



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Γενική Αστρονομία II

Ενότητα 1: Ζωή και θάνατος των αστέρων

Παναγιώτα Πρέκα
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Μαθηματικών

(not to scale)

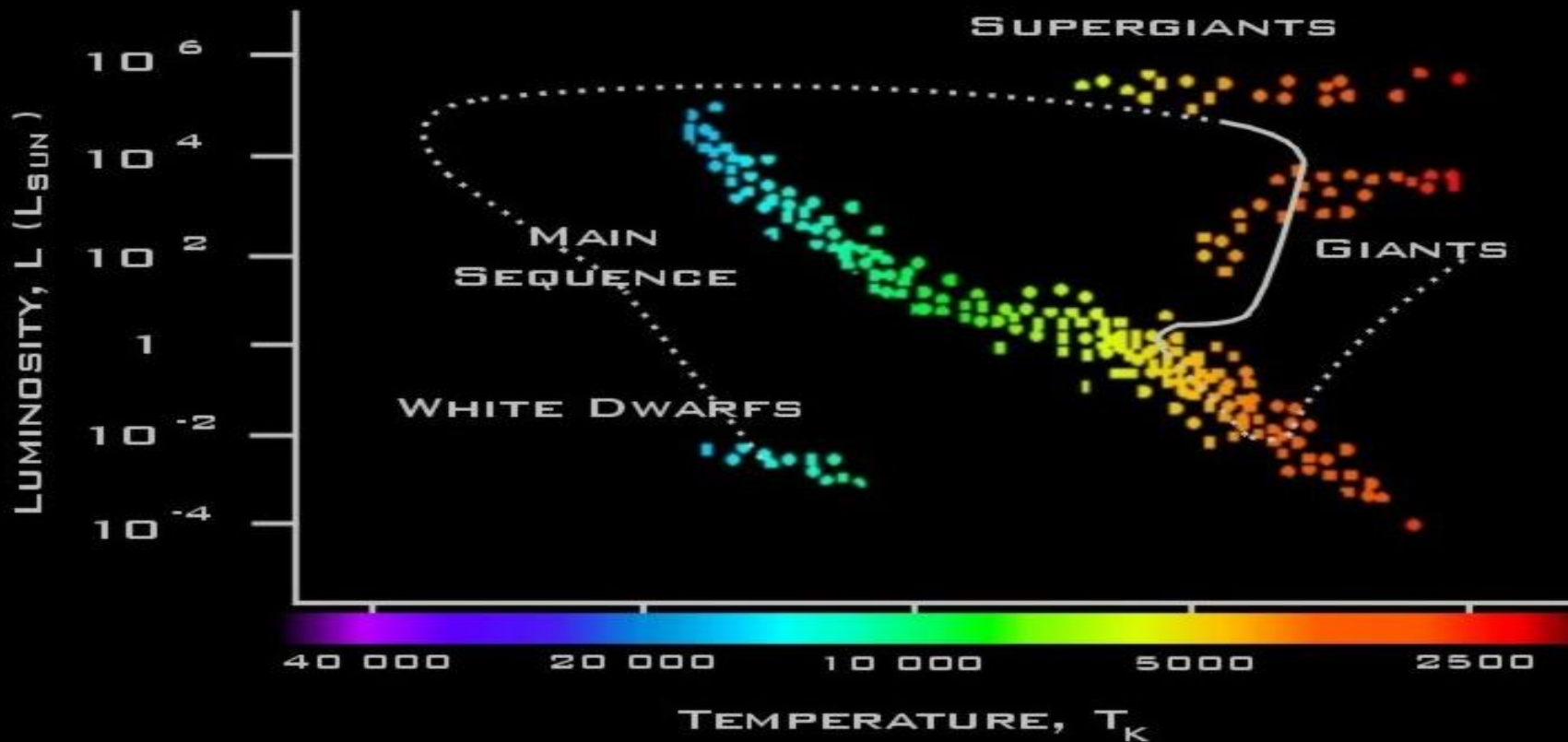
Cloud of Gas and Dust

Protostar

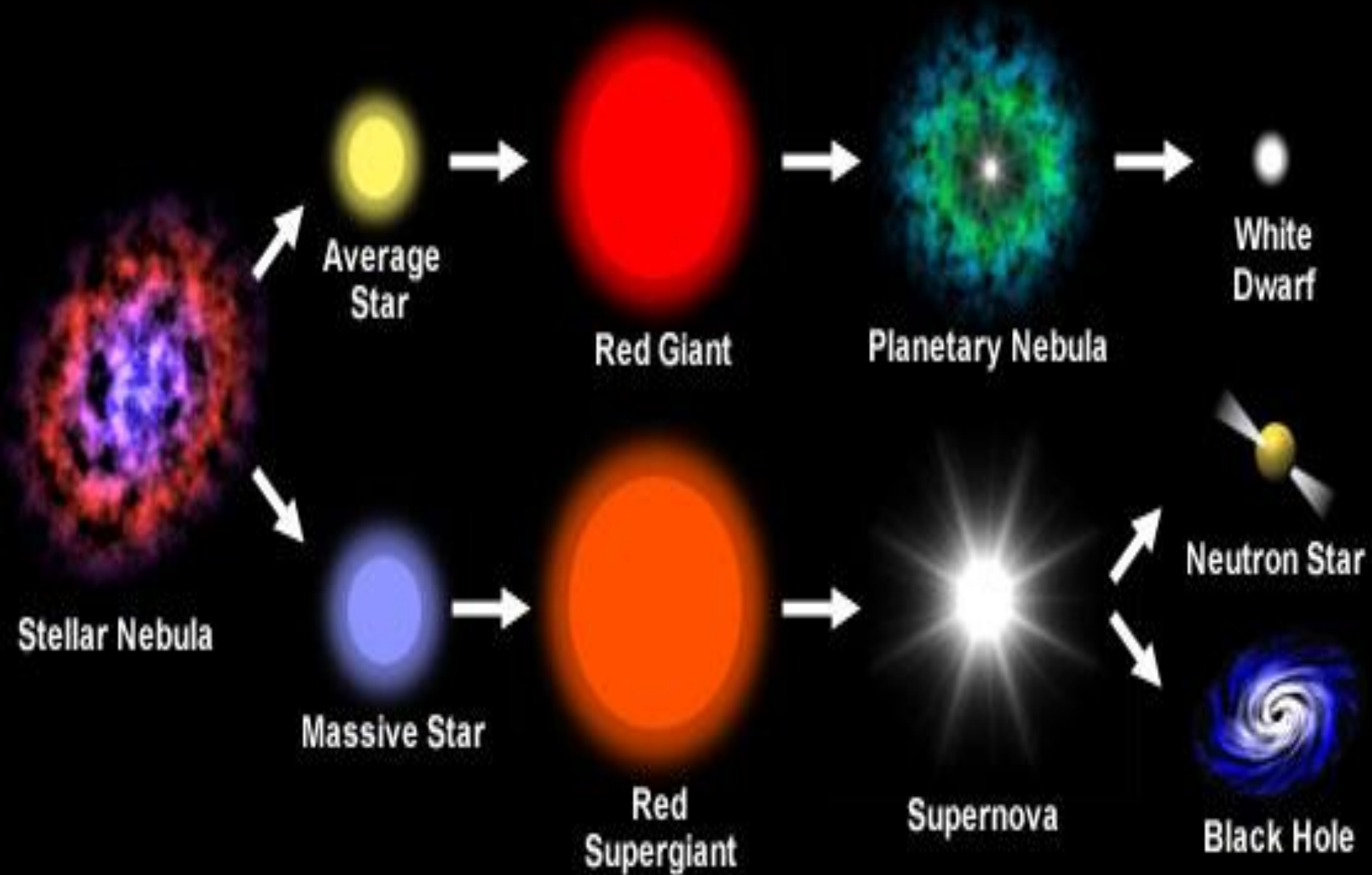
Main Sequence

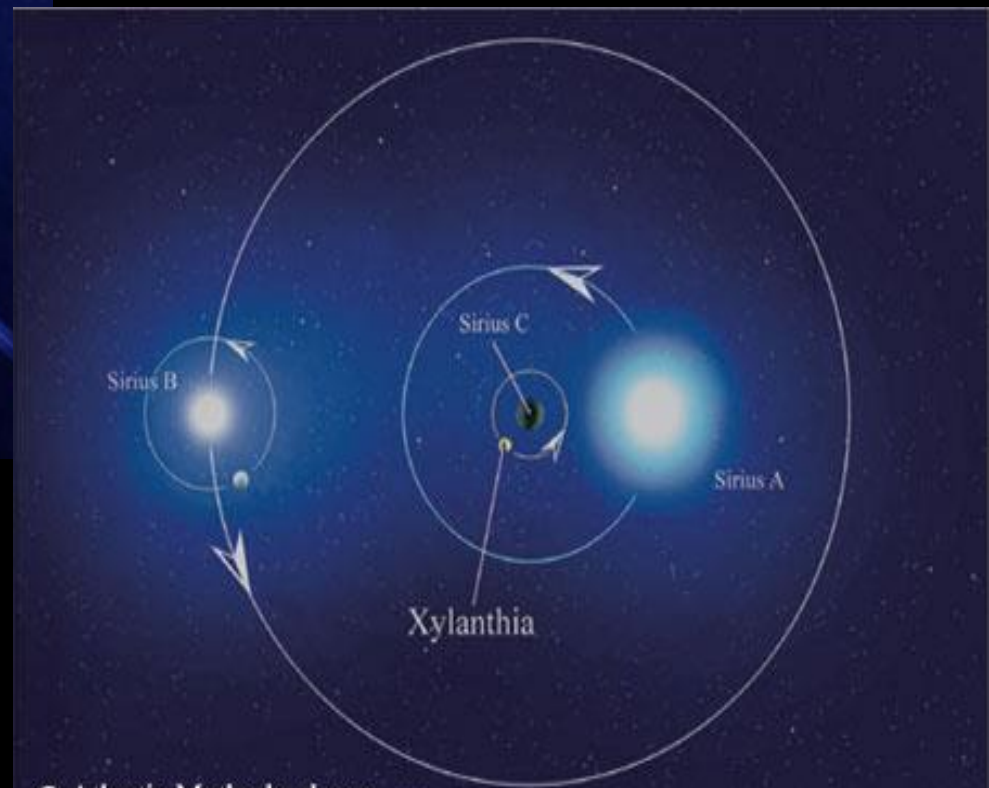
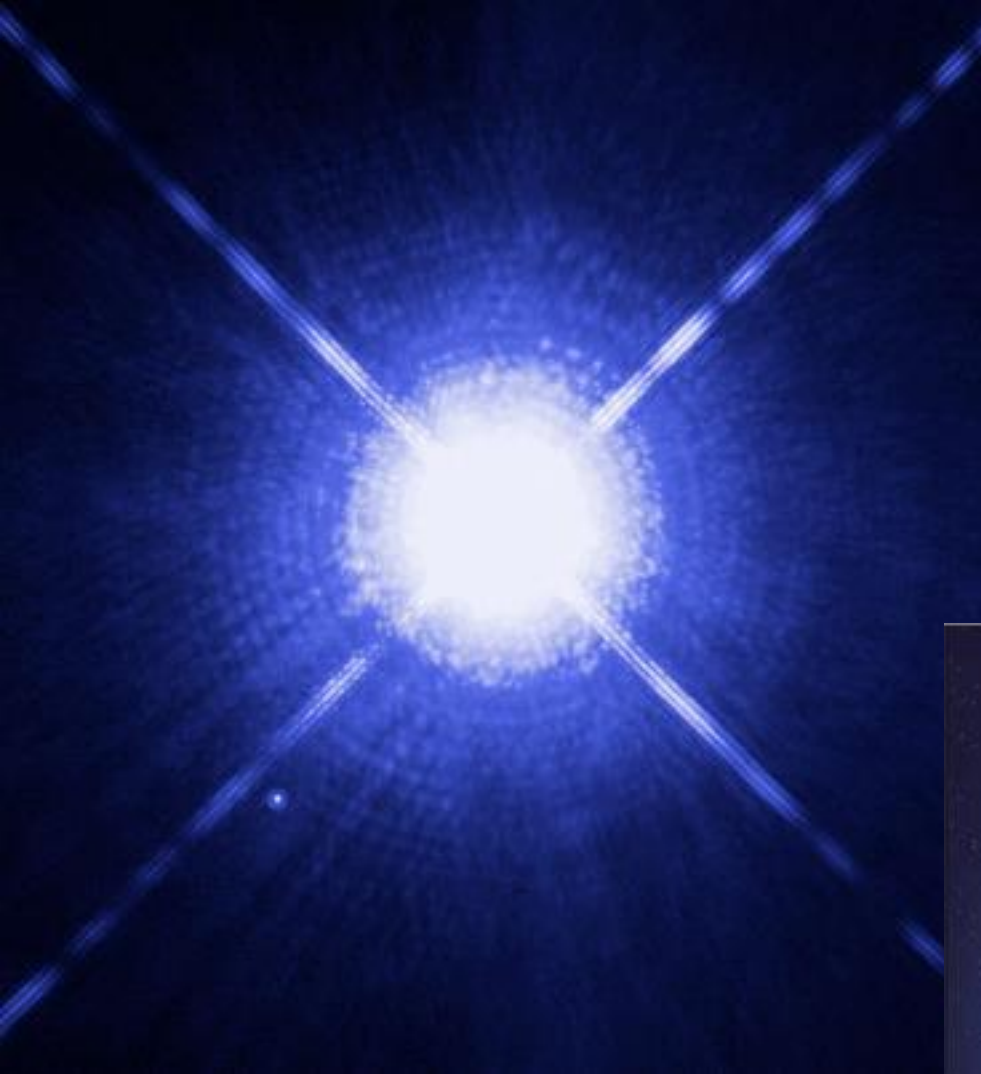
Red Giant

