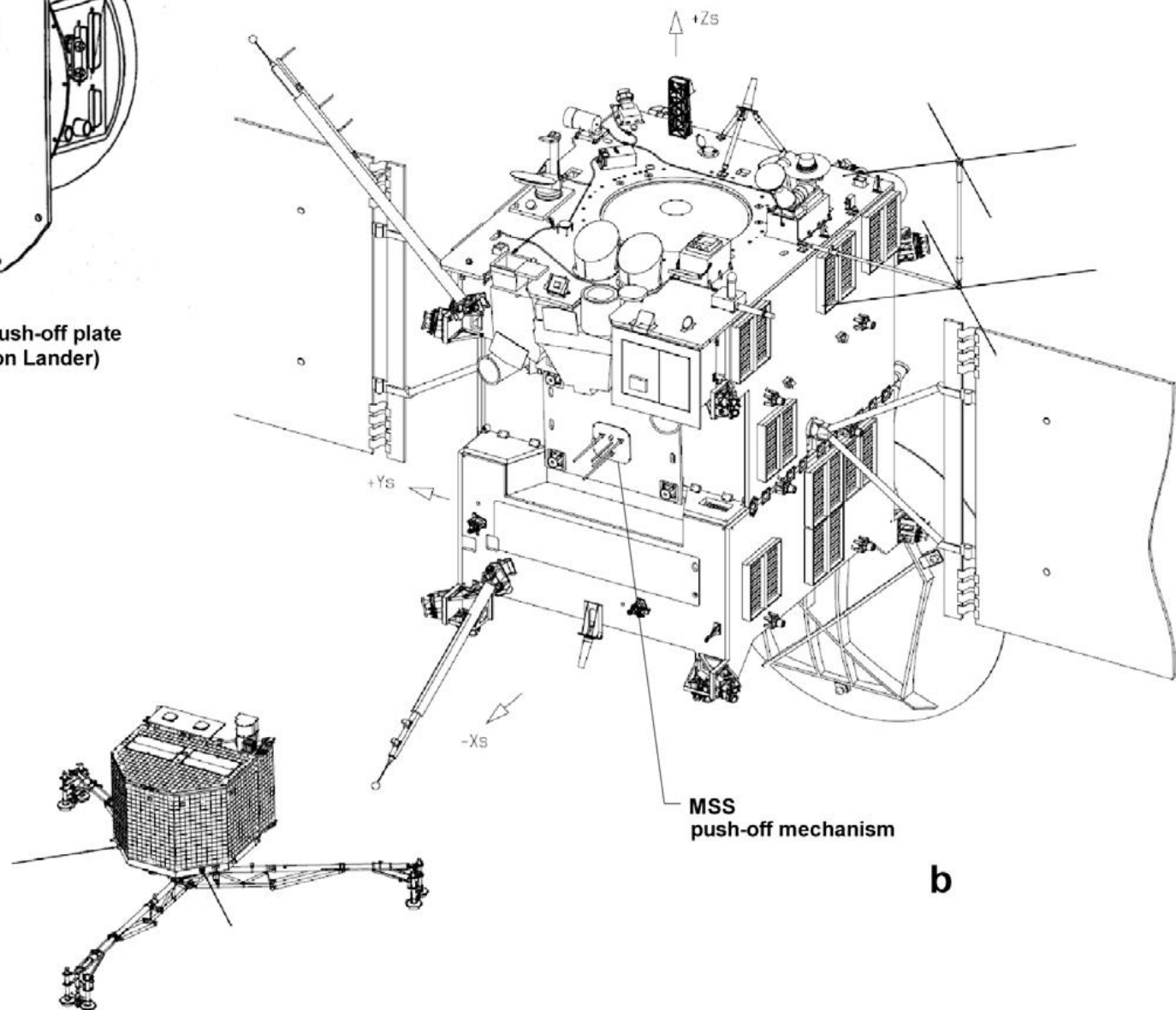


Lander (Philae)





a



b

Vedecký náklad ROSETTY (payload)

