



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Φυσική Διαστήματος

Ενότητα 2: Μαγνητόσφαιρα Γης

Ξενοφών Δ. Μουσάς
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Φυσικής



Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Φυσική Διαστήματος

Μαγνητόσφαιρες

Ξενοφών Δ. Μουσάς,
Καθηγ. Φυσικής Διαστήματος

ΑΘΗΝΑ 2014

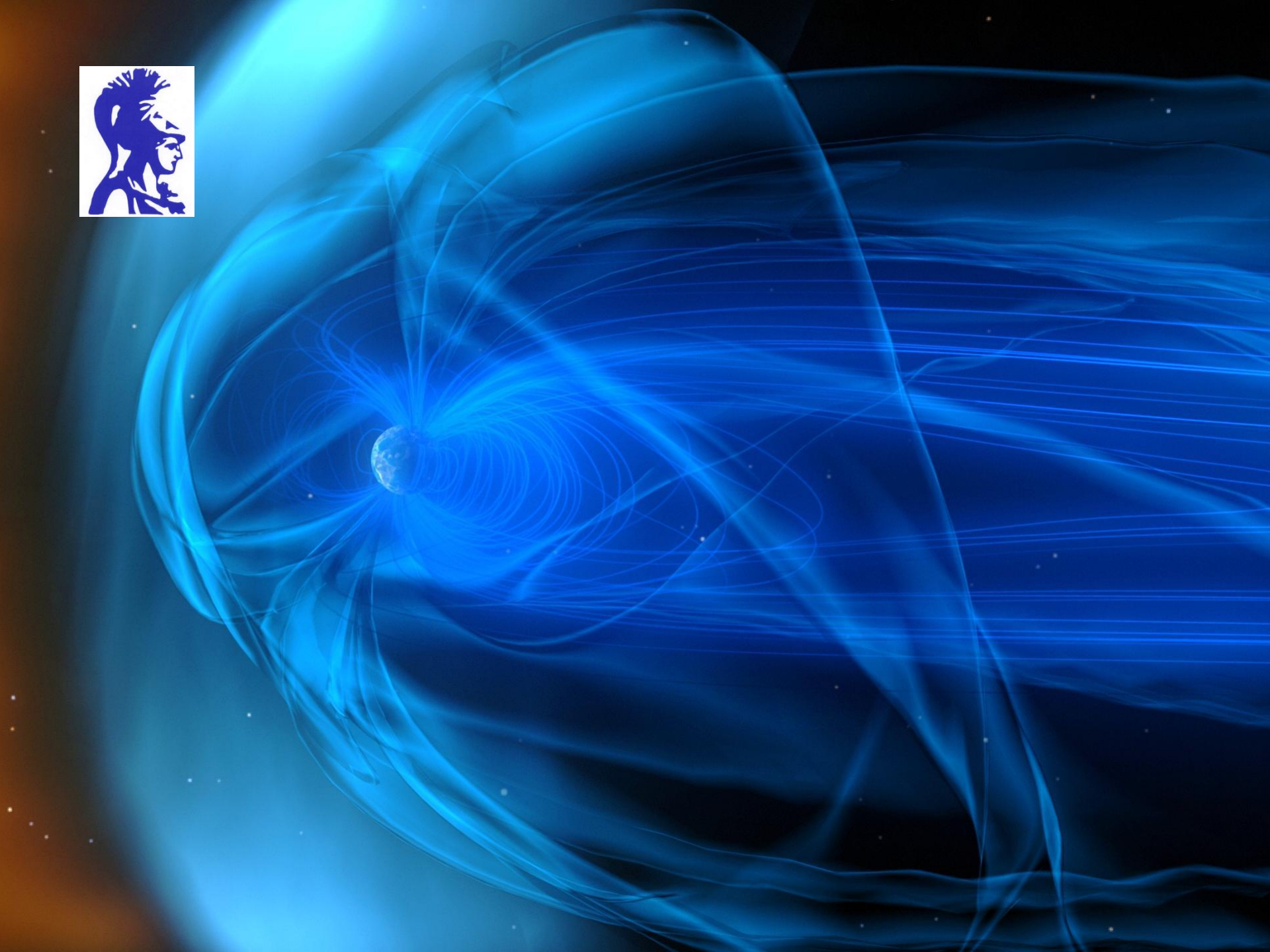
Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες Ευχαριστίες οφείλονται στη NASA, ESA,

στους Ερευνητές και λοιπούς συντελεστές των επιγείων τηλεσκοπίων και διαστημικών πειραμάτων, στην κυρία Παν. Πρένα Παπαδήμα, στον κύριο Πάνο Παπασπύρου για τις ενδιαφέρουσες συζητήσεις, σε όλους αυτούς που μας έδωσαν μετρήσεις, το NSSDC ή συμβουλές, στην Wikipedia για πολλές πολύτιμες εικόνες που προσφέρονται χωρίς δικαιώματα χρήσης και συνεπώς είναι πολύτιμες σε κάθε δάσκαλο.

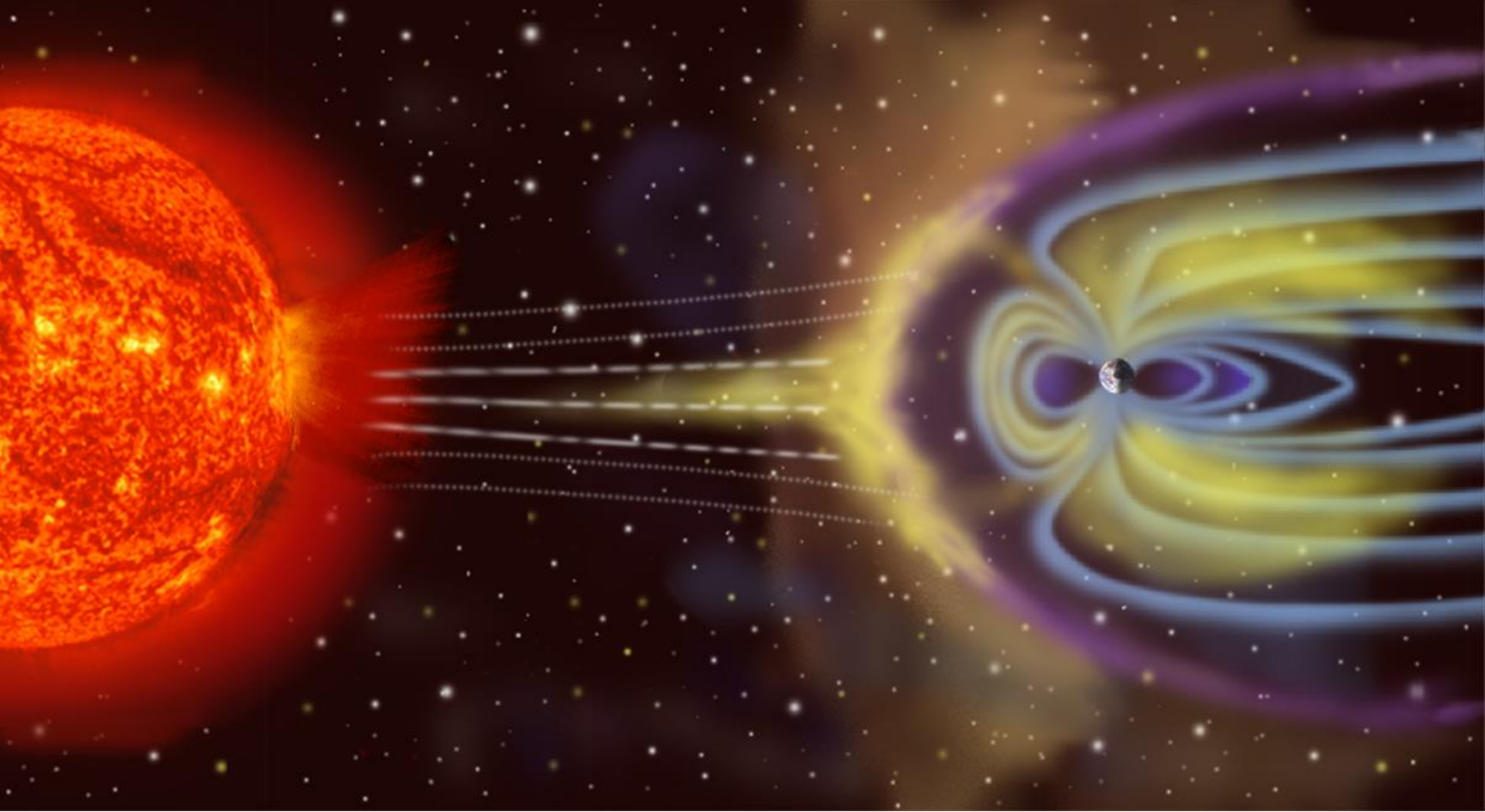
μαγνητόσφαιρα

Η μαγνητόσφαιρα είναι ο χώρος γύρω από ένα πλανήτη ή άλλο ουράνιο σώμα, που επηρεάζεται από το μαγνητικό πεδίο του πλανήτη. Η μαγνητόσφαιρα της Γης είναι ένας τεράστιος όγκος που περιβάλλει την ατμόσφαιρα της Γης ο οποίος καθορίζεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ του μαγνητικού πεδίου της Γης και του ηλιακού ανέμου.



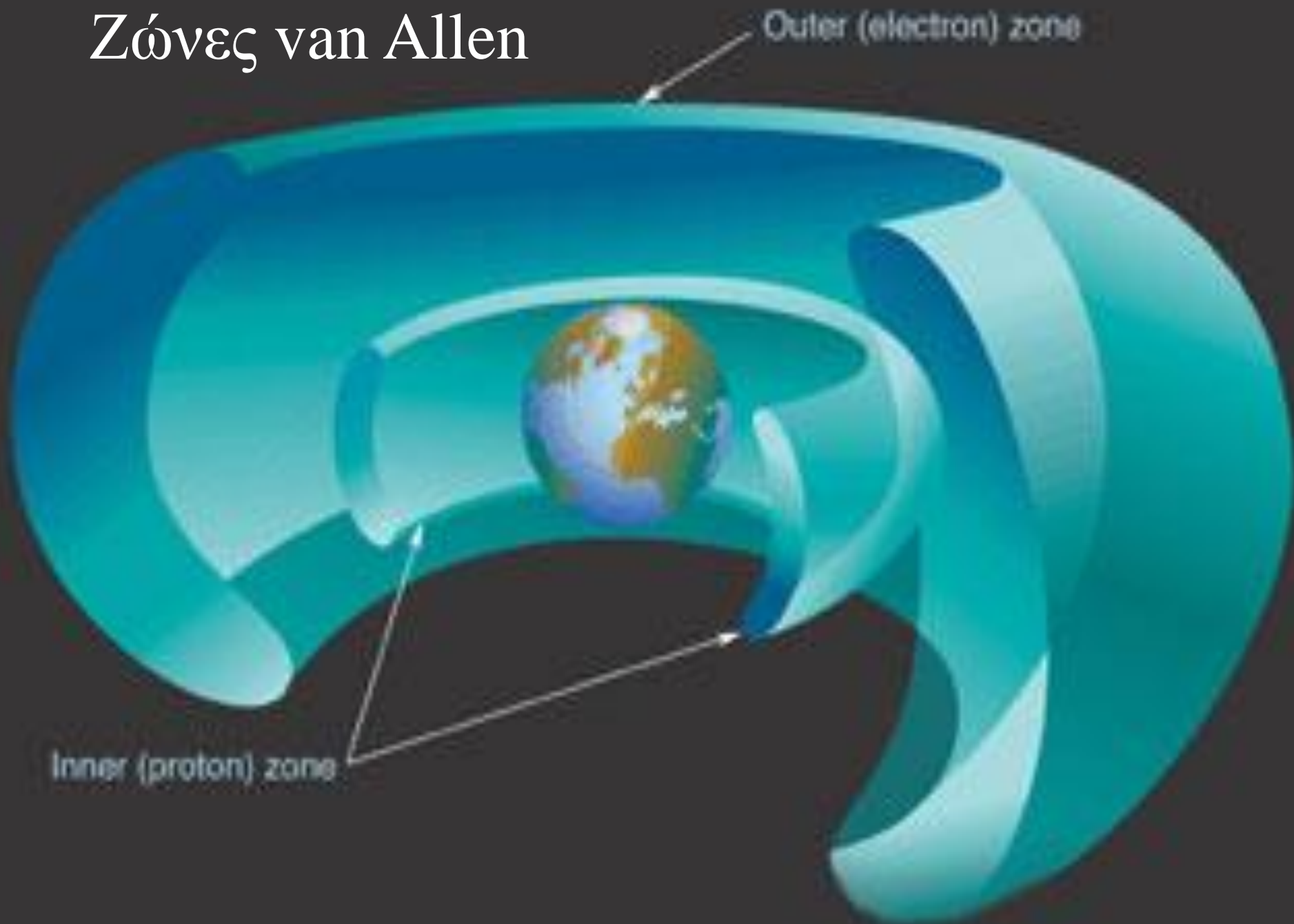
Η μαγνητόσφαιρα της Γης

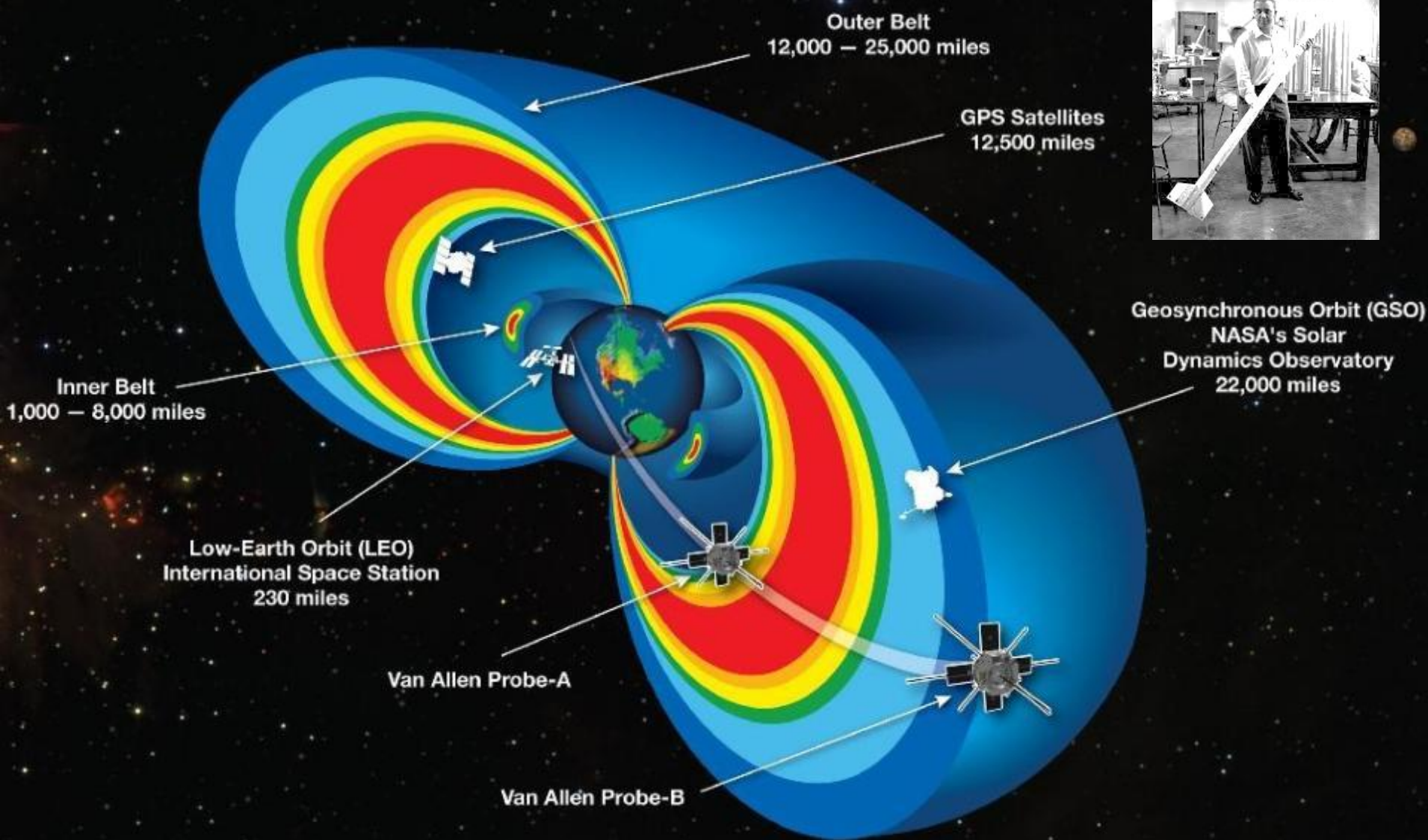
Η μαγνητόσφαιρα της Γης, αλλά και των άλλων πλανητών, αν την βλέπαμε από μακριά θα έμοιαζε με τους Κομήτες και ιδιαιτέρως τις ουρές τους. Η μαγνητόσφαιρα με την ουρά της μοιάζει με ένα ημισφαίριο που εφάπτεται σε ένα κύλινδρο ίδιας διαμέτρου και με πολύ μεγάλο ύψος. Η ουρά της μαγνητόσφαιρας της Γης εκτείνεται προς την σκοτεινή πλευρά της για πολλές ακτίνες Γης, ($R_{\text{Γης}} = 6400$ km), ίσως αρκετές εκατοντάδες και πάντως πολύ πέρα από την Σελήνη, ή σχεδόν κυκλική τροχιά της οποίας βρίσκεται κατά το ήμισυ μέσα στην μαγνητόσφαιρα ενώ η ακτίνα του ημισφαιρίου προς τον Ήλιο είναι γύρω στις δέκα γήϊνες ακτίνες.





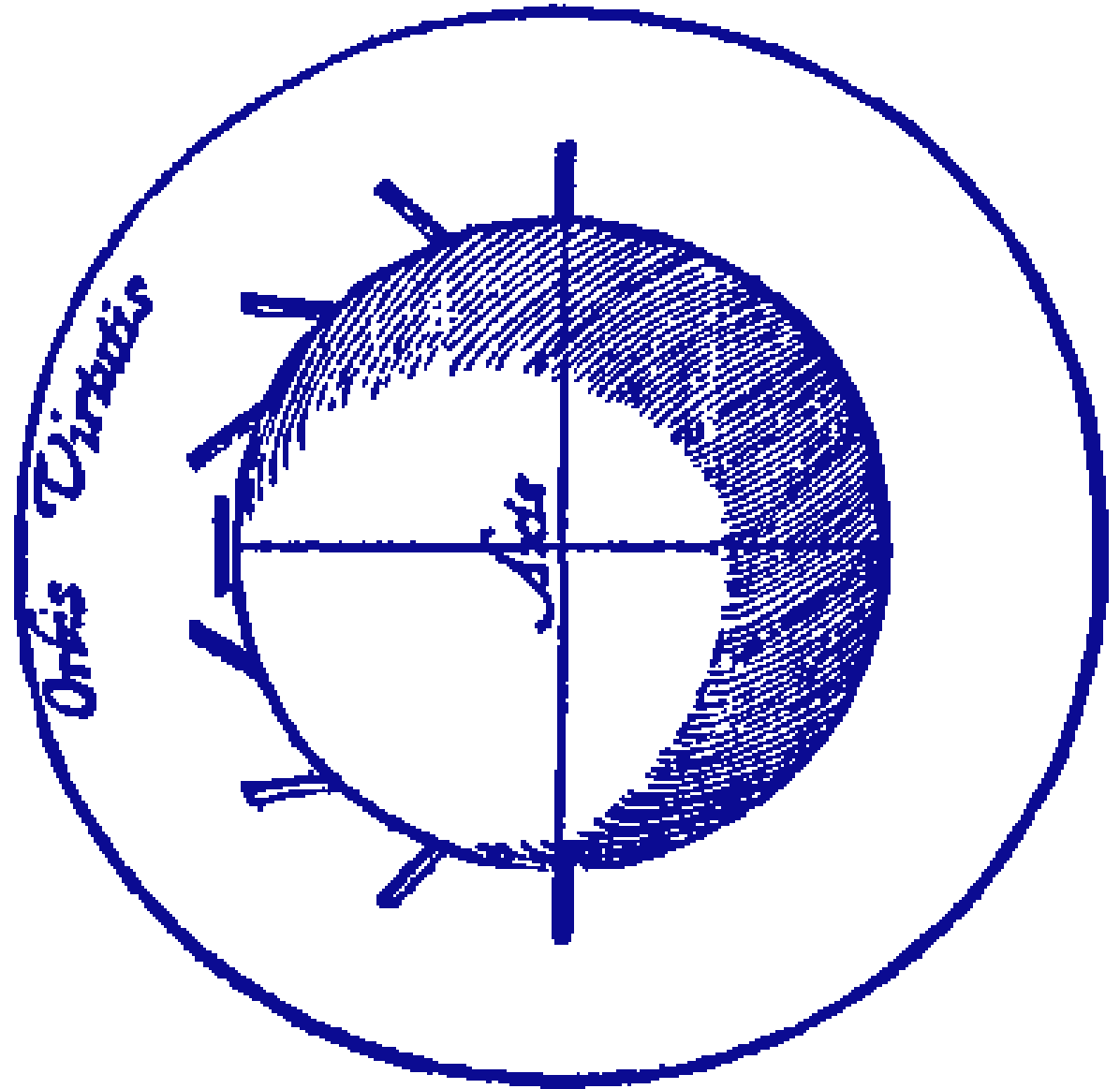
Ζώνες van Allen





Το μαγνητικό
πεδίο της Γης
William Gilbert,
στο βιβλίο του
De Magnete, 1600

Δίνει την
απεικόνιση του
μαγνητικού πεδίου
της Γης και
δείχνει ότι είναι
διπολικό.

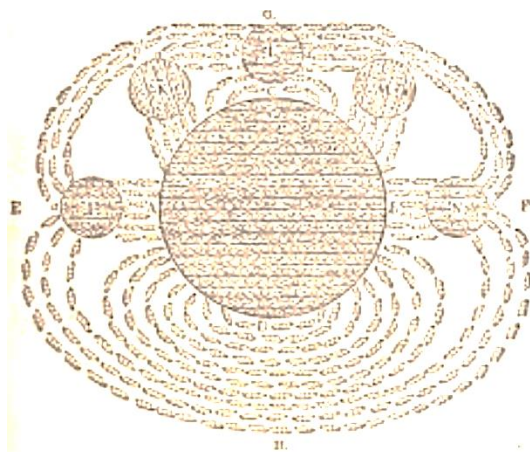


Gilbert, William. (1600), *De Magnete* (About the Magnet). Translated 1893 from Latin to English by Paul Fleury Mottelay, Dover Books, paperback

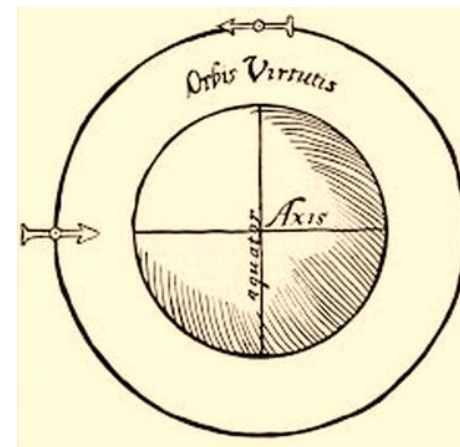
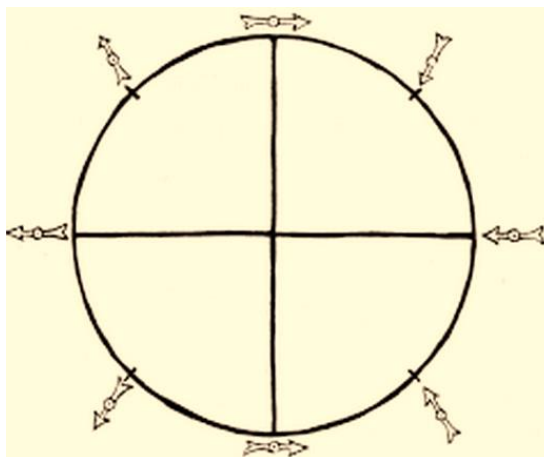
ιστορικά

Η πρώτη εκτενής μελέτη του μαγνητικού πεδίου της Γης έγινε το 1600 από τον 'Αγγλο επιστήμονα, γιατρό της Ελισσάβετ I, τον William Gilbert στο έργο του " De Magnete". Λίγες δεκαετίες αργότερα, το 1676, ο Edmund Halley διαπίστωσε ότι μεταβολές του μαγνητικού πεδίου της Γης, που είχαν παρατηρηθεί και από άλλους επιστήμονες, συνέπιπταν χρονικά με την εμφάνιση Βορείου Σέλαος. Η συσχέτιση αυτή μελετήθηκε και από τον Σουηδό φυσικό Hiorter, μαθητή του Celsius, το 1741, ο Έλληνας διαφωτιστής και φιλικός Βενιαμίν ο Λέσβιος (1762-1824), που είχε εργαστεί ερευνητικά σε πολλές χώρες της Ευρώπης και ο οποίος ερμήνευε τα πάντα με την θεωρία του του "πανταχοκινήτου" είναι πιθανότατα ο πρώτος που προσπάθησε να συσχετίσει τον Ηλιο με την εμφάνιση του Σέλαος. Σε αυτήν την κατεύθυνση είχε προτείνει ότι το Σέλας εμφανίζεται ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο " πανταχοκίνητο« του Ηλίου με το "πανταχοκινούμενο" της Γης. "Πανταχοκίνητο« είχε ονομάσει ένα ρευστό που υπέθετε πως εκπέμπουν όλα τα σώματα με το οποίο ερμήνευε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης και την αναλογία με το αντίστροφο του τετραγώνου της απόστασης μεταξύ τους. Αυτή η ερμηνεία μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι σωστή αν λάβει κανείς υπόψη του τη σύγχρονη ερμηνεία ότι το Σέλας προέρχεται από σωμάτια του Ηλιακού Ανέμου και της γήινης ατμόσφαιρας που διεισδύουν και παγιδεύονται στη μαγνητόσφαιρα. Τέτοια σωμάτια, αλλά και σωμάτια του ηλιακού ανέμου κατά την διάρκεια γεωμαγνητικής δραστηριότητας κτυπούν τα άτομα των αερίων της ανώτατης ατμόσφαιρας τα οποία διεγείρονται. Αυτά αποδιεγερόμενα εκπέμπουν ακτινοβολία, την οποία ονομάζουμε σέλας .

Το μαγνητικό πεδίο της Γης
William Gilbert,
στο βιβλίο του
De Magnete, 1600



Δίνει την
απεικόνιση του
μαγνητικού πεδίου
της Γης και
δείχνει ότι είναι
διπολικό.



Gilbert, William. (1600), *De Magnete* (About the Magnet). Translated 1893 from Latin to English by Paul Fleury Mottelay, Dover Books, paperback

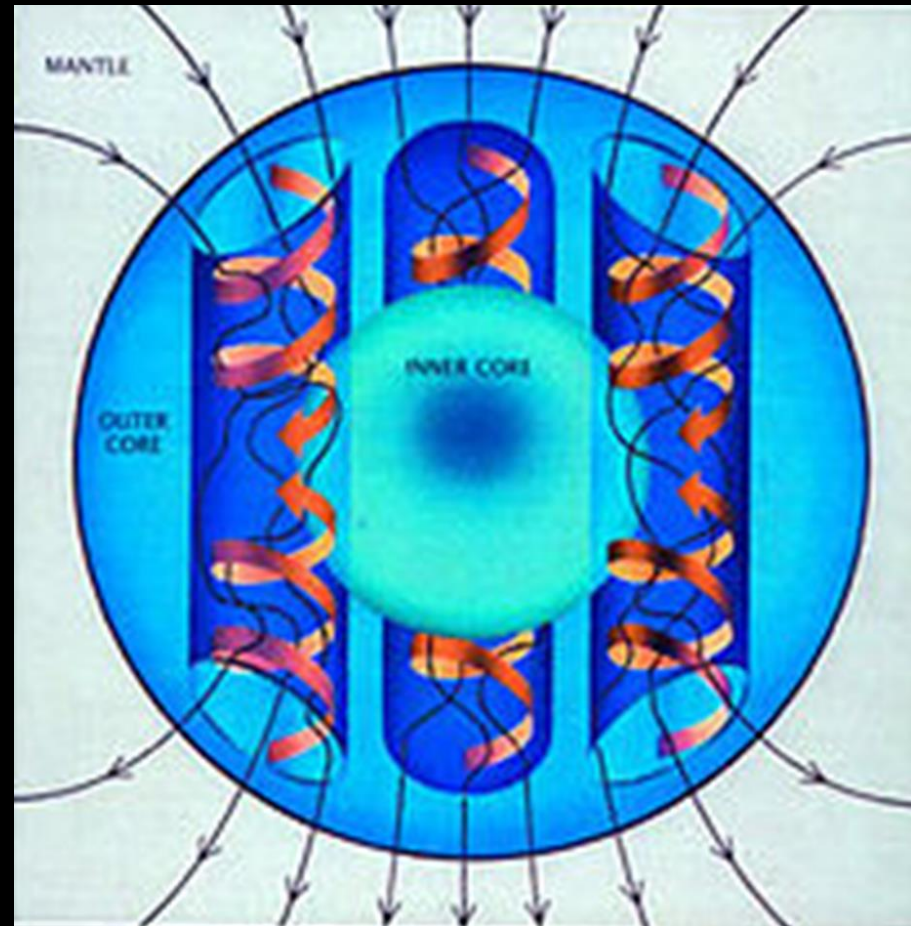
Θεωρία της δυναμογεννήτριας

το μαγνητικό πεδίο της Γης δημιουργείται με την θεωρία της δυναμογεννήτριας

"How does the Earth's core generate a magnetic field?"

USGS FAQs. United States Geological Survey.
Retrieved 21 October 2013.

<http://geomag.usgs.gov/images/faq/Q6.jpg>



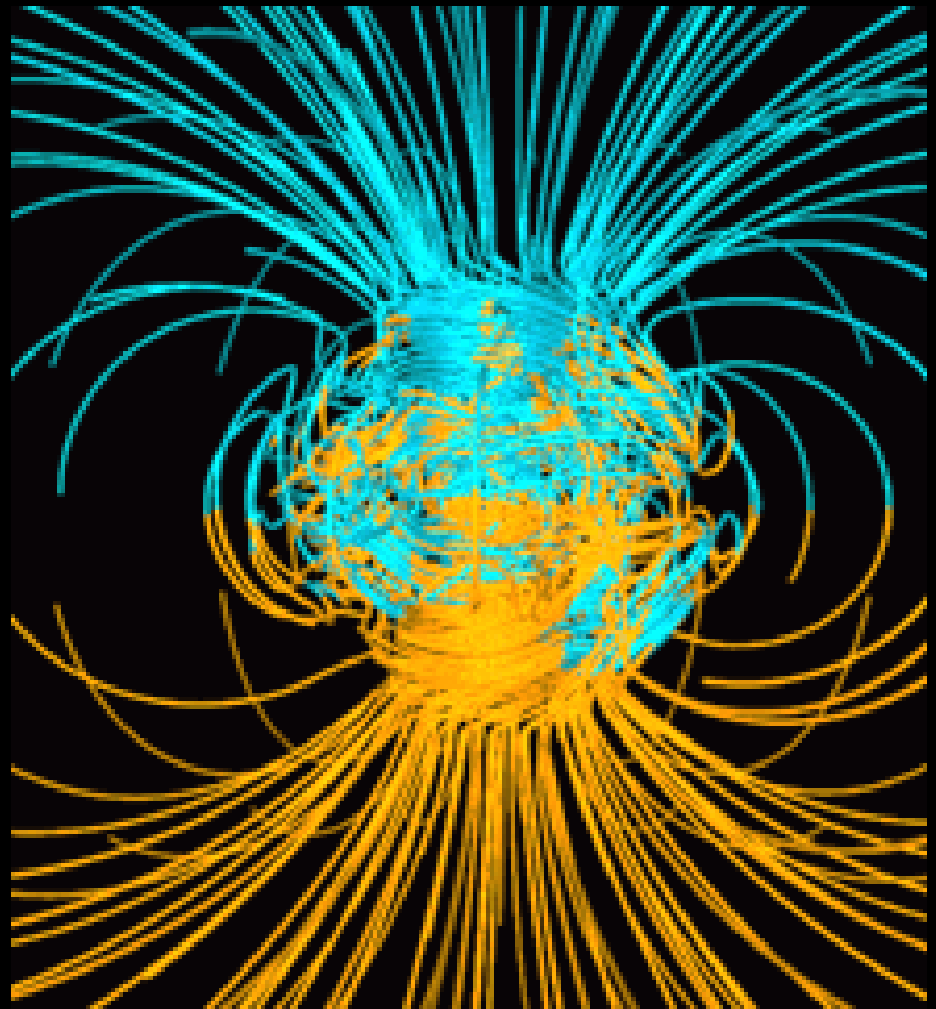
Το μαγνητικό πεδίο της Γης κατά την αλλαγή της πολικότητας.

Glatzmaier, Gary A.; Roberts, Paul H. (1995). "A three-dimensional self-consistent computer simulation of a geomagnetic field reversal".

Nature **377** (6546): 203–209.

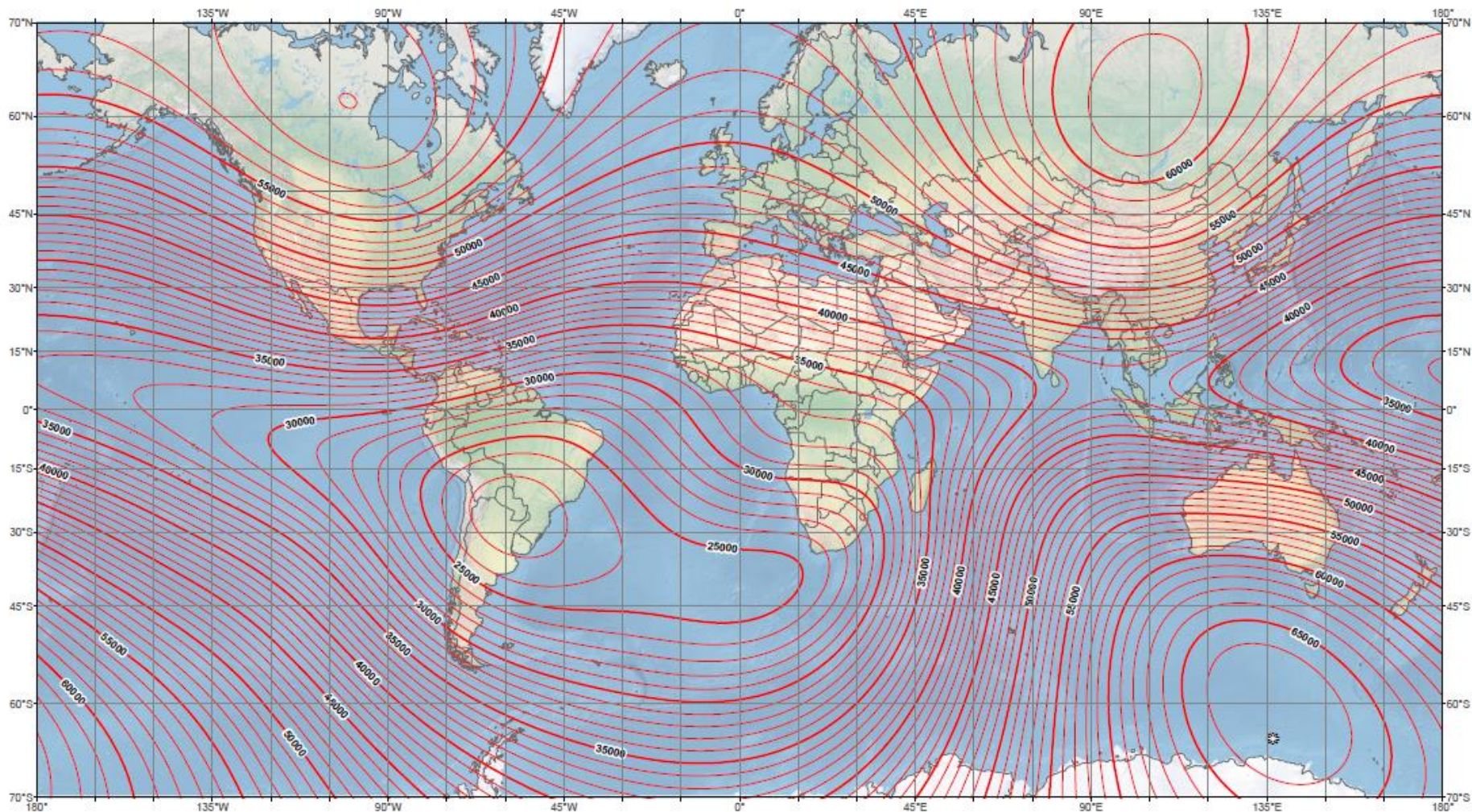
[Bibcode:1995Natur.377..203](#)

[G.doi:10.1038/377203a0](#)



US/UK World Magnetic Model - Epoch 2015.0

Main Field Total Intensity (F)

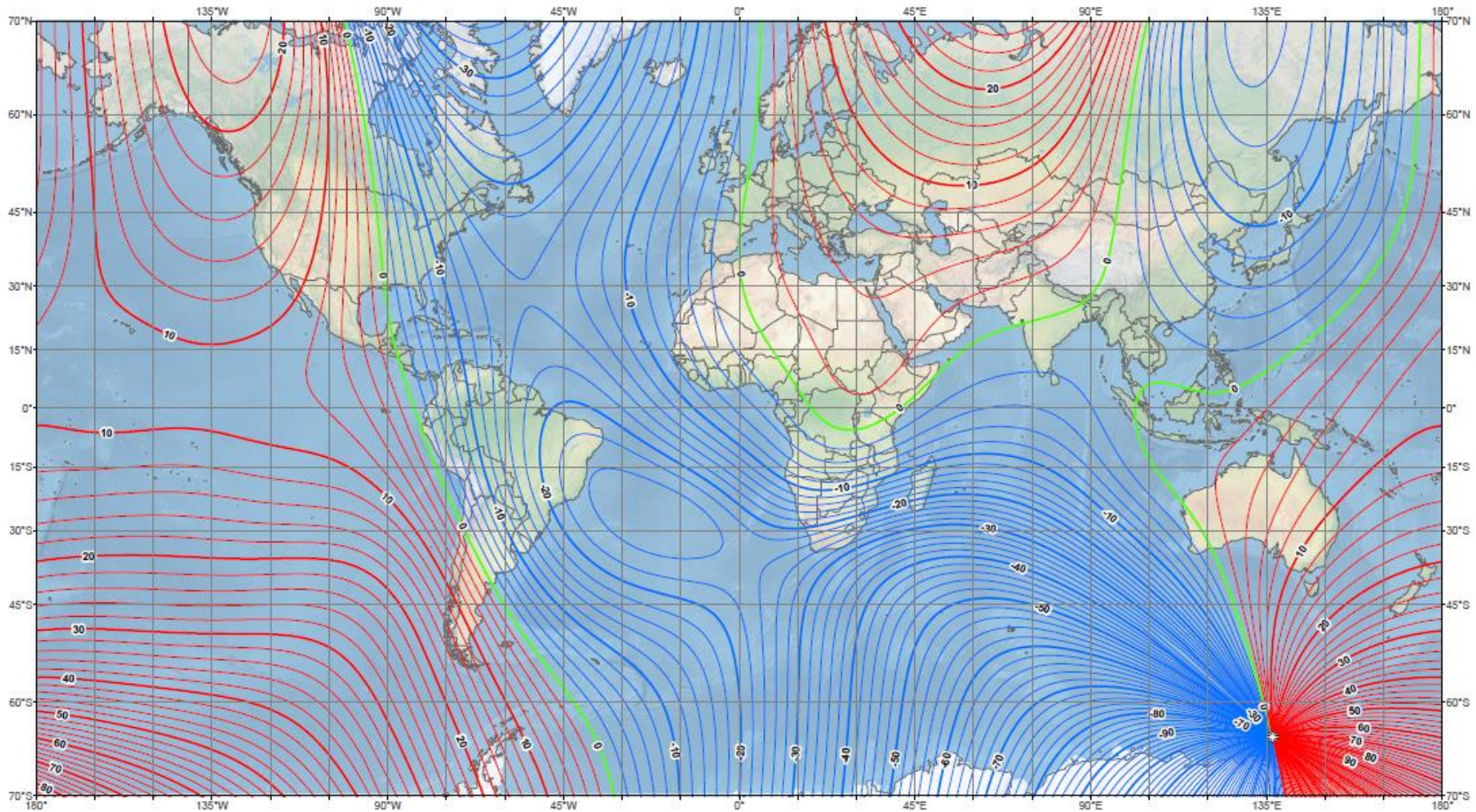


Main Field Total Intensity (F)
Contour Interval: 1000 nT.
Mercator Projection.
☉: Position of dip poles

Map developed by NOAA/NGDC & CIRC
<http://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>
Map reviewed by NGA and BGS
Published December 2014

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2015.0

Main Field Declination (D)



Main field declination (D)
Contour interval: 2 degrees, red contours positive (east); blue negative (west); green (agonic) zero line.
Mercator Projection.
☉: Position of dip poles

Map developed by NOAA/NGDC & CRES
<http://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>
Map reviewed by NGA and BGS
Published December 2014

Μοντέλο του μαγνητικού πεδίου της Γης

Η επιστήμη μοντεολοποίησε το μαγνητικό πεδίο της Γης με κατάλληλα μαθηματικά.