White Dwarf

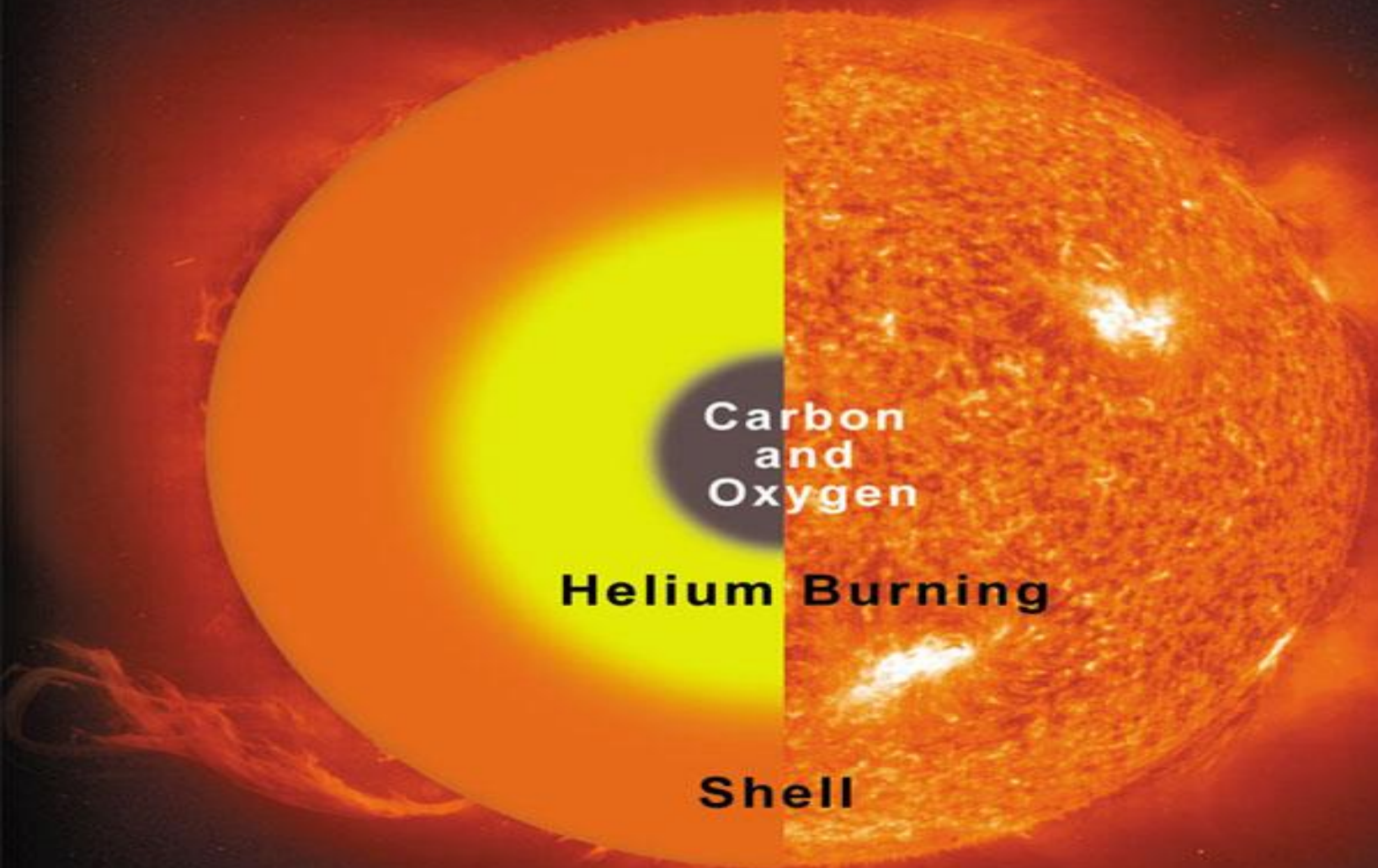


Life Cycle of a Star





Red Giant Star

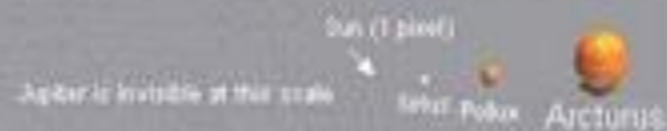




Betelgeuse



Antares

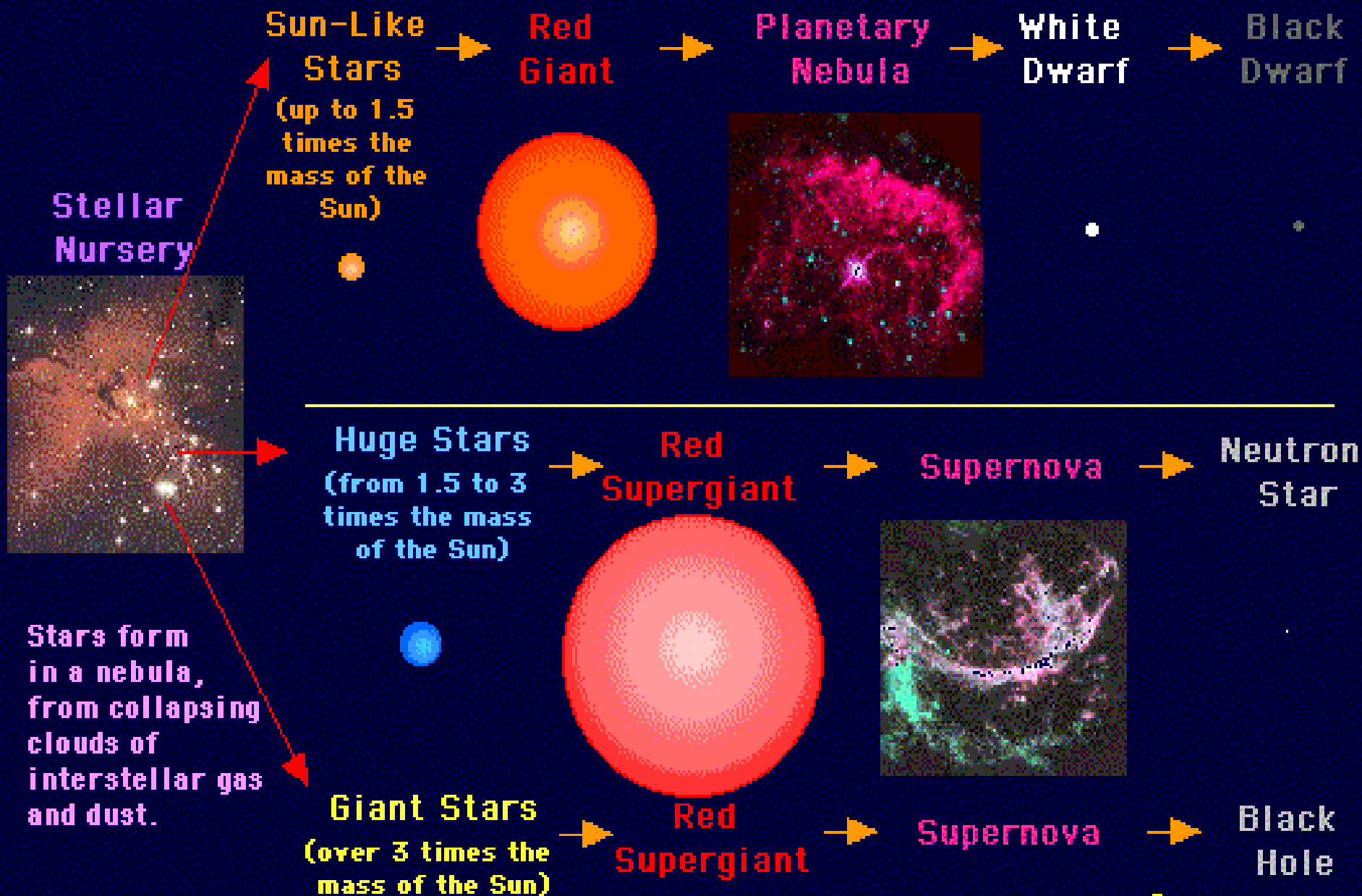


Rigel



Aldebaran

The Lifecycle of Stars



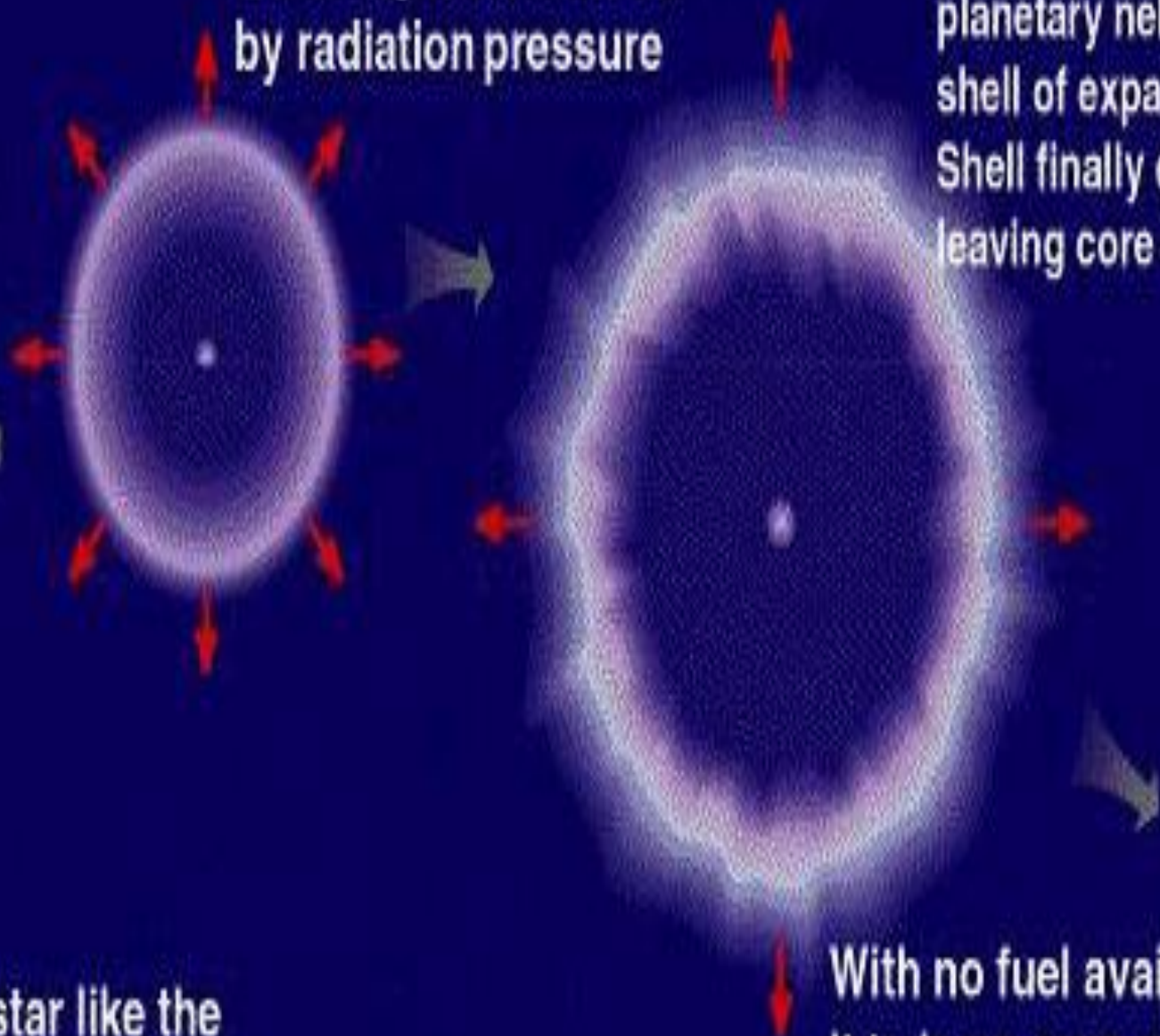
Star expands into red giant as hydrogen in its core is used up.