ORBITER

1. ALICE
2. CONSERT
3. COSIMA
4. GIADA
5. MIDAS
6. MIRO
7. OSIRIS
8. ROSINA
9. RPC
10. RSI
11. VIRTIS

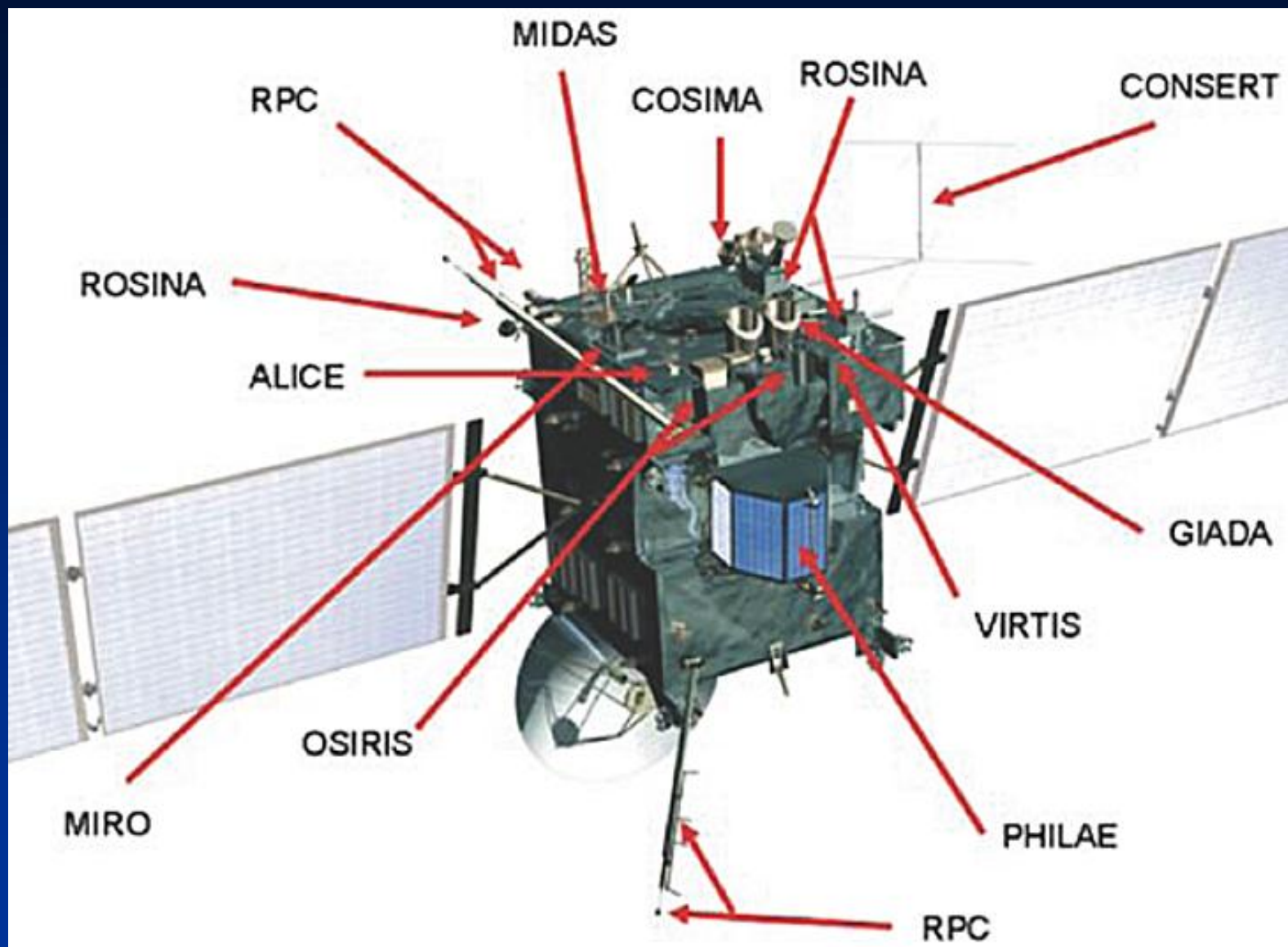
LANDER

1. APXS
2. ÇIVA
3. CONSERT
4. COSAC
5. MODULUS PTOLEMY
6. MUPUS
7. ROLIS
8. ROMAP
9. SD2
10. SESAME

Orbiter – Vedecký náklad (payload)

1. **ALICE** Ultraviolet Imaging Spectrometer
2. **CONCERT** Comet Nucleus Sounding Experim. by Radio Transmission
3. **COSIMA** Cometary Secondary Ion Mass Analyser
4. **GIADA** Grain Impact Analyser and Dust Accumulator
5. **MIDAS** Micro-Imaging Dust Analysis System
6. **MIRO** Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter
7. **OSIRIS** Rosetta Orbiter Imaging System
8. **ROSINA** Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis
9. **RPC** Rosetta Plasma Consortium
10. **RSI** Radio Science Investigation
11. **VIRTIS** Visible and Infrared Mapping Spectrometer

Orbiter – rozmiestnenie vedeckého nákladu



Hlavné vedecké aktivity Orbitera

Vývoj jadra kométy, jeho aktivity a okolitého prostredia bude monitorovaný od pre-perihélievej vzdialenosti asi 3.4 AU (záchyt na orbitu okolo kométy), cez prechod perihéliom (1.24 AU) a počas post-perihélievej fázy do vzdialenosti cca 2 AU.

ROSETTA bude študovať vývoj aktivity v dôsledku slnečnej radiácie od veľkej heliocentrickej vzdialenosti, cez maximum v perihéliu a postupný útlm počas vzd'aloovania sa od Slnka.

Objektom záujmu je chemické, mineralogické a izotopové zloženie kometárneho jadra a vnútornej kómy ako aj chemické reakcie, ktorými pozorovaná kóma vzniká zo zmrznutého materiálu kometárneho jadra.

Orbiter - Vedecké prístroje

ALICE



UV imaging spektroskop ALICE bude zisťovať produkciu rôznych atómov, molekúl a prachových častíc v chvoste kométy a charakterizovať povrch kométy na UV vlnových dĺžkach.

CONCERT

Radarový systém CONCERT bude skúmať vnútorné štruktúry jadra kométy pomocou dlhovlnných rádiových vln, ktoré preniknú celým jadrom (s CONCERT-Lander).

COSIMA



Hmotnostný spektrometer sekundárnych iónov COSIMA bude zabezpečovať in-situ analýzu zloženia prachových častíc kómy (chemická charakterizácia, mineralogická a petrografická klasifikácia).

Orbiter - Vedecké prístroje

GIADA

GIADA bude registrovať distribúciu počtu, hmotnosti, hybnosti a rýchlosti prachových častíc smerujúcich od jadra, ale aj z iných smerov na určenie vplyvu slnečnej radiácie na zmeny ich smeru.

MIDAS



MIDAS je skanovací mikroskop schopný zobrazit' veľmi malé 3D štruktúry až s nanometrovým rozlíšením. Jeho úlohou je určenie rozmerov a mikroštruktúry prachových častíc kométy.