Το δυναμικό περιγράφεται από το δυναμικό

$$V(r, \theta, \lambda, t) = R \sum_{n=1}^{n_{\max}} \left(\frac{R}{r} \right)^{n+1} \sum_{m=0}^n (g_n^m(t) \cos m\lambda + h_n^m(t) \sin m\lambda) P_n^m(\theta)$$

<http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html>

Year	Latitude (°N)	Longitude (°W)
2001	81.3	110.8
2002	81.6	111.6
2003	82.0	112.4
2004	82.3	113.4
2005	82.7	114.4

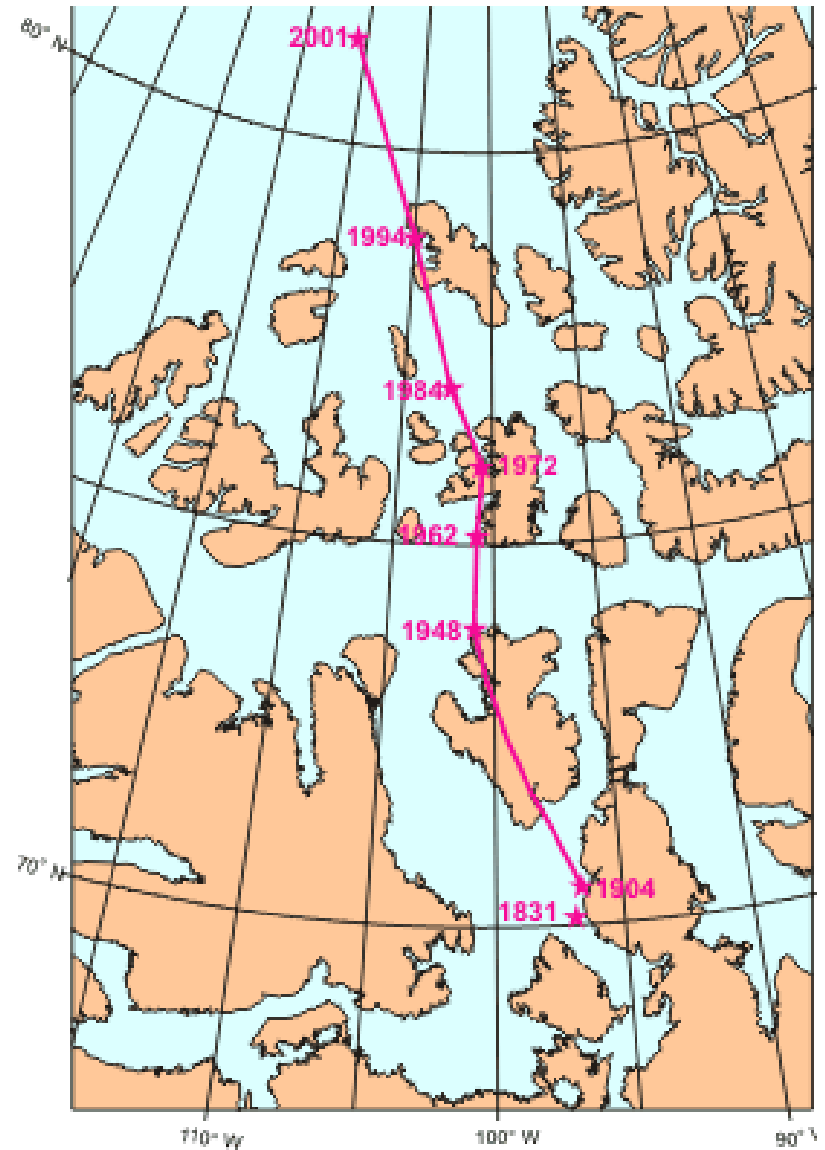
Observed position of the South Magnetic Pole

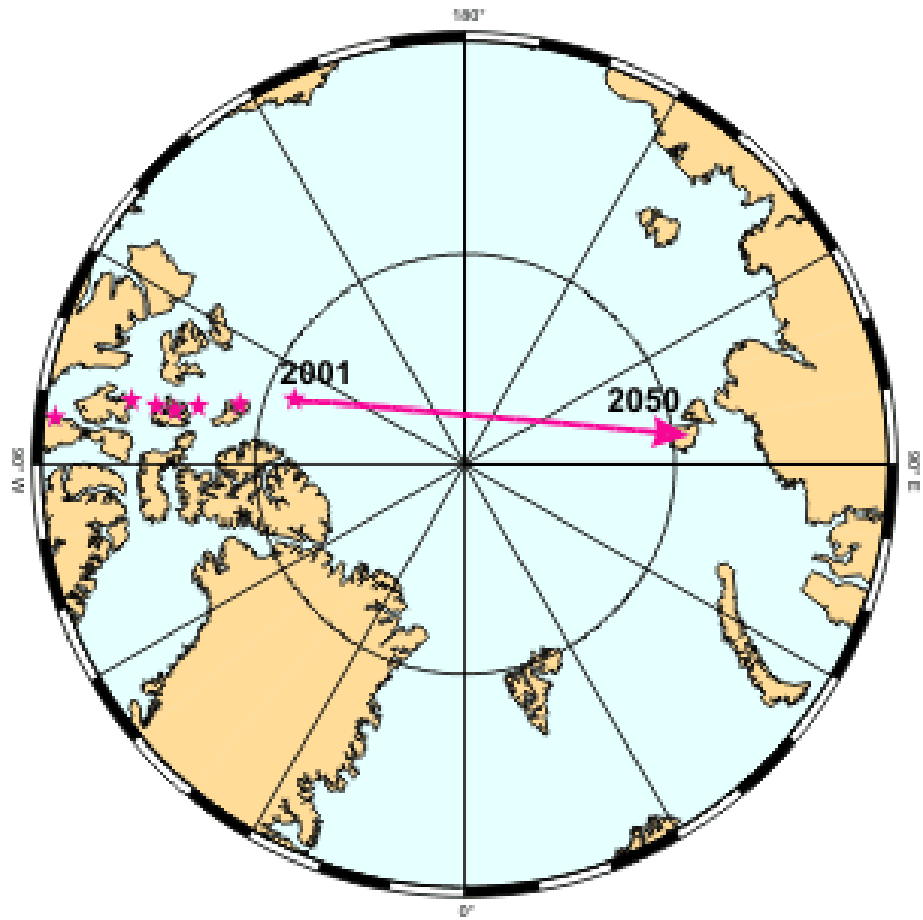
2001	64.7° S	138.0° E
------	---------	----------

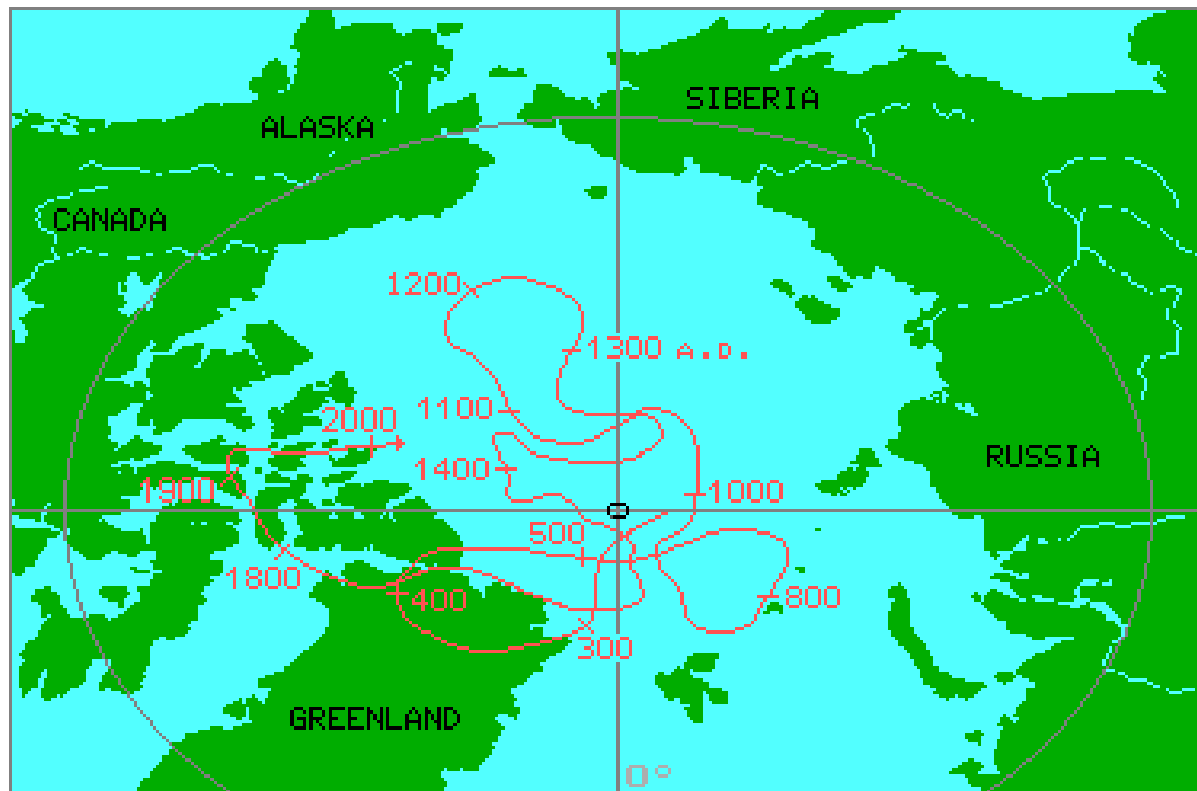
Source: [Canadian Geologic Survey](#)

Κίνηση του μαγνητικού πόλου της Γης με τον χρόνο

http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2003/29dec_magneticfield/





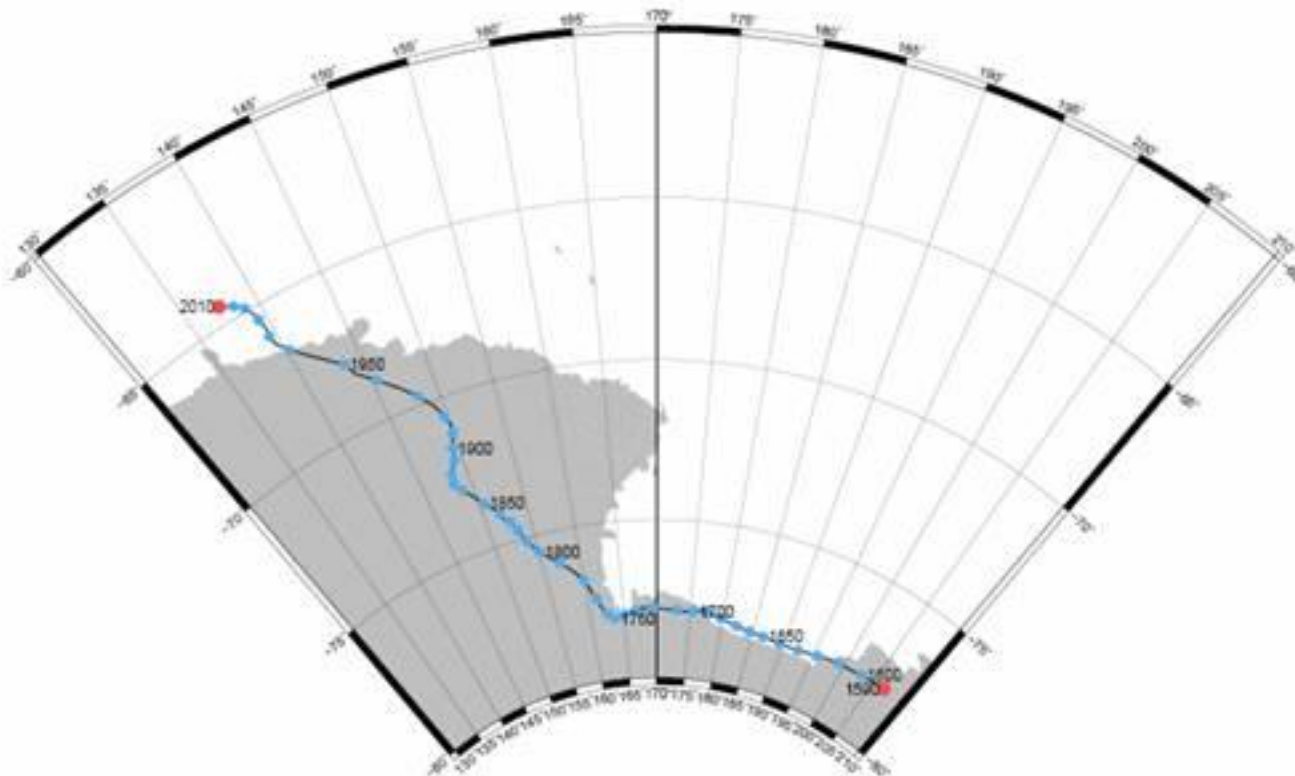


→ wandering path of magnetic north
⊕ rotational north pole



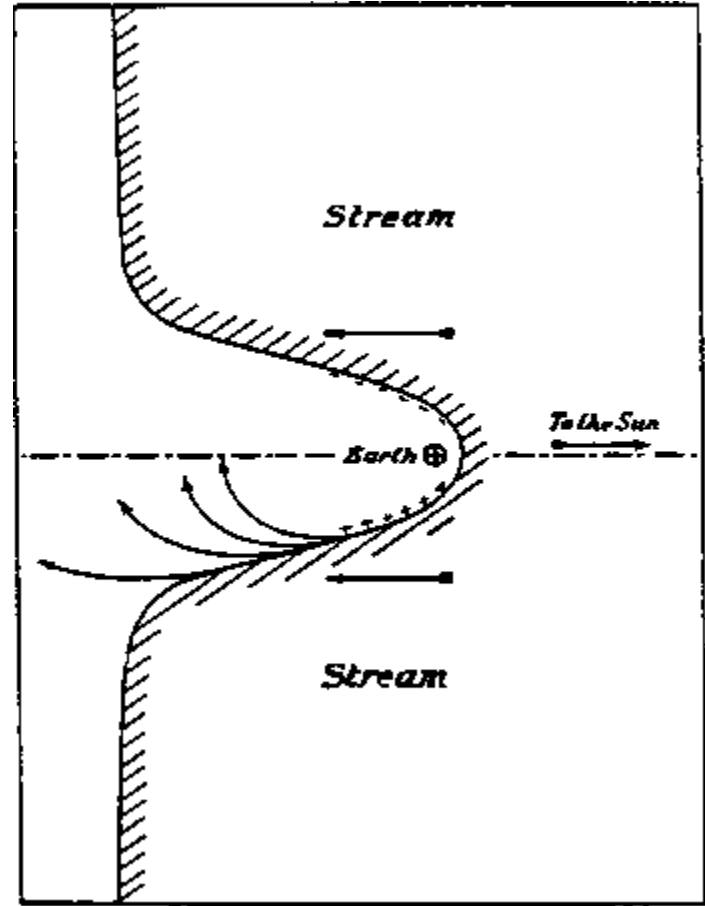
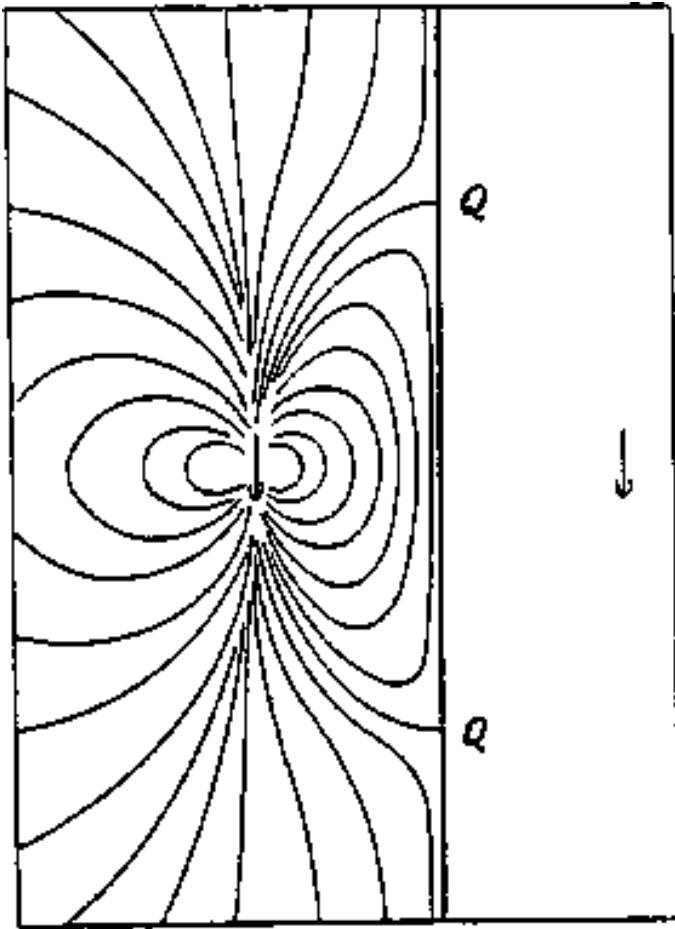
magnetic dip poles during 1590 - 2010 as derived from geomagnetic models

South Magnetic Pole Movement Based on Magnetic Field Models 1590 – 2010



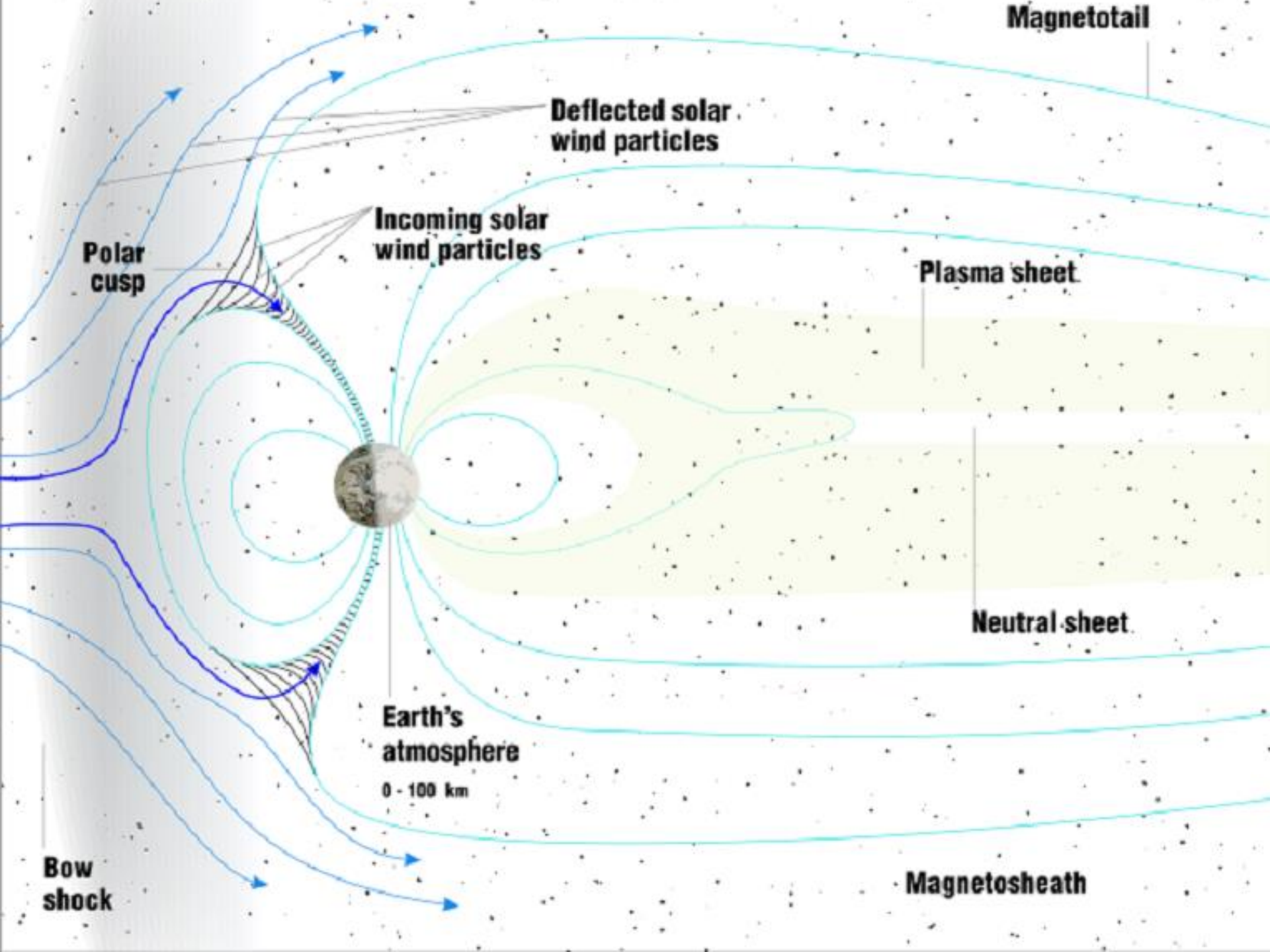
Produced by NOAA's National Geophysical Data Center, December 2005

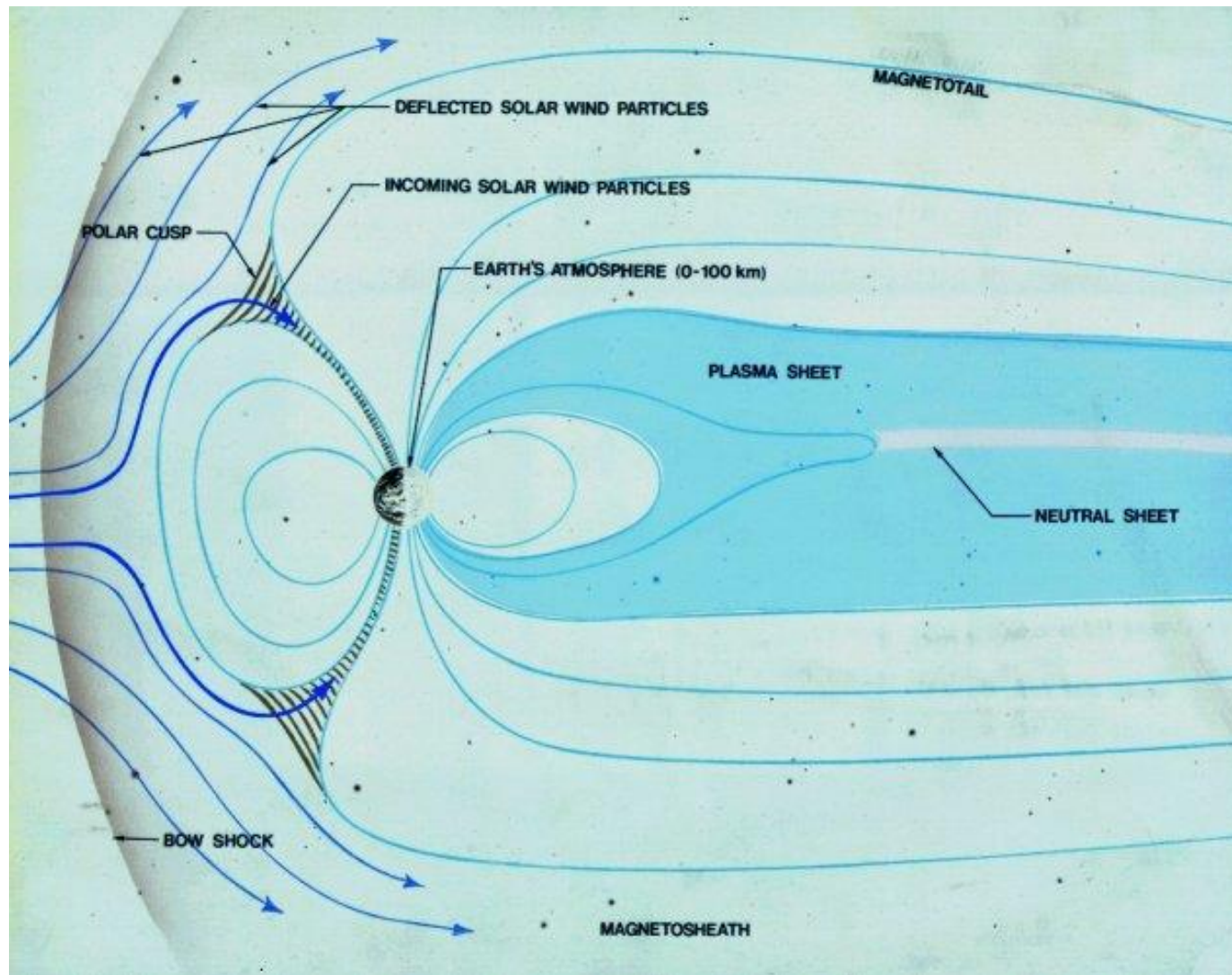
Pole Location Data Produced by UFM and IGRF-10 Magnetic Field Models



Chapman and Ferraro's (1930) model for the geomagnetic storm. Advancing solar plasma passes the earth. the terrestrial magnetic field is compressed into a cavity with a long magnetic field. Some of the plasma enters behind the earth and becomes trapped inside the magnetosphere.

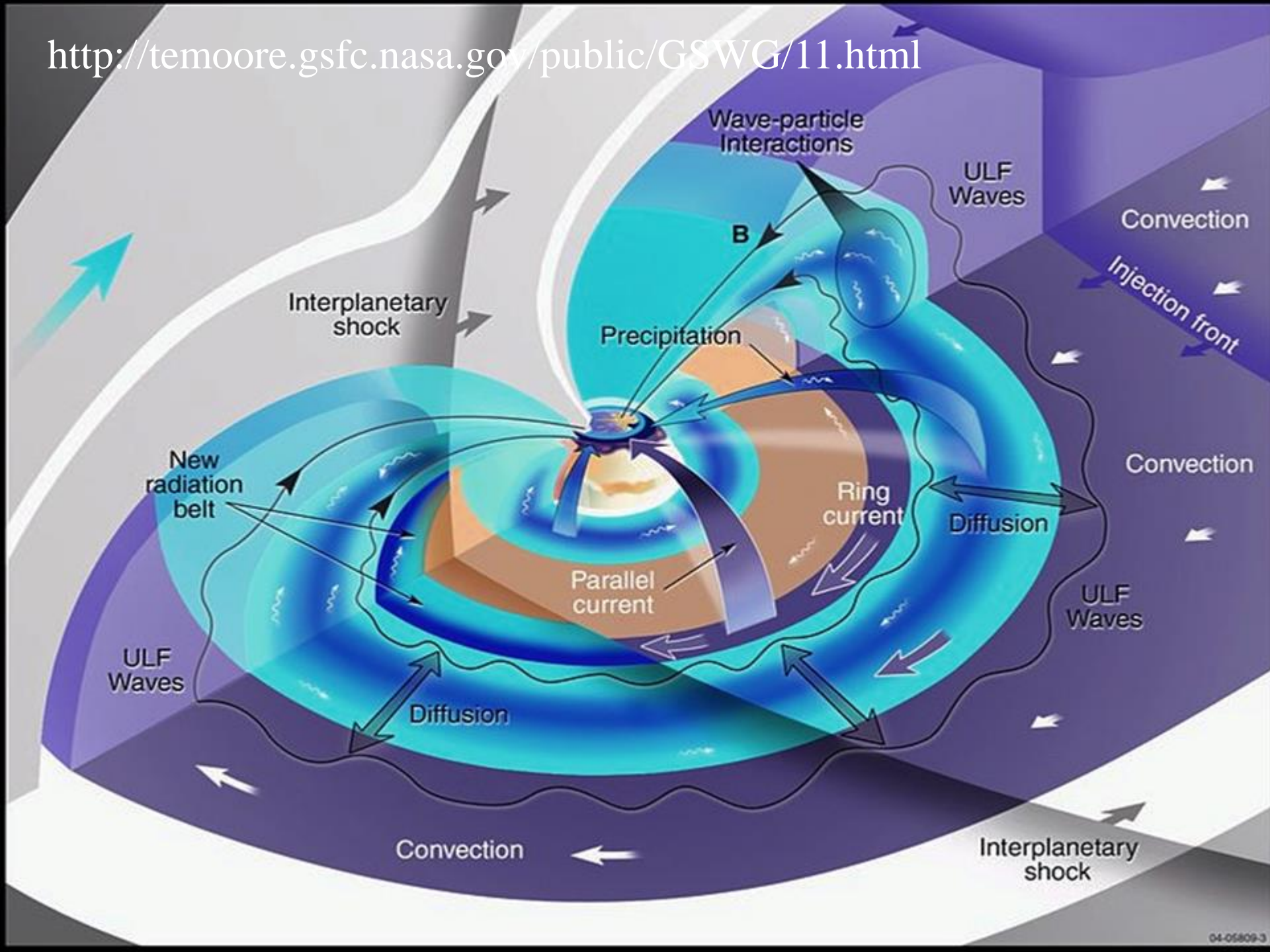
This ring of current then reduces the magnetic field seen on the surface of the earth.



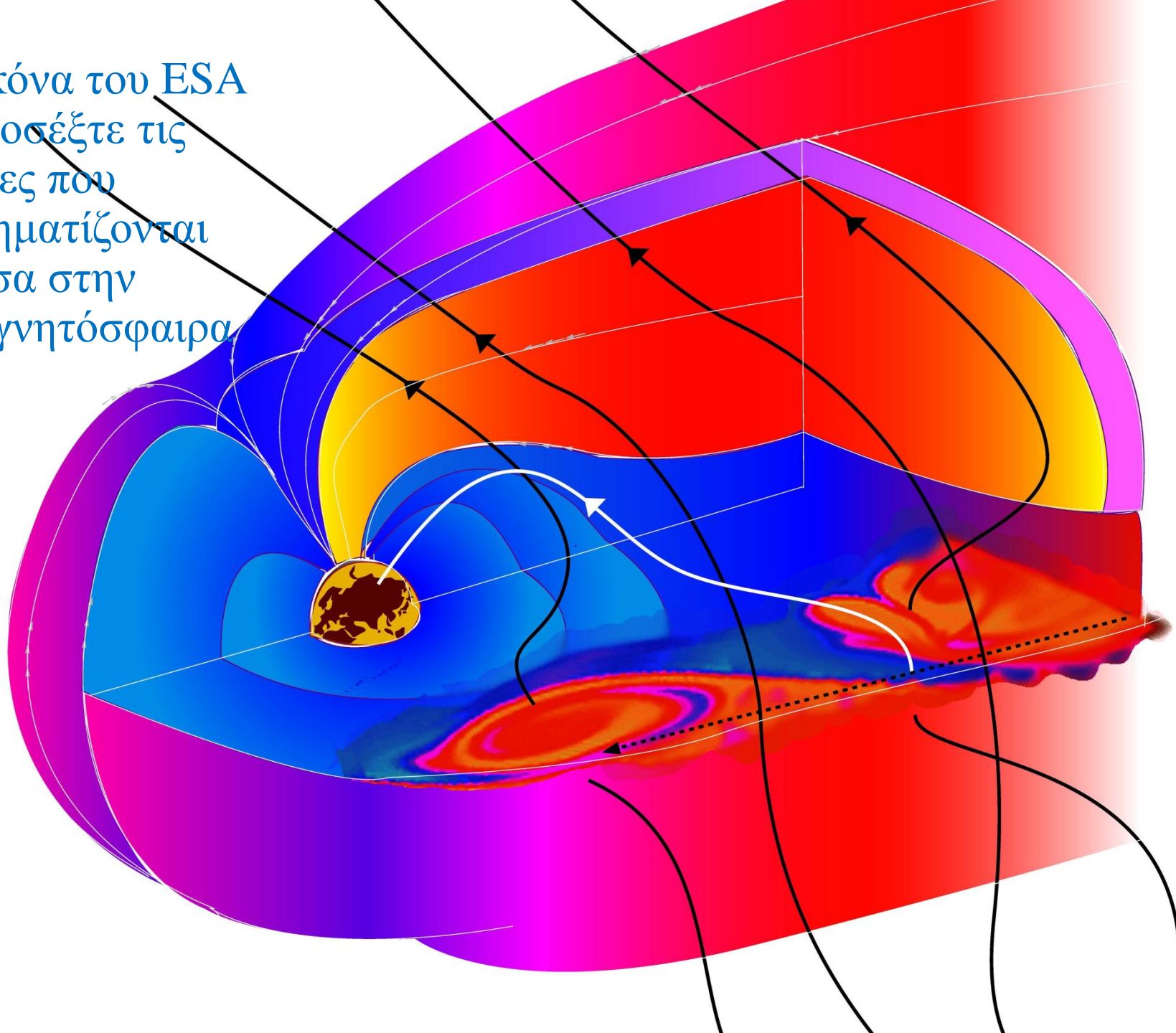


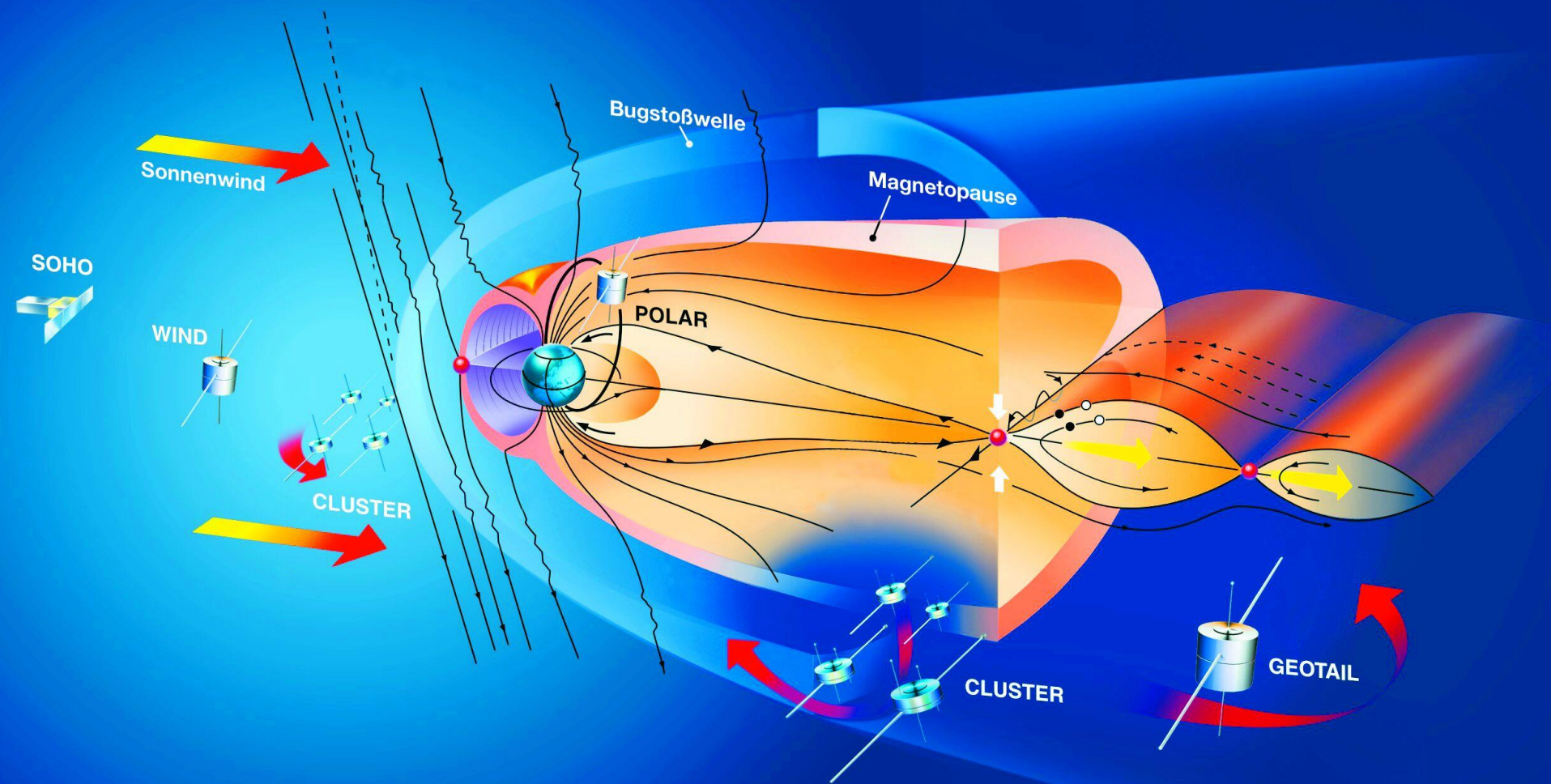
10-12 Earth radii or R_E , where $1 R_E = 6371 \text{ km}$

Αρχική εικόνα της NASA βελτιωμένη από τον κ. Aaron Kaase και τον κ. William Crochot