Outer layers driven off by radiation pressure

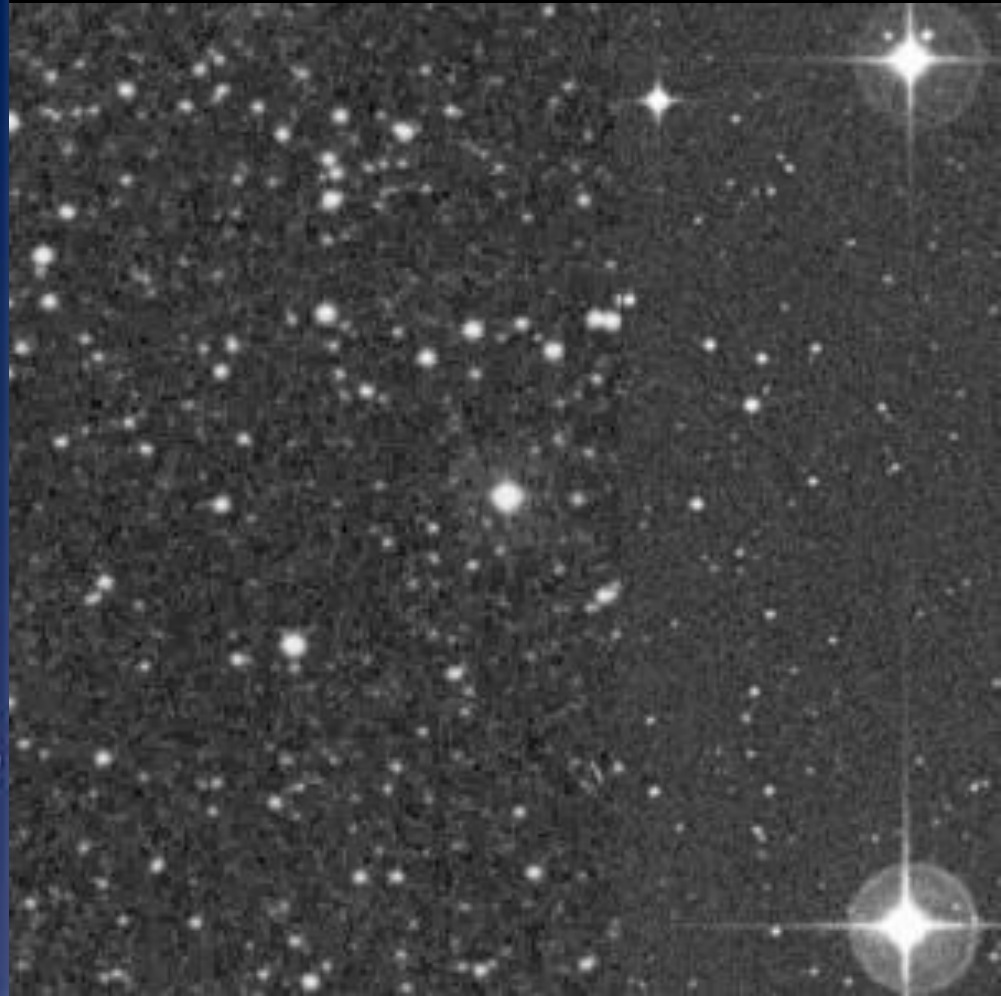
Outer layers become planetary nebula—a shell of expanding gas. Shell finally dissipates, leaving core star.

Low mass star like the Sun, burning hydrogen.

With no fuel available for it to burn, core star cools, becomes a white dwarf.



aquila





DSS2 ■ May 1989
Anglo-Australian Observatory



V838 Mon ■ March 2002
US Naval Observatory



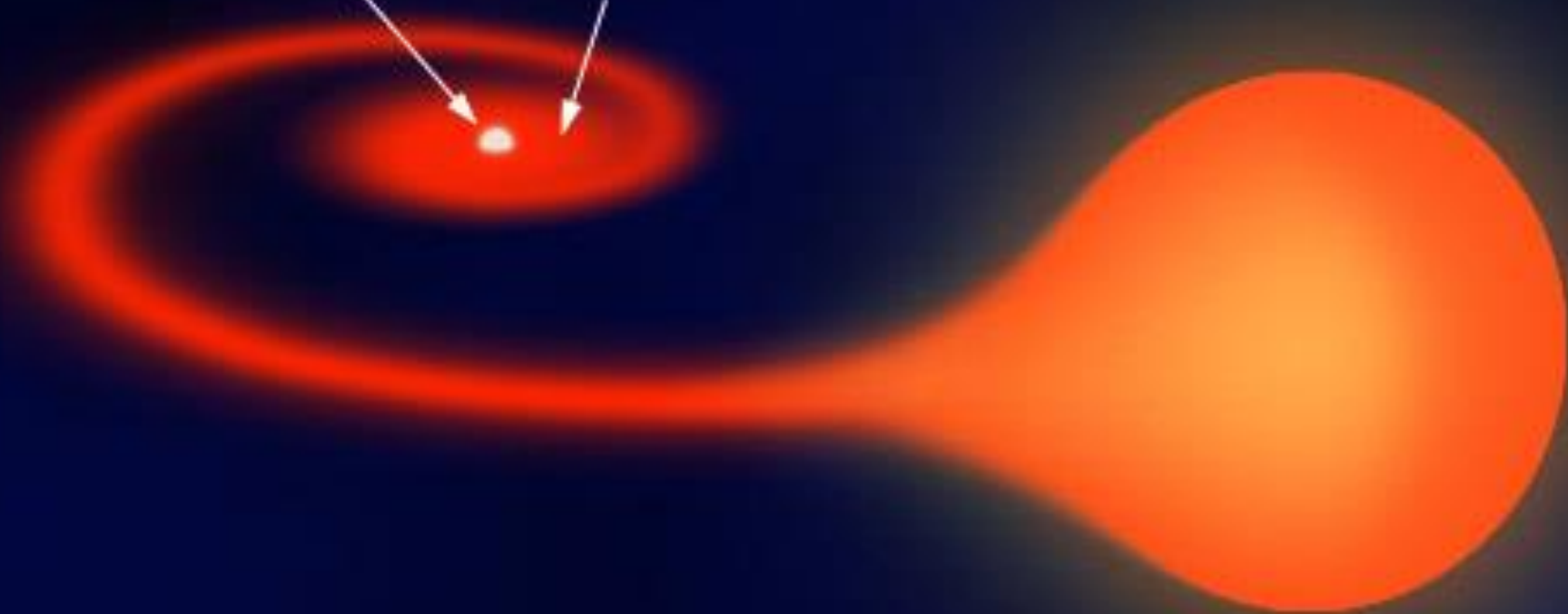
(Photo., G. W. Ritchey, Yerkes Observatory.)
Nebula about Nova Persei, Sept. 20th, 1901.



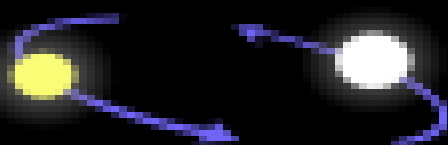
White Dwarf

Accretion Disk

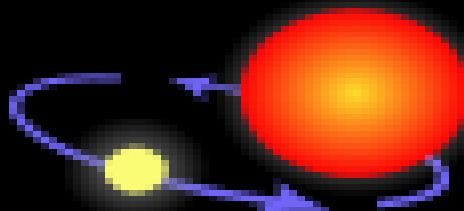
Red Giant



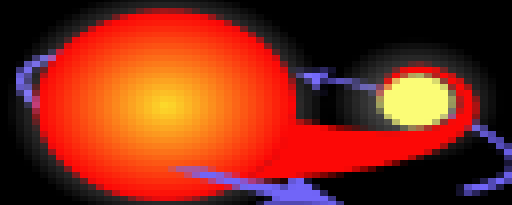
The progenitor of a Type Ia supernova



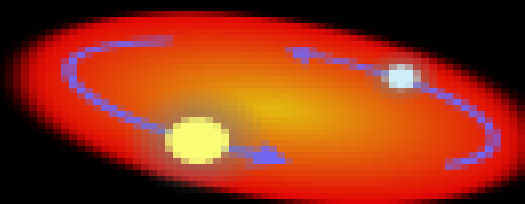
Two normal stars are in a binary pair.



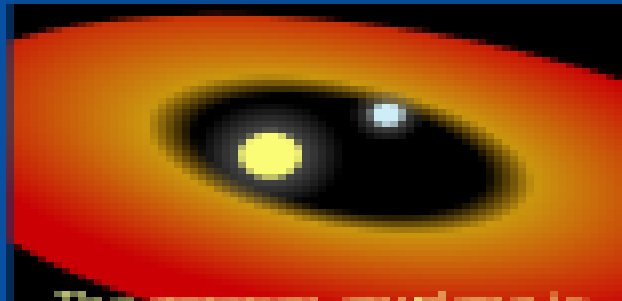
The more massive star becomes a giant...



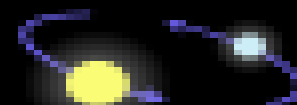
...which spills gas onto the secondary star, causing it to expand and become engulfed.



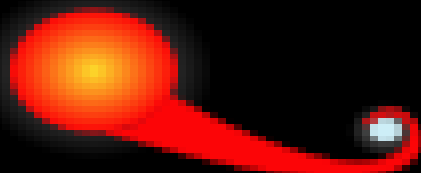
The secondary, lighter star and the core of the giant star spiral toward within a common envelope.



The common envelope is ejected, while the separation between the core and the secondary star decreases.



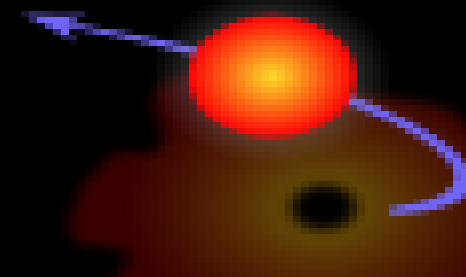
The remaining core of the giant collapses and becomes a white dwarf.



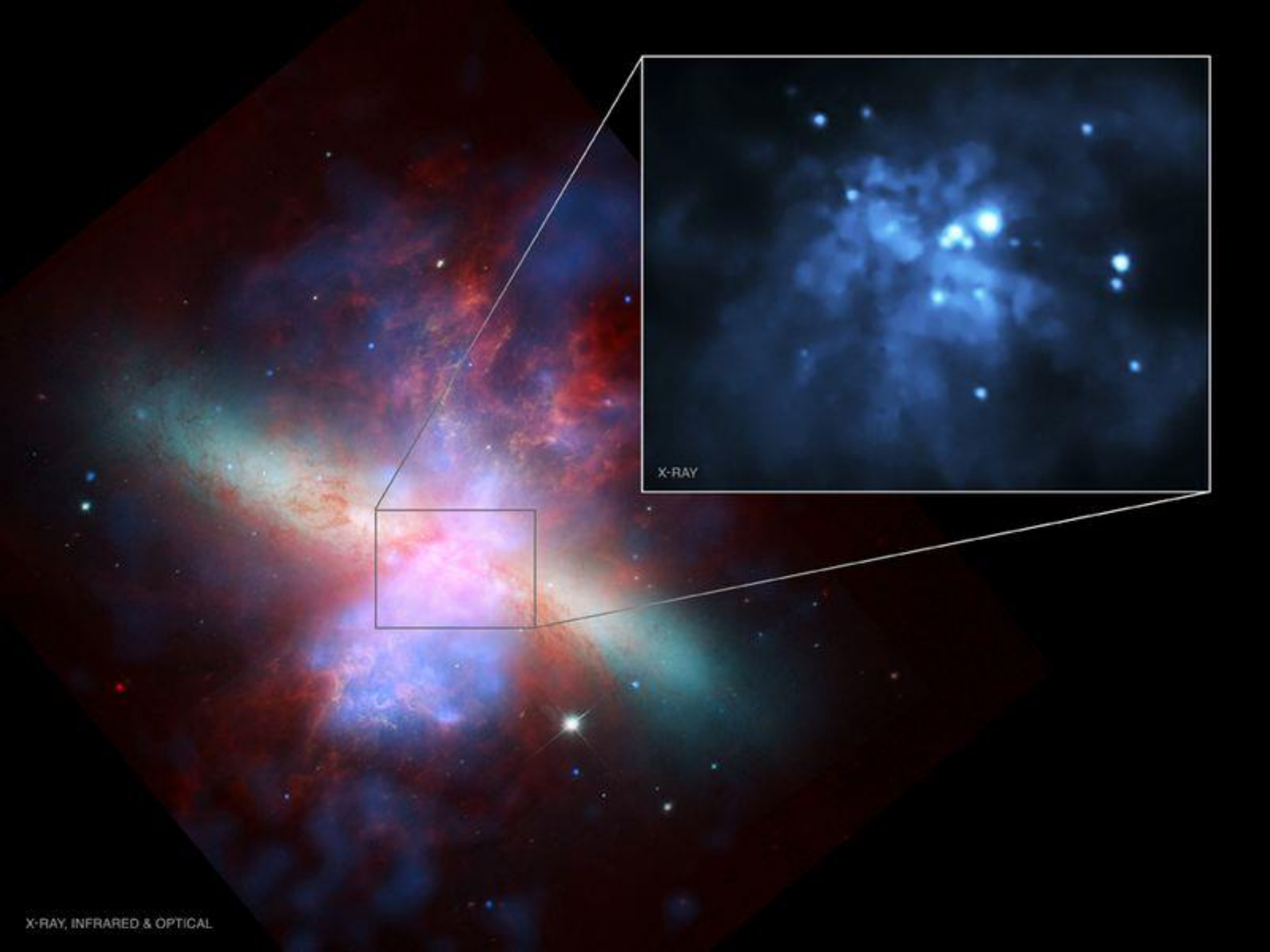
The aging companion star starts swelling, spilling gas onto the white dwarf.



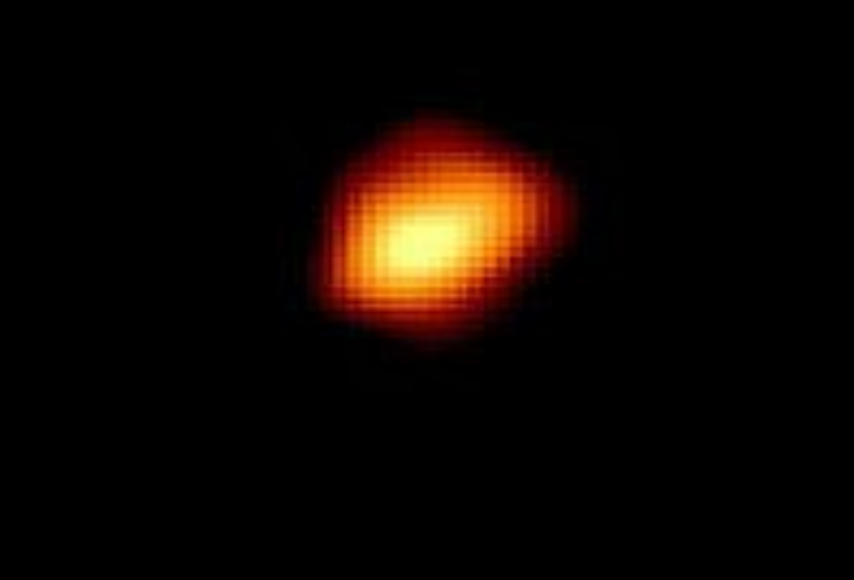
The white dwarf's mass increases until it reaches a critical mass and explodes...