MIRO

Povrchové a blízko-povrchové teploty ako aj teplotné gradienty na povrchu budú detekované v mikrovlnnej oblasti prístrojom MIRO. Prístroj tiež bude merať zastúpenie plynových emisií niektorých volatilných látok registrovaním ich molekulárnych tranzitov.

Orbiter - Vedecké prístroje

OSIRIS



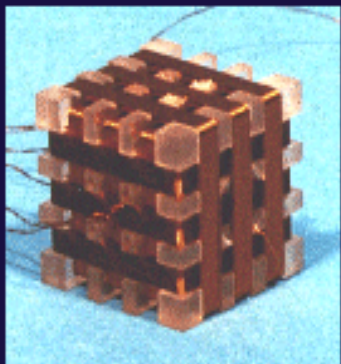
OSIRIS je zobrazovací kamerový systém s vysokým uhlovým rozlíšením v širokom rozsahu vlnových dĺžok od 70 nm (far UV) až do 1.3 mm. Popri určovaní veľkosti, tvaru, rotačného stavu a detailnej povrchovej topografie jadra bude charakterizovať sublimačné a erozívne procesy na jeho povrchu.

ROSINA

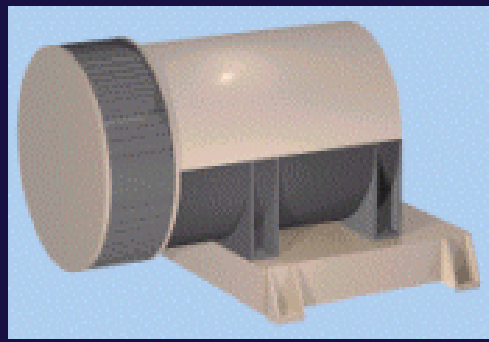


ROSINA bude určovať zloženie kometárnej atmosféry a ionosféry, merať teplotu a objemovú rýchlosť plynu a iónov a skúmať ich vzájomné reakcie. Jej tlakové senzory budú merať statický aj dynamický tlak plynov, určovať hustotu plynu a jeho radiálny tok.

Orbiter - Vedecké prístroje



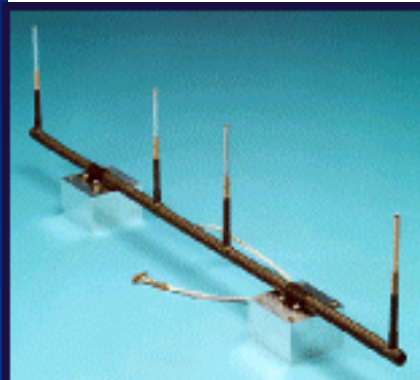
MAG ultra light triaxial
fluxgate magnetometer
(K. H. Glassmeier)



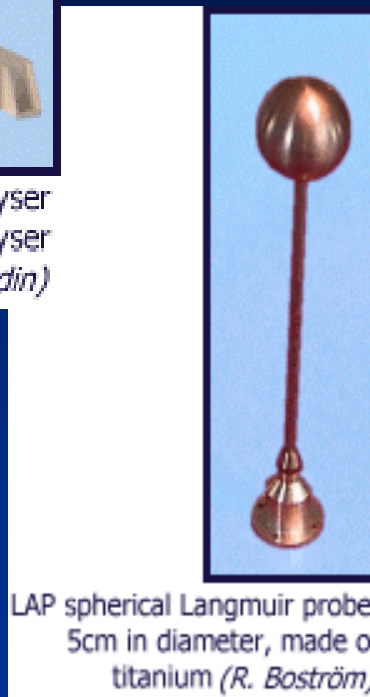
ICA spherical electrostatic analyser
with a magnetic mass analyser
(R. Lundin)



IES toroidal electrostatic
analyser to measure ion
and electron distribution
functions (J. L. Burch)



MIP electric antenna, 1m long,
including two transmitting and
two receiving electrodes
(J. G. Trotignon)



LAP spherical Langmuir probe,
5cm in diameter, made of
titanium (R. Boström)

RPC

**Plazmové
konzorcium RPC
obsahuje 5
senzorov, ktoré
zabezpečia in-situ
registráciu
interakcií
prostredia kométy
so slnečným
vetrom.**

Orbiter - Vedecké prístroje

RSI

RSI využíva rádiovú komunikačnú linku medzi Orbiterom a Zemou na výskum fundamentálnych aspektov kometárnej fyziky (určenie hmotnosti a hustoty jadra, gravitačného poľa, ne-gravitačných síl, veľkosti a tvaru jadra, jeho vnútornej a povrchovej štruktúry, výskytu veľkých prachových častíc, obsahu plazmy v kóme atď...)

VIRTIS

Infračervený snímkovací spektrometer VIRTIS bude zabezpečovať analýzy IR spektier minerálov a molekúl za účelom identifikácie zloženia kometárneho materiálu. Jeho ďalšou úlohou je záznam termálnej evolúcie jadra v závislosti od slnečného príkonu.