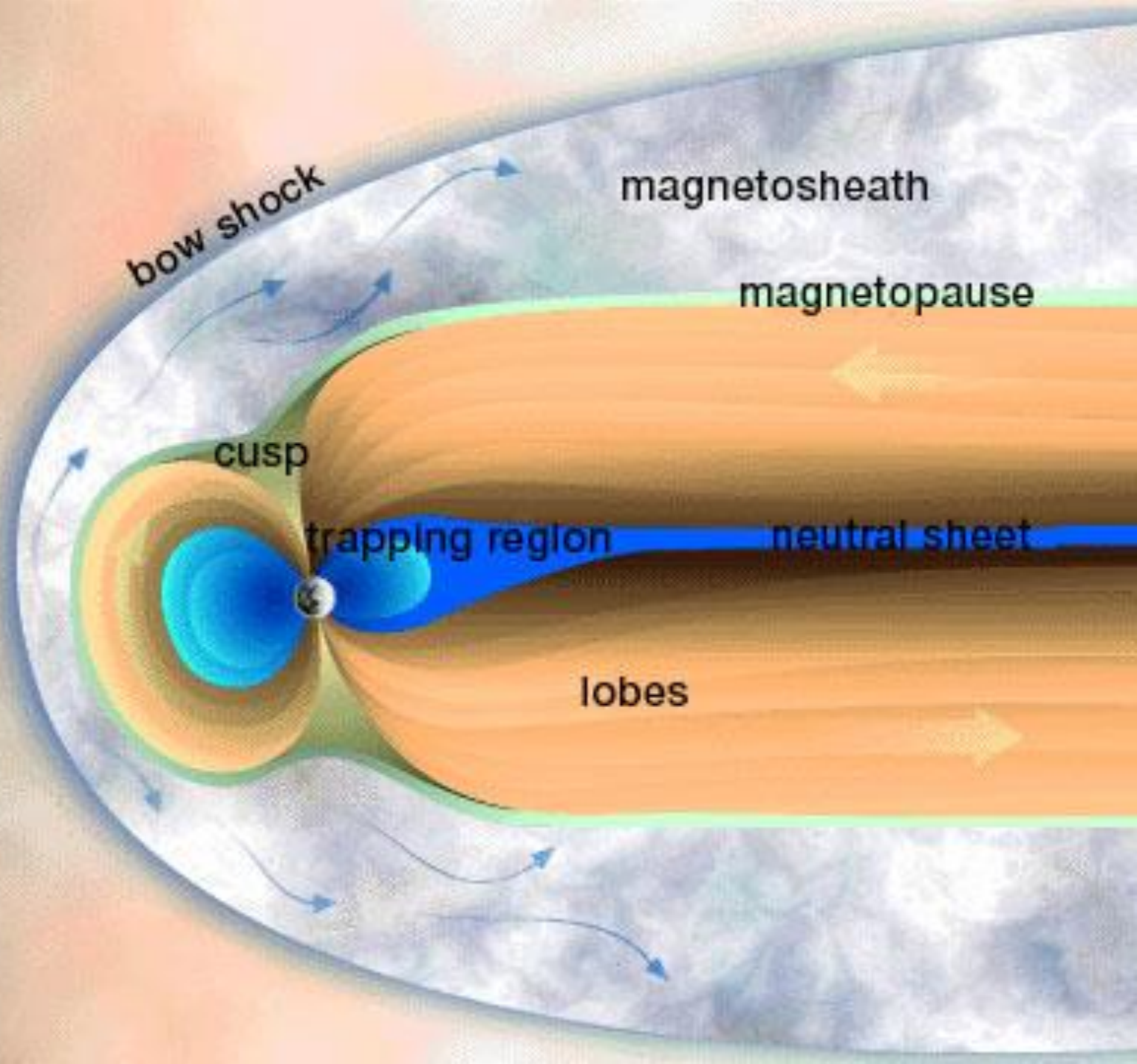


Εικόνα του ESA
Προσέξτε τις
δίνες που
σχηματίζονται
μέσα στην
μαγνητόσφαιρα





Κάτω από συνθήκες αστάθειας αποκόπτονται τμήματα της μαγνητόσφαιρας που εκτοξεύονται προς την σκοτεινή πλευρά της Γης, και πηγαίνουν προς την μαγνητοουρά. www2.mps.mpg.de



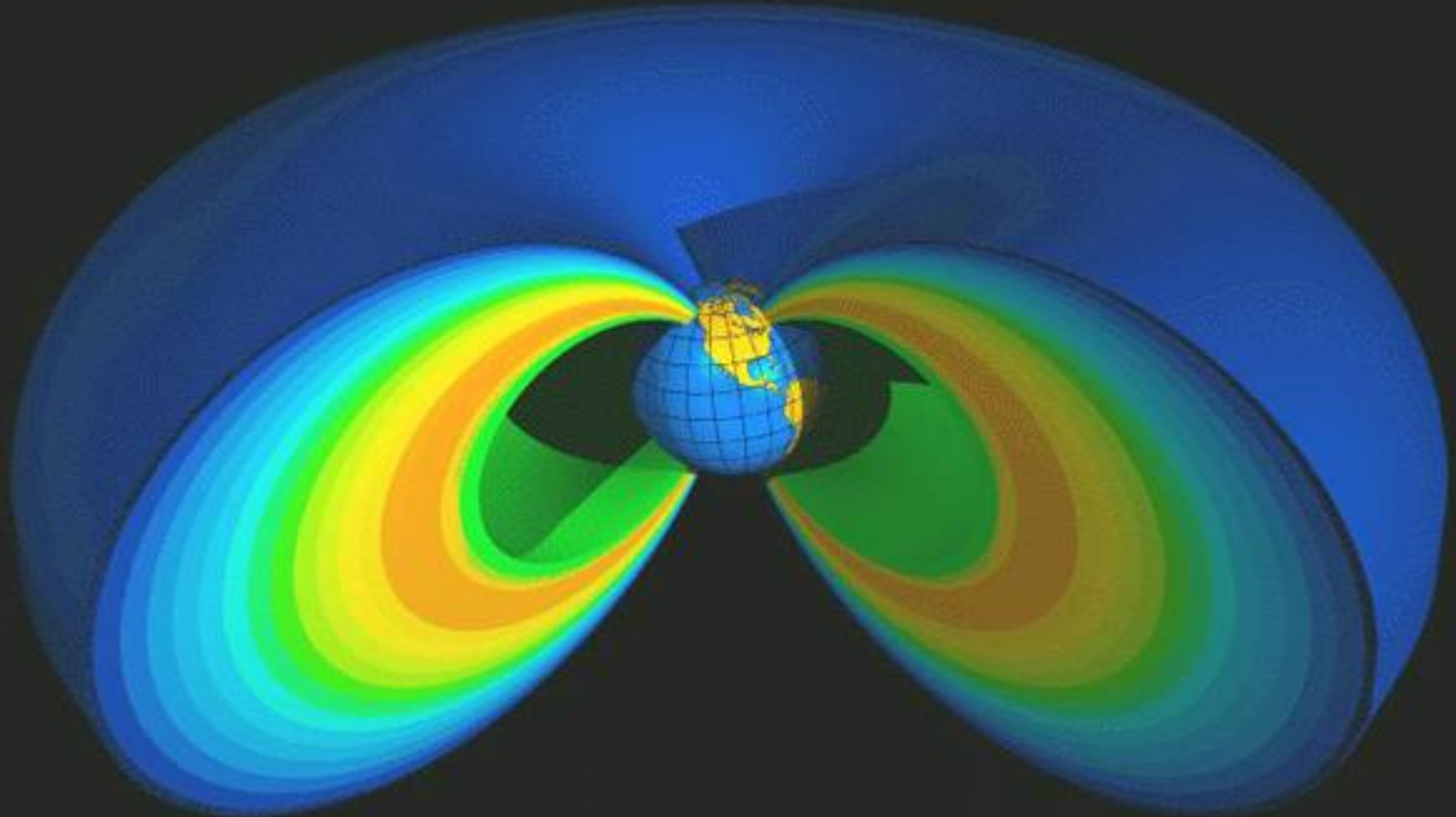
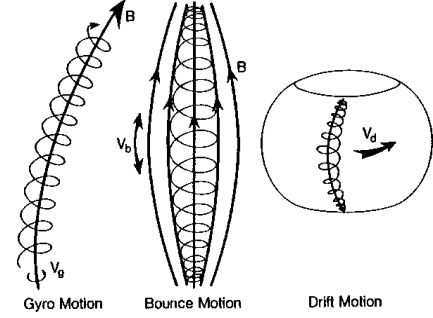
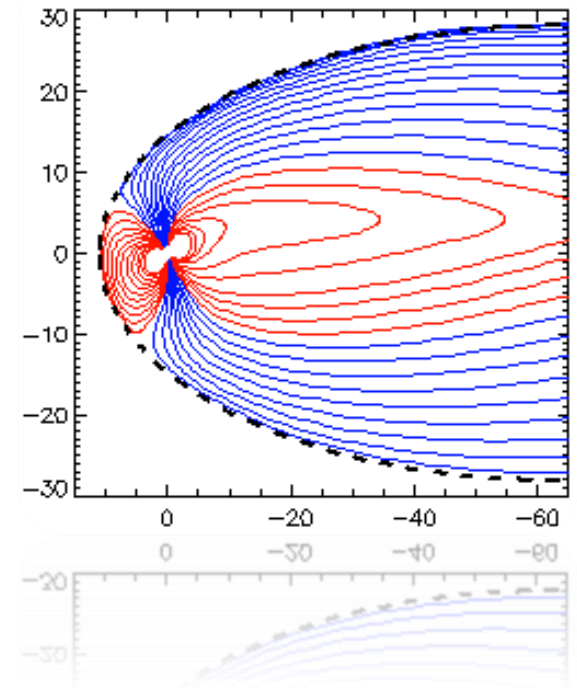


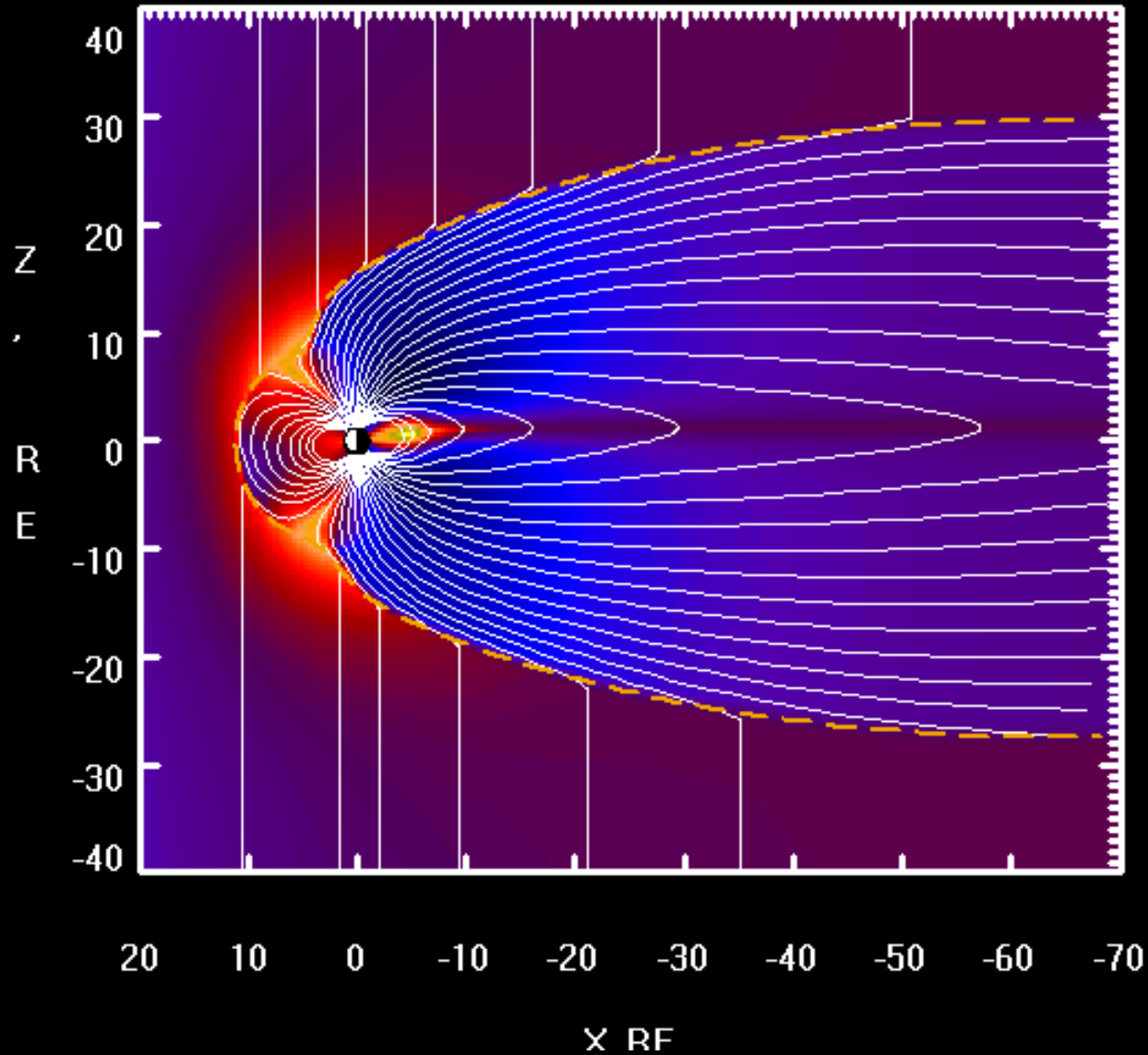
image courtesy Mike Henderson

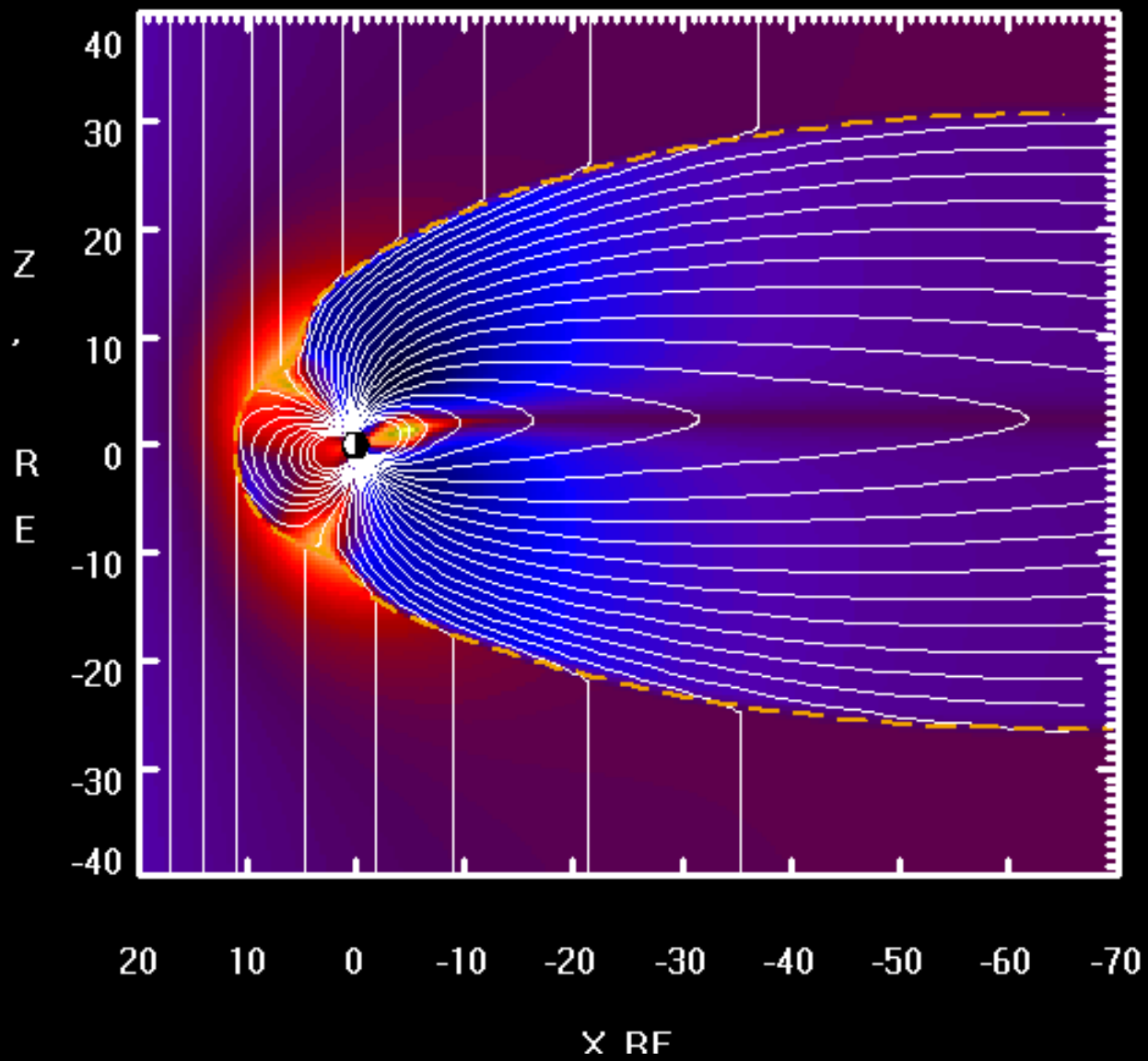


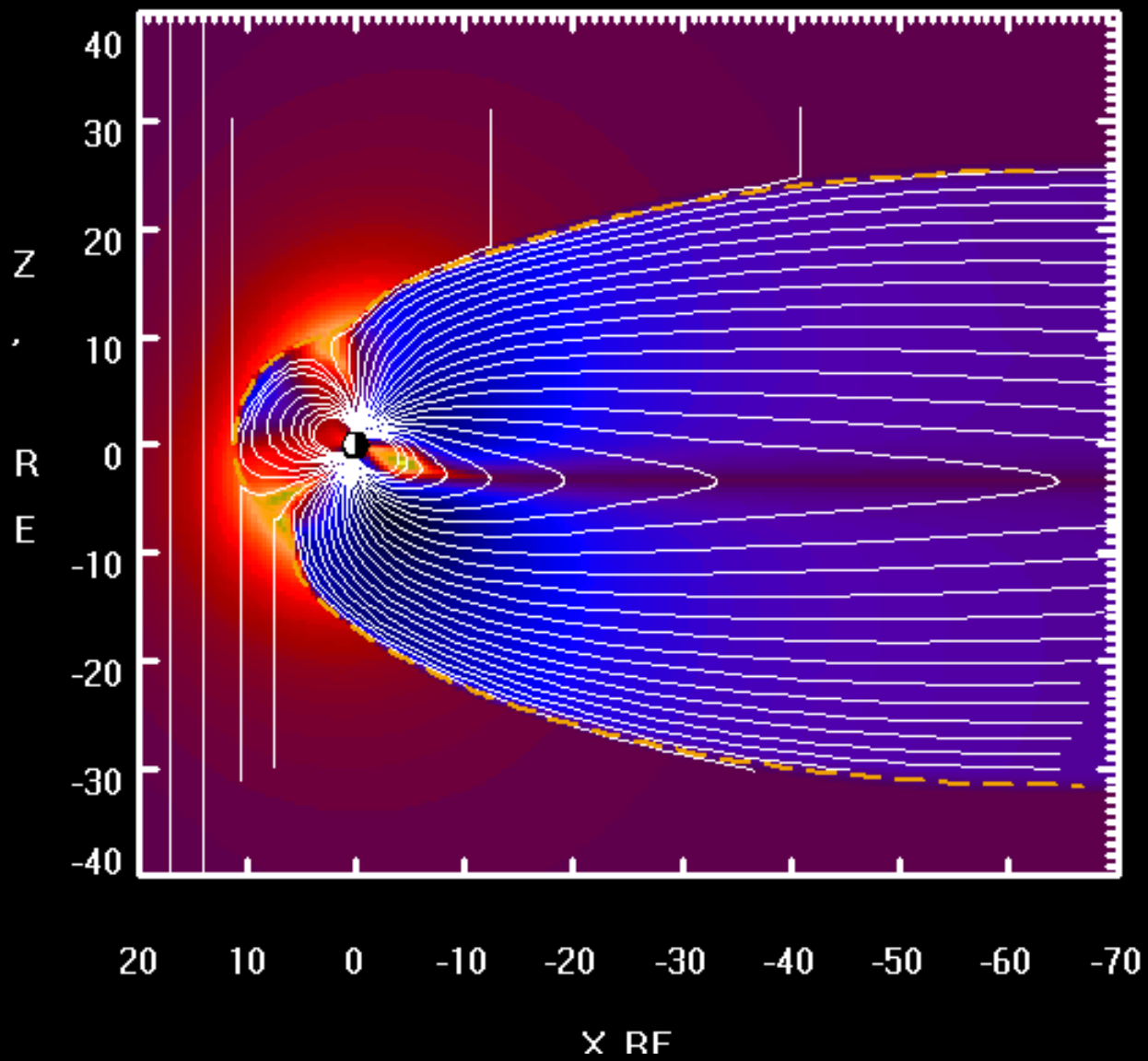
Ο κ. Νικολάη Τσιγκανένκο δημιούργησε τα καλύτερα μοντέλα της μαγνητόσφαιρας της Γης και κοιτάξτε τα επόμενα σχήματα.
Διαβάστε το άρθρο του <http://geo.phys.spbu.ru/~tsyganenko/T95.pdf>
Και το άρθρο <http://geo.phys.spbu.ru/~tsyganenko/T89a.pdf>
Και εξοικειωθείτε με το μοντέλο
<http://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/magnetos/tsygan.html>

Κοιτάξτε τις κινούμενες εικόνες

<http://geo.phys.spbu.ru/~tsyganenko/modeling.html>





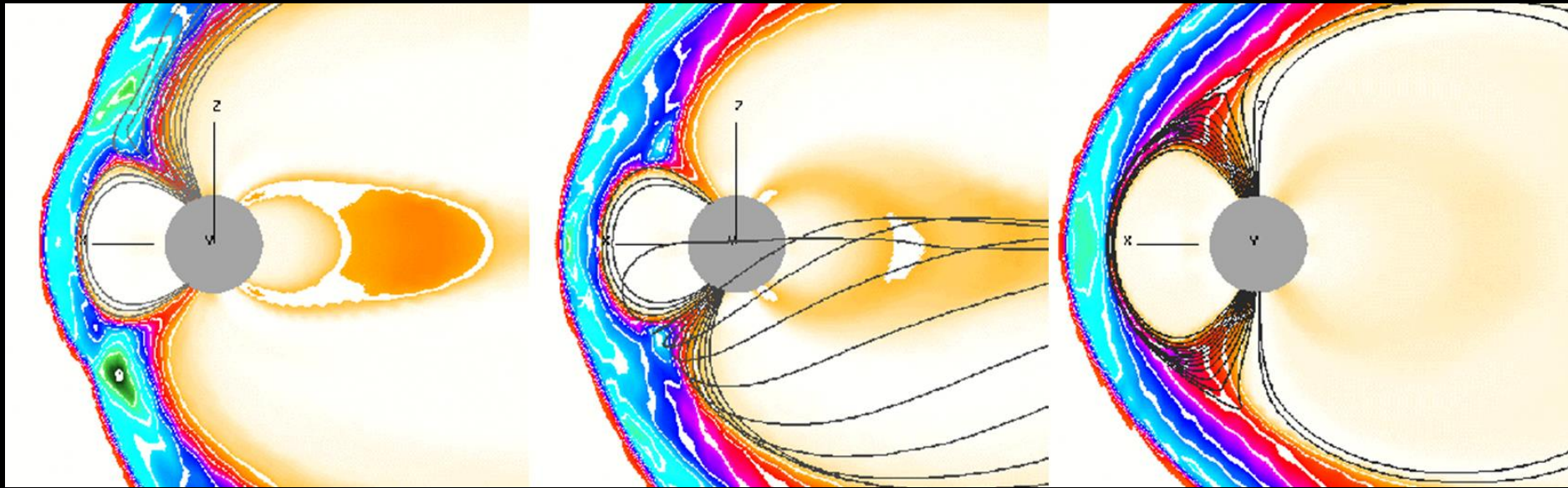


Magnetohydrodynamic simulations of the solar wind interaction with the magnetosphere under steady-state conditions

• IMF southward

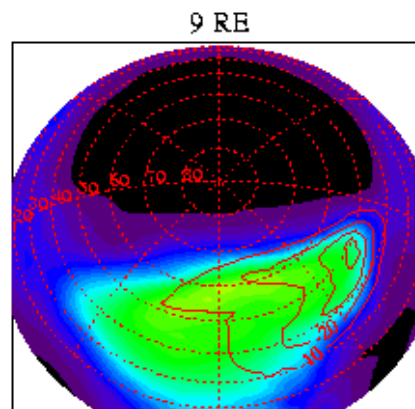
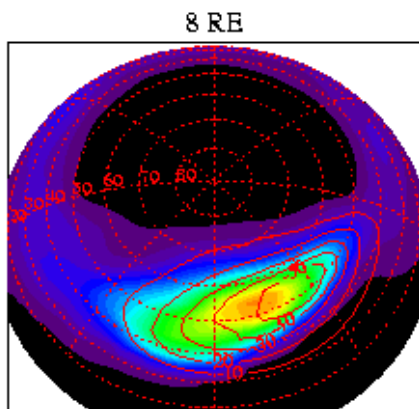
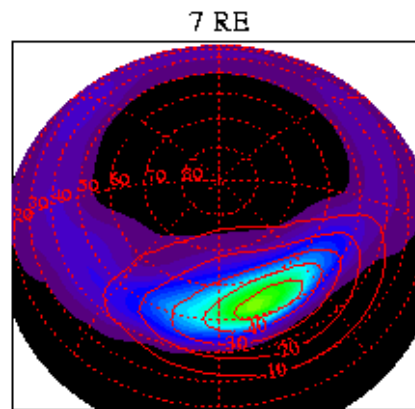
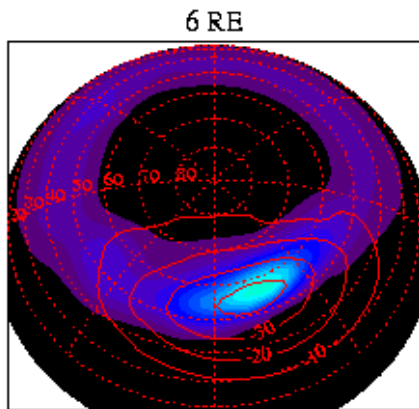
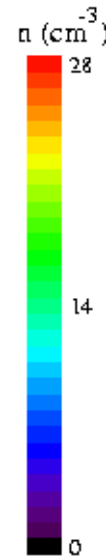
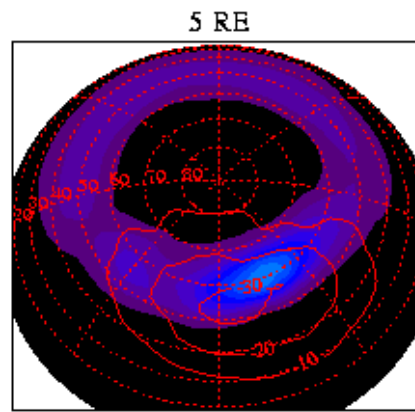
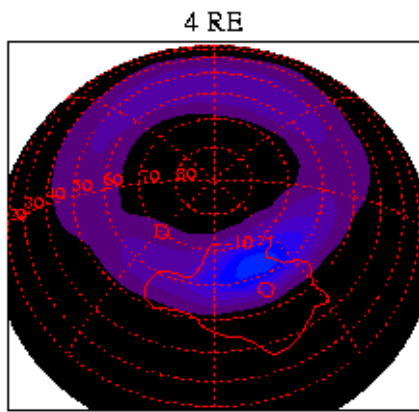
(b) eastward

(c) northward.

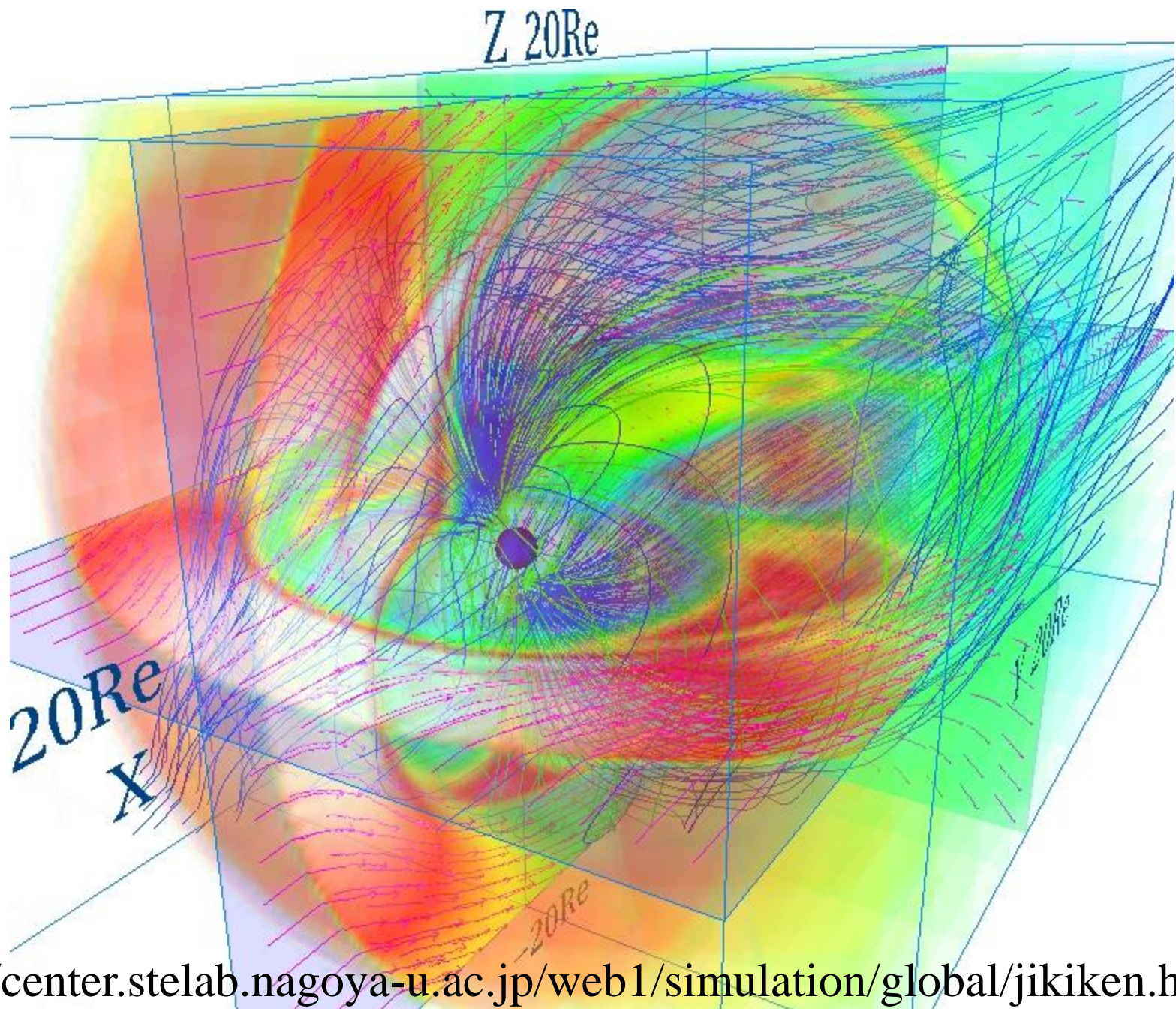


The colors and contours show the density in the noon-midnight meridian.
The projections of selected magnetic field lines are shown.

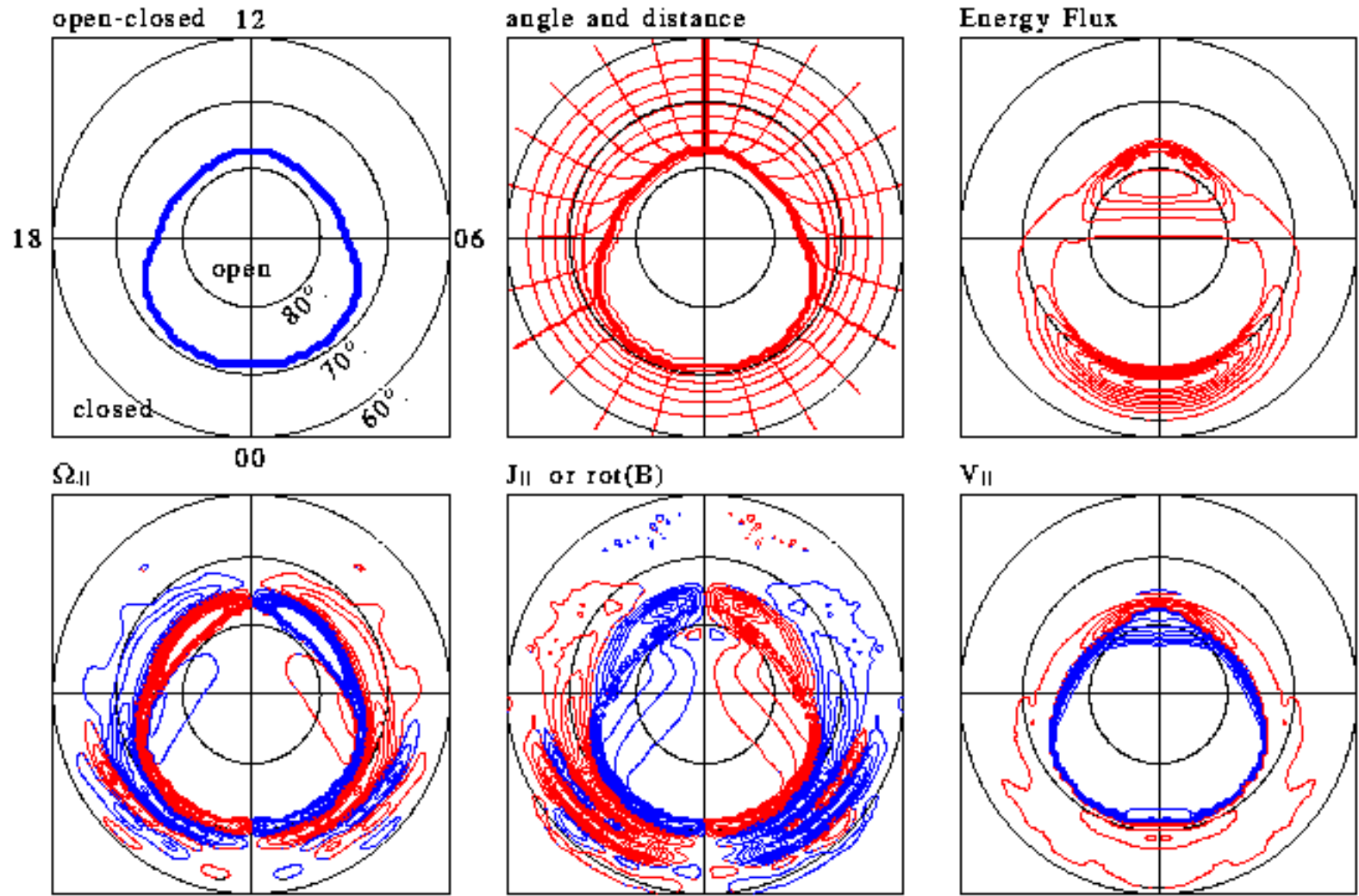
Fedder et al. (1997)

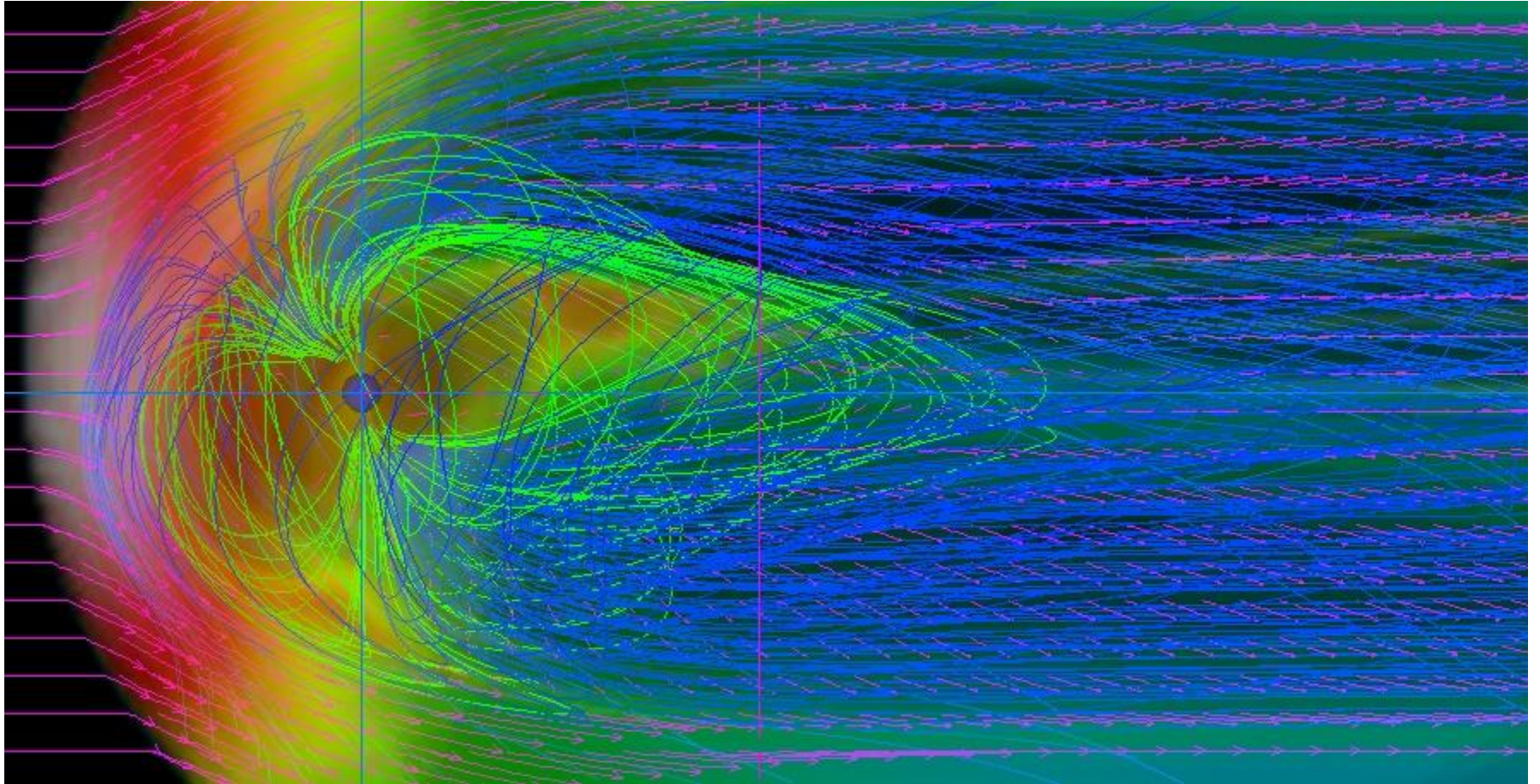


polar cusp plasma density at 6 different radial distances
MHD model for eastward IMF.
Contour lines show the difference between the magnetic field calculated in the MHD model and that of the Tsyganenko 96 model.
The Tsyganenko model is less accurate near $9 R_E$.