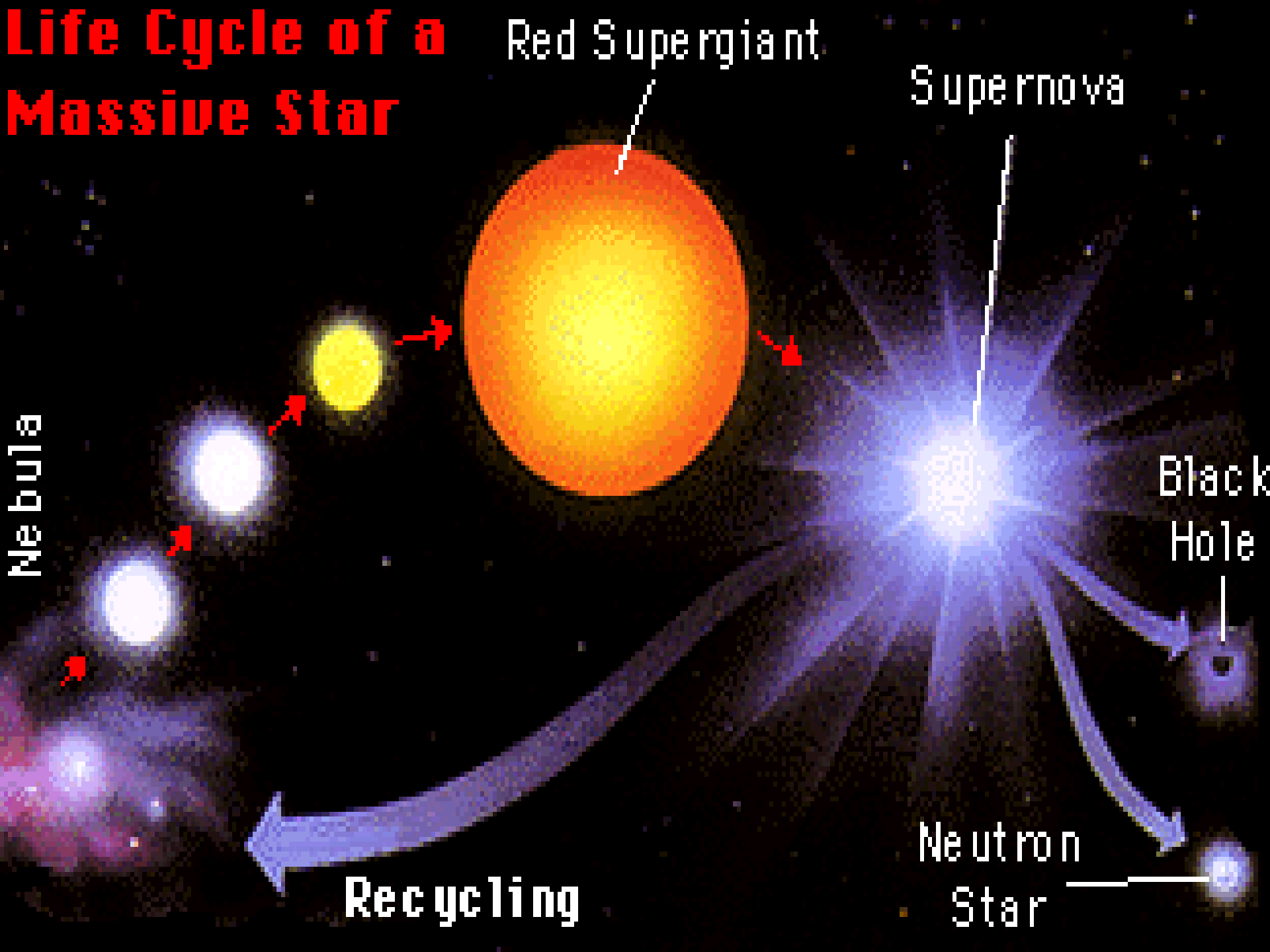
...causing the companion star to be ejected away.

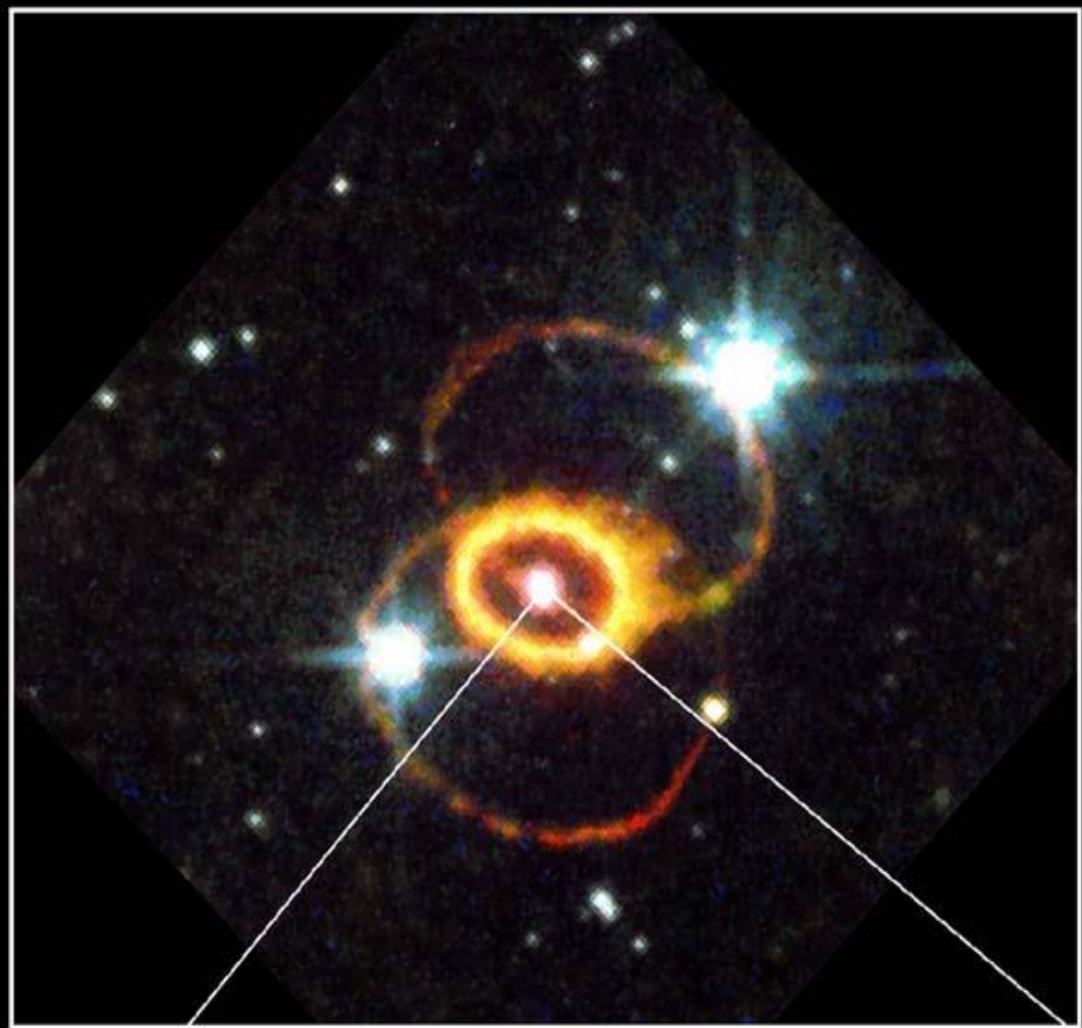
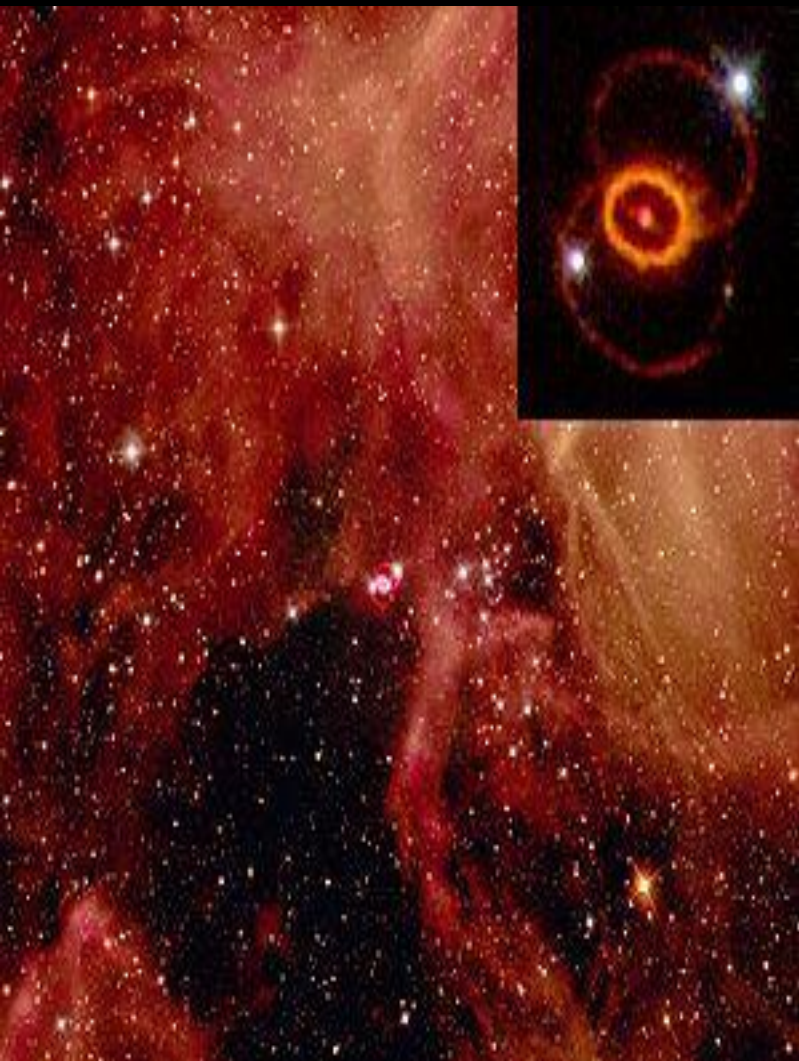


X-RAY



Life Cycle of a Massive Star





Supernova 1987A

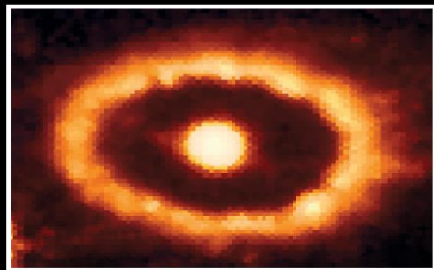
HST · WFPC2

PRC97-03 · ST ScI OPO · January 14, 1997
J. Pun (NASA/GSFC), R. Kirshner (CfA) and NASA