Lander - Vedecký náklad

1. **APXS** Alpha-X-ray spektrometer
2. **ČIVA** Panoramatická a mikroskopické stereo-kamery
3. **CONSERT** Rádiová tomografia jadra (s CONSERT – orbiter)
4. **COSAC** Analyzátor plynov - prvková a molekulárna analýza
5. **MODULUS Ptolemy** Analyzátor plynov - izotopová analýza
6. **MUPUS** Meranie podpovrchových vlastností (penetrátor)
7. **ROLIS** „Down looking camera“ – detailné snímkovanie povrchu
8. **ROMAP** Magnetometer a plazmový monitor
9. **SD2** Vrtací systém a transport vzoriek na analýzu
10. **SESAME** Seizmický, elektrický, akustický a prachový monitoring

Hlavné vedecké aktivity Landeru

SD2



ROLIS



ÇIVA



PTOLEMY



Zber materiálových vzoriek z blízkeho okolia Landeru v rámci jeho „pracovného kruhu“ (360°) v spolupráci kamier ROLIS a ÇIVA s vŕtacím a transportným systémom SD2, ktorý dokáže získať vzorky z hĺbky až 20cm a dopraviť ich do 26 „mikro-piecok“ inštalovaných na karuseli. Vzorky budú postupne zohrievané zobrazované a spektrálne analyzované kamerou ÇIVA-M. Uvoľňované plyny budú nasávané do prístroja PTOLEMY za účelom hmotnostnej a chemickej analýzy (stabilné izotopy H, C, N, O a S) a prístroja COSAC, ktorý pomocou plynovej chromatografie a hmotnostnej analýzy bude pátrať po organických molekulách.

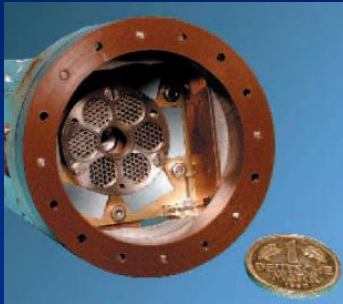
Hlavné vedecké aktivity Landeru

COSAC



COSAC je schopný detekovať aj chiralitu (pravo-ľavotočivosť) organických molekúl v záujme pátrania po stopách života).

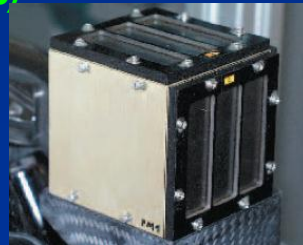
APXS



APXS bude detekovať zastúpenie jednotlivých prvkov na povrchu jadra na malej ploche pod Landerom

SESAME

(sensors)



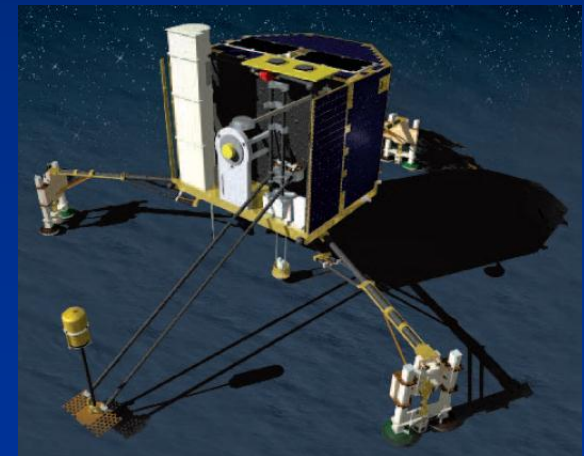
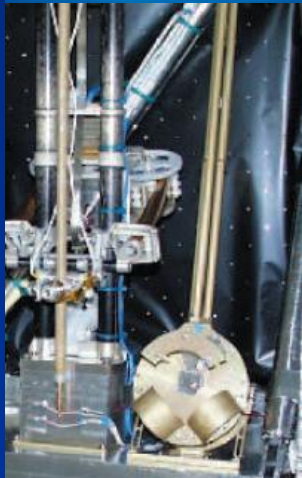
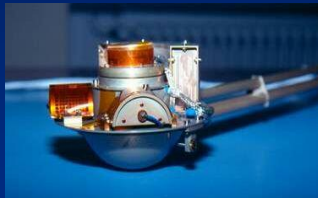
SESAME je zameraný na mechanické a elektrické vlastnosti povrchu až do hĺbky 2m a na prachový monitoring.

Hlavné vedecké aktivity Landera



MUPUS svojimi senzormi zabezpečí meranie fyzikálnych vlastností povrchu jako tepelnú vodivosť, tepelný profil, tepelnú kapacitu, tepelný tok, hustotu a kohéziu materiálu apod.

ROMAP zabezpečuje magnetický monitoring, a tiež plazmový monitoring pomocou iónového a elektrónového senzora.