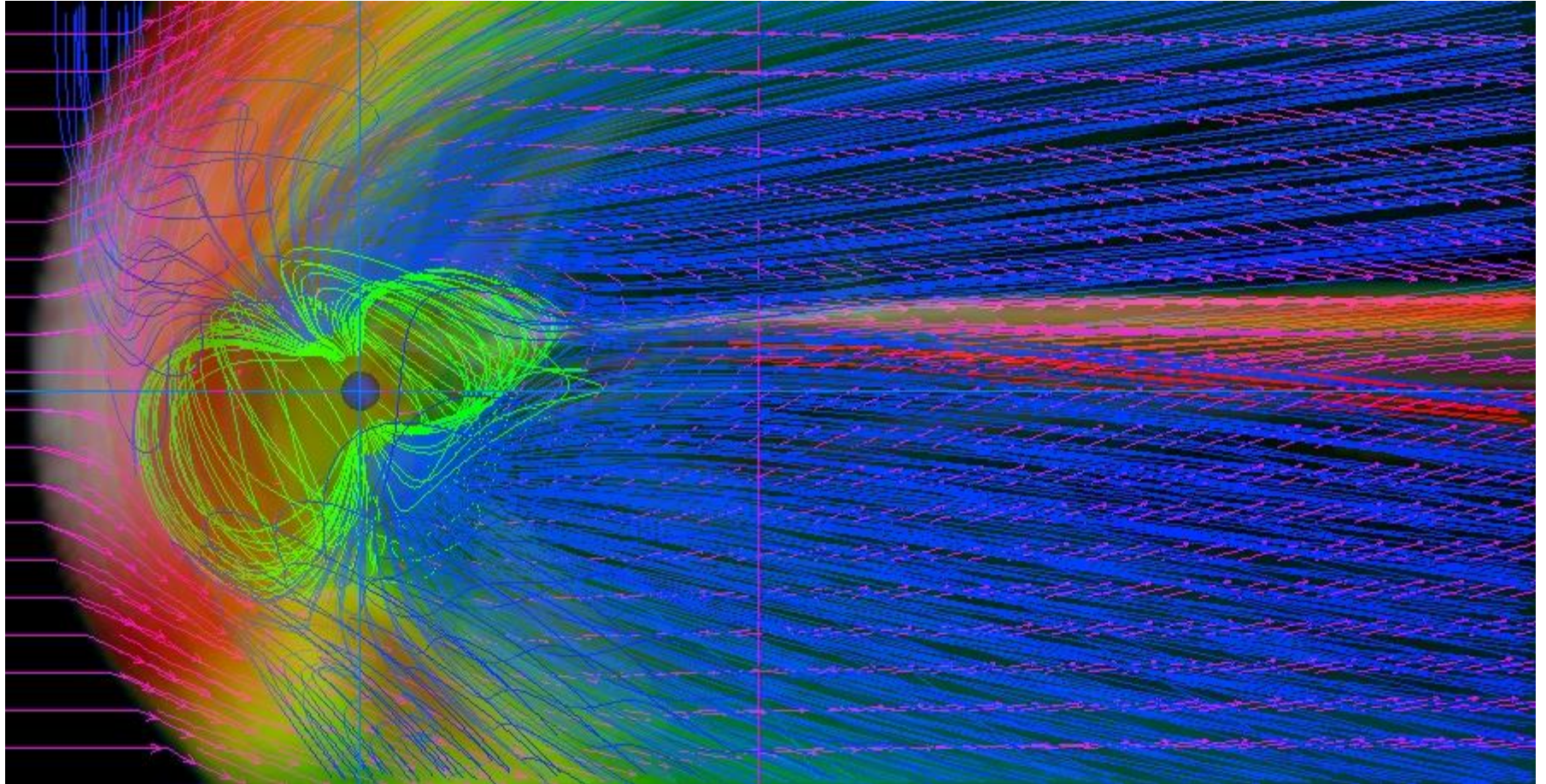


Incoming uniform IMF
 $B = 5 \text{ nT}$ $t = 720.0 \text{ min}$ $\theta = 270.0^\circ$

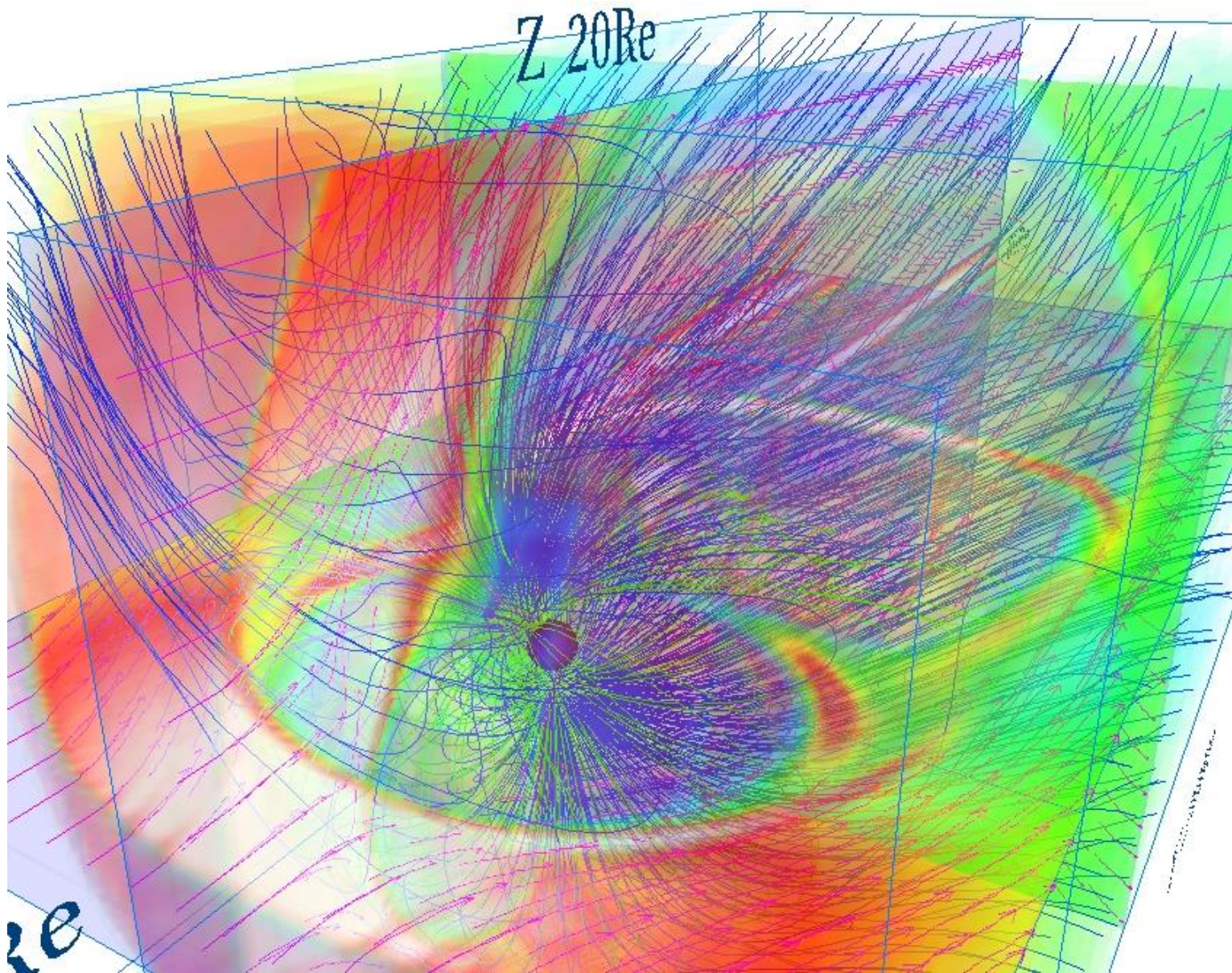




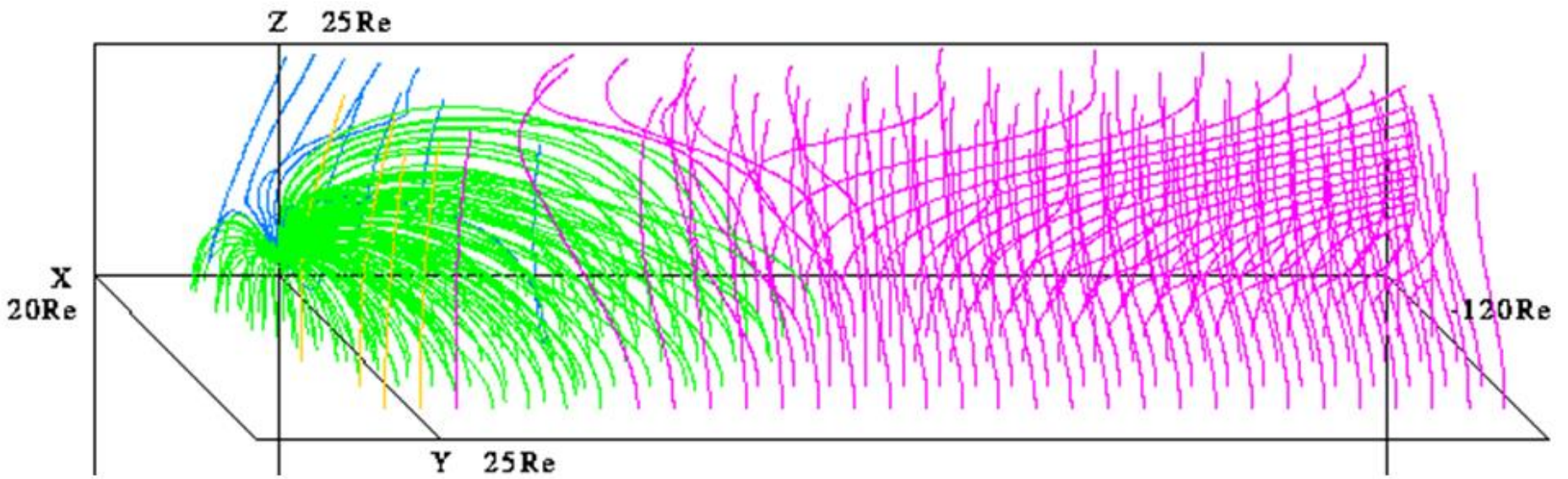
<http://center.stelab.nagoya-u.ac.jp/web1/simulation/global/jikiken.html>



<http://center.stelab.nagoya-u.ac.jp/web1/simulation/global/jikiken.html>



<http://center.stelab.nagoya-u.ac.jp/web1/simulation/global/jikiken.html>

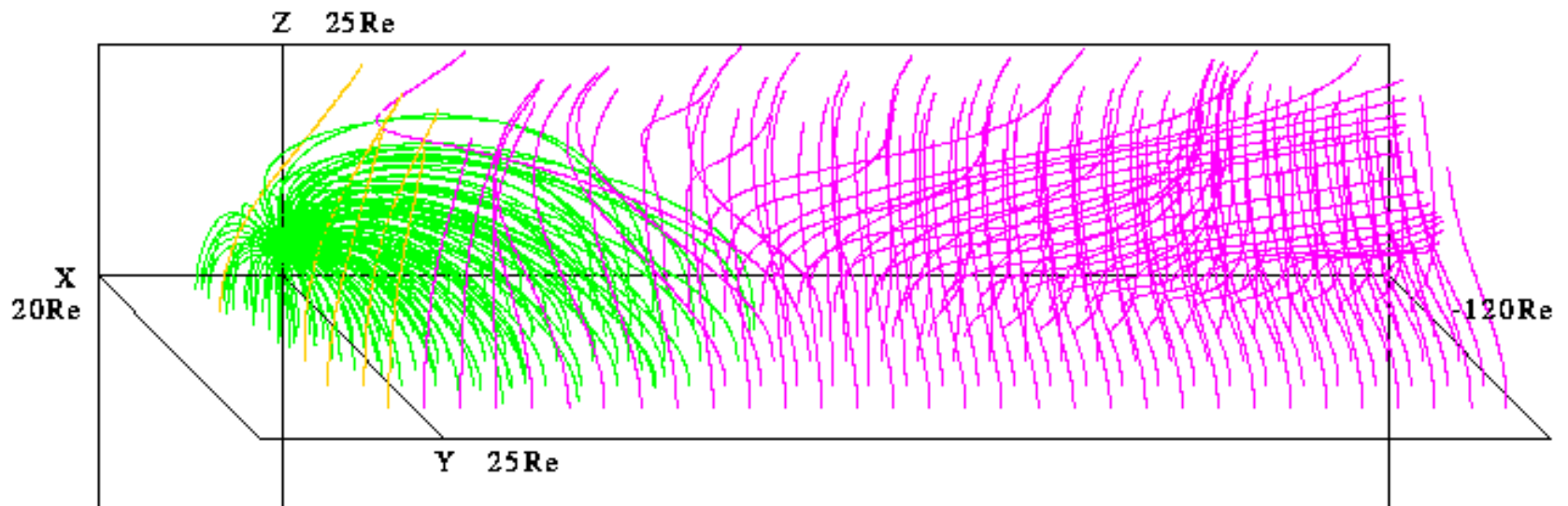


Southward Turning from Northward IMF

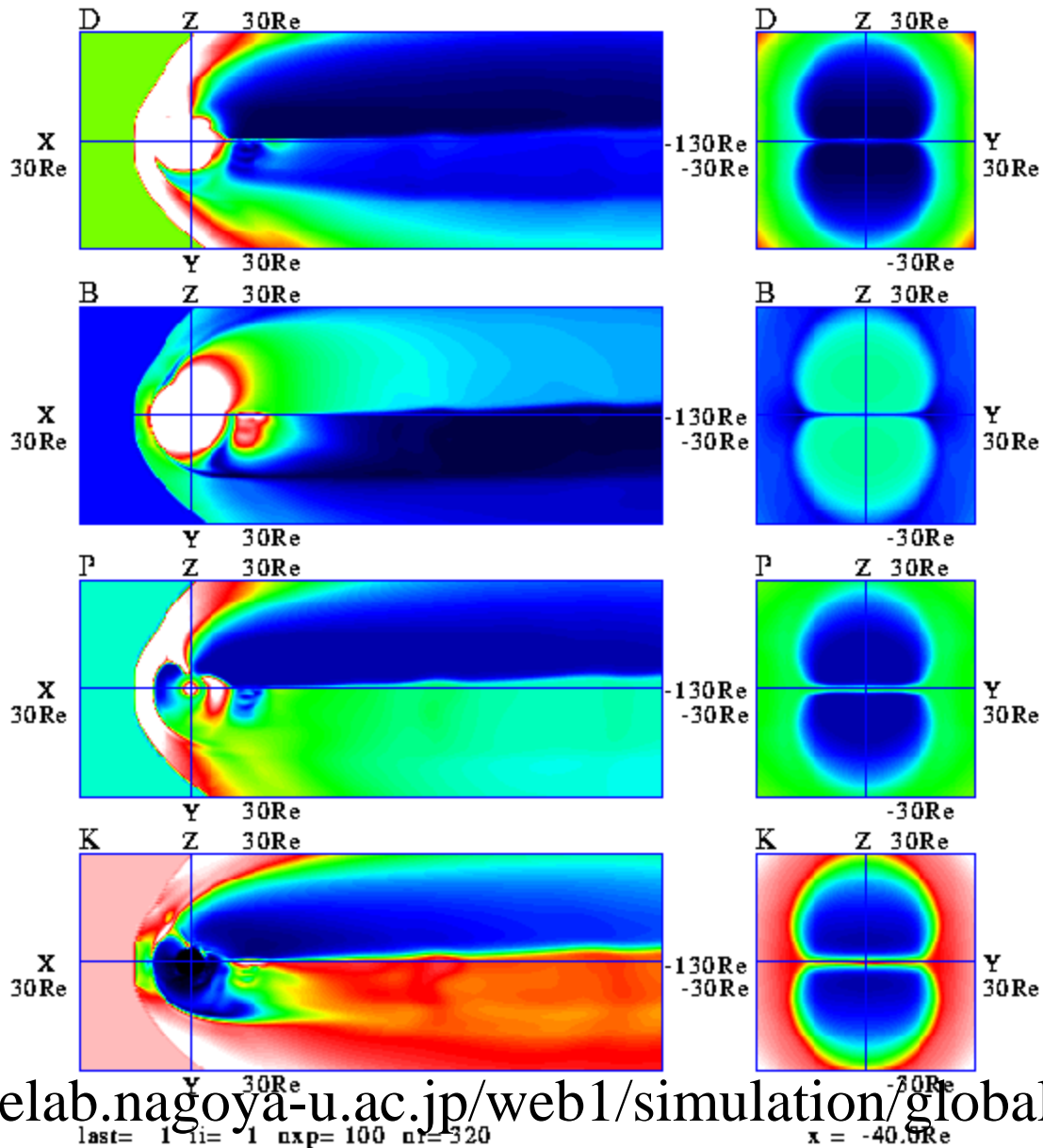
$B_z = -5\text{nT}$ (5nT) $t = 412\text{m}$ (390m)

Northward Turning from Southward IMF

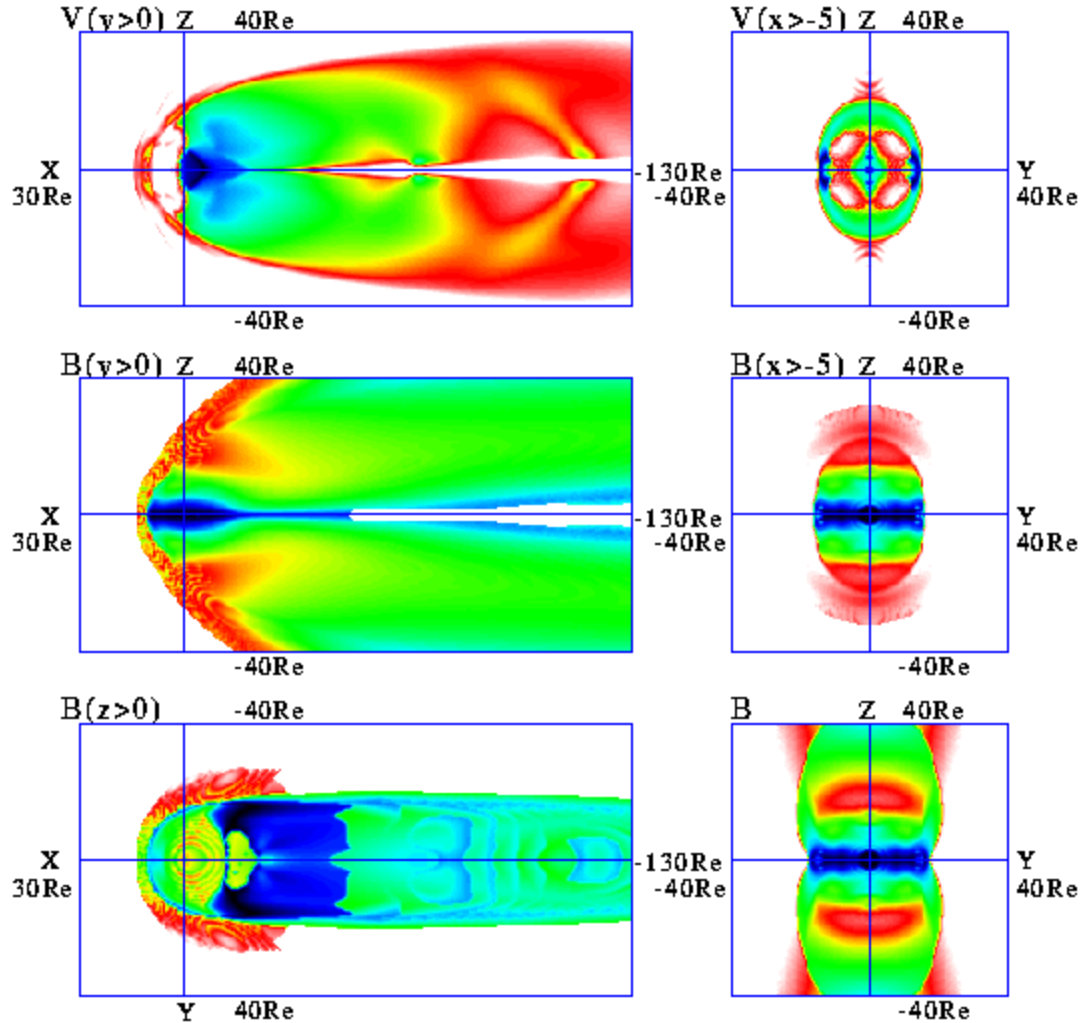
$B_z = 5\text{nT}$ (-5nT) $t = 615\text{m}$ (390m)



Rotation of incoming IMF
 Density and energy of cross section
 $B = 5.0 \text{ nT}$ $t = 720 \text{ m (720 m)}$ $\theta = 270^\circ$



Rotation of incoming IMF
 Projection of minimum V and B regions
 $B=5.0\text{nT}$ $t=720\text{m}$ (720m) $\theta=270^\circ$

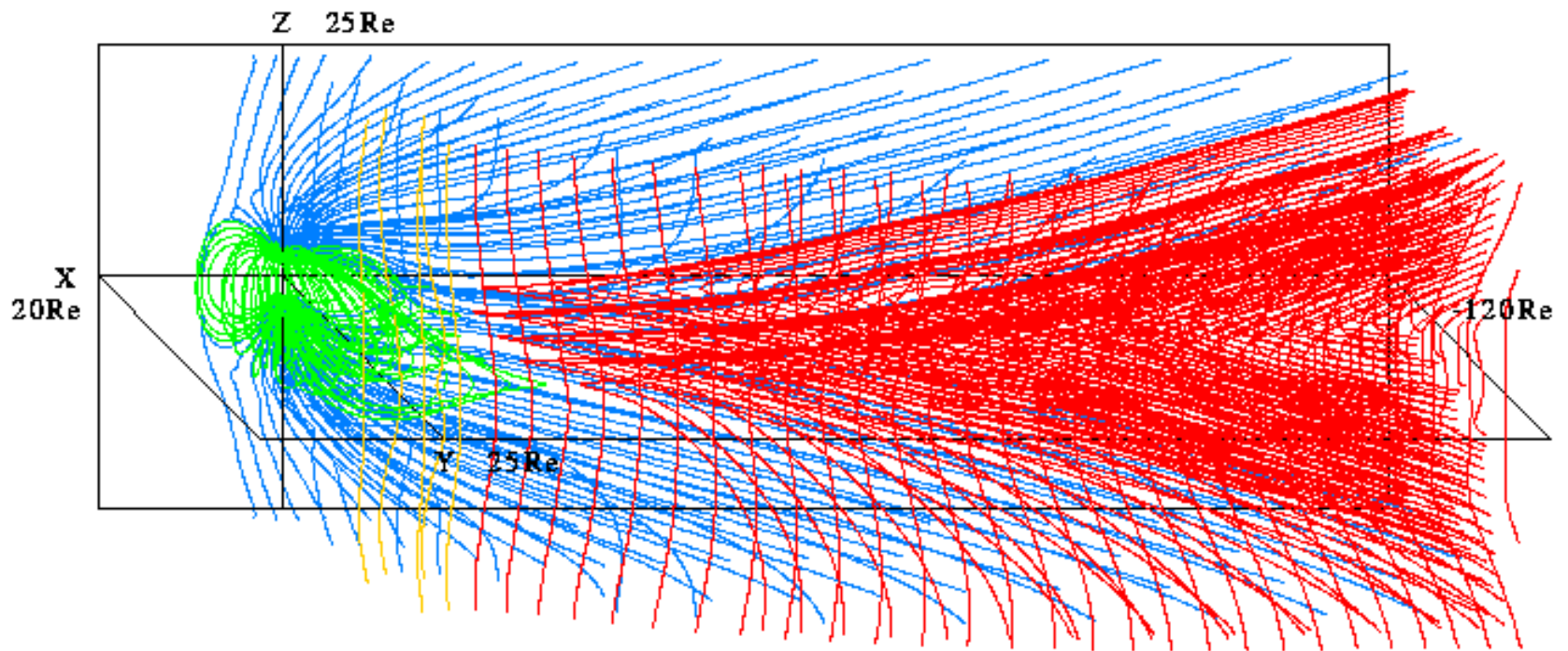


last= 1 ii= 1 nxp= 100 nr= 320

$x = 0.0\text{Re}$

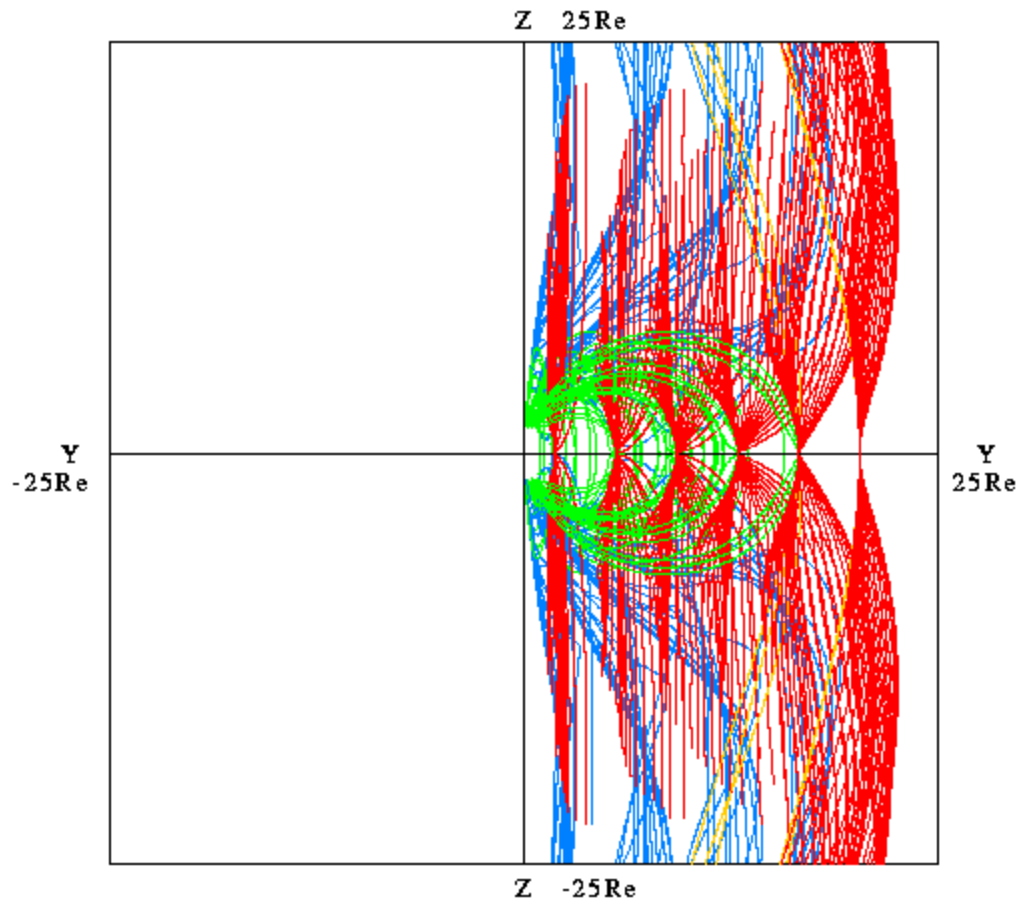
Rotation of Incoming IMF

$B = 5\text{nT}$ $t = 720.0\text{ min}$ $\theta = 270.0^\circ$



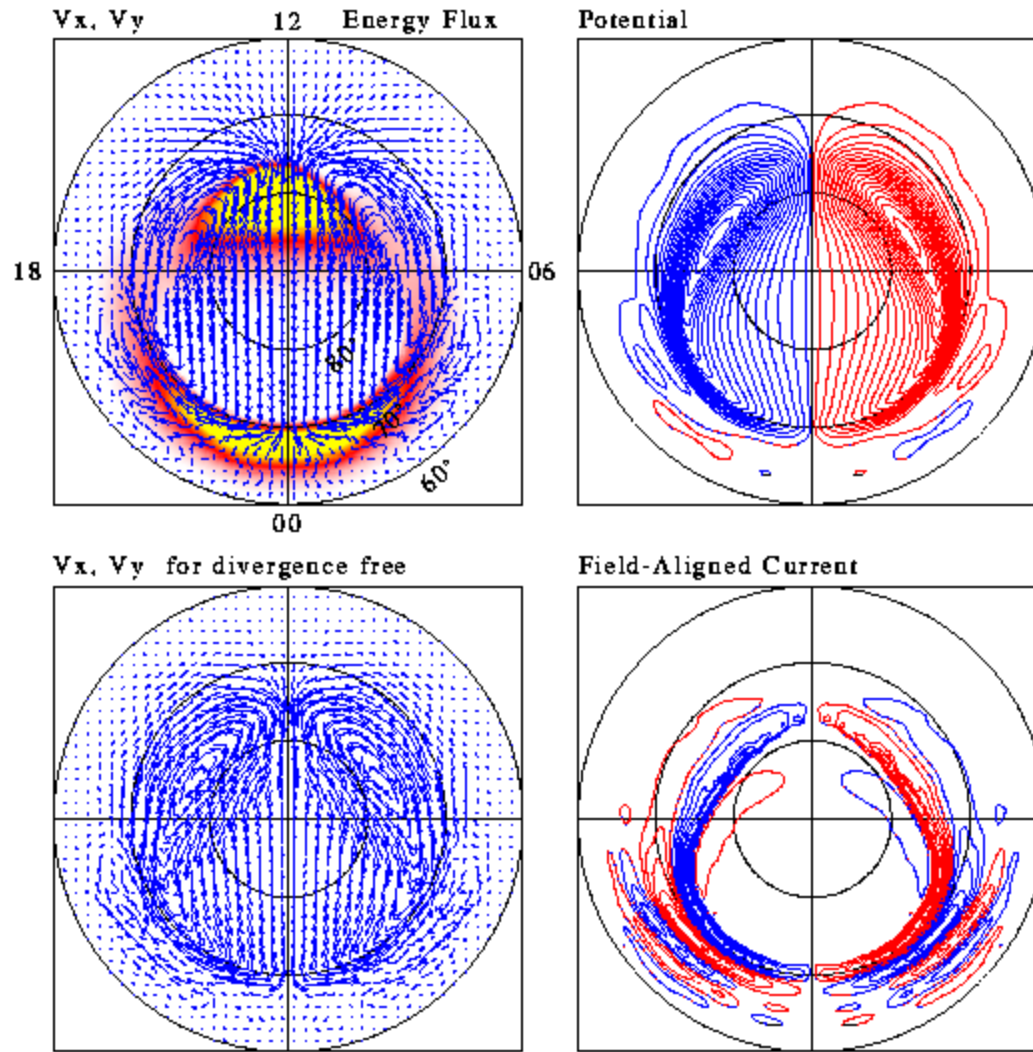
Rotation of Incoming IMF

$B = 5 \text{ nT}$ $t = 720.0 \text{ min}$ $\theta = 270.0^\circ$



Rotation of incoming uniform IMF

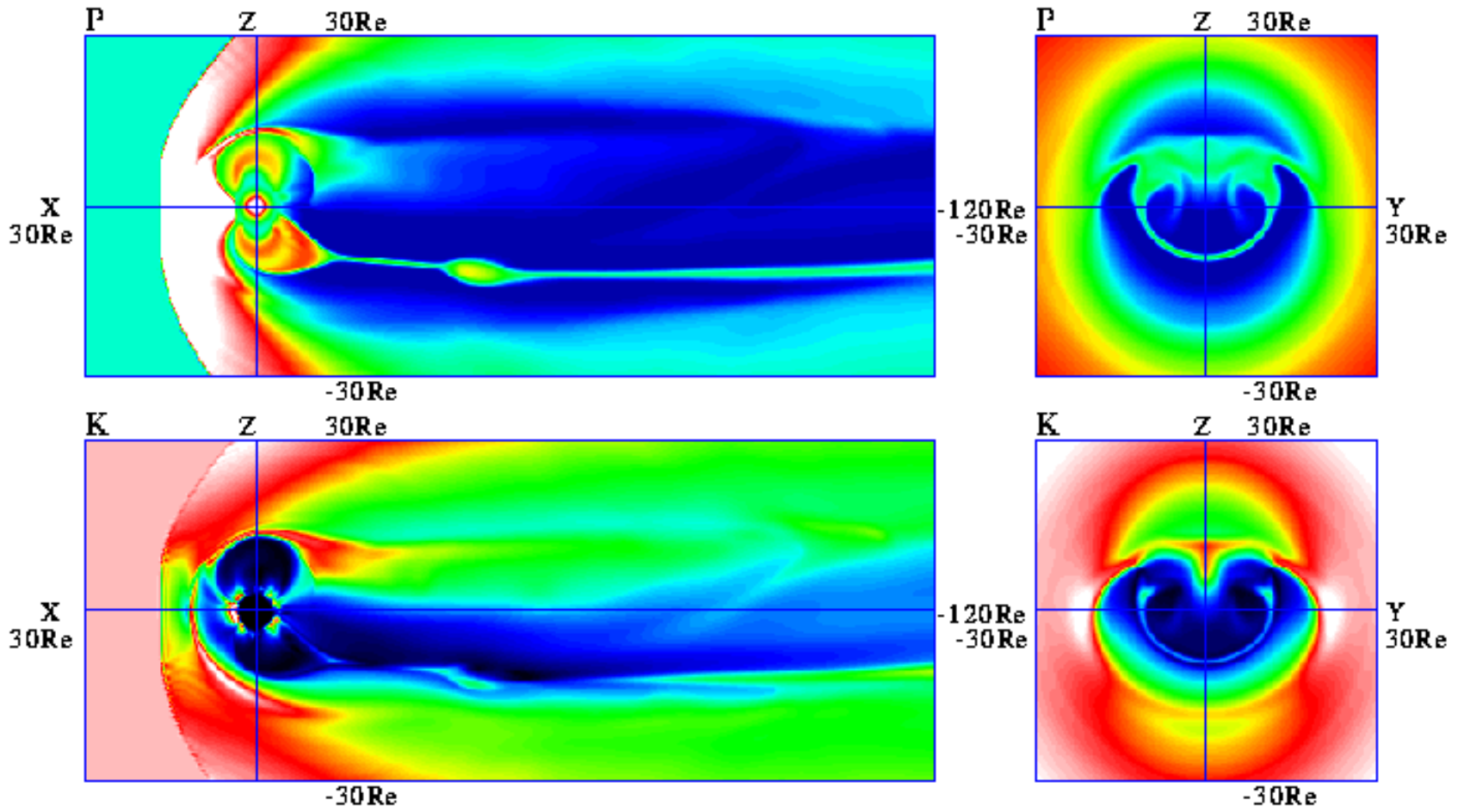
$B = 5 \text{ nT}$ $t = 720 \text{ m}$ $\theta = 270^\circ$