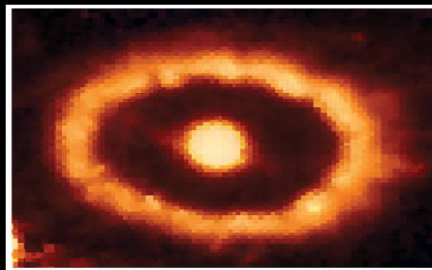
SN1987



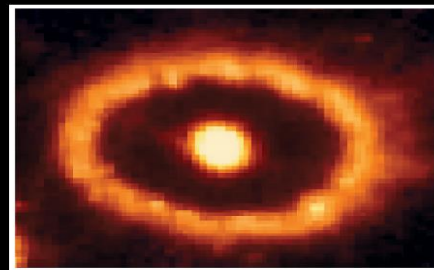
09/1994



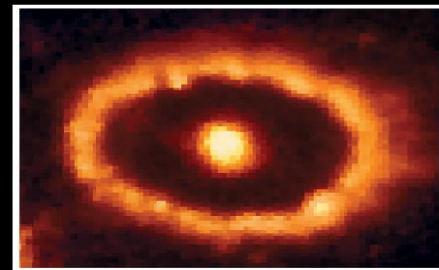
Sep, 1994



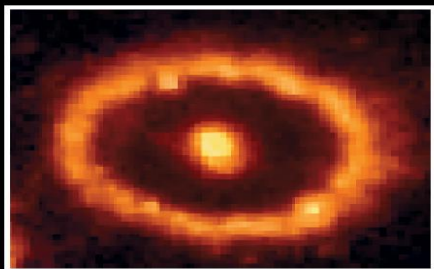
Mar, 1995



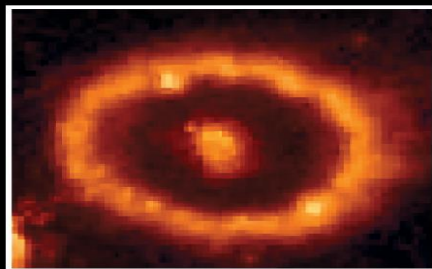
Feb, 1996



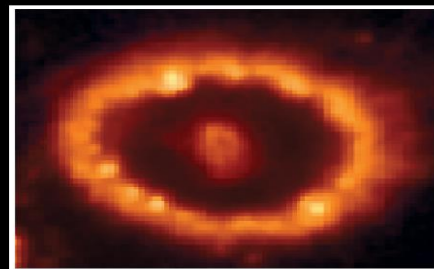
Jul, 1997



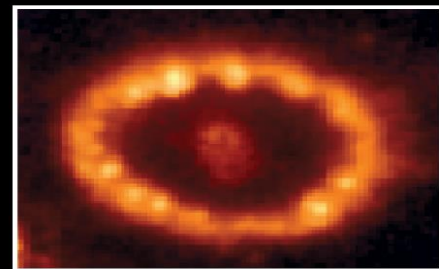
Feb, 1998



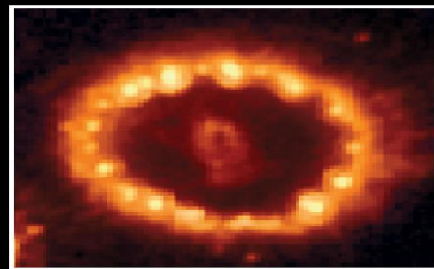
Apr, 1999



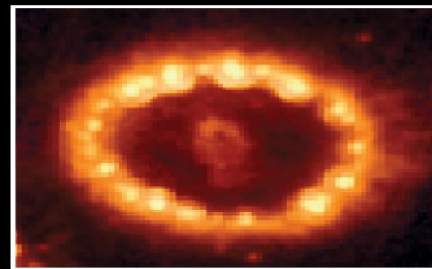
Nov, 2000



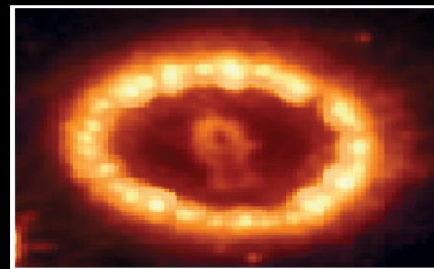
Dec, 2001



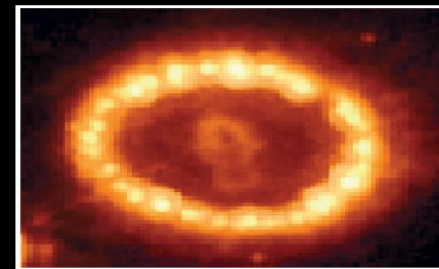
Jan, 2003



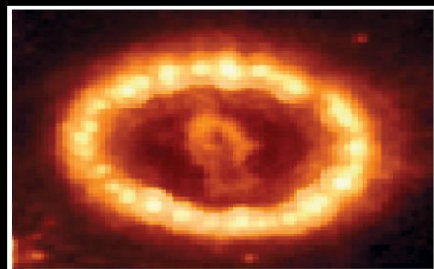
Nov, 2003



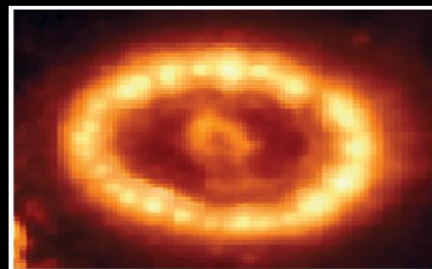
Sep, 2005



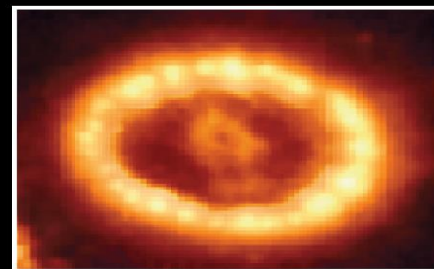
Apr, 2006



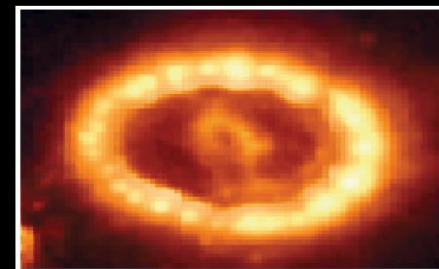
Dec, 2006



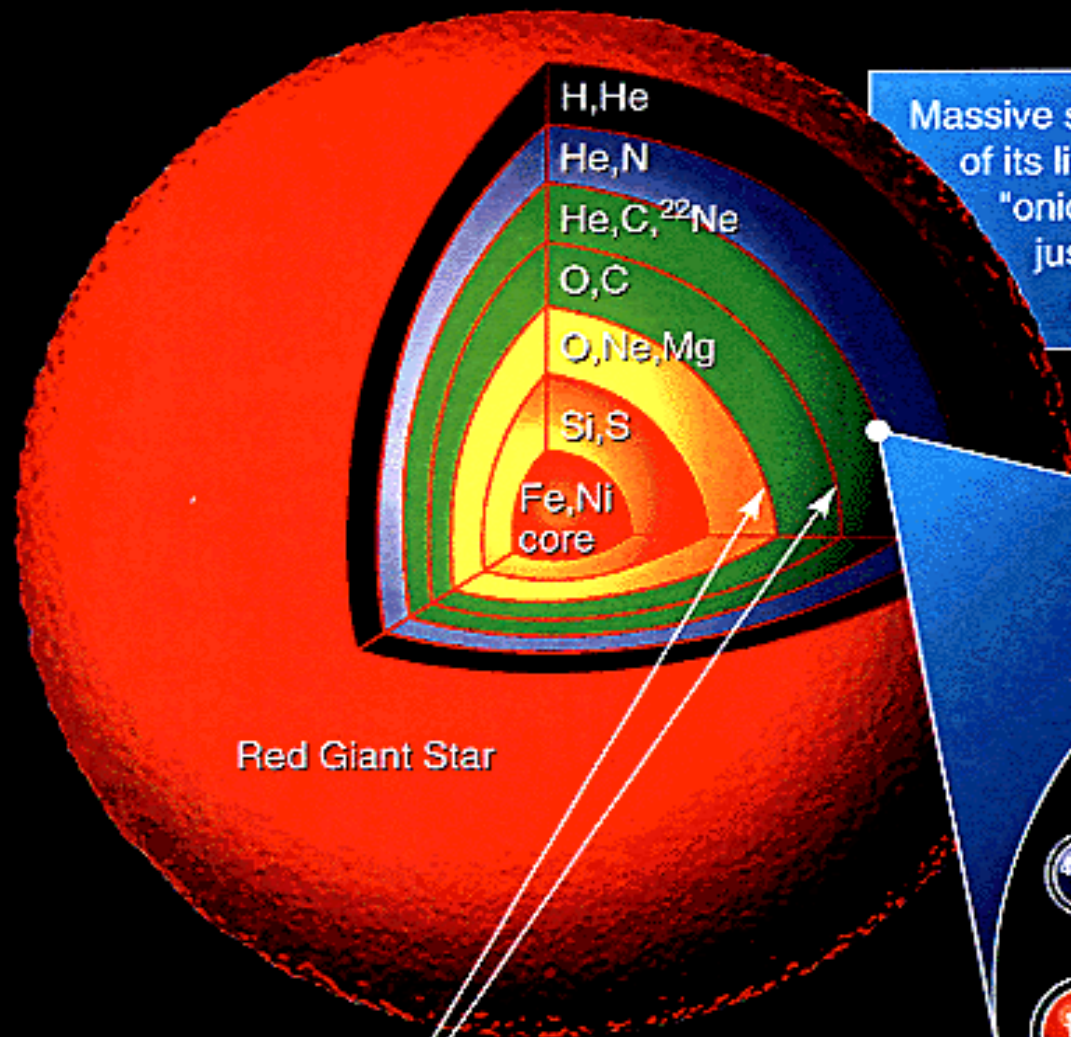
May, 2007



Feb, 2008



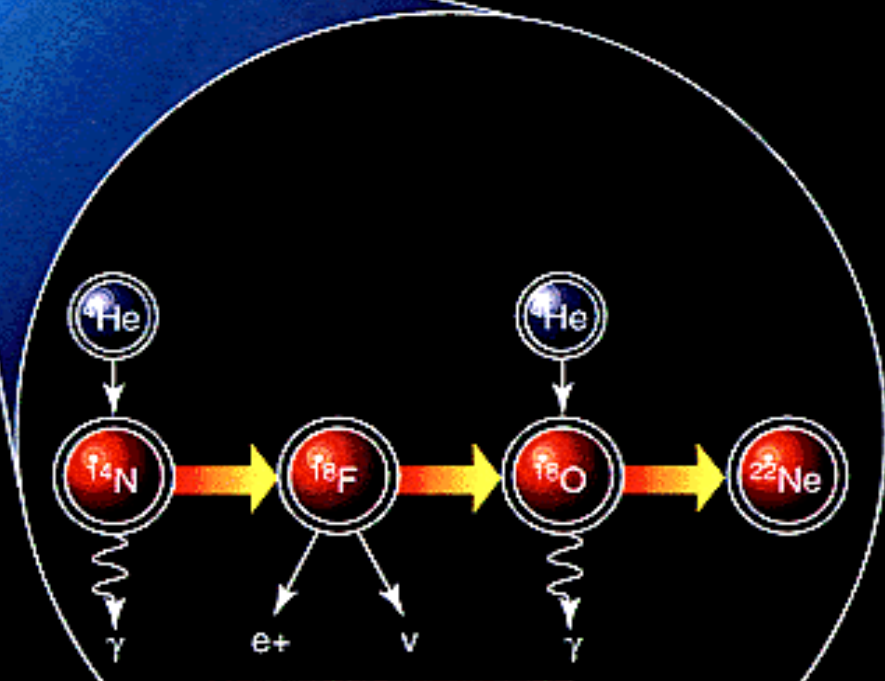
Apr, 2009



Red Giant Star

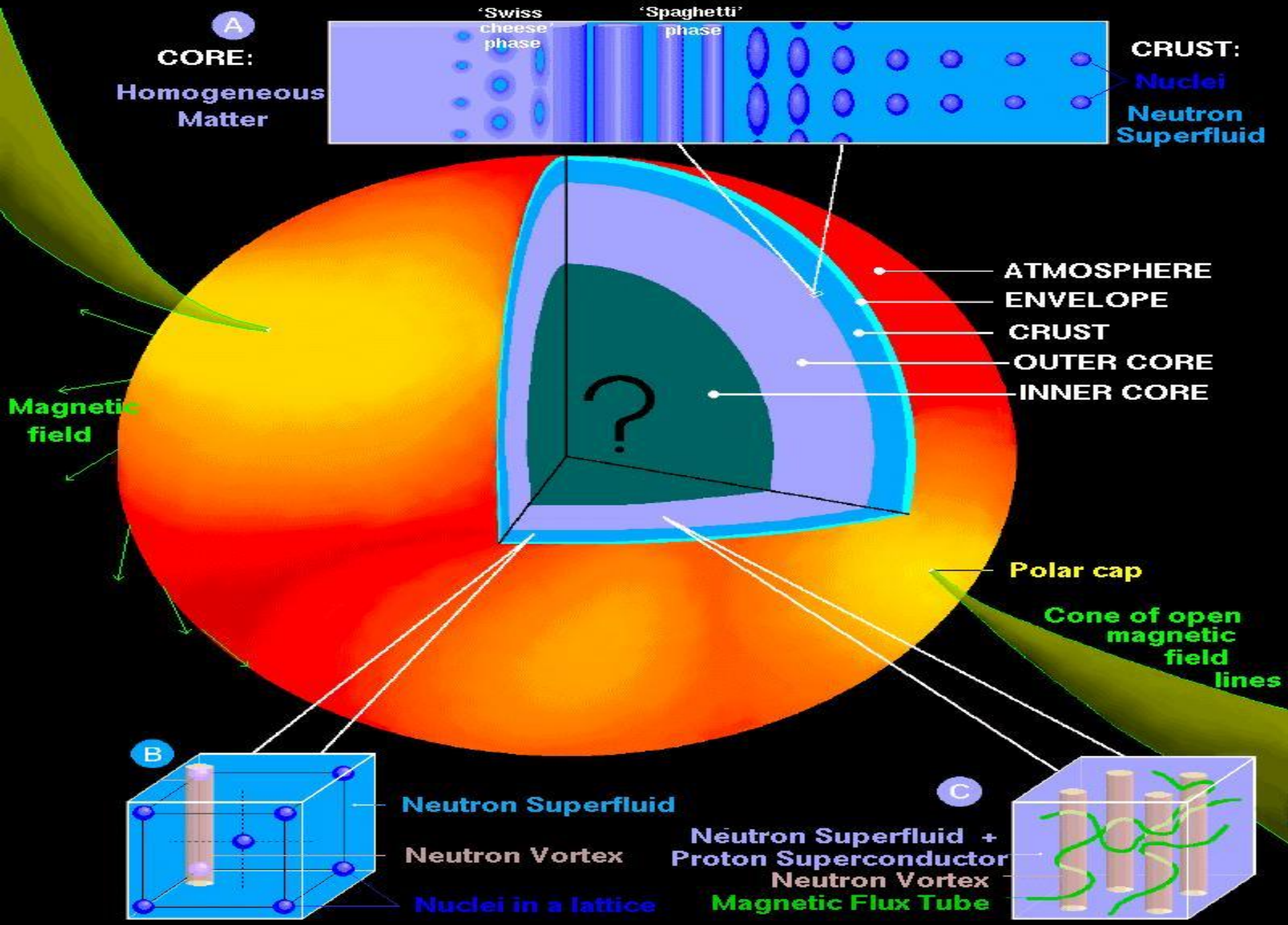
Massive star near the end of its lifetime has an "onion-like" structure just prior to exploding as a supernova