Štart sondy ROSETTA

02. 03. 2004

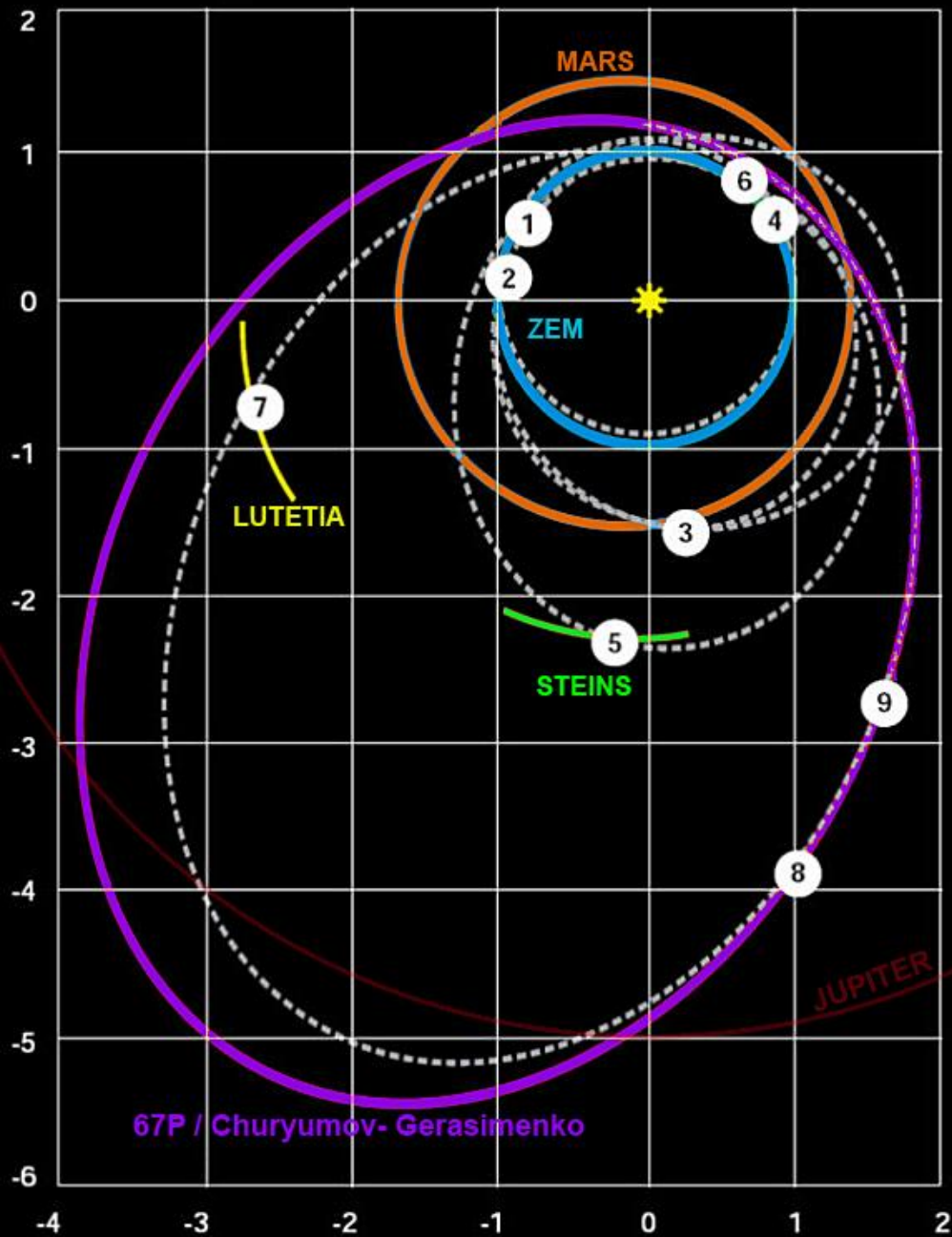
(kozmodróm ESA Kourou,
Francúzska Guyana)

Ariane 5G+

Credit:



©2000 ESA - CNES - ARIANESPACE / Photo Service Optique CSG.

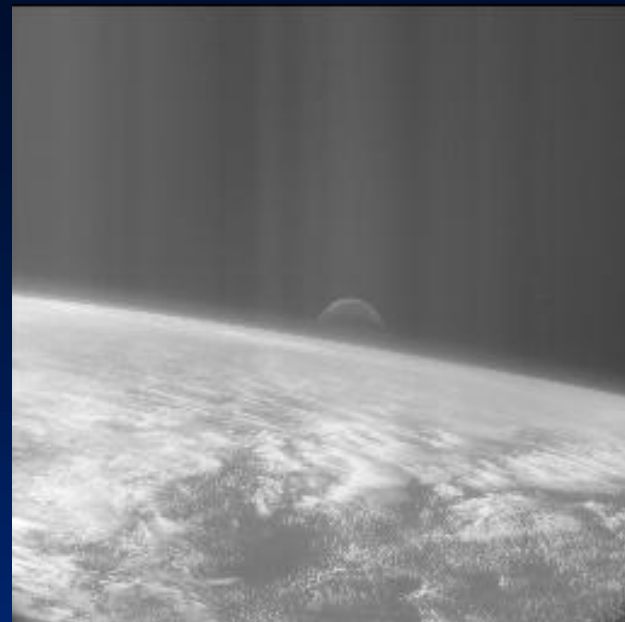


Letový plán sondy ROSETTA

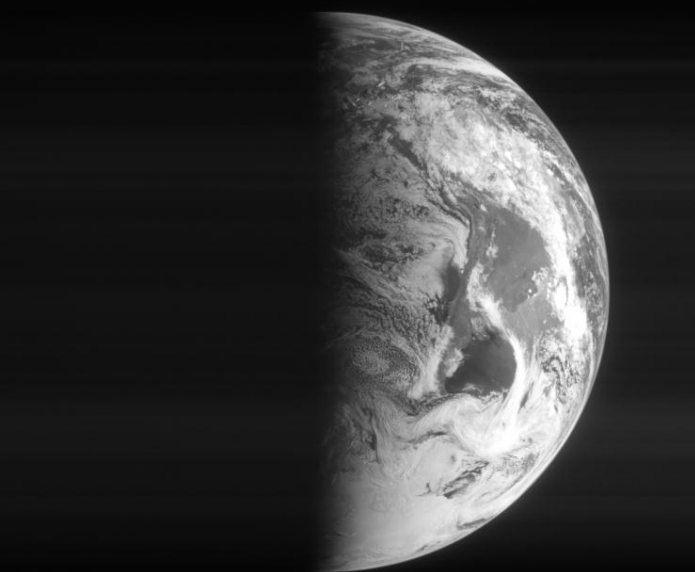
1. 2004 /03/02 Štart (Kourou)
2. 2005/03/04 Zem (prelet 1950km)
3. 2007/02/25 Mars (prelet 250km)
4. 2007/11/13 Zem (prelet 5300km)
5. 2008/09/05 Steins (prelet 802km)
6. 2009/11/13 Zem (prelet 2481km)
7. 2010/07/10 Lutetia (prelet 3162km)
(2011/06/08 - 2014/01/20) – hibernácia
8. 2014/05/22 Priblíženie k 67P
9. 2014/11/10 Pristátie na 67P

Prvý prelet okolo planéty Zem

(04. 03. 2005, 1950 km)



NavCAM, March 2005



NavCAM, March 2005

***Rosetta nad
planétou Mars***
(250.6 km)
(Mawrth Vallis region)

25. 02. 2007

**foto:
CIVA-P**

***Autonómne operácie
Landeru
(Napájanie z Batérií)***

Credit:



Asteroid 2867 Steins (05. 09. 2008, 802km, 8,6 km/s)



(Artist vision)

„Diamantový tvar“,

Rozmery 6.67 x 5.81 x 4.47 km³.