MHD Simulation of Dipole Tilt in Magnetosphere

Density and energy of cross section

Theta=275 degrees IMF Bz=-5.0 nT T= 850 min

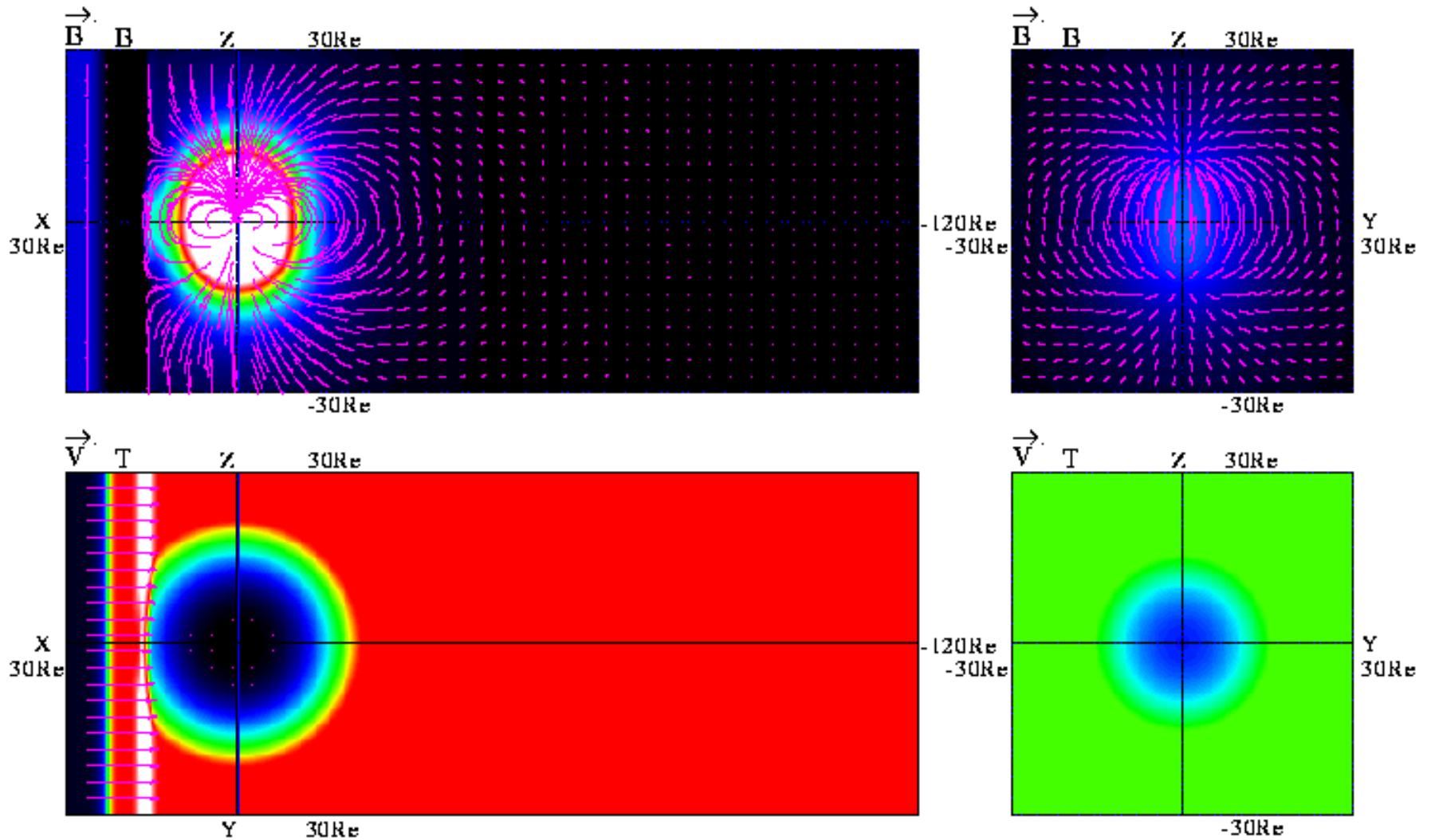


last= 12 ii= 1 npx= 150 nr= 500

x = -15.0Re

MHD Simulation for 1999 October 21-22 Event

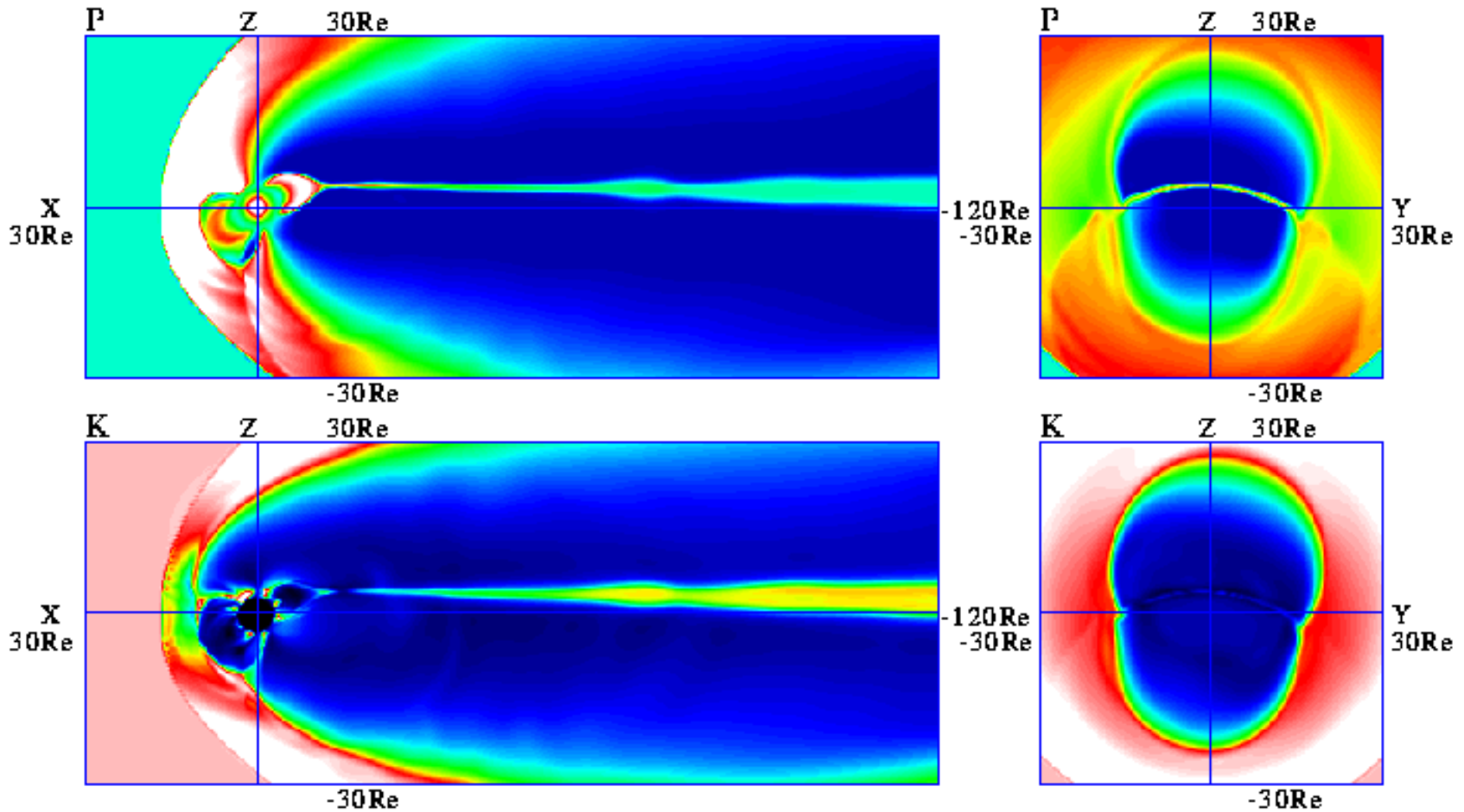
T = 21-10-1999 00:01:00



MHD Simulation of Dipole Tilt in Magnetosphere

Density and energy of cross section

Tilt= 30 deg IMF= 5.0 nT(275 deg) T= 908 min



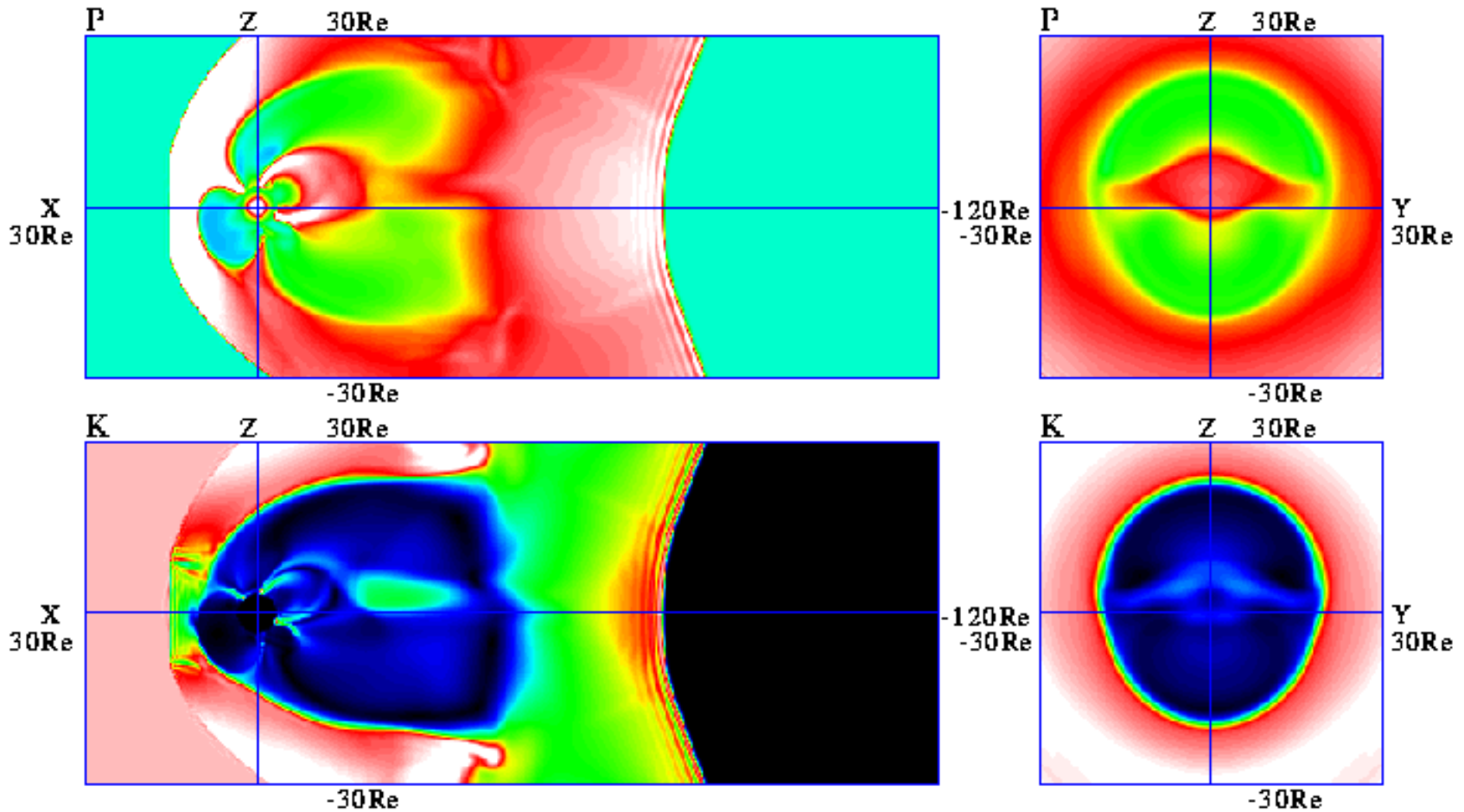
last= 8 ii= 1 nxp= 150 nr= 500

x = -15.0Re

MHD Simulation of Dipole Tilt in Magnetosphere

Density and energy of cross section

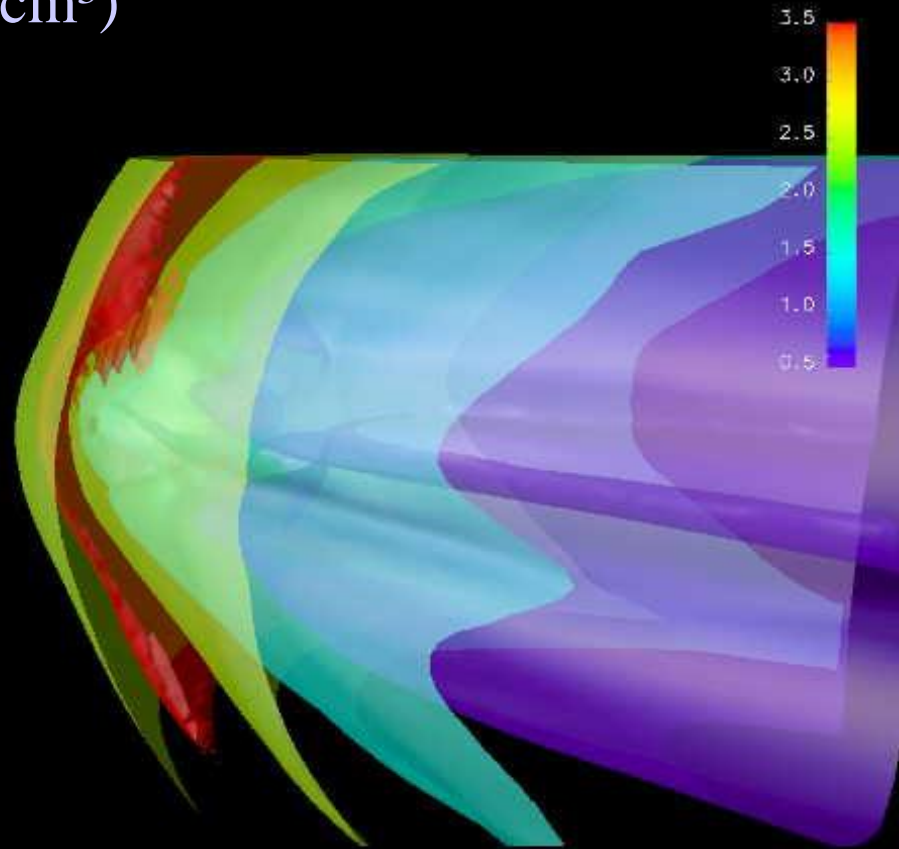
Theta= 30 degrees IMF Bz= 0.0 nT T= 30 min



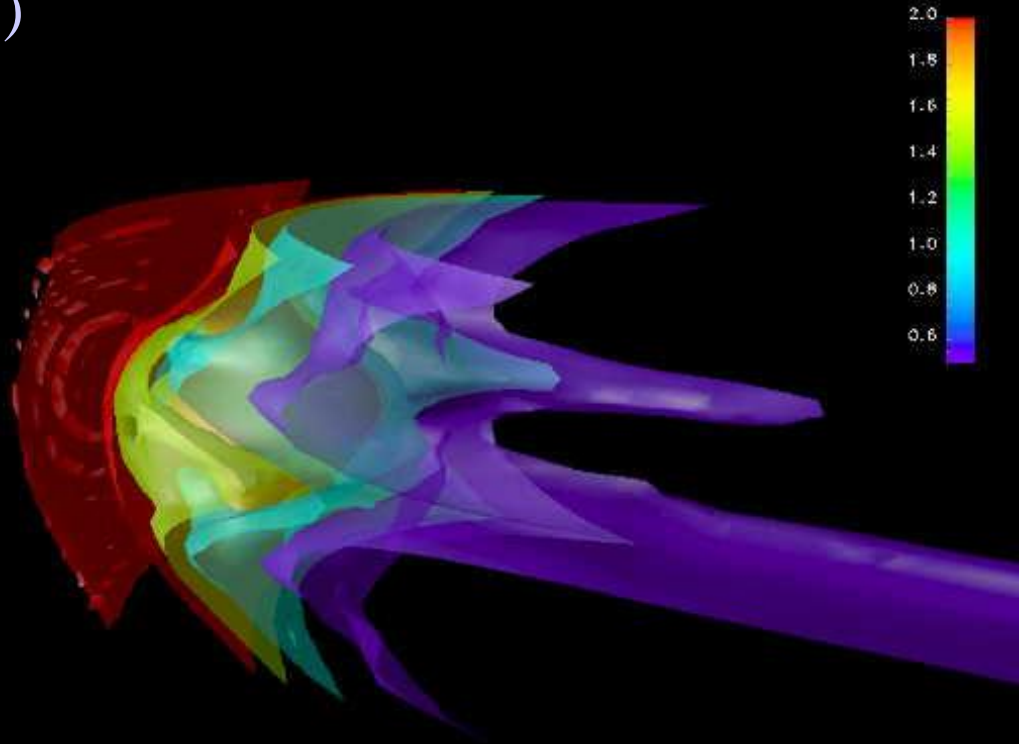
last= 4 ii= 1 npx= 150 nr= 500

x = -15.0Re

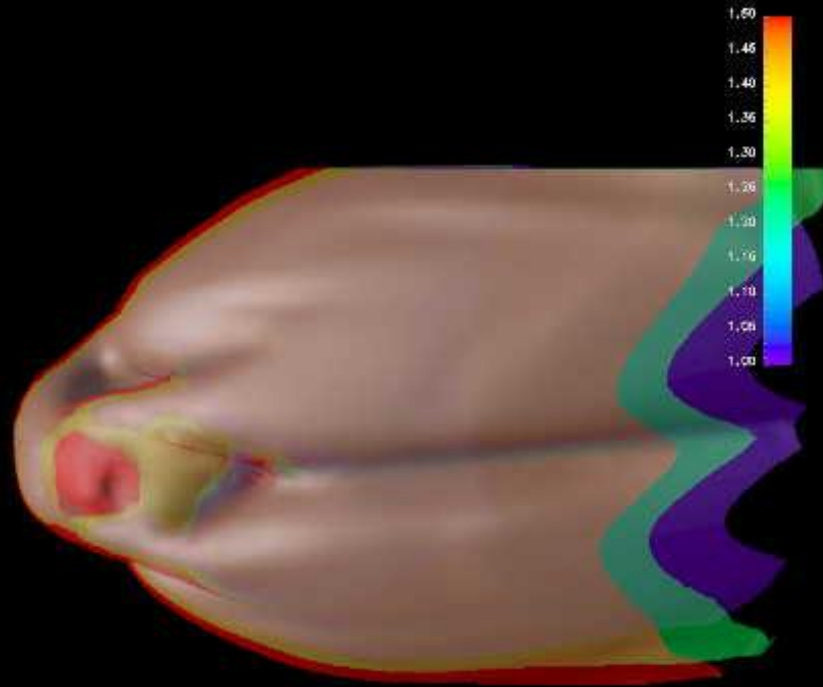
Isosurfaces of total particle density
around the Earth (between
 0.5 p/cm^3 and 3.5 p/cm^3)



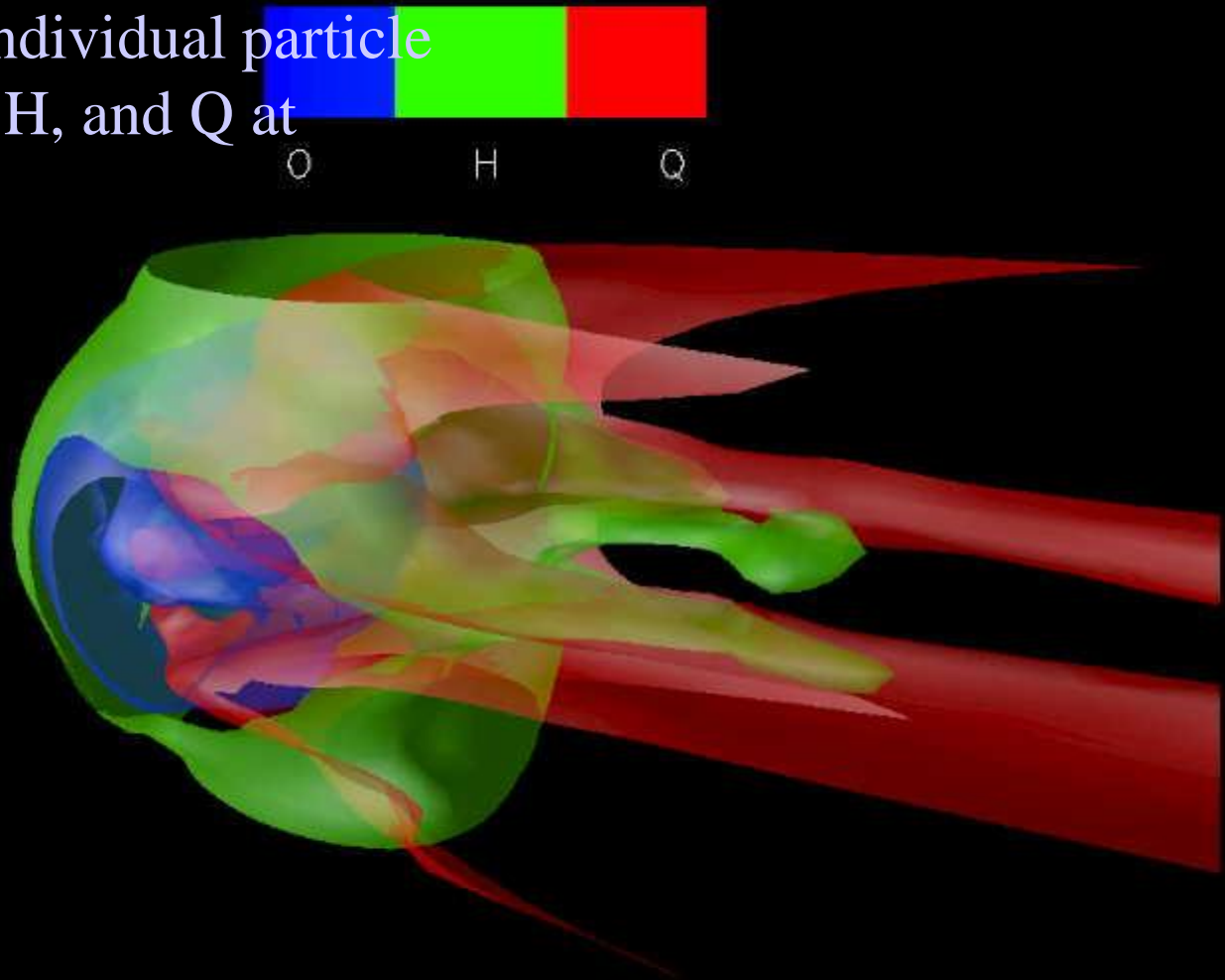
More isosurfaces of total particle density (between 0.5 p/cm^3 and 2.0 p/cm^3)



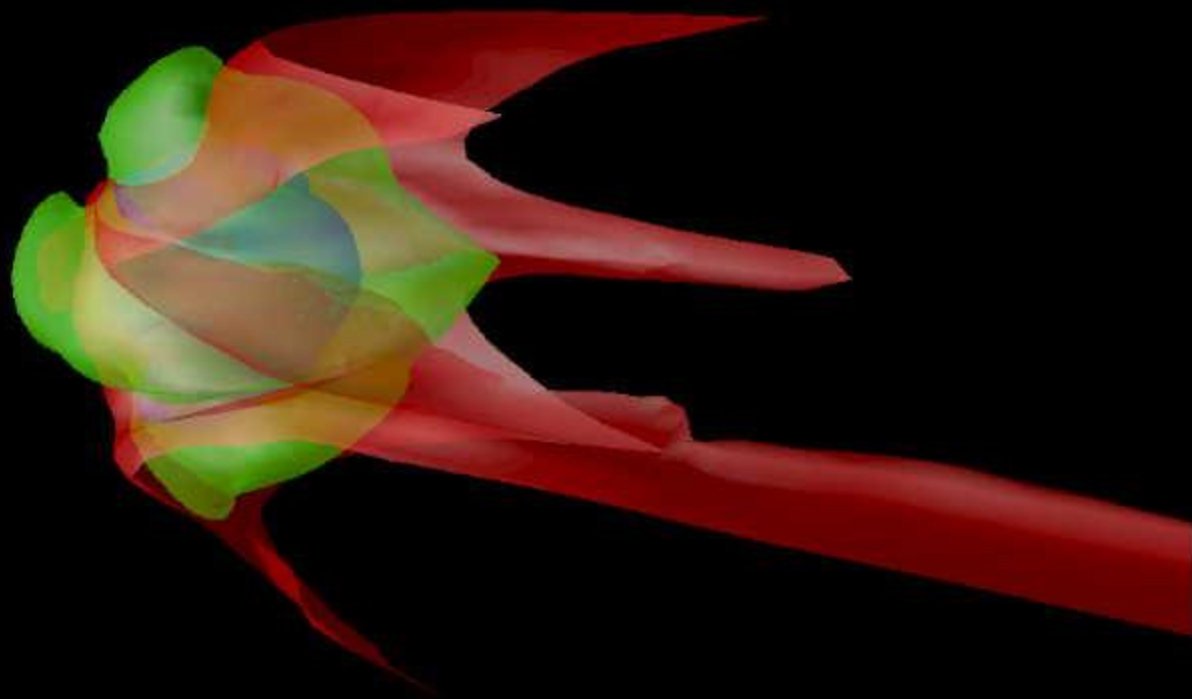
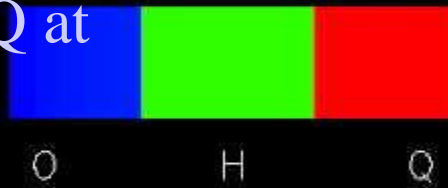
More isosurfaces of total particle density (between 1.0 p/cm^3 and 1.5 p/cm^3)



Isosurfaces of individual particle
densities for O, H, and Q at
 0.2 p/cm^3



Isosurfaces of individual particle
densities for O, H, and Q at
 0.4 p/cm^3



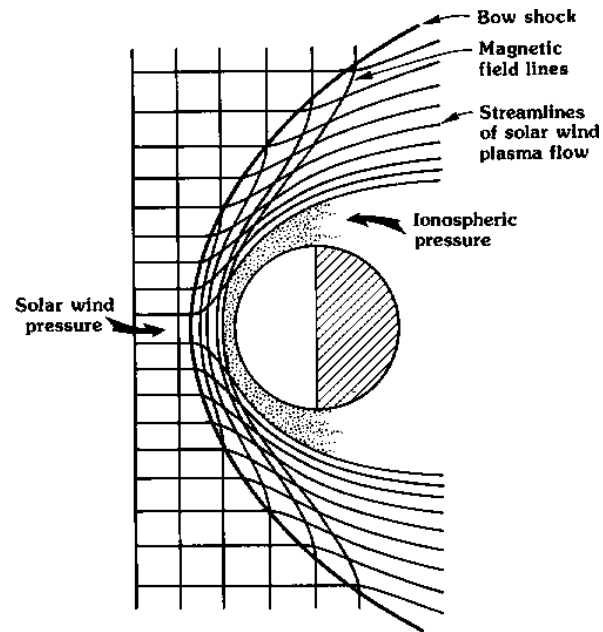
Αφροδίτη

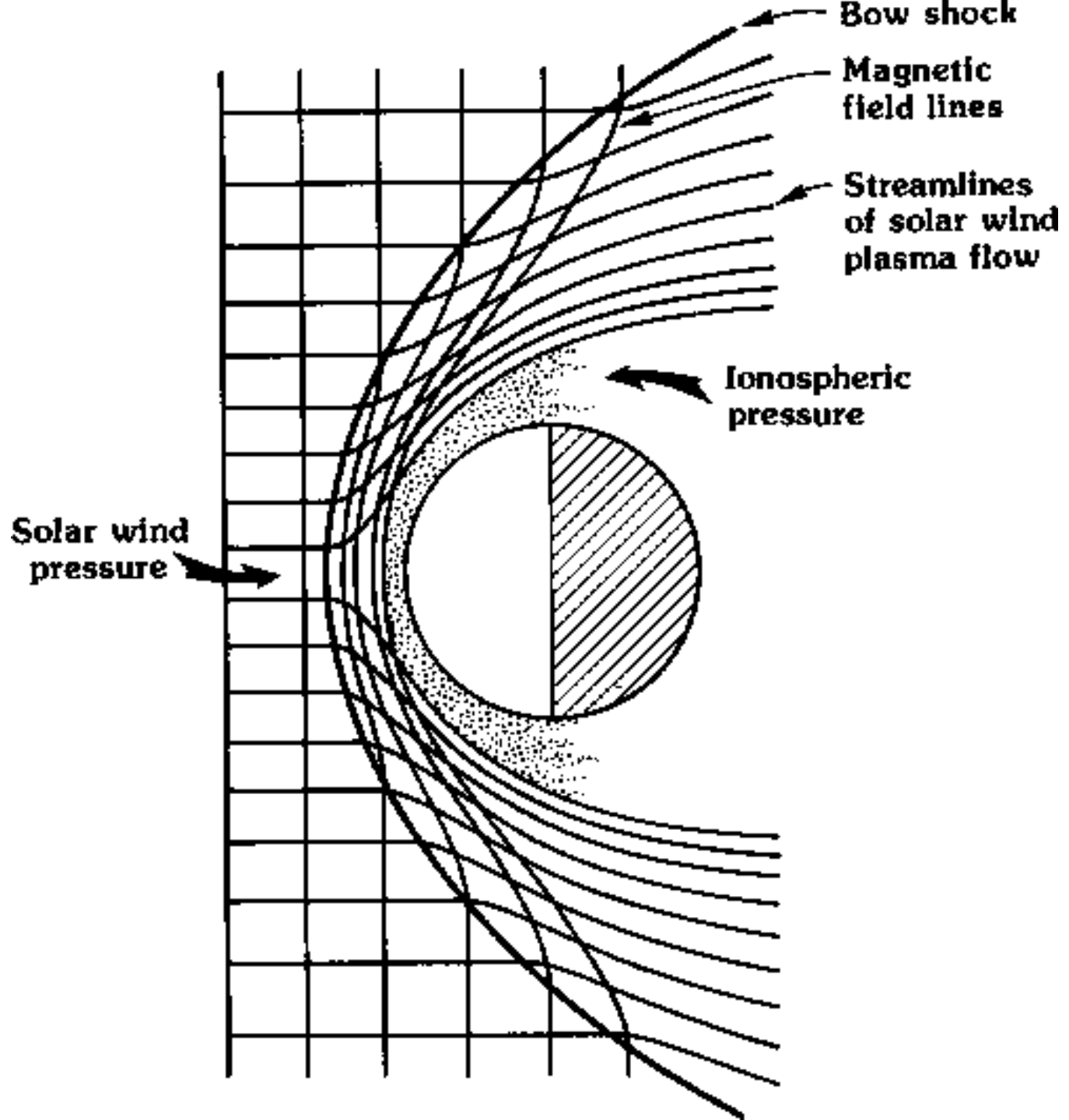
Planetary Magnetospheres

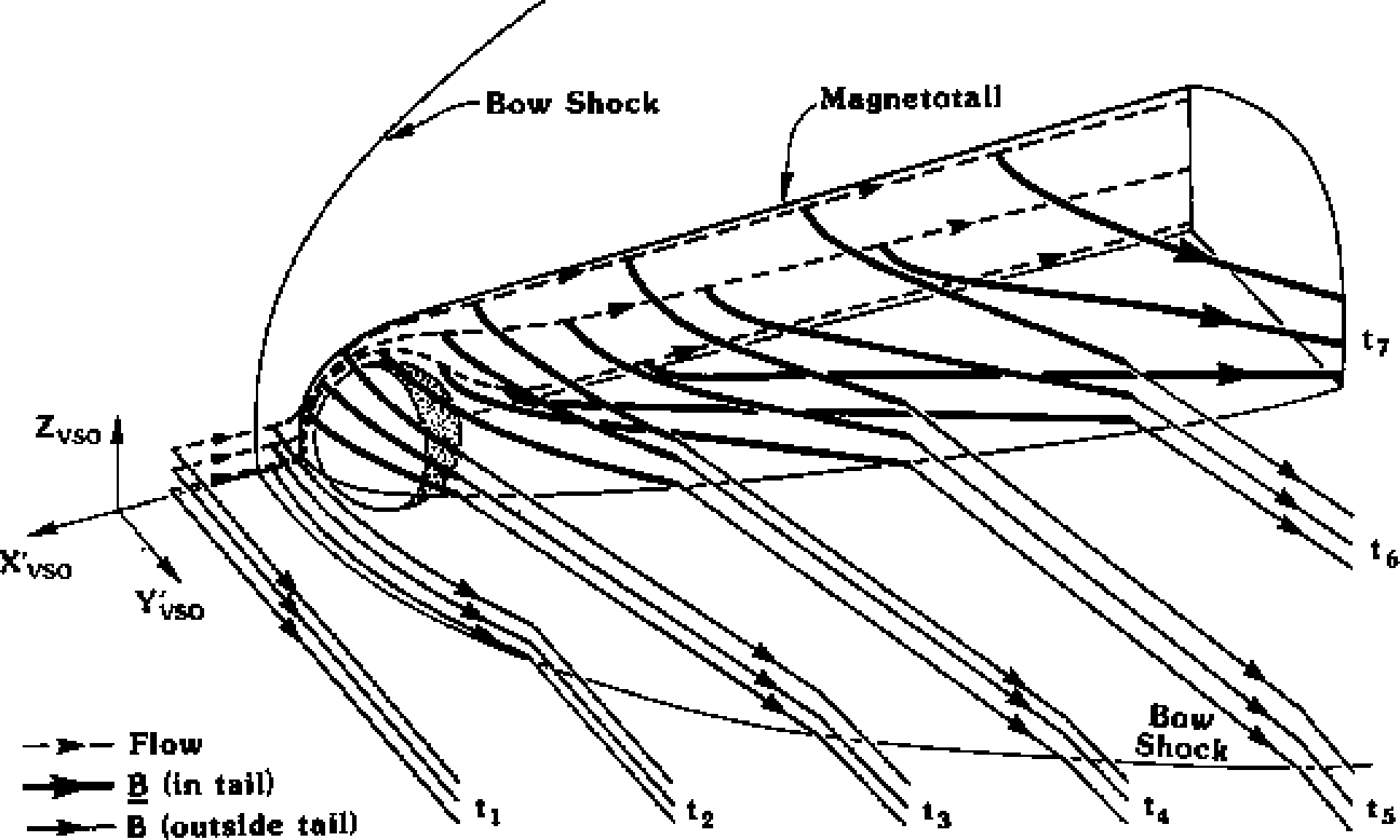
C. T. Russell

*Institute of Geophysics and Space Physics and Department
of Earth and Space Sciences University of California, Los
Angeles California 90024-1567 January 1991*

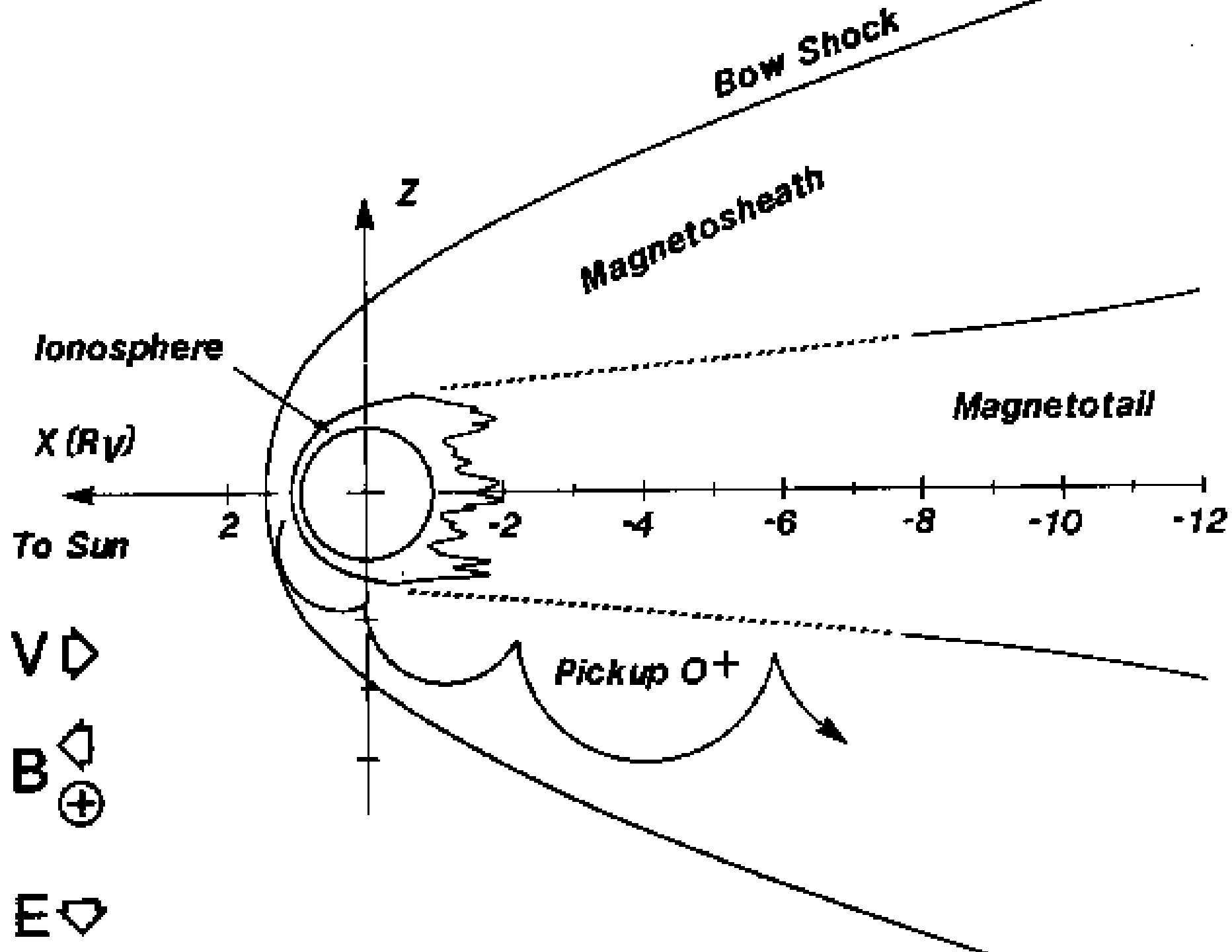
in Science Progress, 75, 93-105, 1991



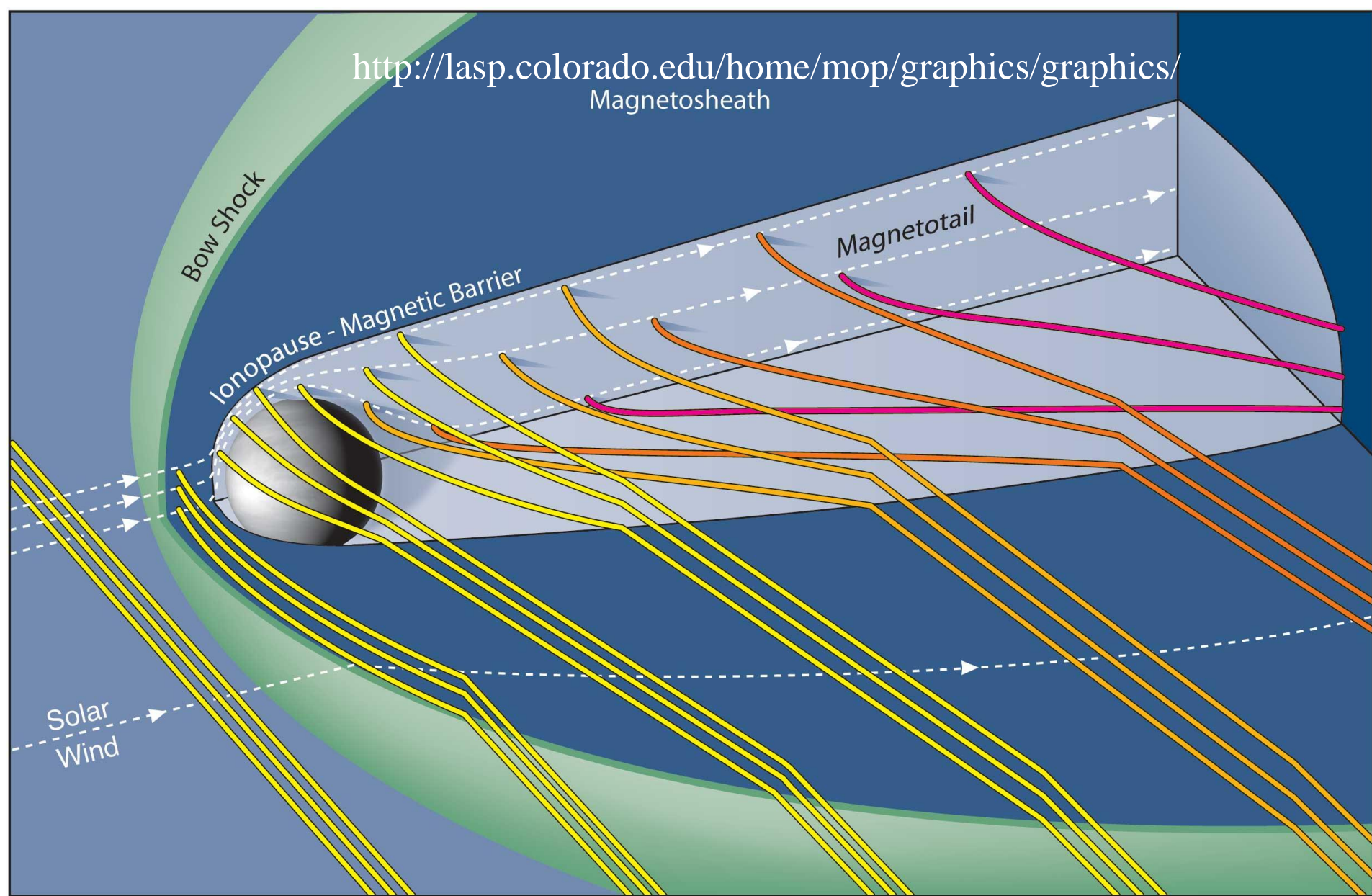




- > Flow
- > \underline{B} (in tail)
- > \underline{B} (outside tail)



<http://lasp.colorado.edu/home/mop/graphics/graphics/Magnetosheath>



The draping of tubes of solar magnetic flux around a conducting ionosphere such as that of Venus. The flux tubes are slowed down and sink into the wake to form a tail (after Saunders and Russell 1986).