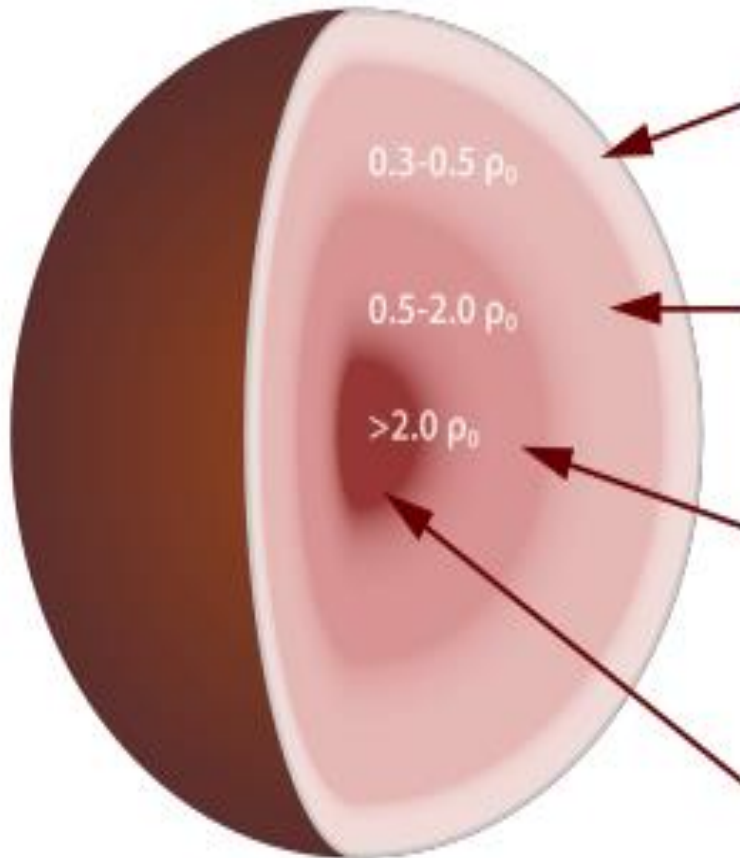
Nuclear burning occurs at the boundaries between zones



Example of nuclear reactions that build neutron-rich isotopes

A NEUTRON STAR: SURFACE and INTERIOR





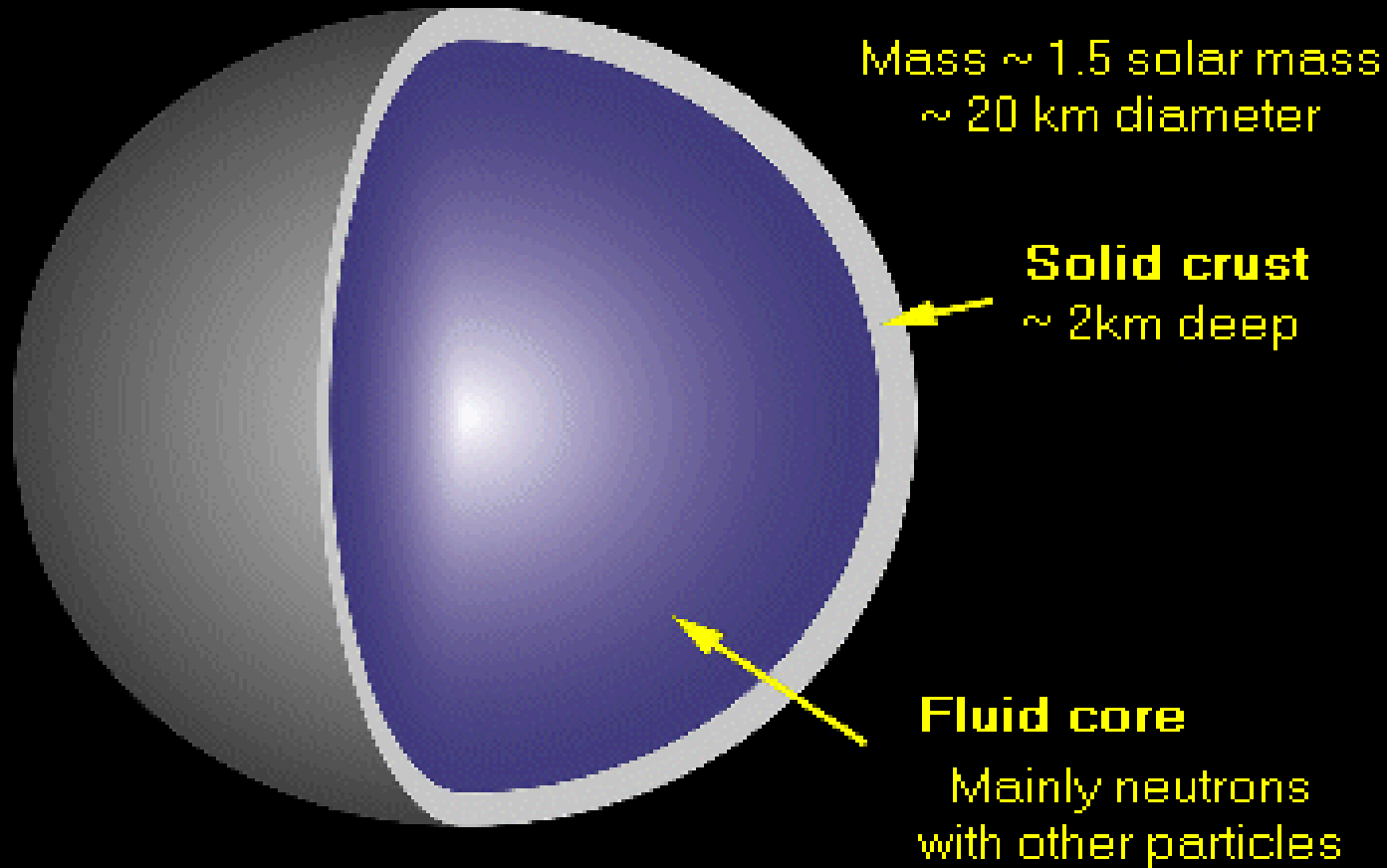
outer crust 0.3-0.5 km
ions, electrons

inner crust 1-2 km
electrons, neutrons, nuclei

outer core ~ 9 km
**neutron-proton Fermi liquid
few % electron Fermi gas**

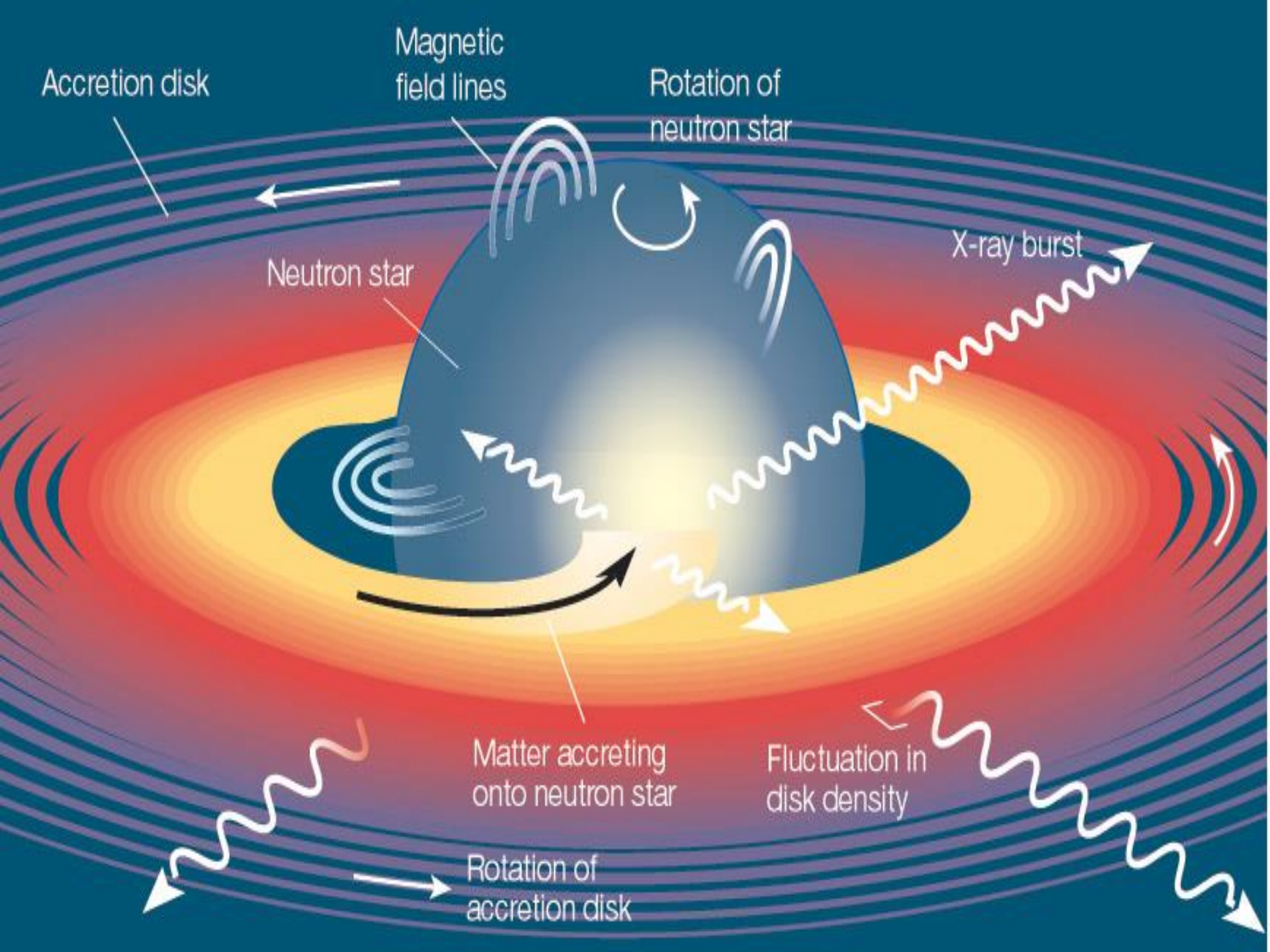
inner core 0-3 km
quark gluon plasma?

Neutron star



nrumiano





Accretion disk

Magnetic field lines

Rotation of neutron star

Neutron star

X-ray burst

Matter accreting onto neutron star

Fluctuation in disk density

Rotation of accretion disk

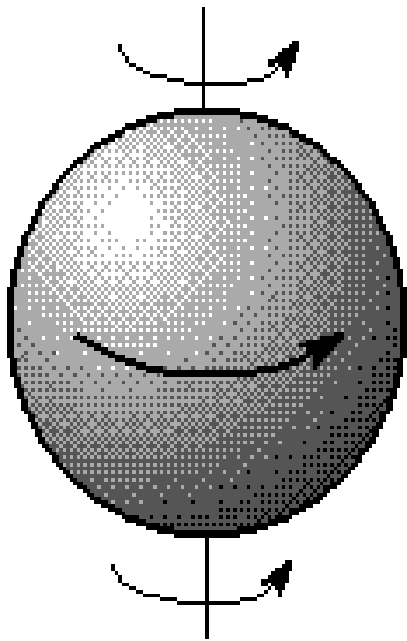
rapid rotation

+

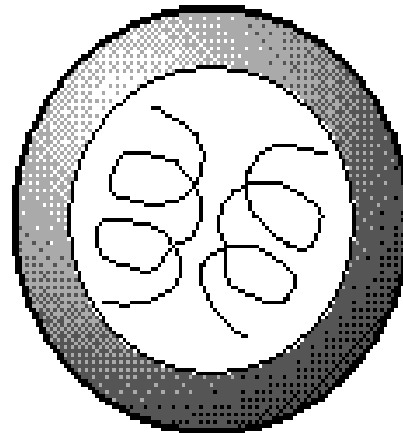
liquid conducting
interior—electric
charges move
about