Pokrytý plytkými krátermi

Rosetta Steins flyby, 05 Sep 2008



Posledný prelet nad planétou Zem (13.11.2009)



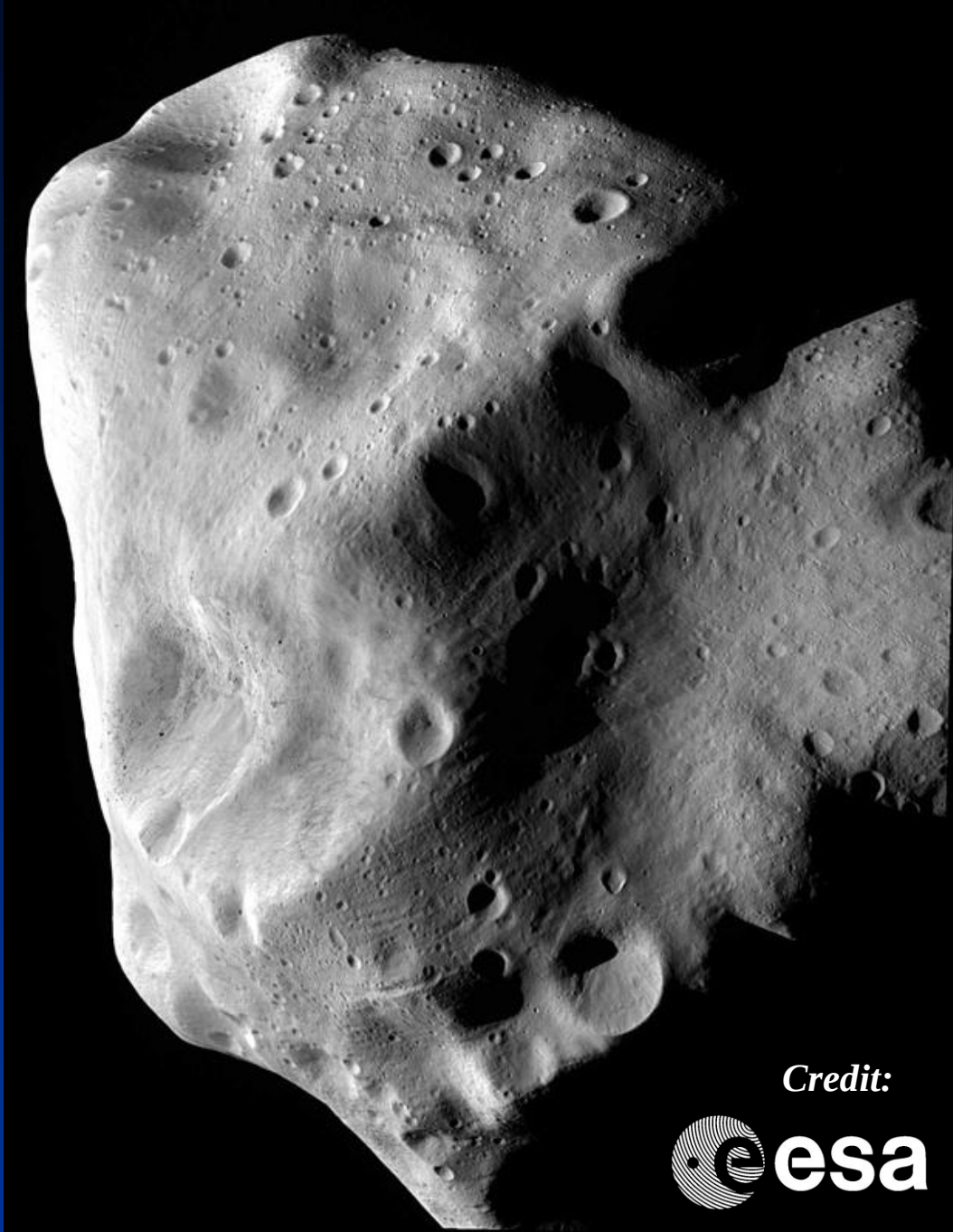
© AFP/Getty Images

Asteroid 21 Lutetia

(10. 07. 2010, 3162 km, 15km/s)

OSIRIS imaging (1px = 60m)

462 snímků cez 21 úzkopásmových
aj širokopásmových filtrov v
rozsahu 240 – 1000 nm.