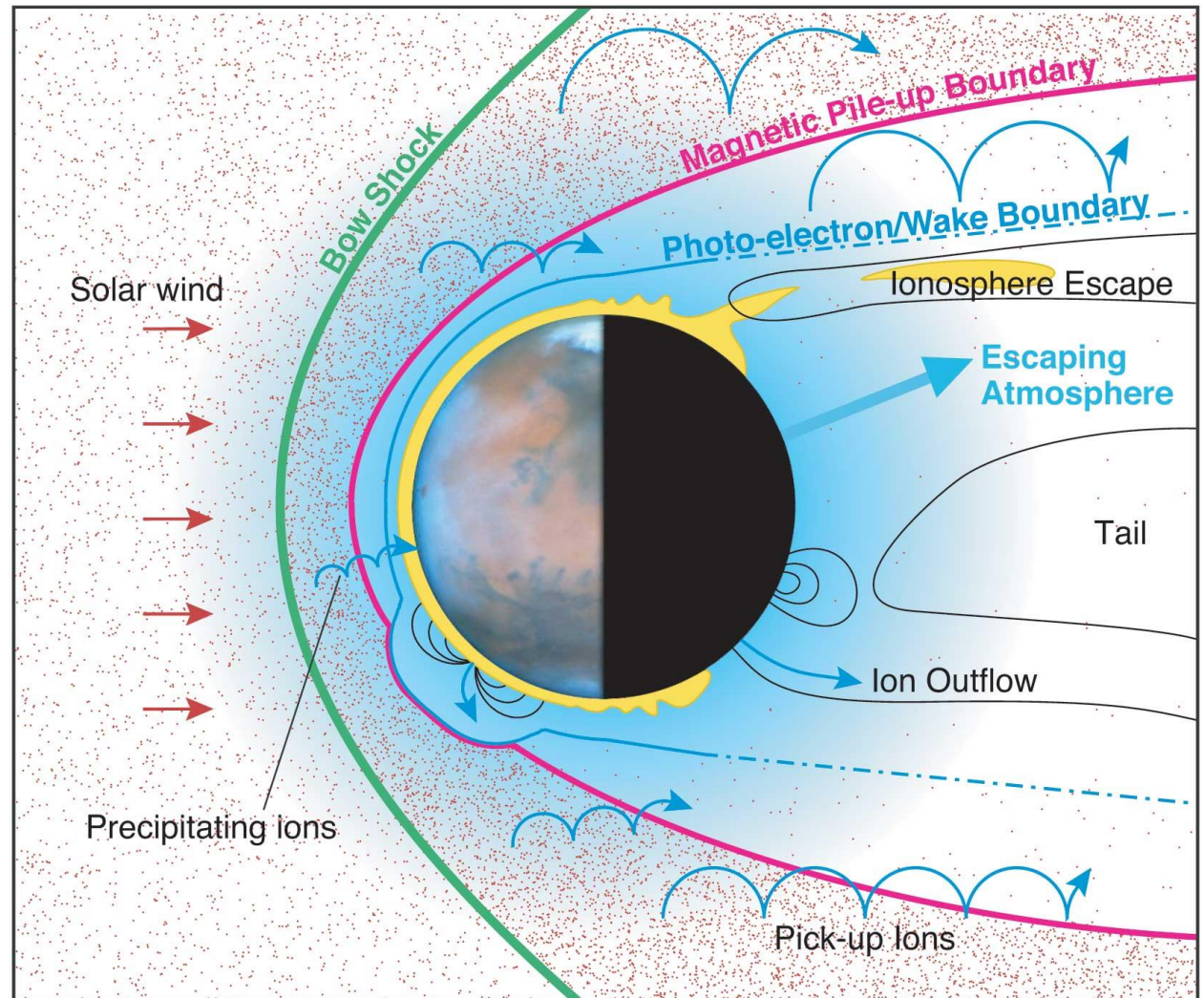
Άρης

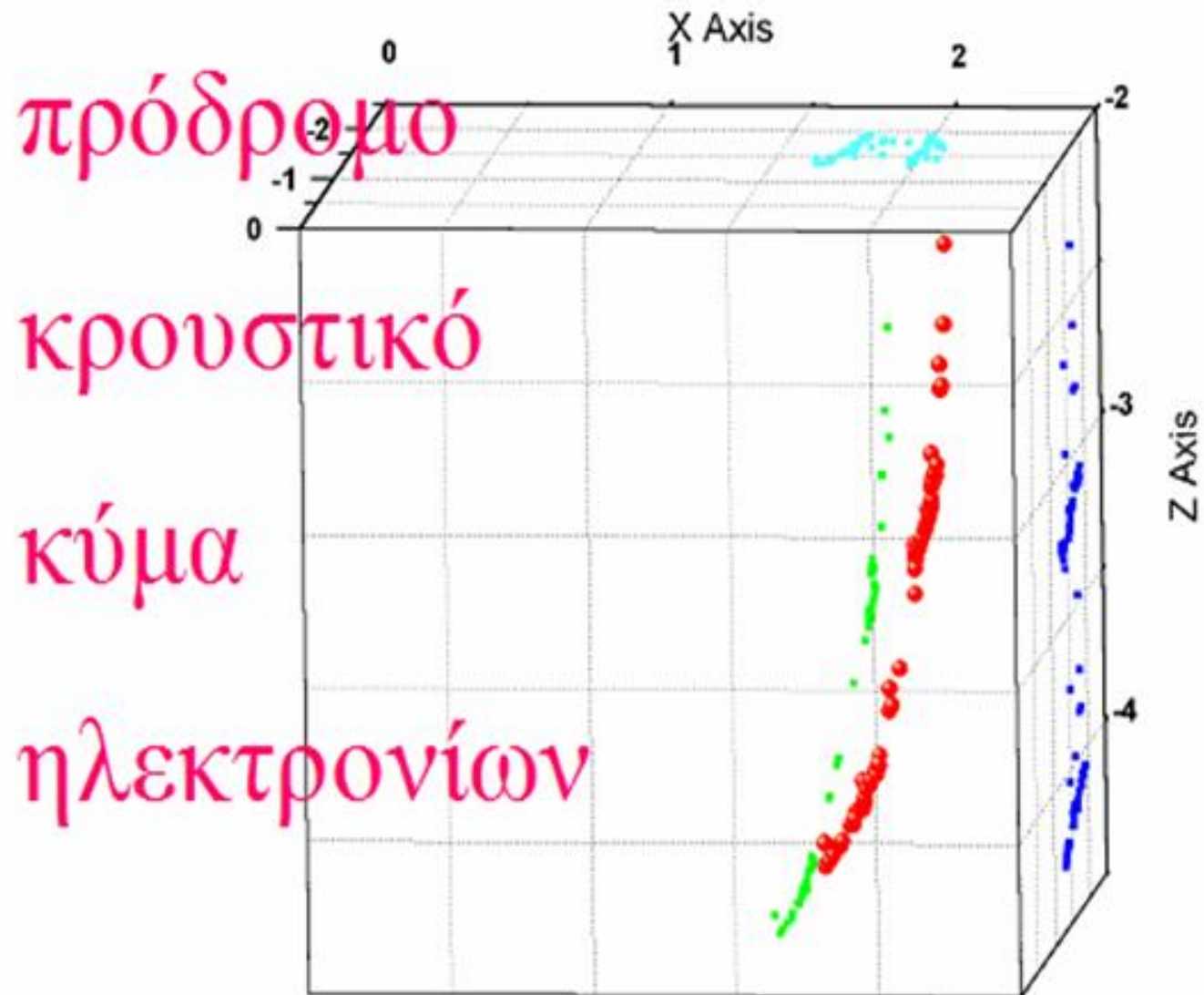
Το μαγνητικό περιβάλλον του Άρη

<http://lasp.colorado.edu/home/mop/graphics/graphics/>

Interaction of the solar wind with the atmosphere, ionosphere, and magnetized crust of Mars. The several processes whereby the planet may have lost much of its atmosphere are shown.

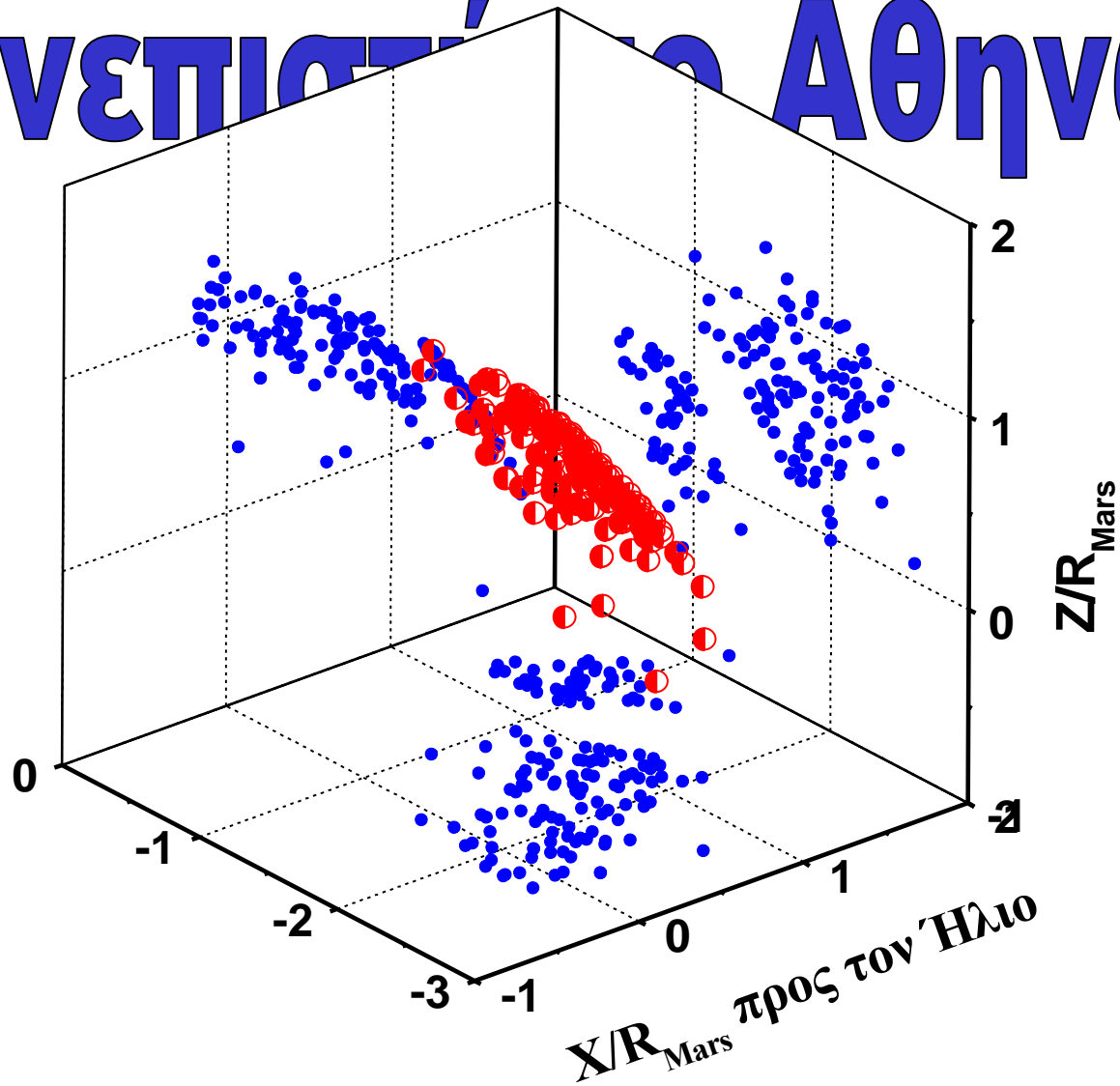
Credit: Fran Bagenal & Steve Bartlett





Mars electron foreshock, MGS data

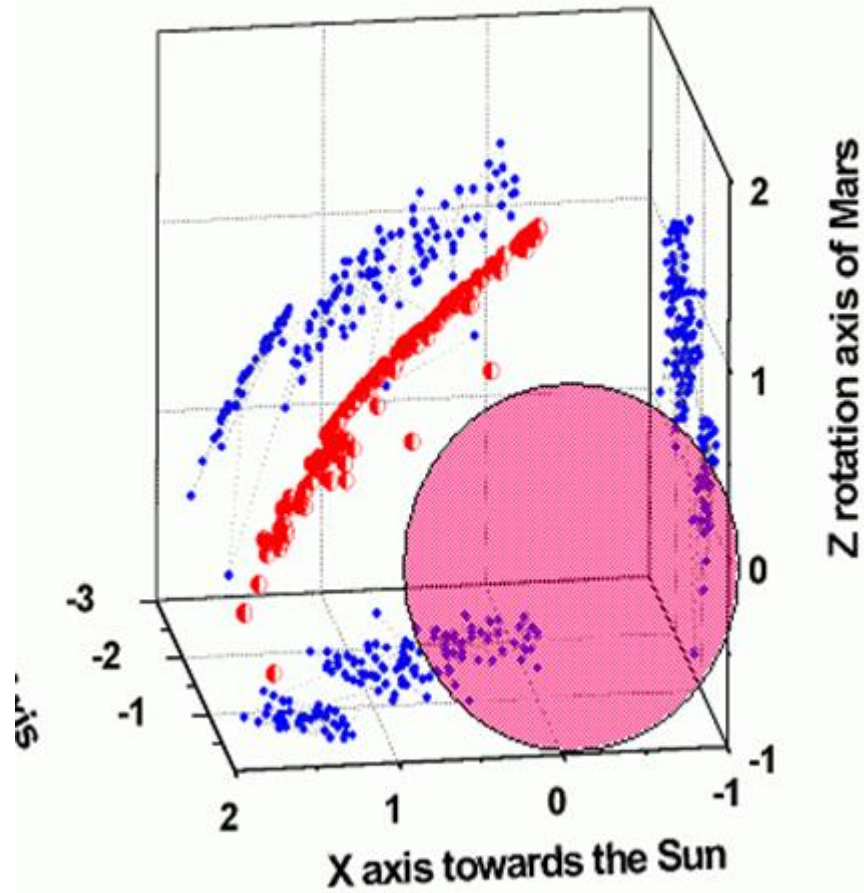
Πανεπιστήμιο Αθηνών



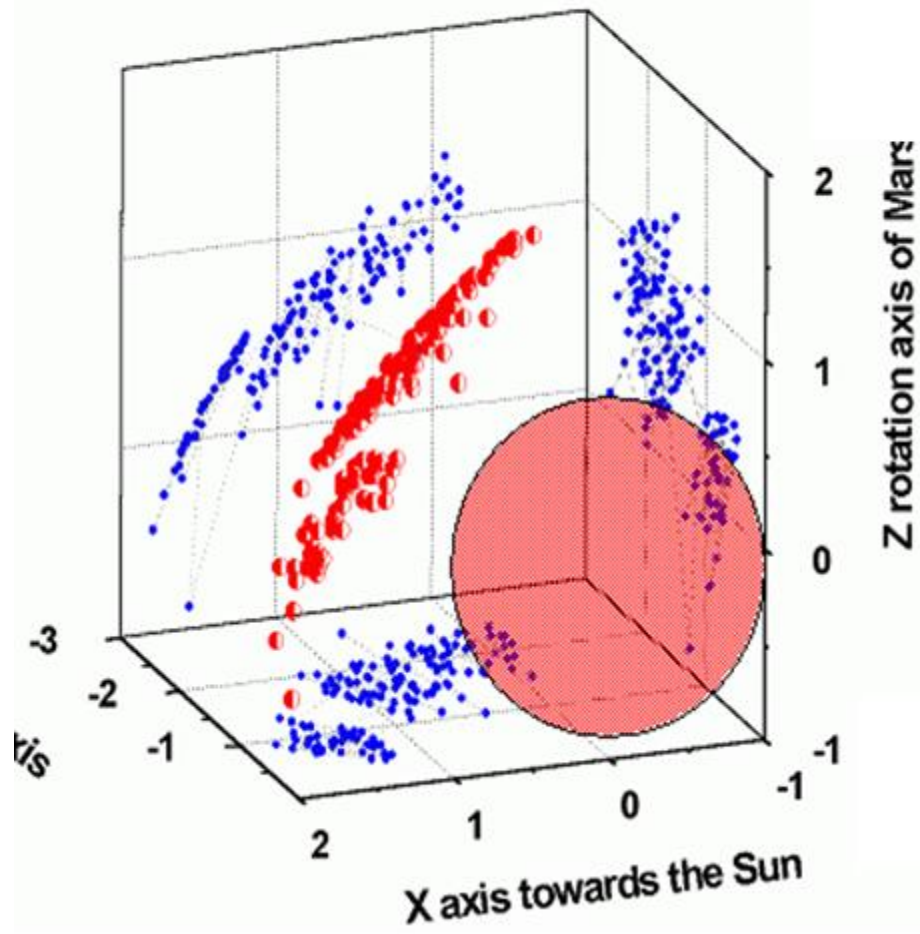
● τοξοειδές κρουστικό κύμα του Άρη

Κρουστικό κύμα

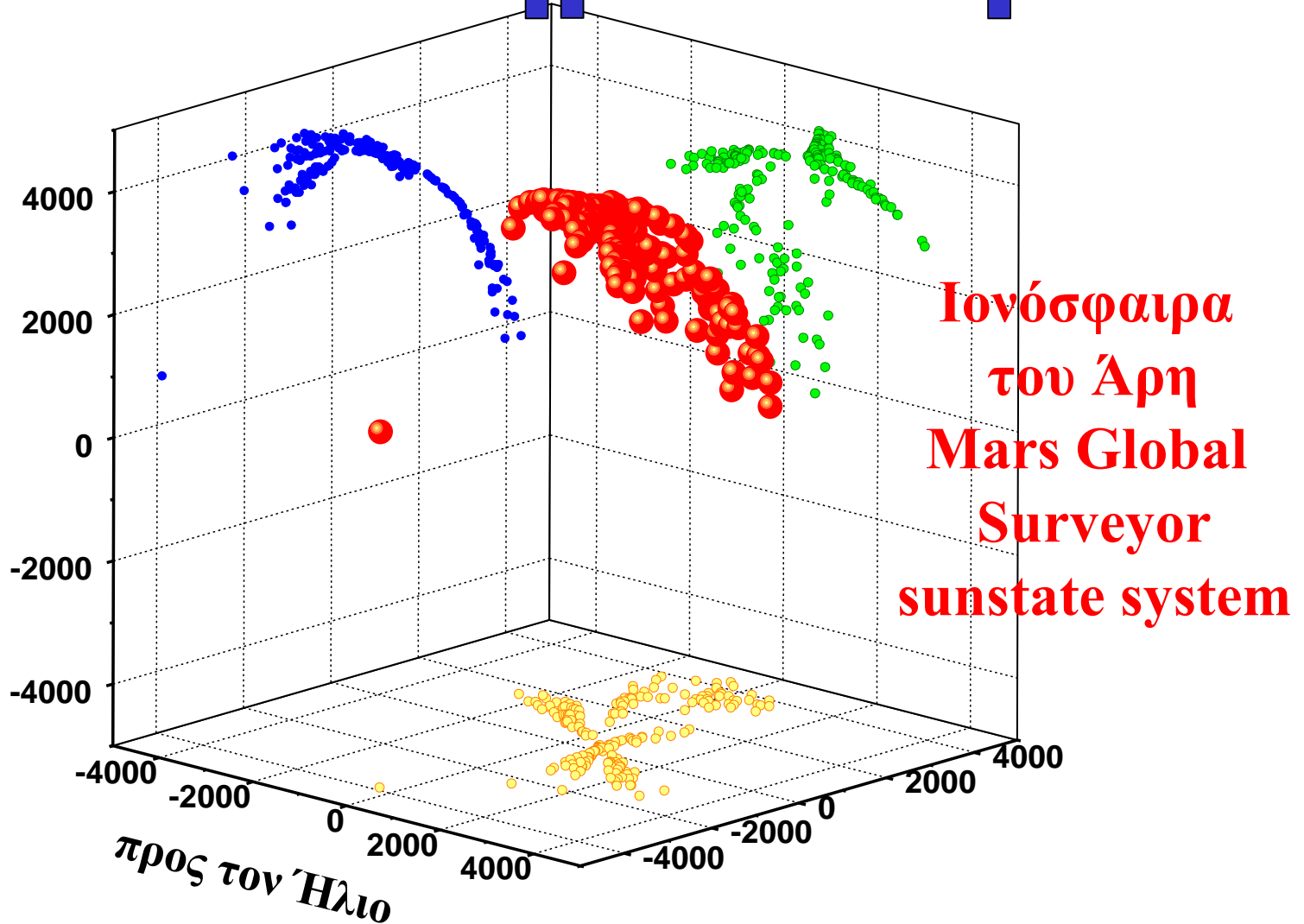
● bow shock of Mars

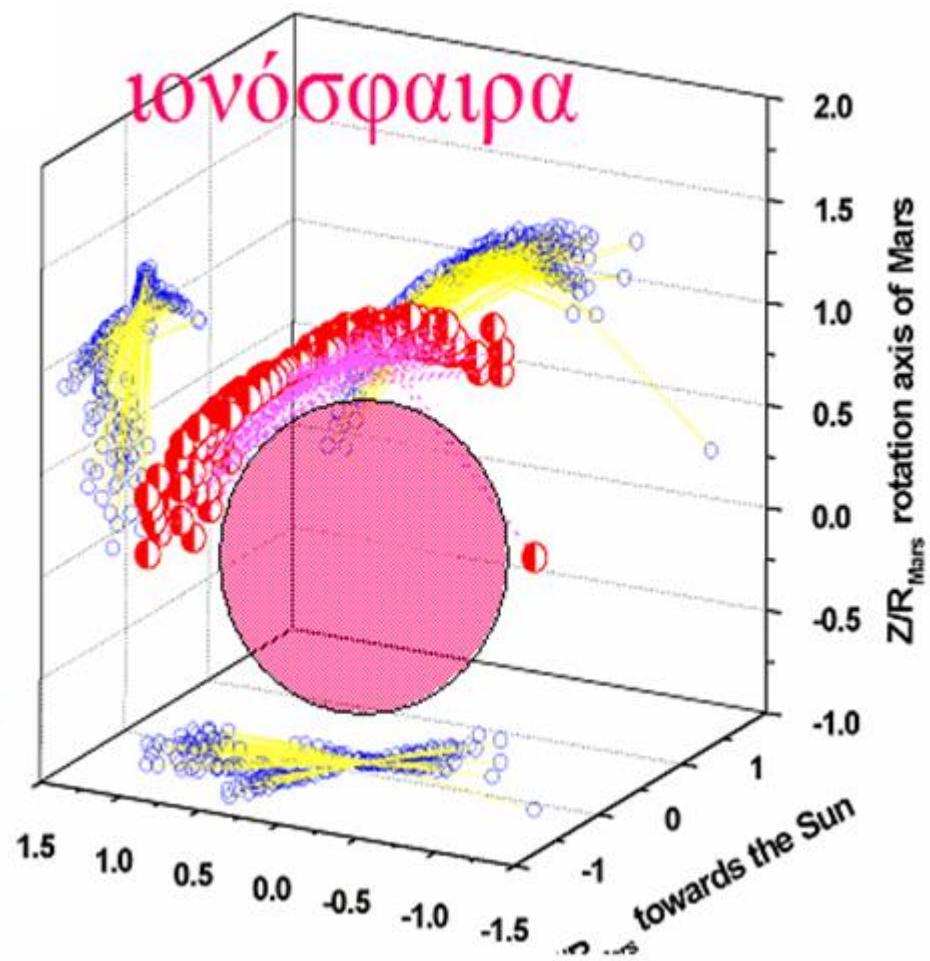


● bow shock of Mars



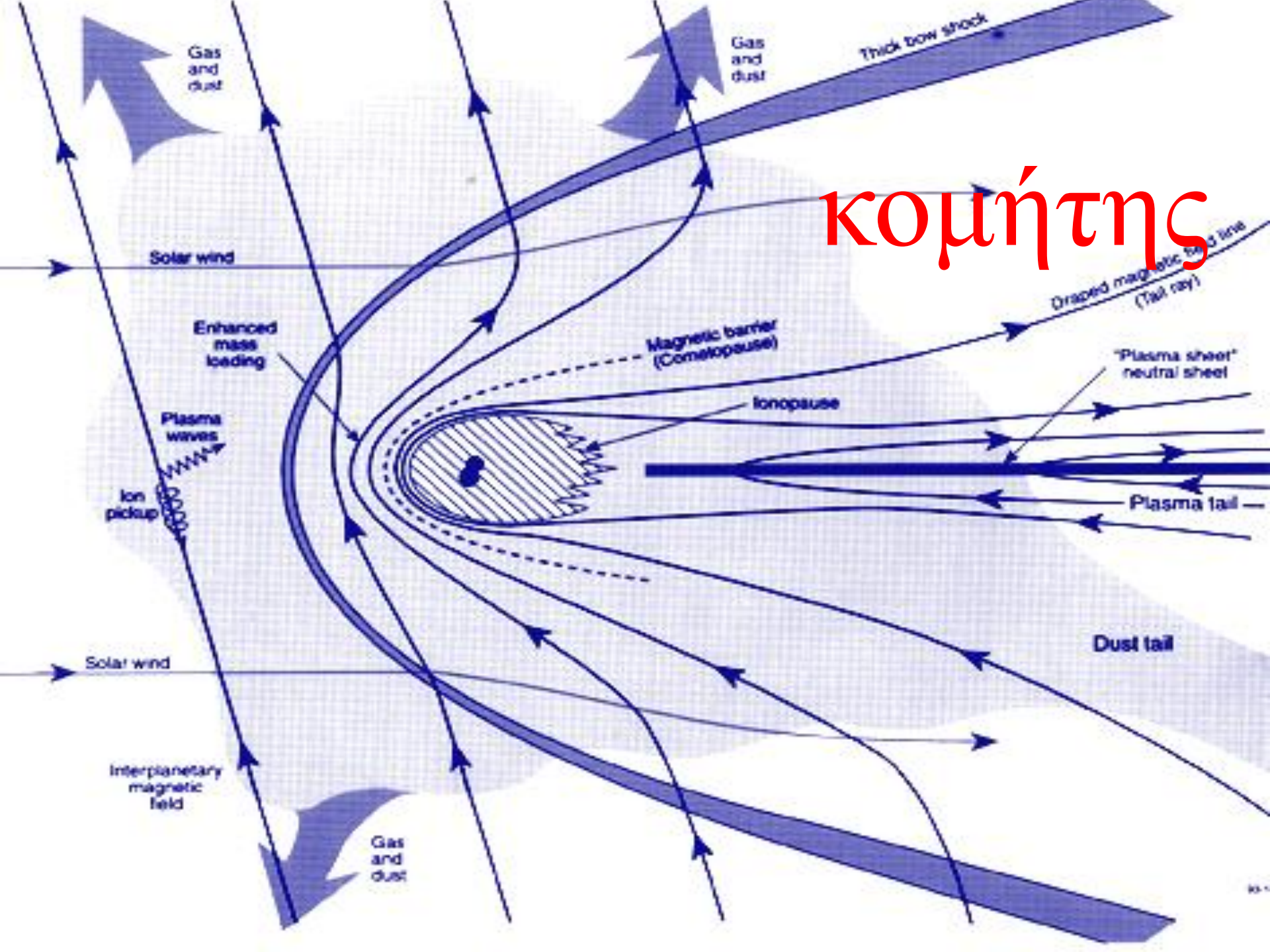
Πανεπιστήμιο Αθηνών





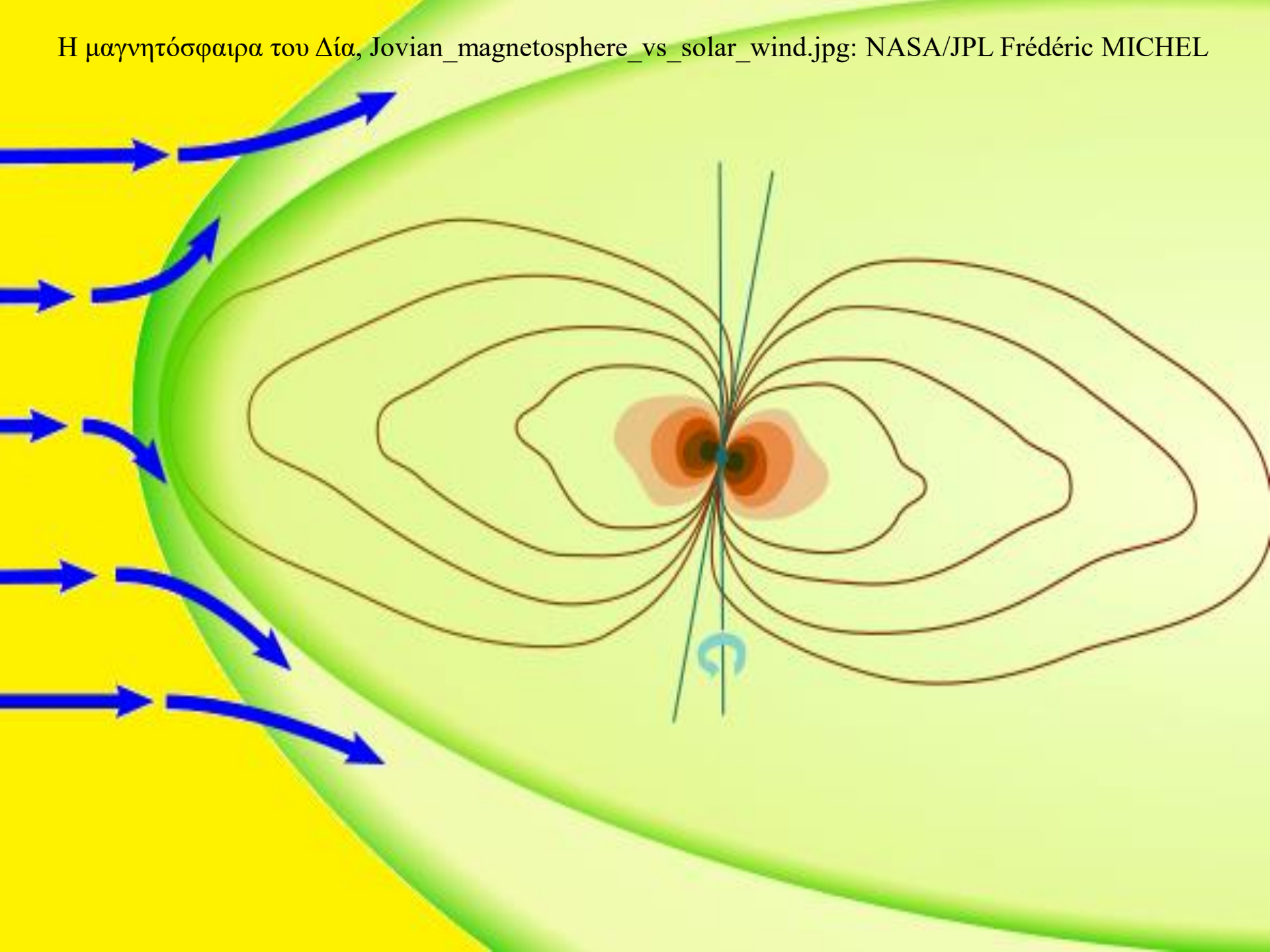
κομήτης

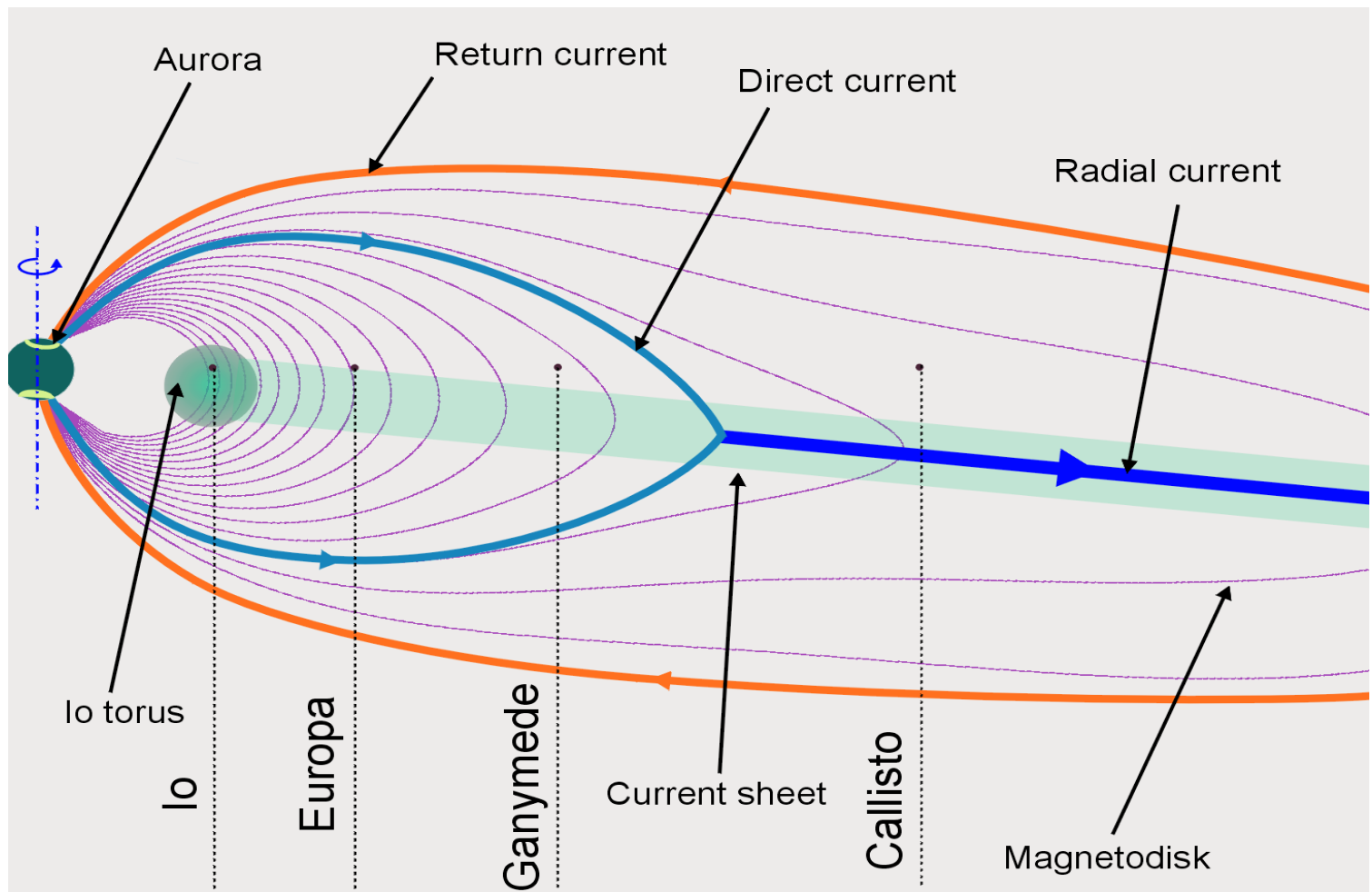
κομήτης



Δίας

Η μαγνητόσφαιρα του Δία, Jovian_magnetosphere_vs_solar_wind.jpg: NASA/JPL Frédéric MICHEL

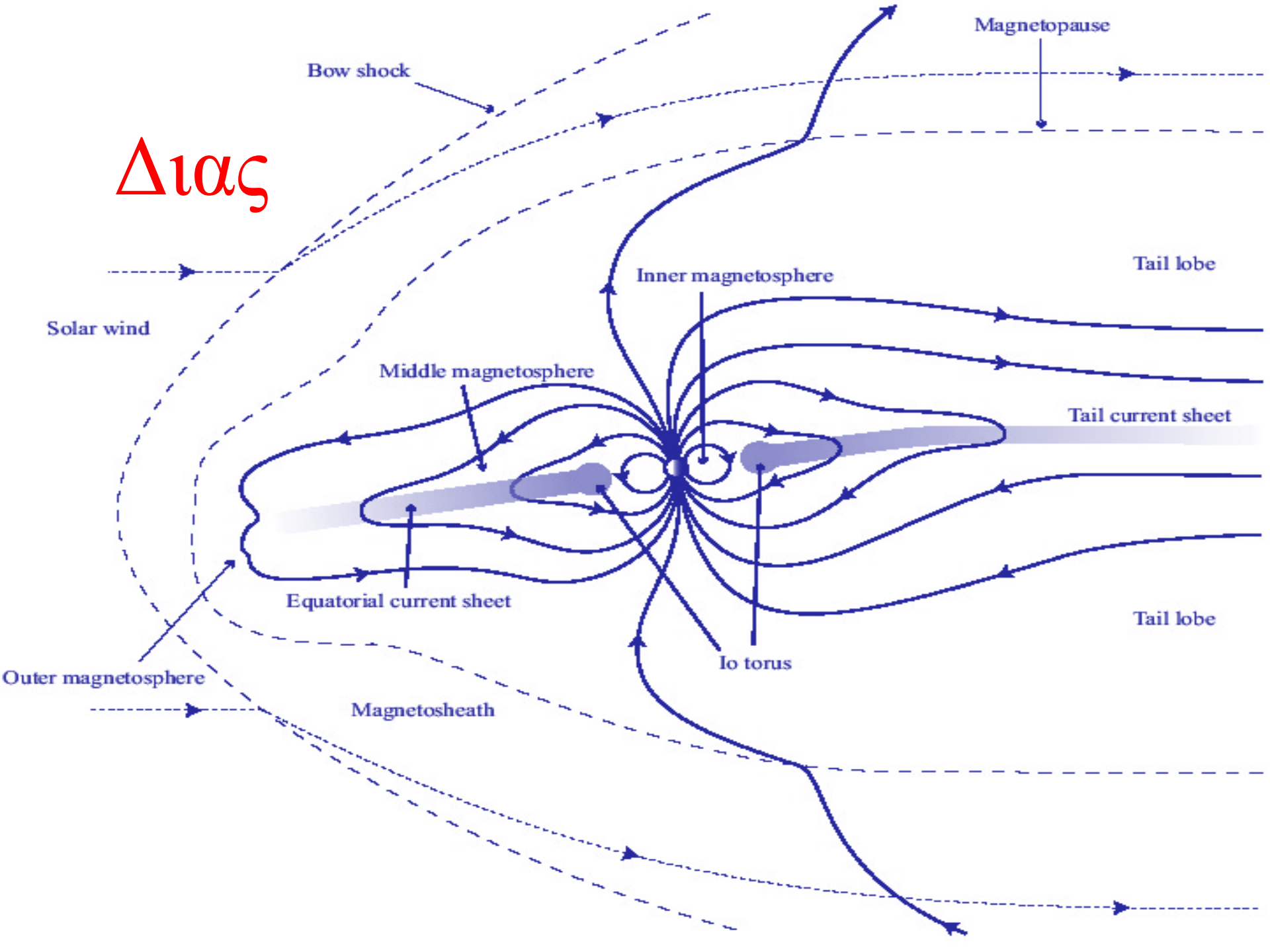




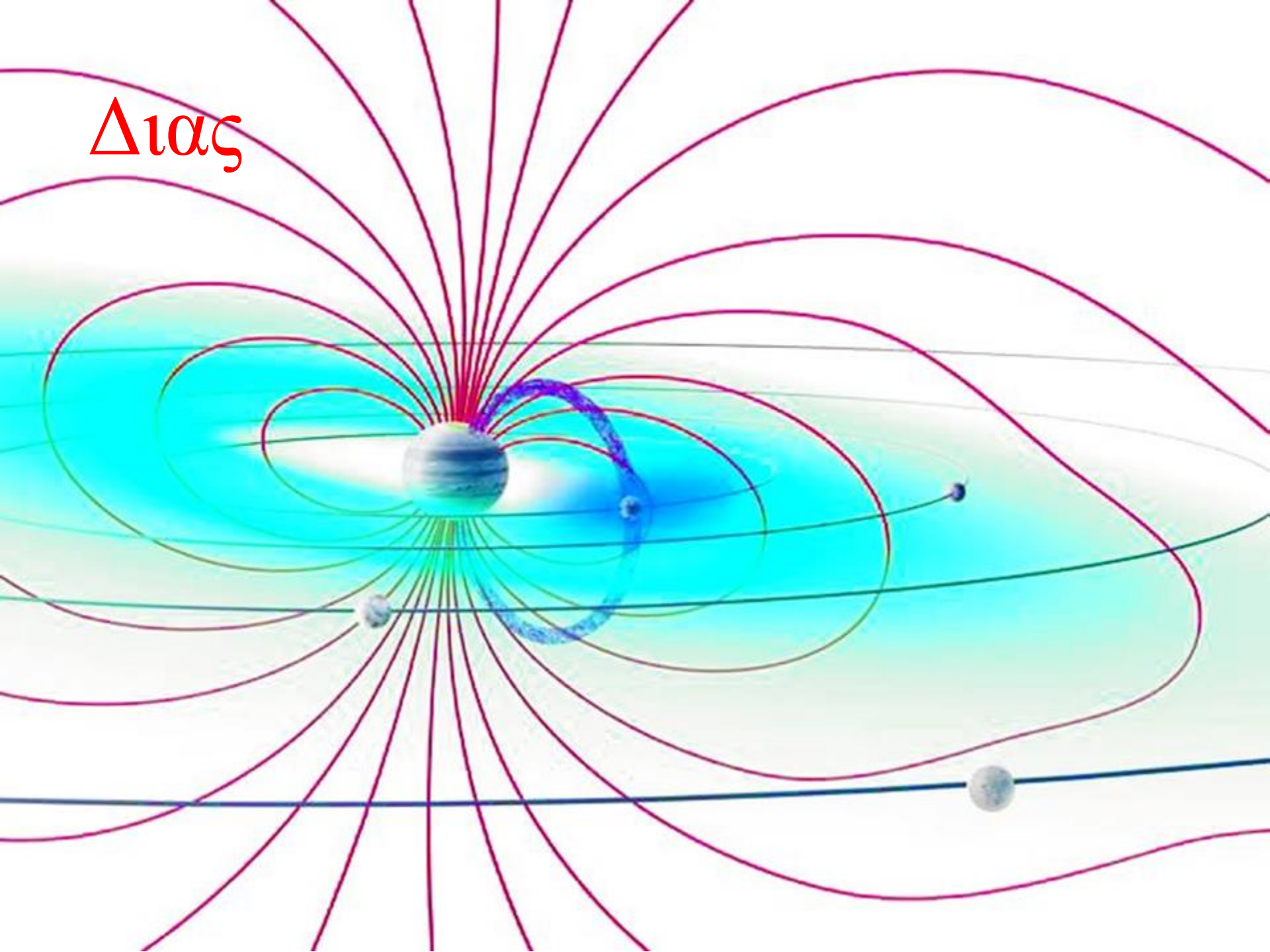
The image shows the magnetic field of Jupiter based on a realistic model^[1] and co-rotation enforcing currents. Positions of the Galilean moons are also shown. Edwards, T.M.; Bunce, E.J.; Cowley, S.W.H. (2001). "A note on the vector potential of Connerney et al.'s model of the equatorial current sheet in Jupiter's magnetosphere". *Planetary and Space Science* **49**: 1115–1123.