→

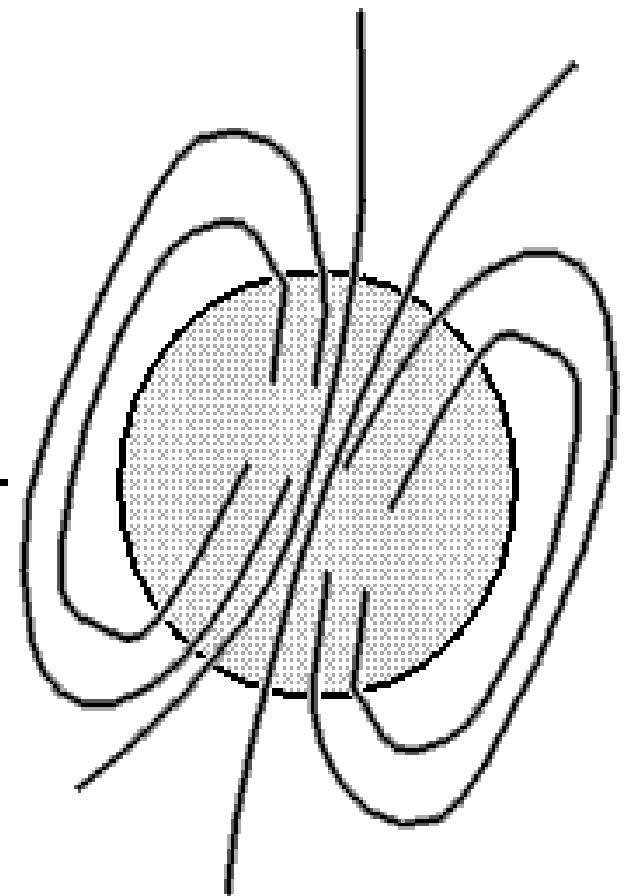
strong magnetic field



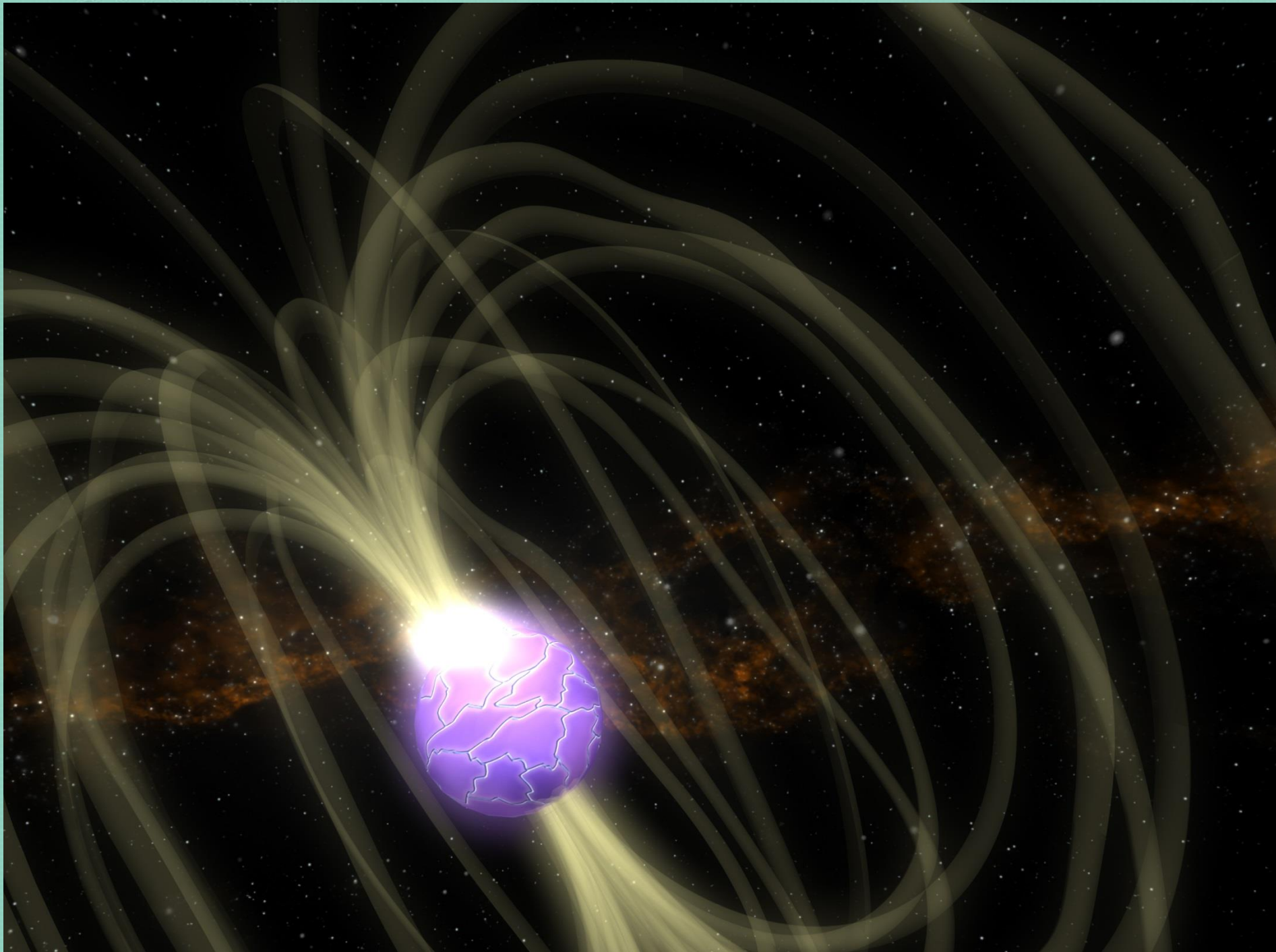
+



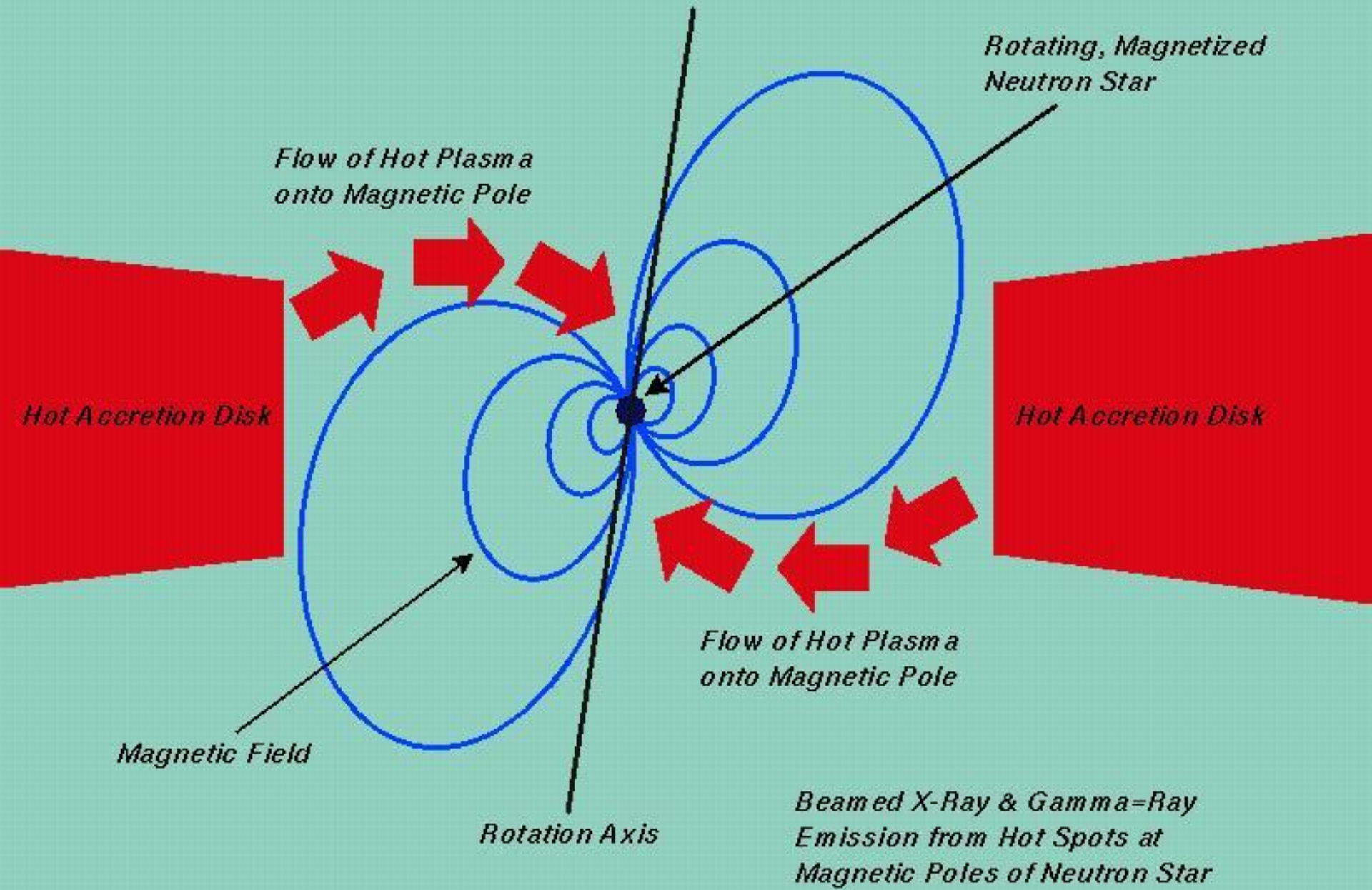
→

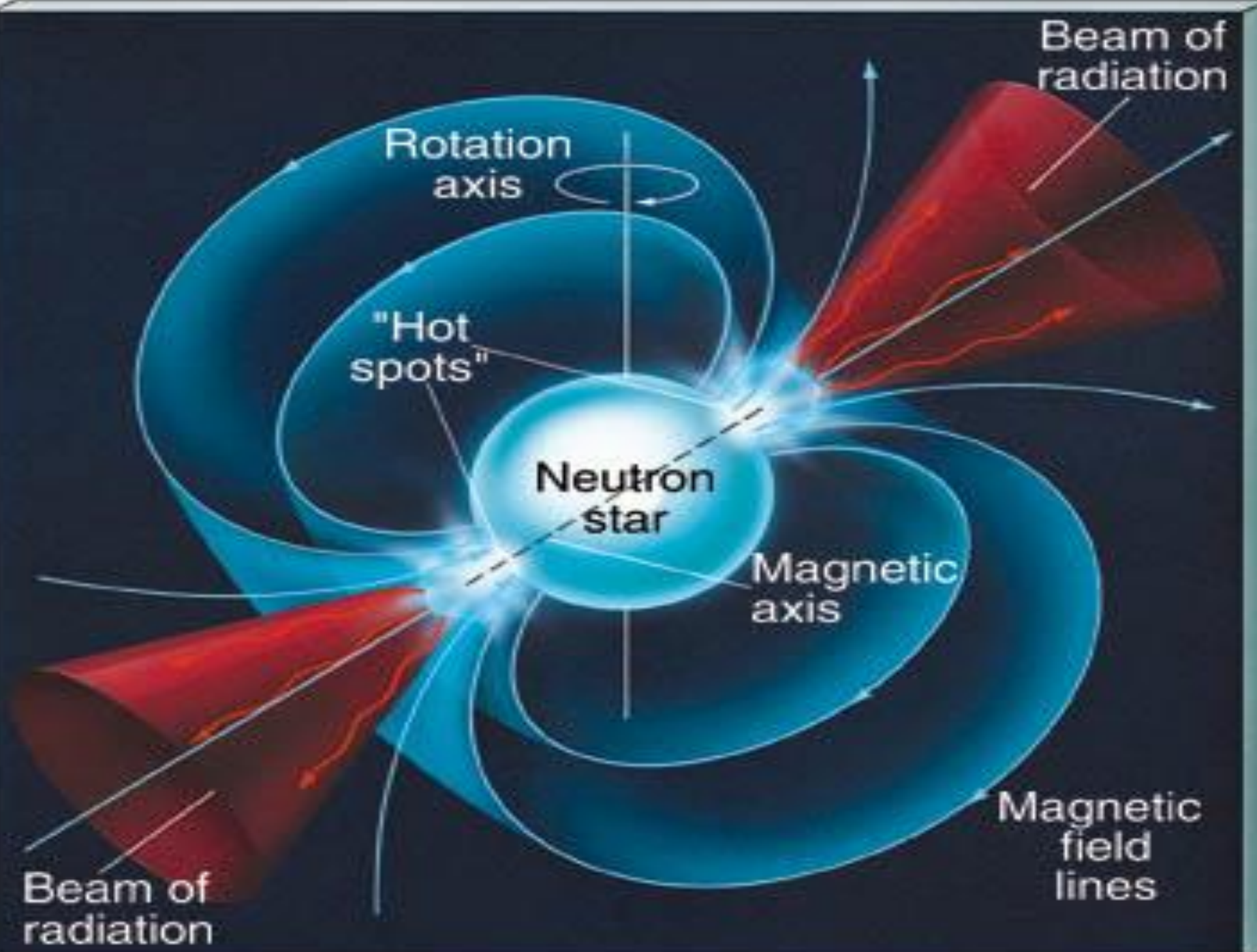


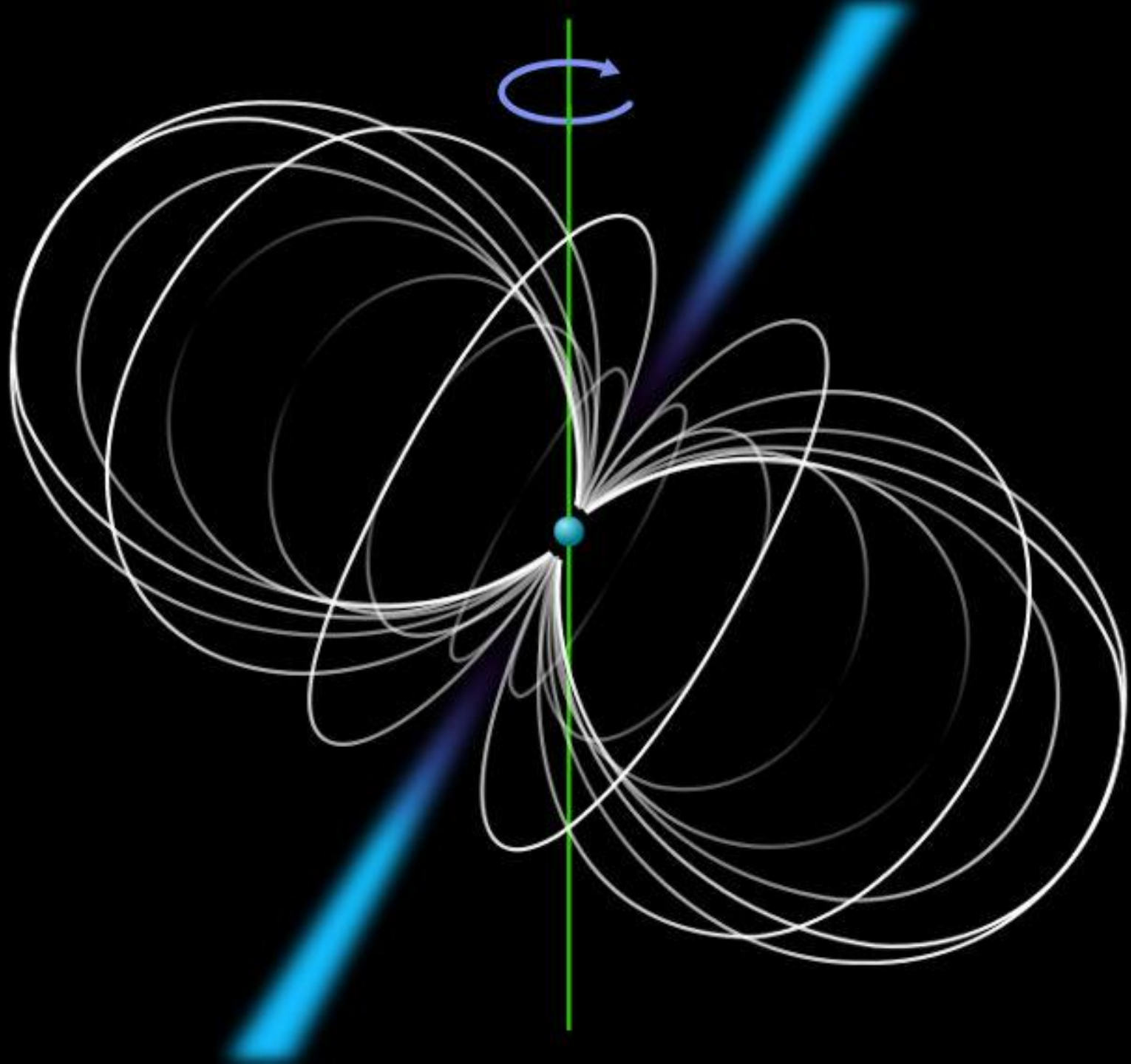
magnetic "field lines" show in
which direction charged
particles will be deflected.