Credit:



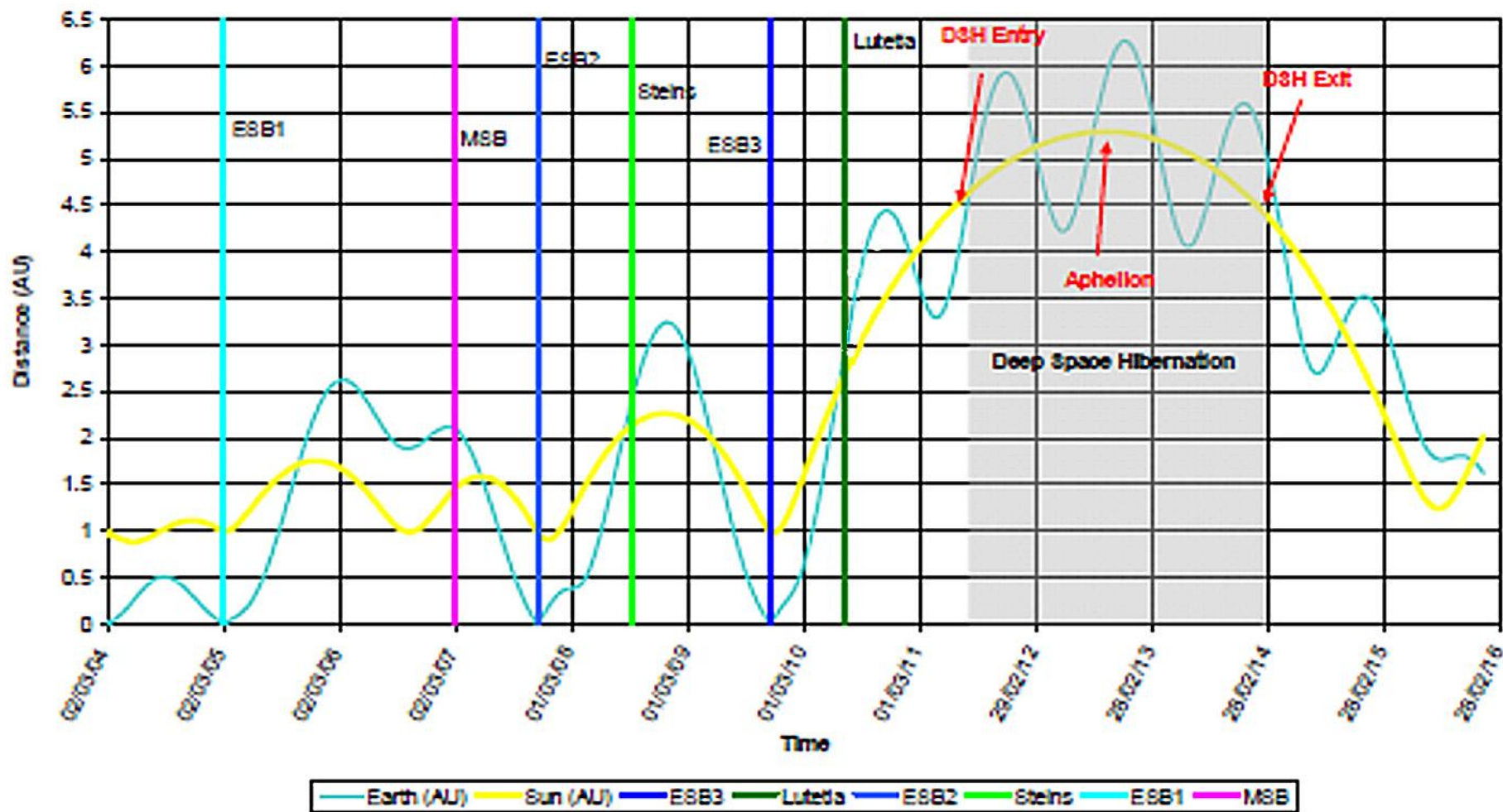
Asteroid 21 Lutetia

Hmotnosť Lutetie bola stanovená na základe jej gravitačných účinkov z Dopplerovských dát na 1.7×10^{18} kg a hustota bola určená na základe snímkov kamery OSIRIS na ~ 3.4 g/cm³.

Predpokladajúc miernu vnútornú porézanosť, pomerne vysoká hodnota hustoty indikuje výskyt kovovej zložky, pravdepodobne železa. Predpokladá sa, že povrch je nepretavený chondritický, avšak vnútro Lutetie bolo kedysi roztavené. Toto je konzistentné so spektroskopickými dátami, ktoré poukazujú na podobné zloženie ako majú uhlíkové chondrity bohaté na železo.

Usudzuje sa, že Lutetia je pravdepodobne primordiálna planetezimála a tvorí „chýbajúce ohnivko v reťazi“ medzi malými asteroidmi, ktoré sú často iba zhľukmi drobných trosiek a terestriálnymi planétami.

Kde je ROSETTA teraz ?