Cowley, S.W.H.; Bunce, E.J. (2001). "Origin of the main auroral oval in Jupiter's coupled magnetosphere–ionosphere system". *Planetary and Space Sciences* **49**: 1067–66.

Διας



Διας



Δίας

30 Jovian Radii

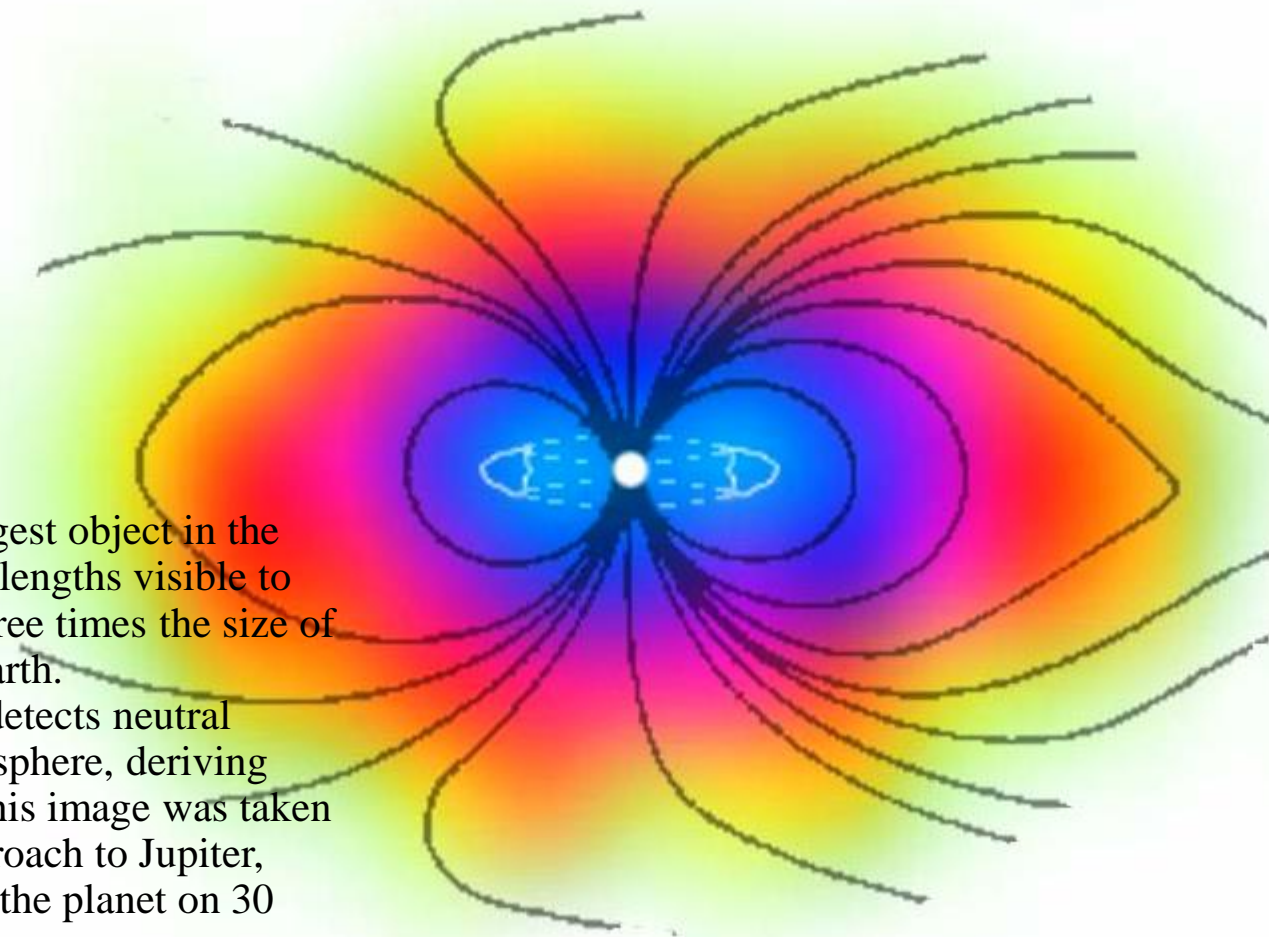


to Sun

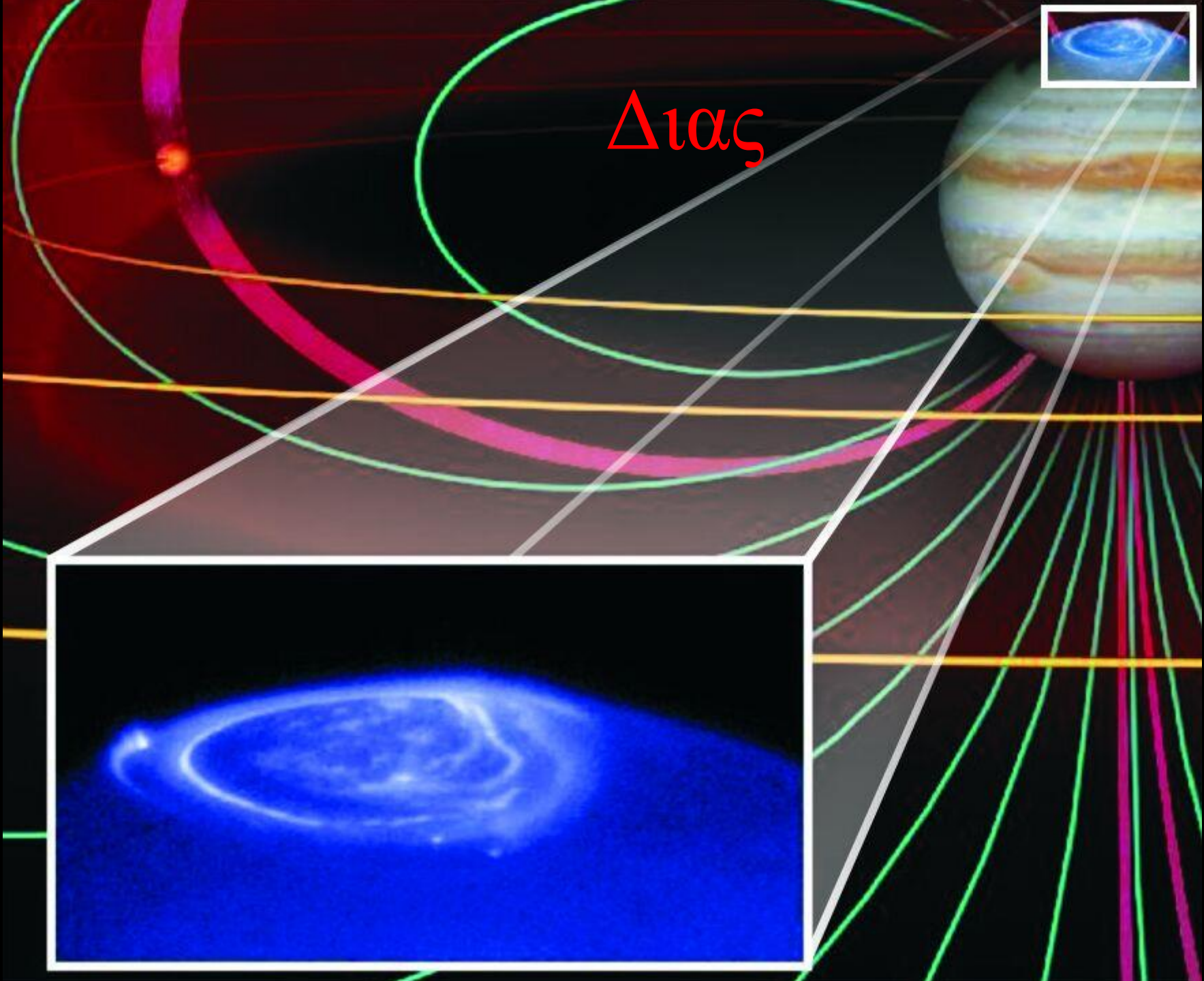
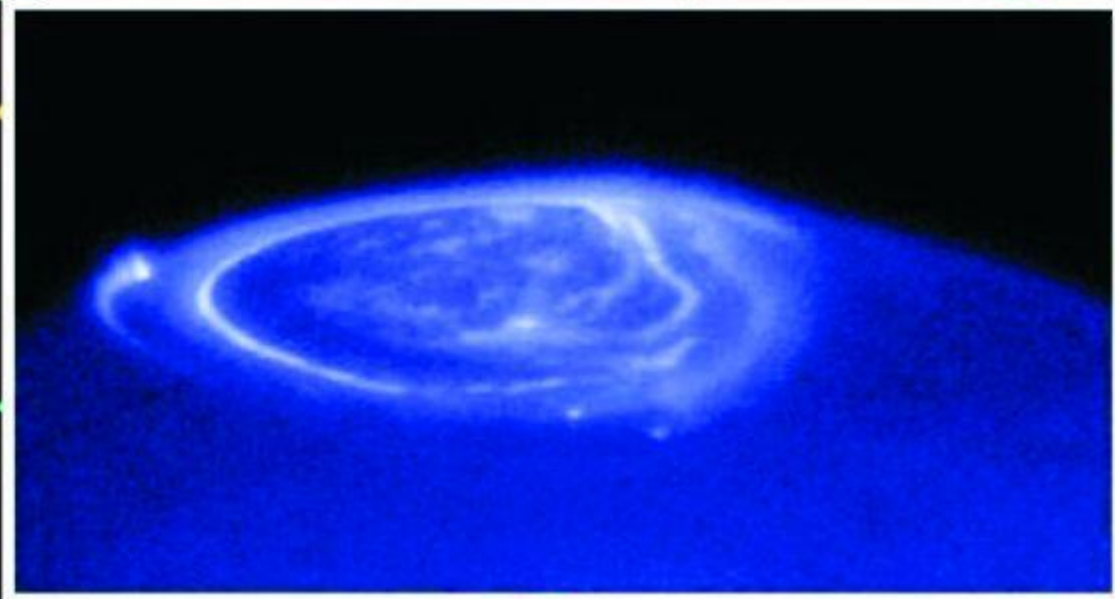
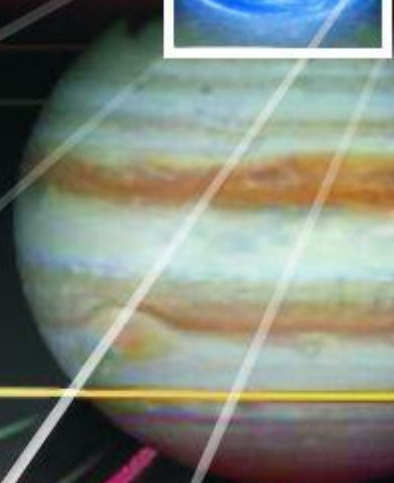
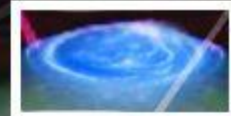


Jupiter's magnetosphere is the largest object in the solar system. If it glowed in wavelengths visible to the eye, it would appear two to three times the size of the Sun or Moon to viewers on Earth.

Cassini's ion and neutral camera detects neutral atoms expelled from the magnetosphere, deriving information about their source. This image was taken shortly after Cassini's closest approach to Jupiter, about 10 million kilometres from the planet on 30 December 2000.



Δίας

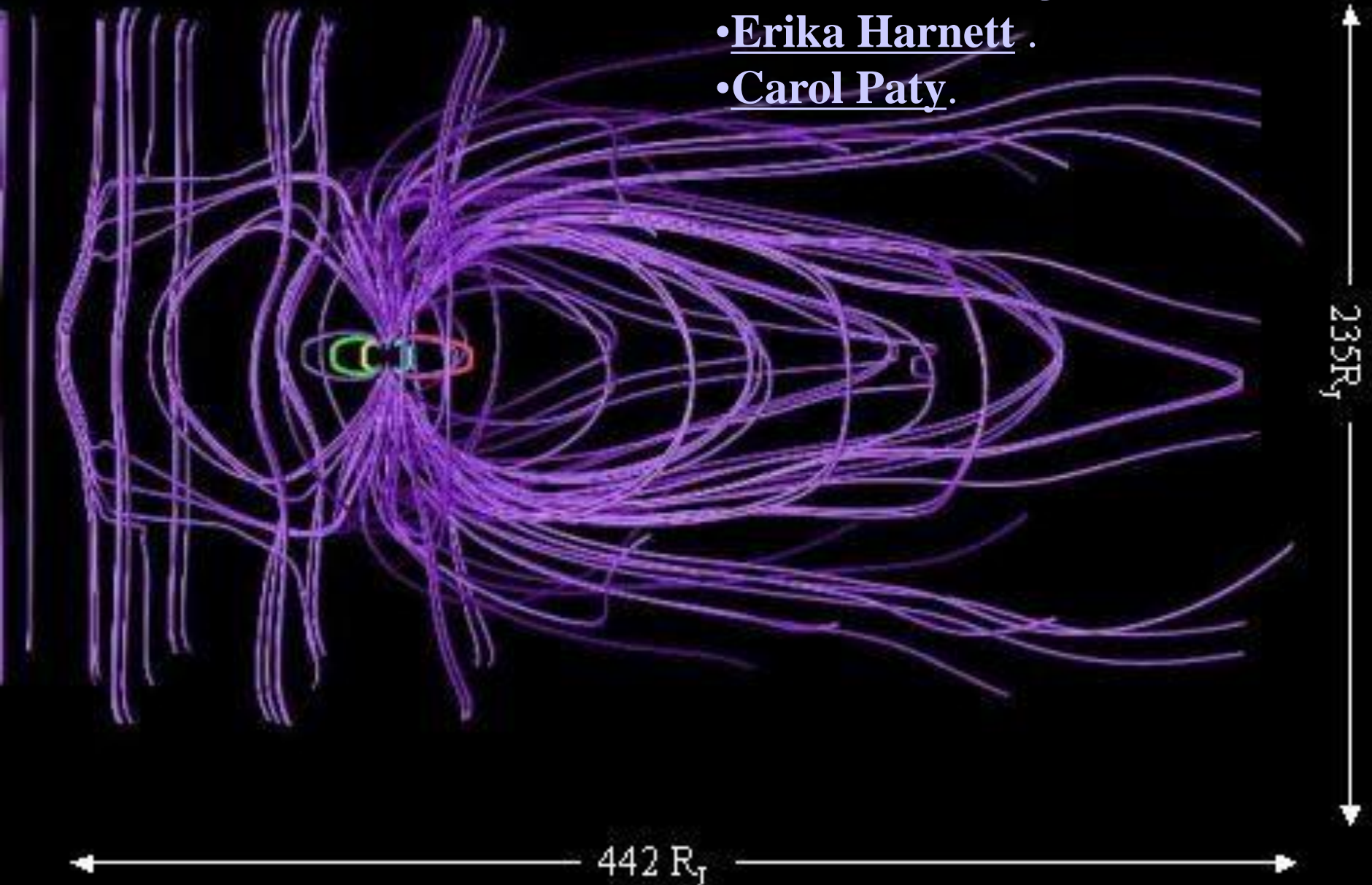


Robert Winglee

**Structures in the Earth's Magnetosphere
Boundary Layers**

Δίας

- Robert M. Winglee.
- Erika Harnett .
- Carol Paty.

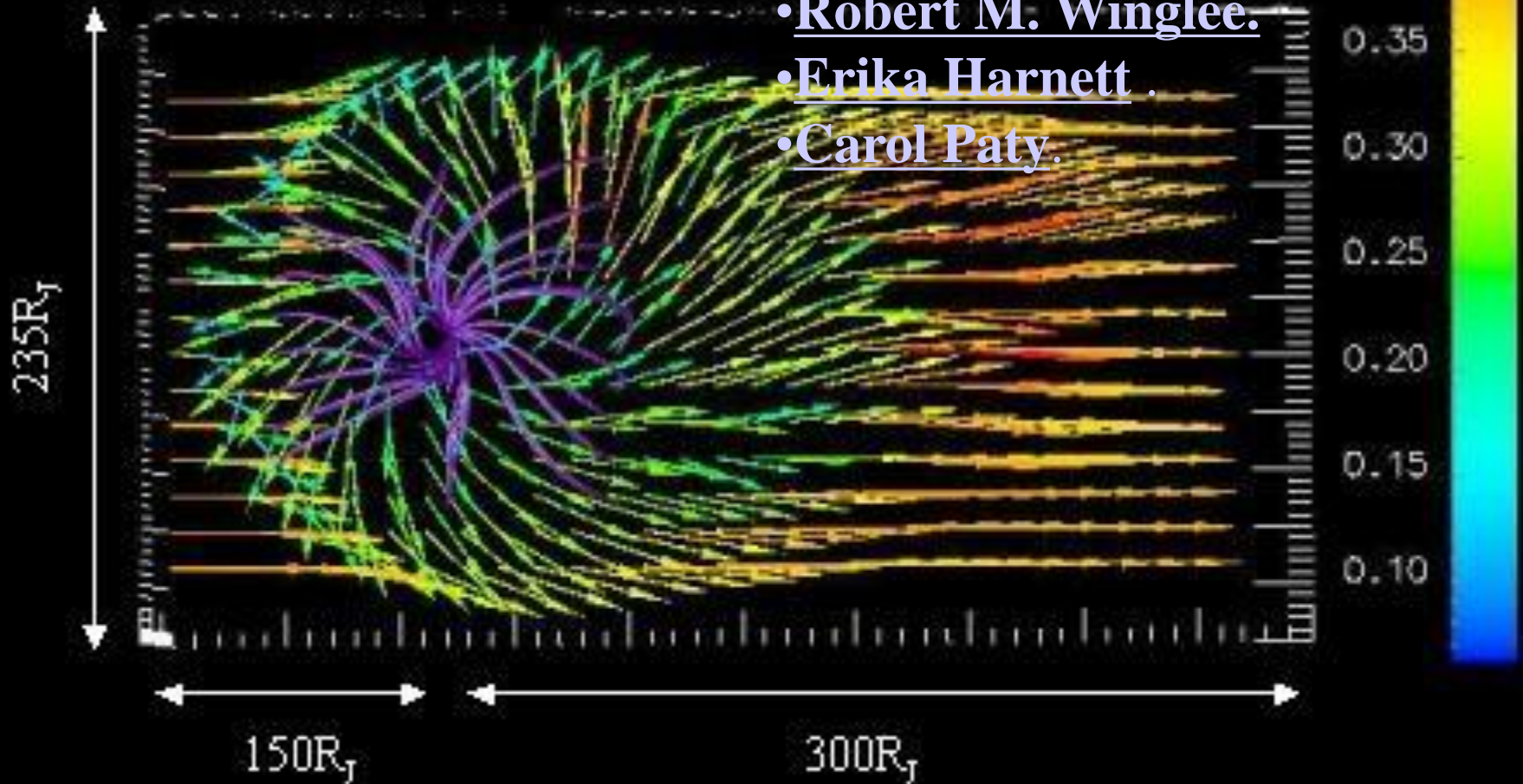


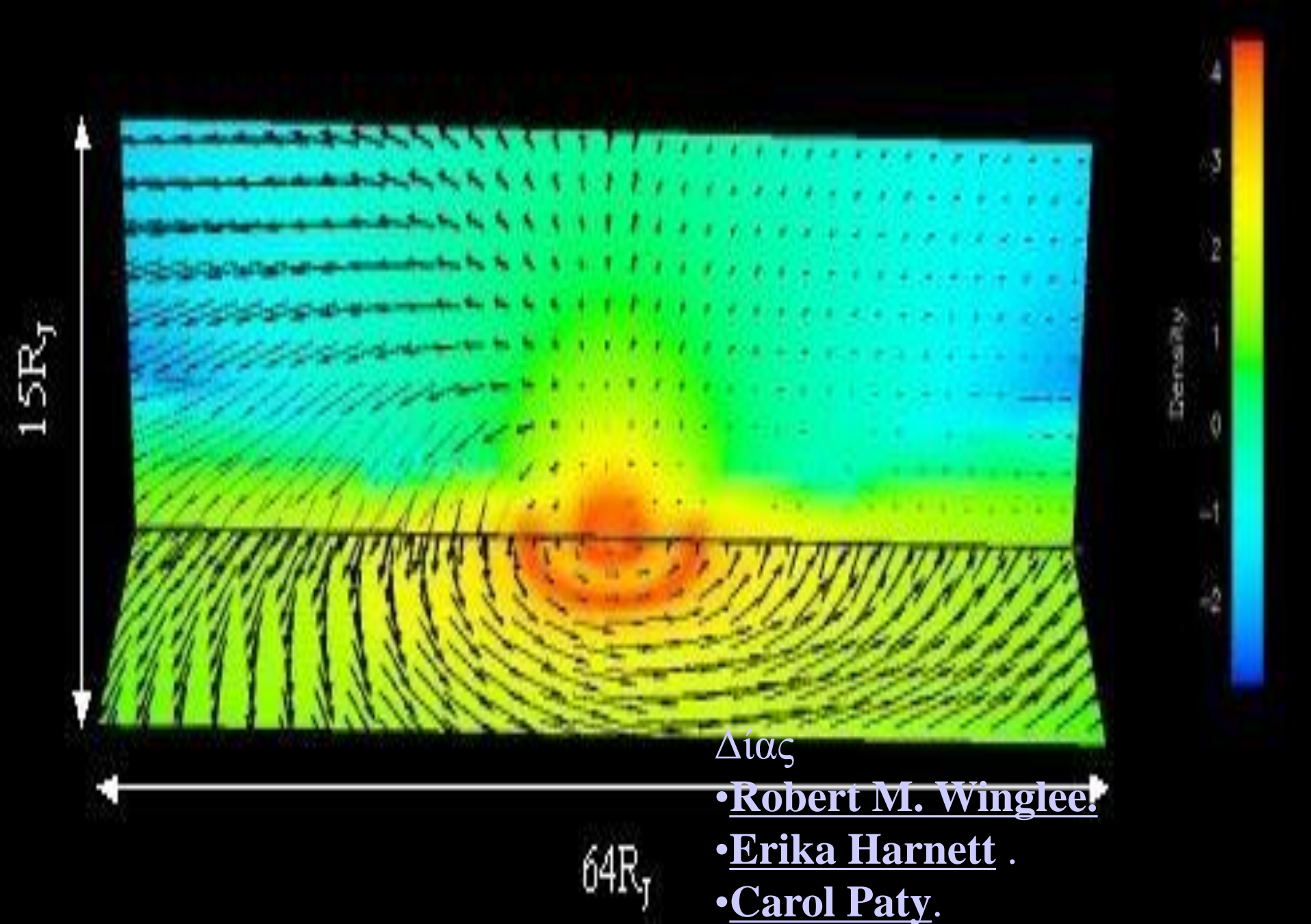
Δίας

• Robert M. Winglee.

• Erika Harnett .

• Carol Paty.

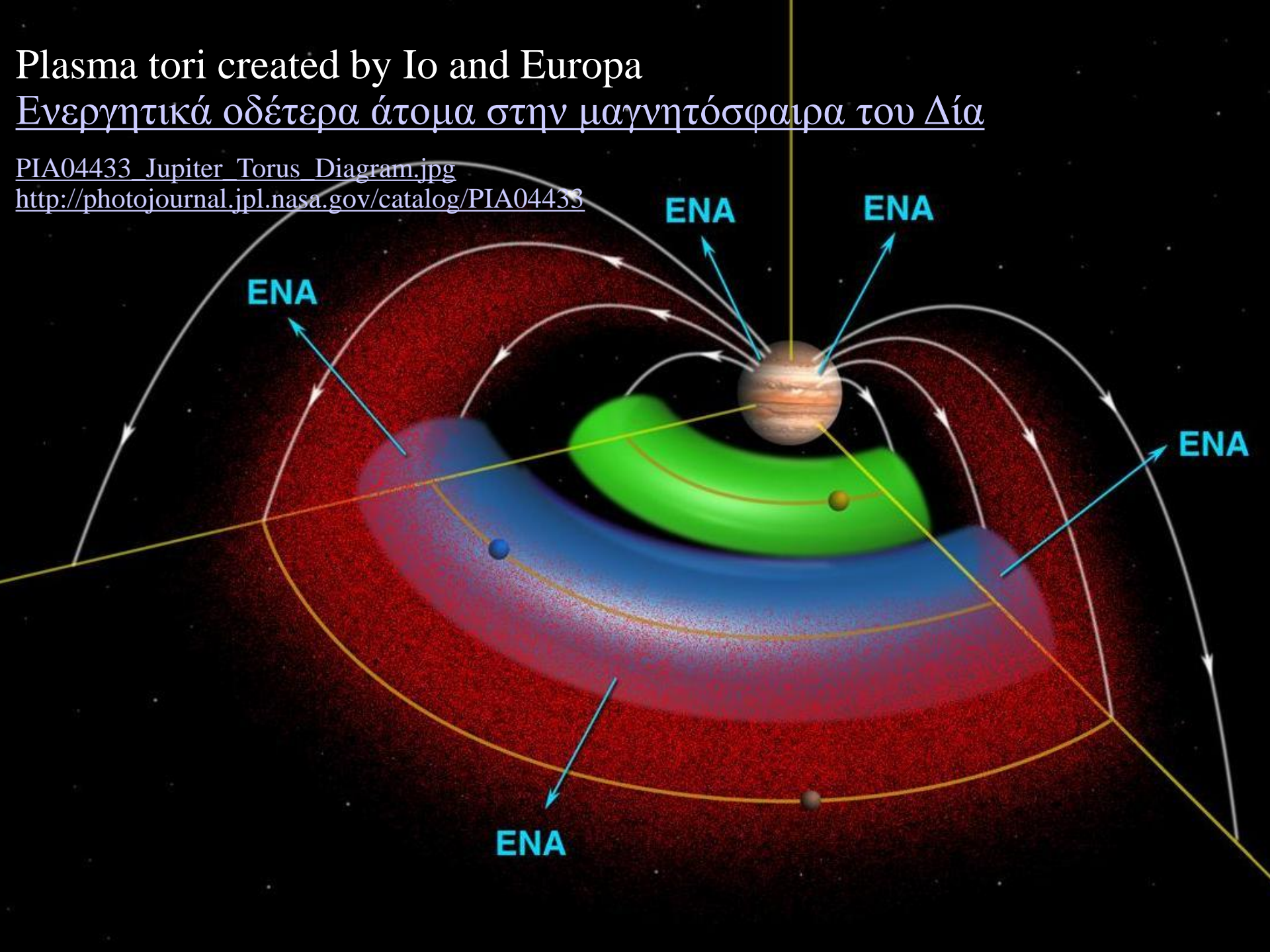




Plasma tori created by Io and Europa

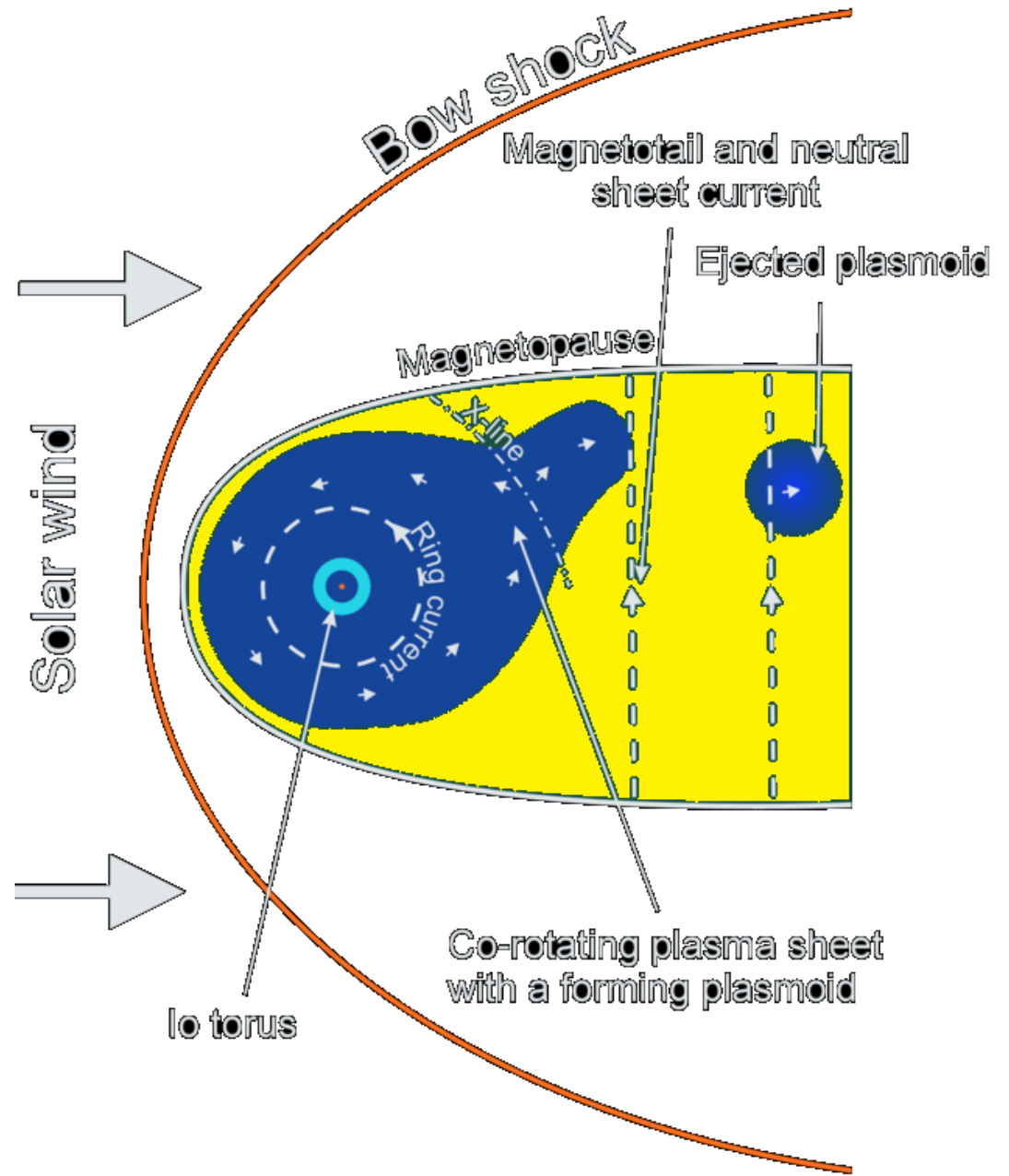
Ενεργητικά οδέτερα άτομα στην μαγνητόσφαιρα του Δία

PIA04433 Jupiter Torus Diagram.jpg
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA04433>



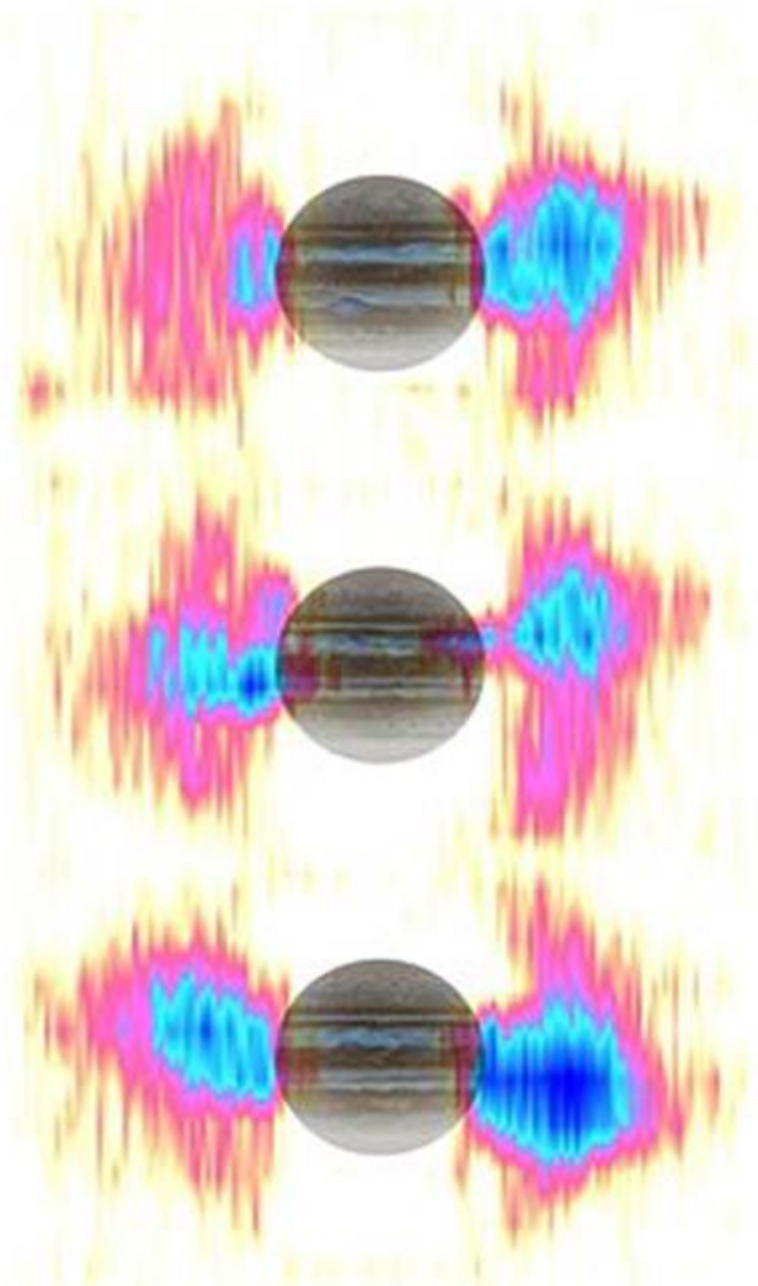
Στην μαγνητόσφαιρα του Δία η πλασμόσφαιρα περιστρέφεται μαζί με τον πλανήτη, καθώς την κρατάει το ισχυρό μαγνητικό πεδίο, λόγω του φαινομένου Μάγκνους και την εξ αυτού υποπίεση έχουμε αποκοπή ενός τμήματος (γραμμή X).

Krupp, N. (2007). "New surprises in the largest magnetosphere of Our Solar System". *Science* **318** (5848): 216–217



Οι ευμετάβλητες ζώνες ακτινοβολίας του Δία απεικονίζονται στα ραδιοκύματα με ένα ραδιοτηλεσκόπιο.