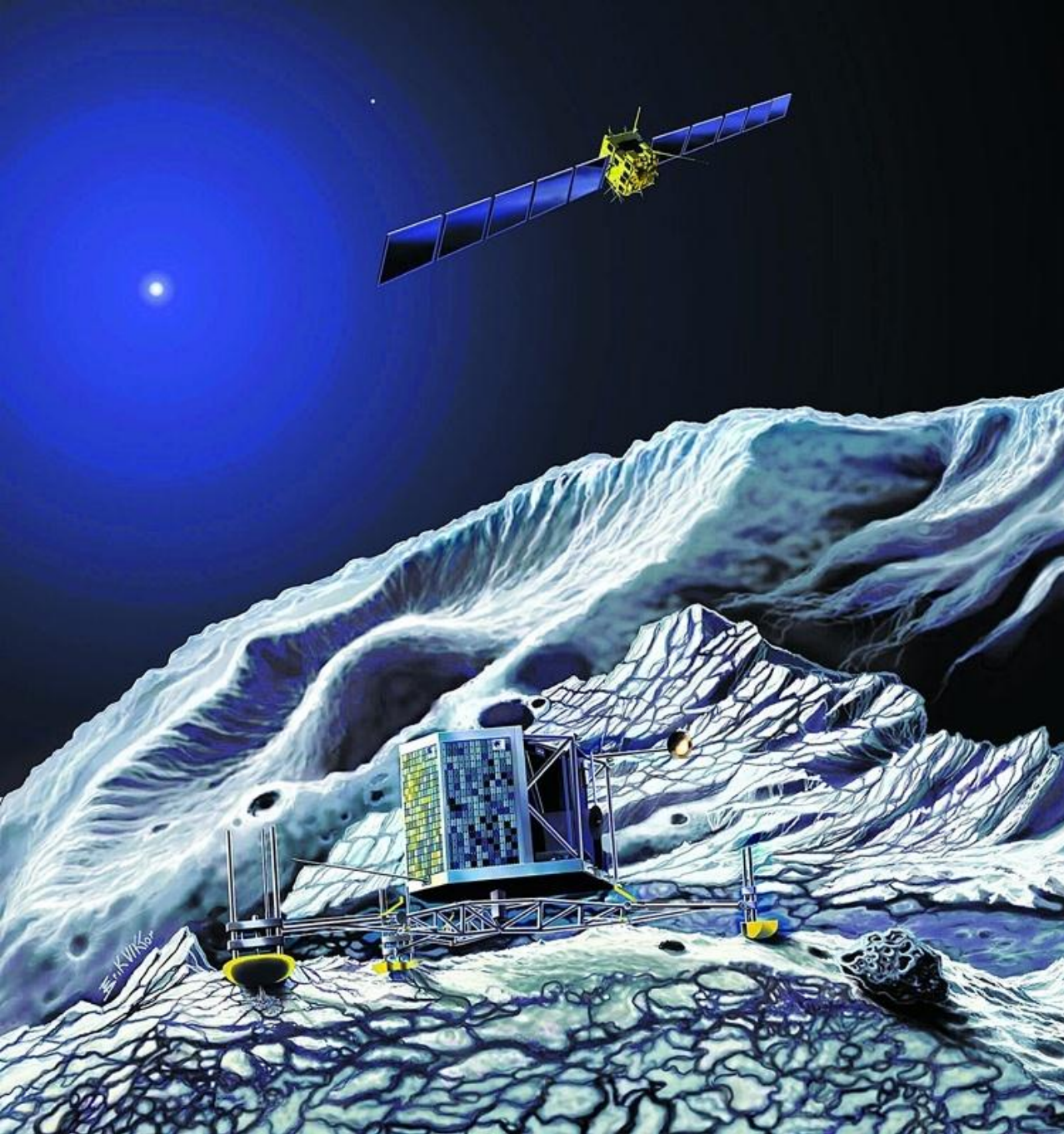


Približovací manéver (Rendezvous) s 67P (máj 2014)



Credit:  esa

*Pristátie na
kométe 67P
(november 2014)*



Credit:  esa



ROSETTA -Riadiace centrum, ESA-ESOC, Darmstadt, DE



ESA-ESOC, Darmstadt, DE

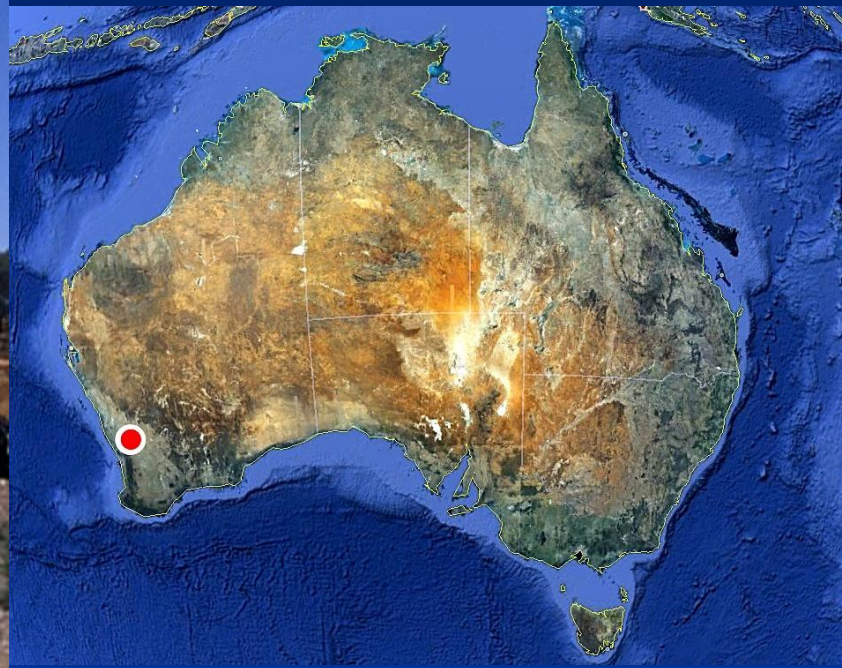


*Anténa ESA na
komunikáciu so sondou
ROSETTA*

New Norcia, Austrália

Priemer antény: 35 m

Hmotnosť: 630 ton



Maketa sondy ROSETTA, ESA-ESOC, Darmstadt, DE





Záverom

Po úspešnom blízkom prelete popri dvoch objektoch pásma asteroidov sa ROSETTA stretne so zmrznutou kométou v studenej oblasti Slnčnej sústavy a stane sa jej spolupútnikom pri jej ceste cez perihélium, z blízka pozorujúc ako sa zmrznutá kométa transformuje pod vplyvom slnečného žiarenia.

Prvýkrát v histórii robotický systém mätko pristane priamo na jadre kométy kde bude analyzovať vzorky neznámeho materiálu ktorého sa kedysi zrodila Slnčná sústava.

Ďakujem za pozornosť !