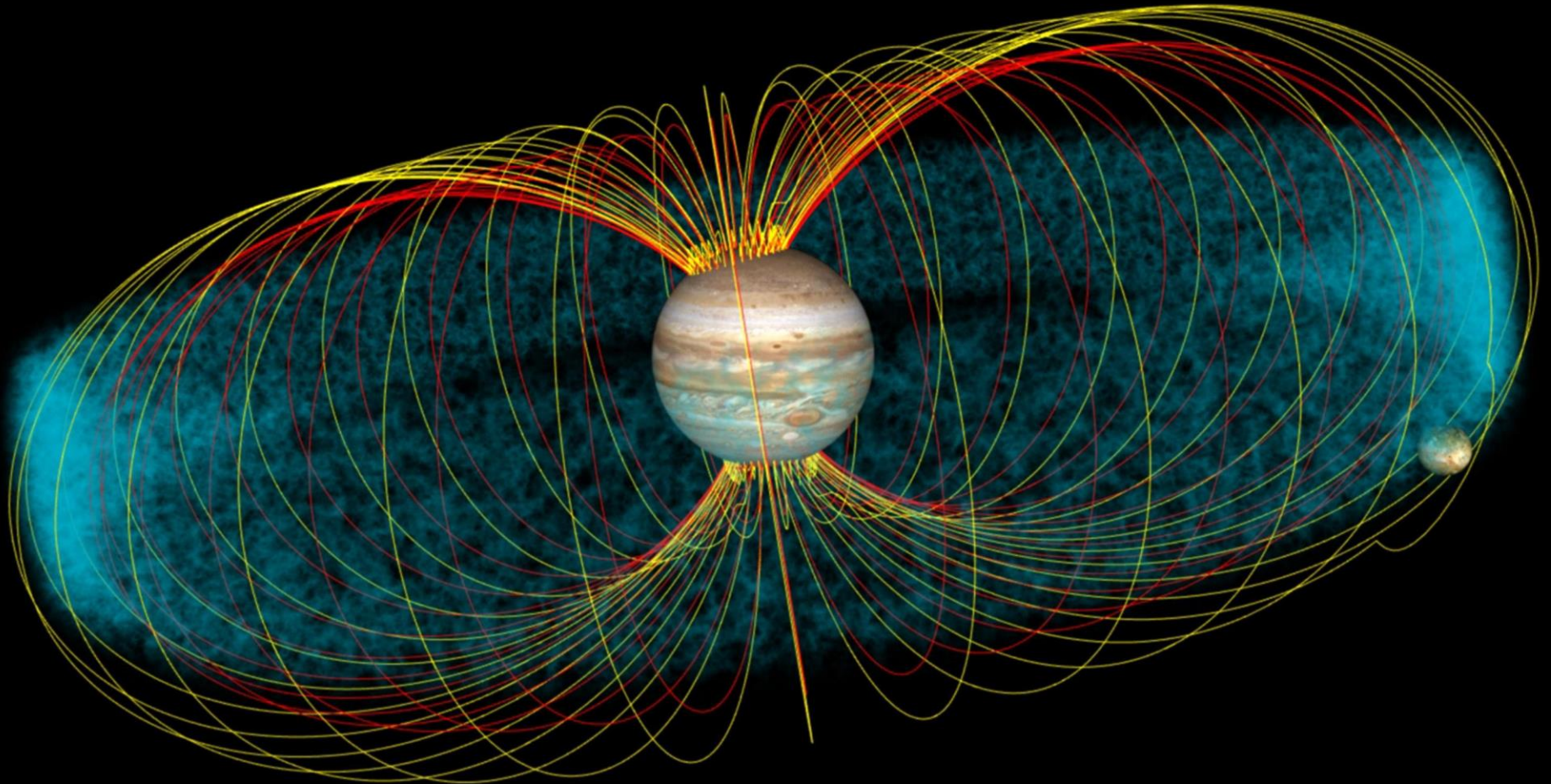
Details in radiation belts close to Jupiter are mapped from measurements that NASA's Cassini spacecraft made of radio emission from high-energy electrons moving at nearly the speed of light within the belts. The three views show the belts at different points in Jupiter's 10-hour rotation. A picture of Jupiter is superimposed to show the size of the belts relative to the planet. Cassini's radar instrument, operating in a listen-only mode, measured the strength of microwave radio emissions at a frequency of 13.8 gigahertz (13.8 billion cycles per second or 2.2 centimeter wavelength). The results indicate the region near Jupiter is one of the harshest radiation environments in the solar system. From Earth-based radio telescopes, the telltale radio emissions would be swamped out by heat-generated radio emissions from Jupiter's atmosphere, but Cassini was close enough to Jupiter in January 2001 to differentiate between the emissions from the radiation belts and those from the atmosphere. The belts appear to wobble as the planet turns because they are controlled by Jupiter's magnetic field, which is tilted in relation to the planet's poles. For more information about the Saturn-bound Cassini spacecraft and its observations of Jupiter, see the Cassini home page, <http://saturn.jpl.nasa.gov> [1]. Cassini is a cooperative project of NASA, the European Space Agency and the Italian Space Agency. The Jet Propulsion Laboratory, a division of the California Institute of Technology in Pasadena, manages the Cassini mission for NASA's Office of Space Science, Washington, D.C



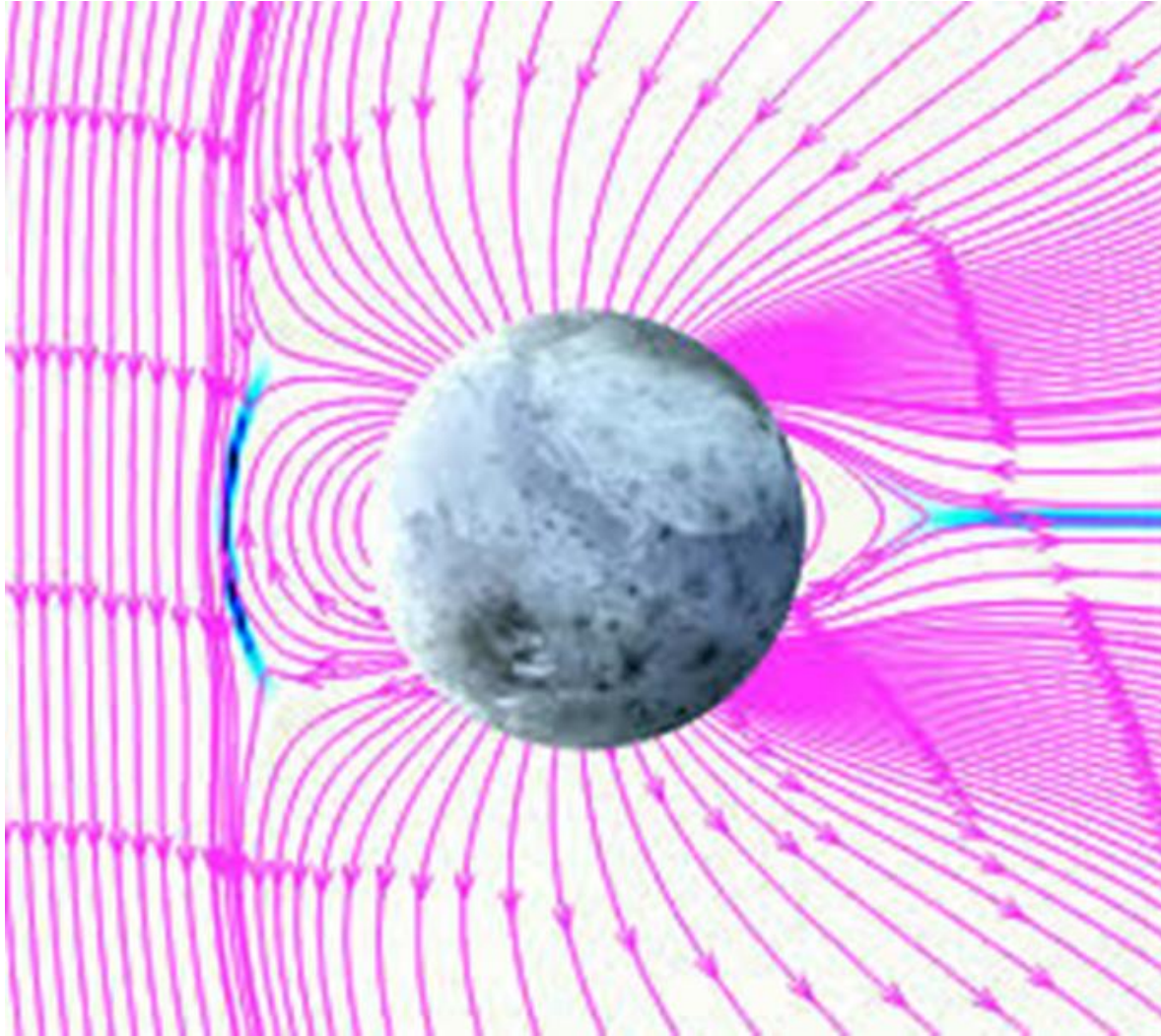


Goddard Space Flight Center

Η επίδραση της Ηούς στην μαγνητόσφαιρα του Δία



Η μαγνητόσφαιρα του Γανυμήδη

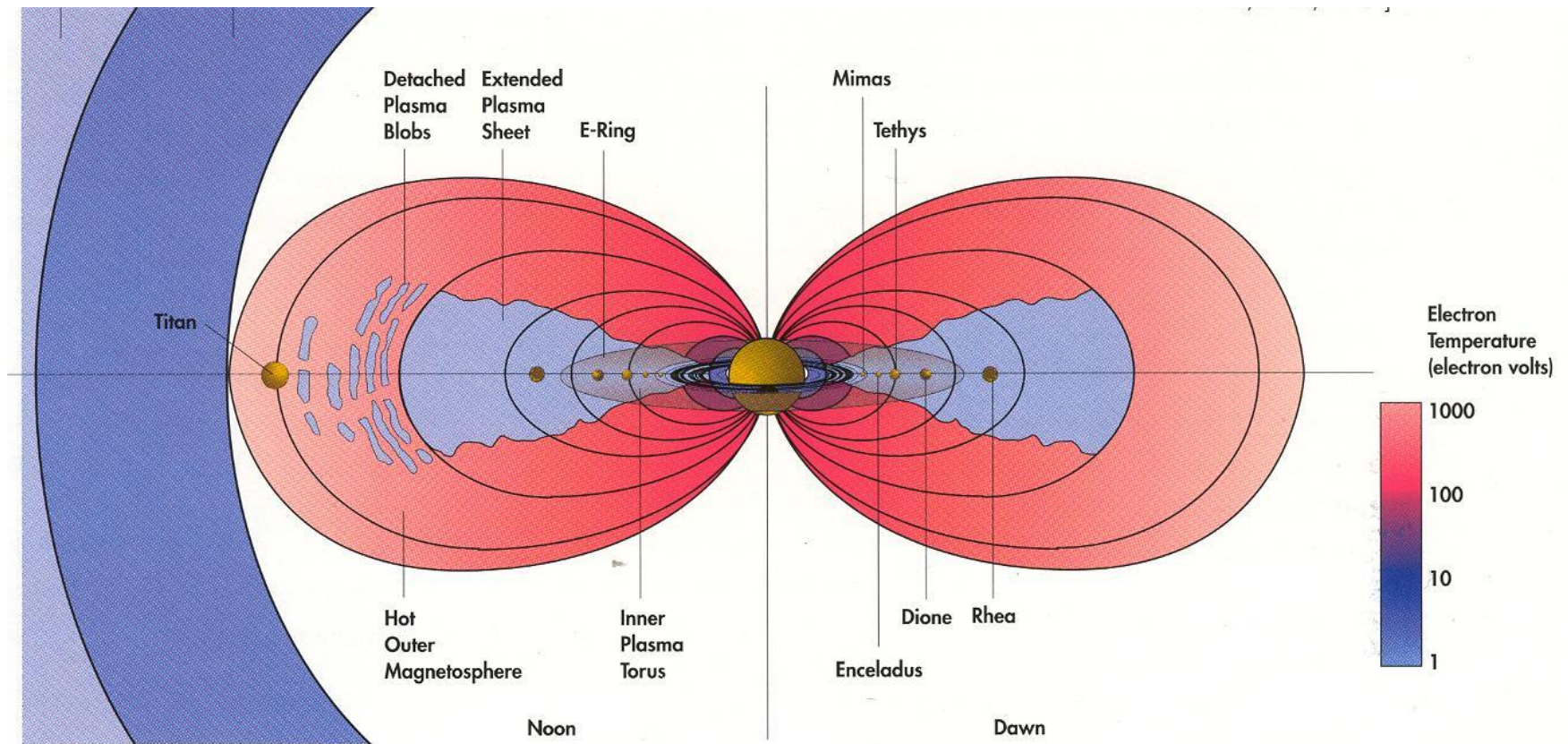


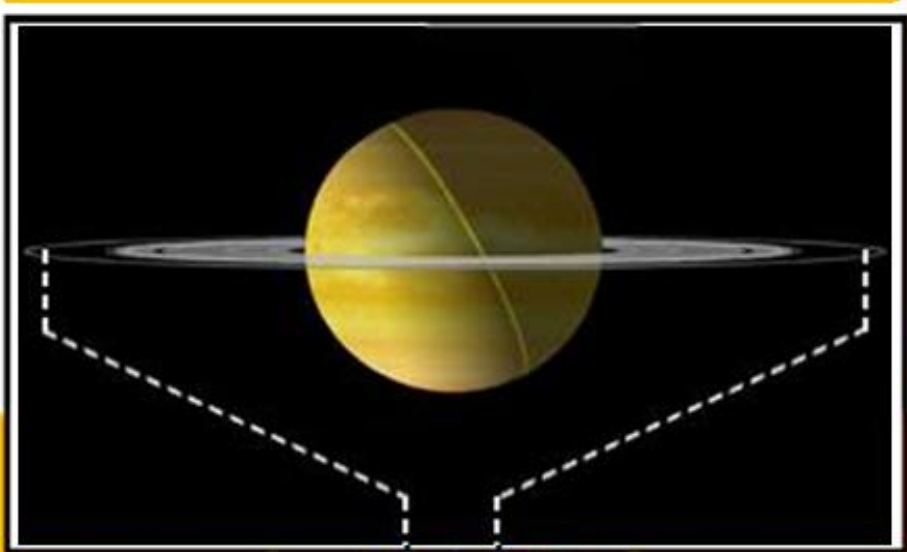
Κρόνος

Μαγνητόσφαιρα του Κρόνου

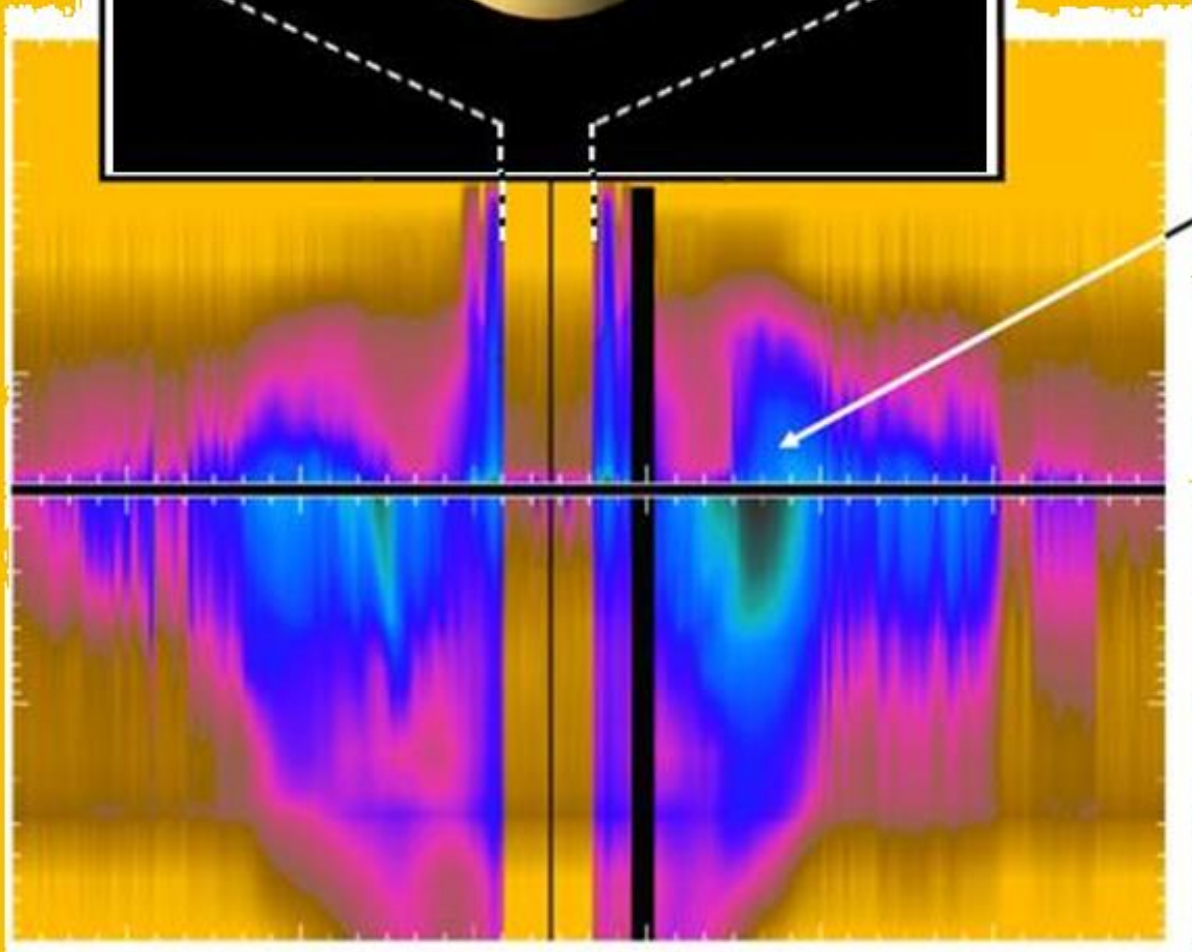


Μαγνητόσφαιρα του Κρόνου

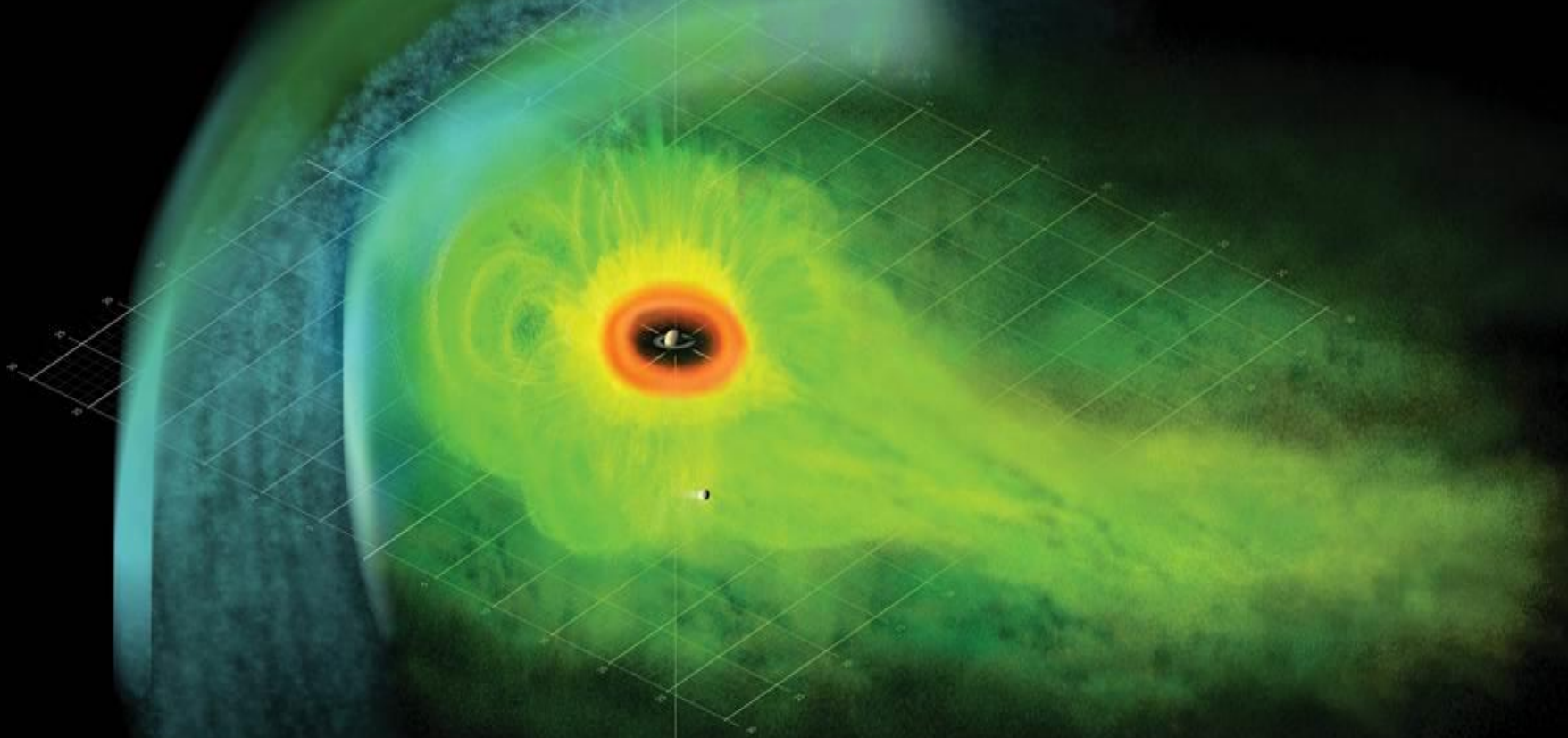




**Saturn's
Intense
Main
Radiation
Belt**

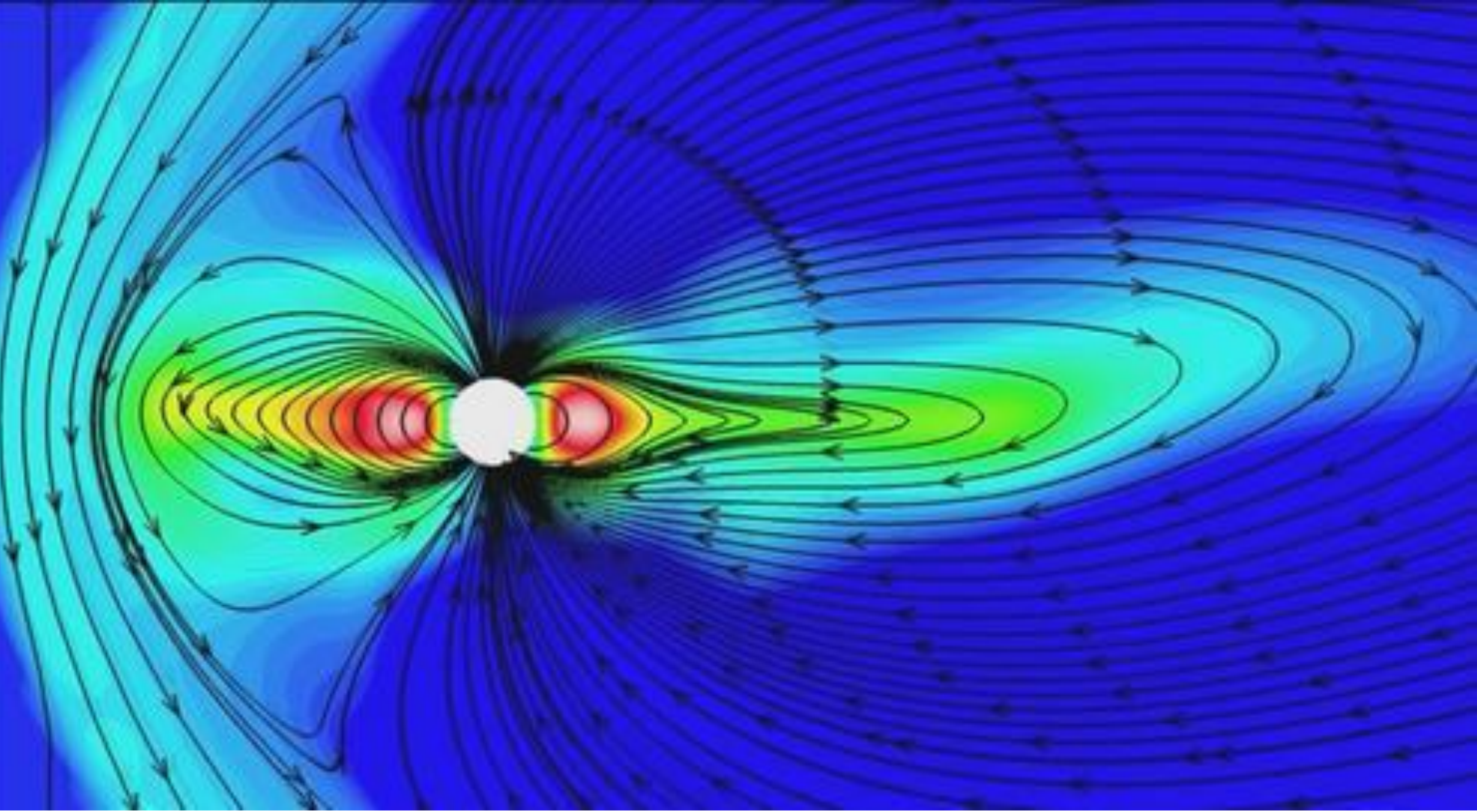


Μαγνητόσφαιρα του Κρόνου

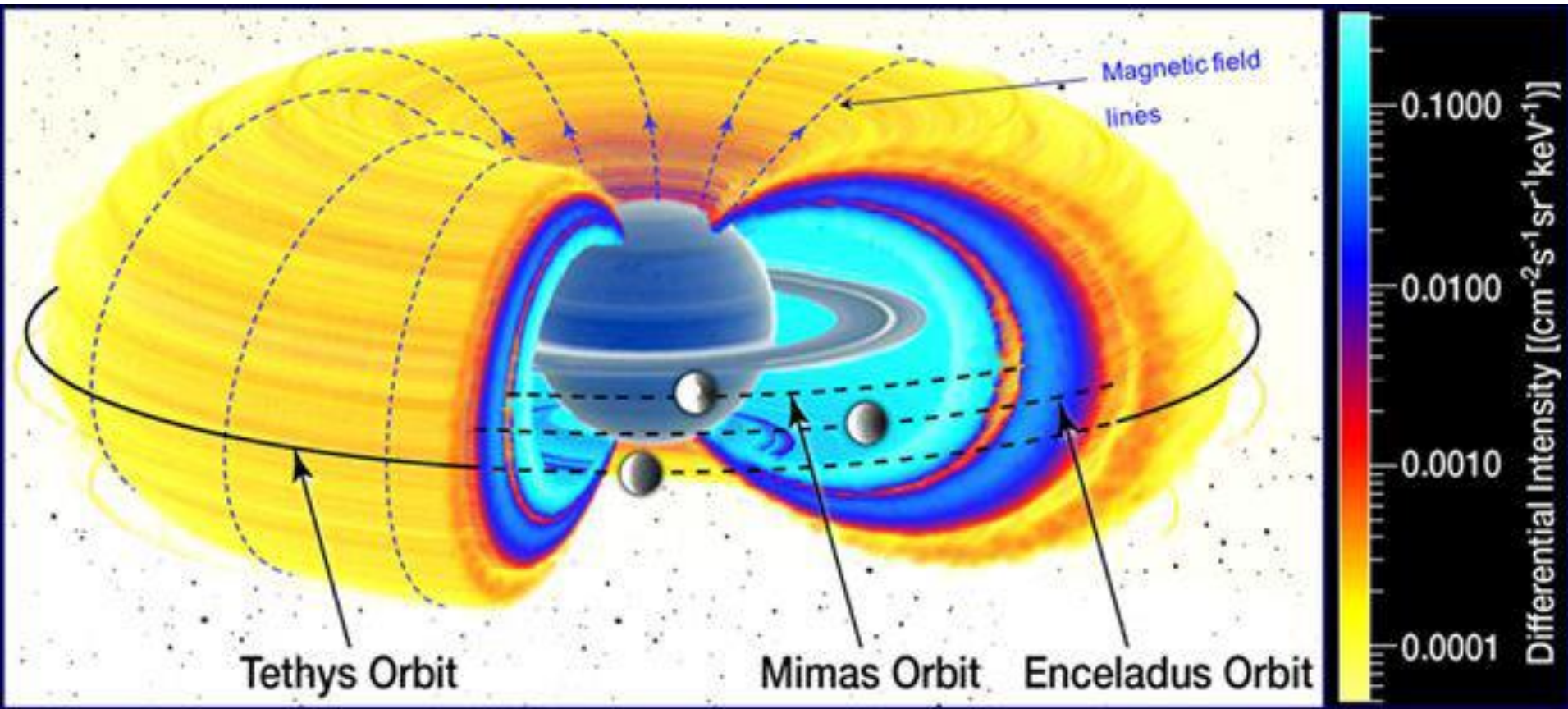


Saturnian plasma sheet based on data from Cassini magnetospheric imaging instrument. It shows Saturn's embedded "ring current," an invisible ring of energetic ions trapped in the planet's magnetic field

Μαγνητόσφαιρα του Κρόνου



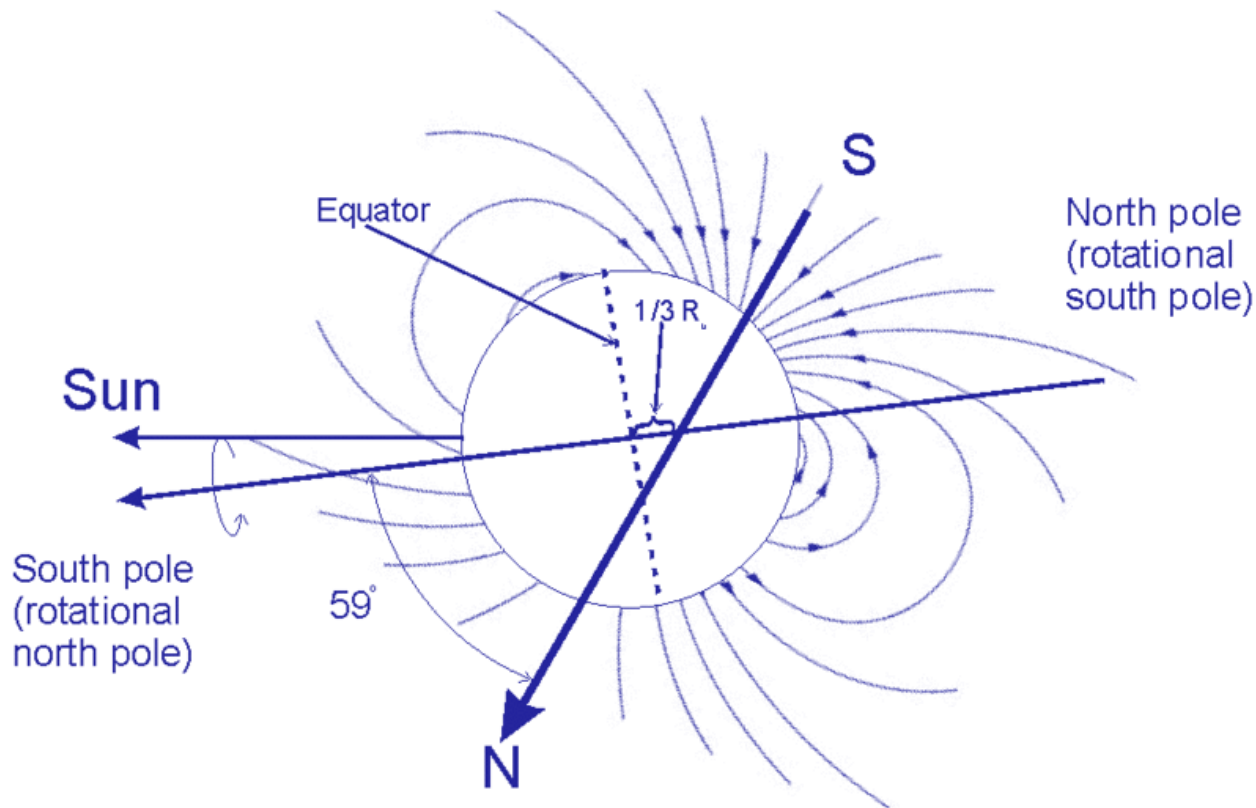
Κρόνος



http://saturn.jpl.nasa.gov/files/magnetosphere_624x282.jpg

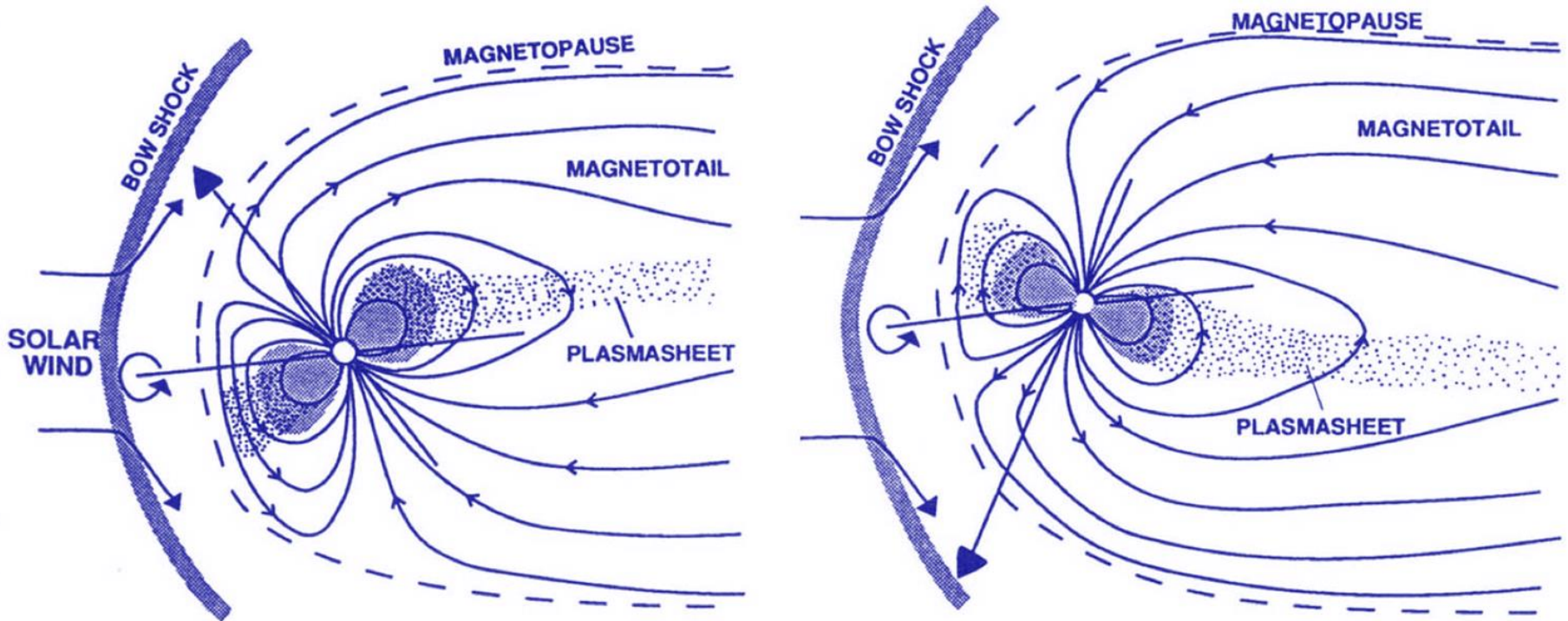
Ουρανός
και
Ποσειδών

Μαγνητικό πεδίο του πλανήτη Ουρανού



Καθώς περιστρέφεται ο Ουρανός η μαγνητόσφαιρά του αλλάζει ριζικά

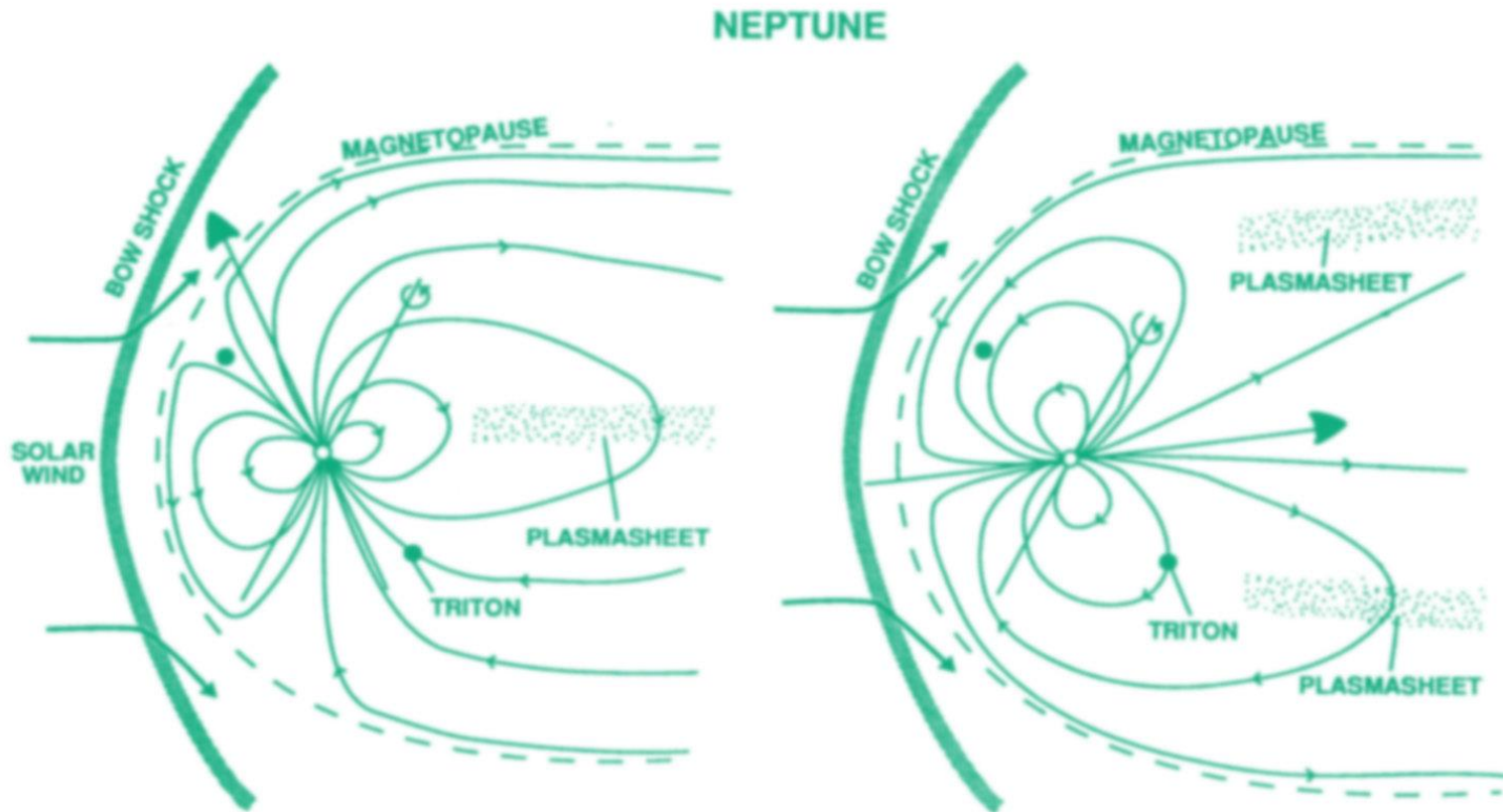
<http://lasp.colorado.edu/home/mop/graphics/graphics/>



The magnetosphere of Uranus at solstice (the time of the Voyager 2 flyby). Upper left and right panels show the configuration at different phases of the planet's 18-hour spin period (see *Bagenal, Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 20, 289, 1992). The lower panel shows a numerical simulation of the helical magnetotail (*Toth et al., JGR*, 109, A11210, 2004).

Καθώς περιστρέφεται ο Ποσειδών η μαγνητόσφαιρά του αλλάζει ριζικά

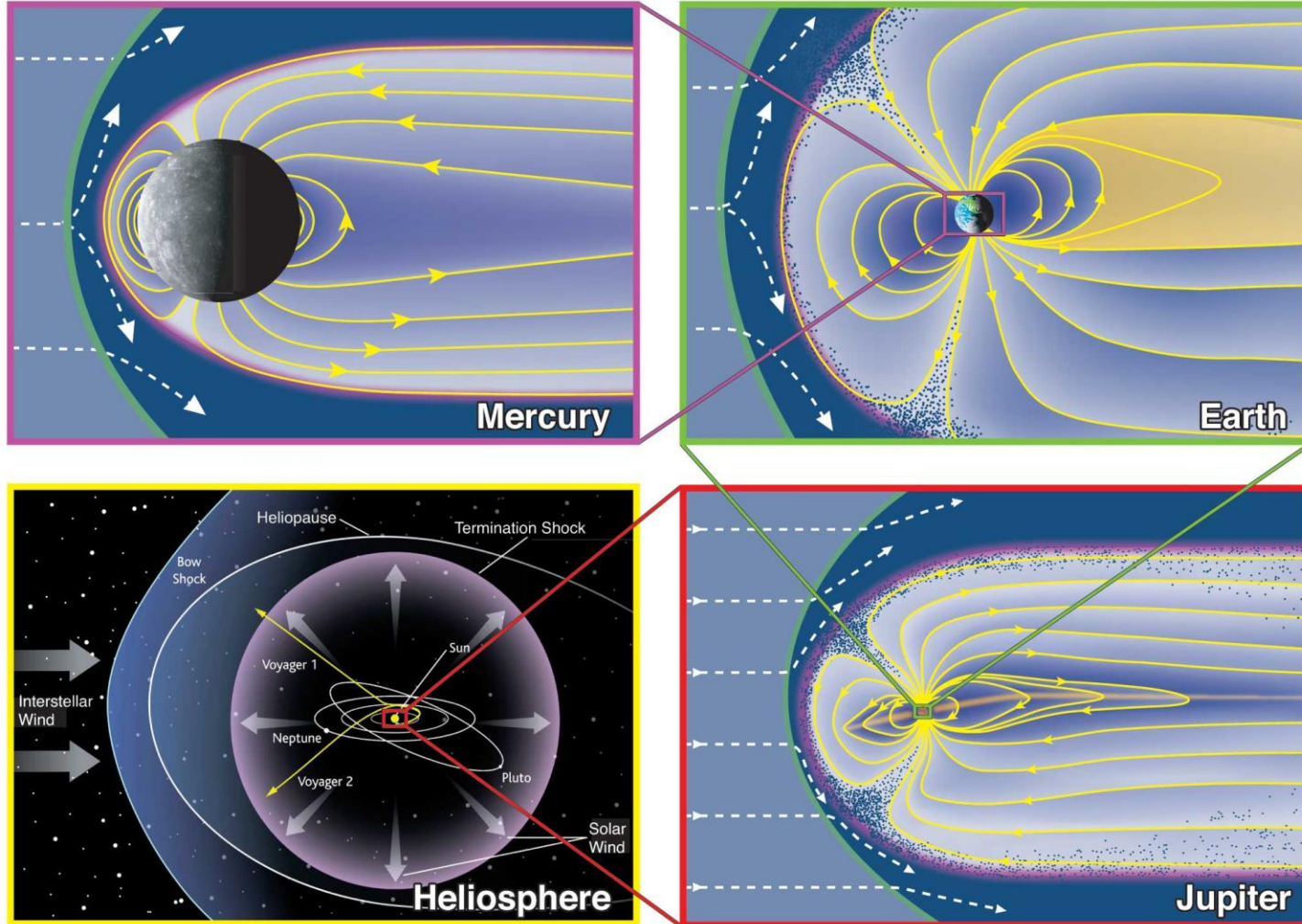
<http://lasp.colorado.edu/home/mop/graphics/graphics/>



The magnetosphere of Neptune in the configuration corresponding to the time of the Voyager 2 fly-by (see *Bagenal, Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 20, 289, 1992). Over the 19-hour spin period the magnetospheric plasma sheet in the tail changes from roughly planar to cylindrical.

Σύγκριση μαγνητοσφαιρών και ηλιόσφαιρας

<http://lasp.colorado.edu/home/mop/graphics/graphics/>



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ξενοφών Δ. Μουσάς 2015.«Φυσική Διαστήματος. Μαγνητόσφαιρα Γης». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS5/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