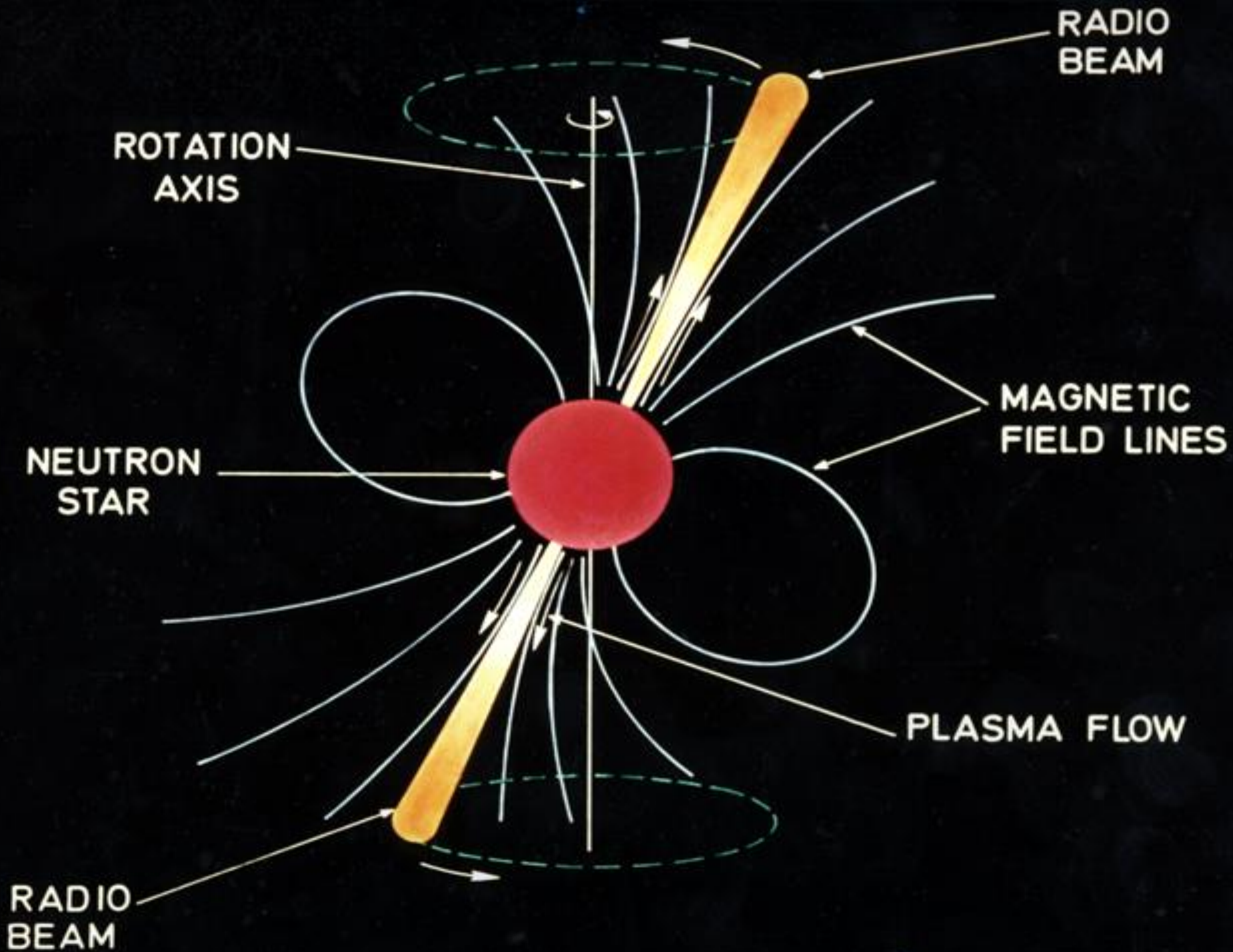


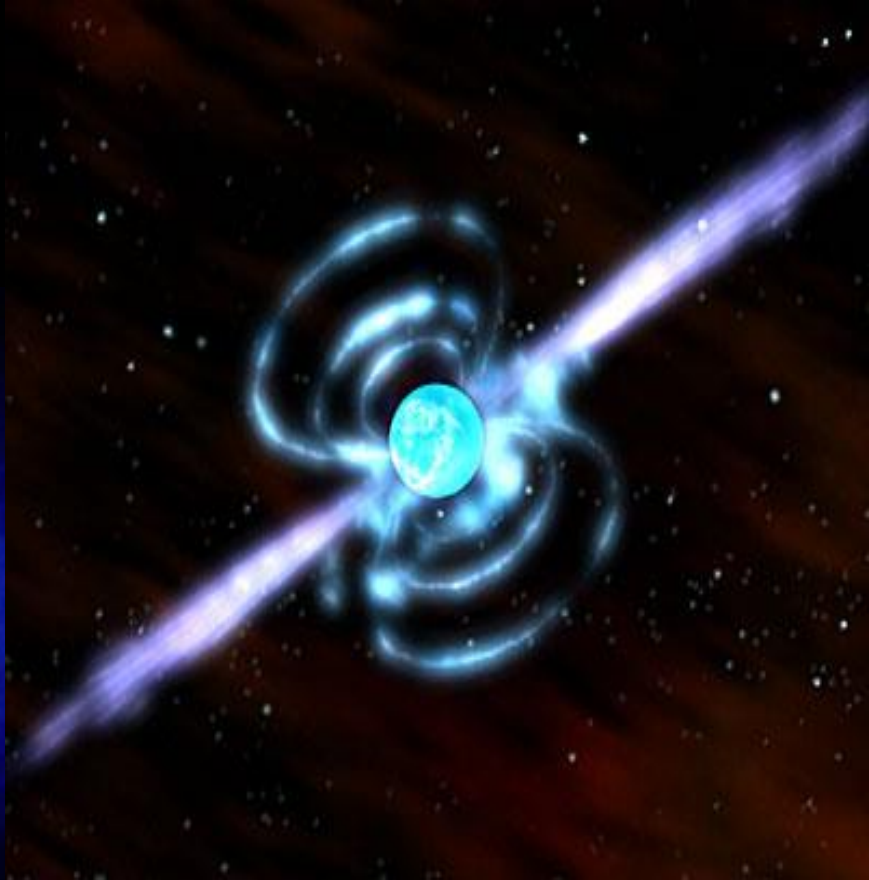
Accretion Geometry III

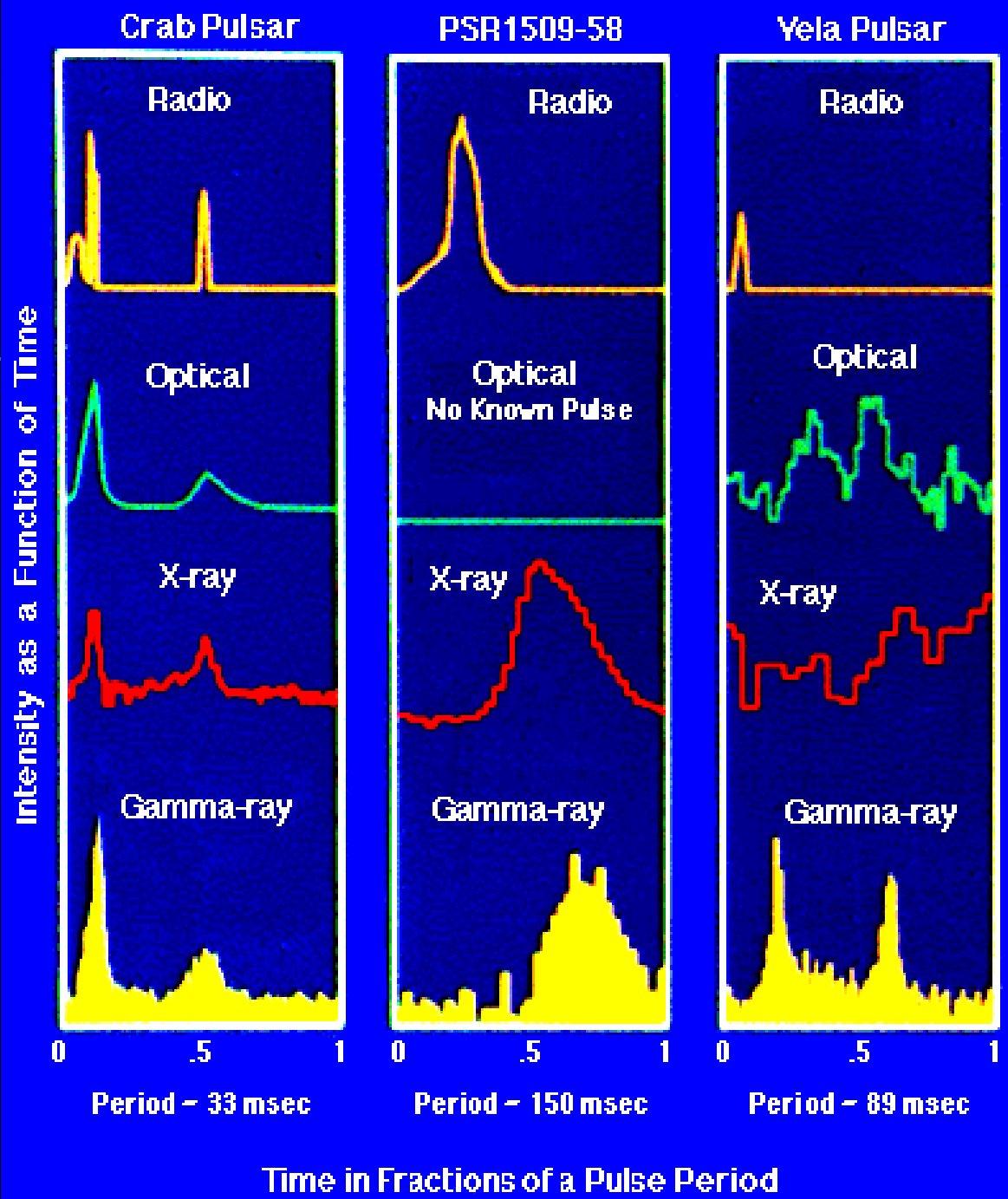
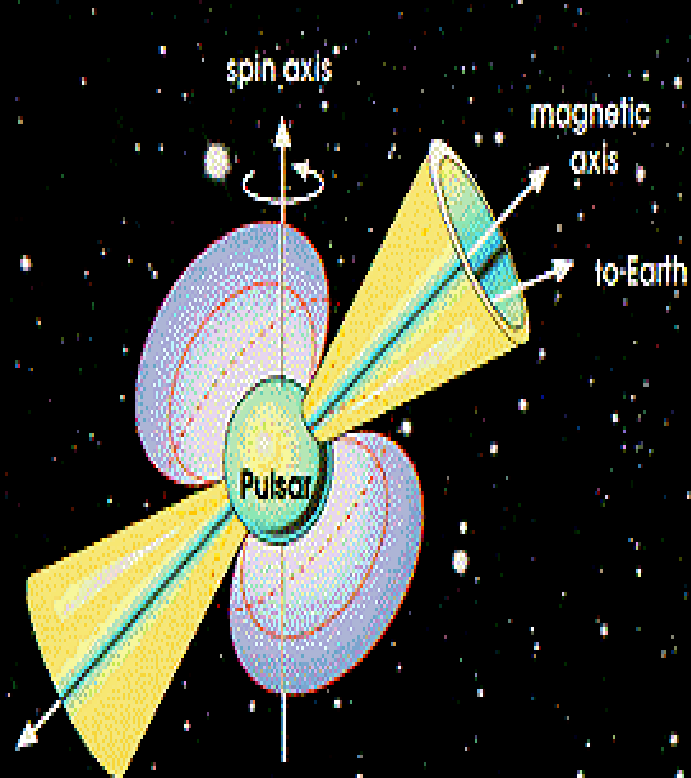


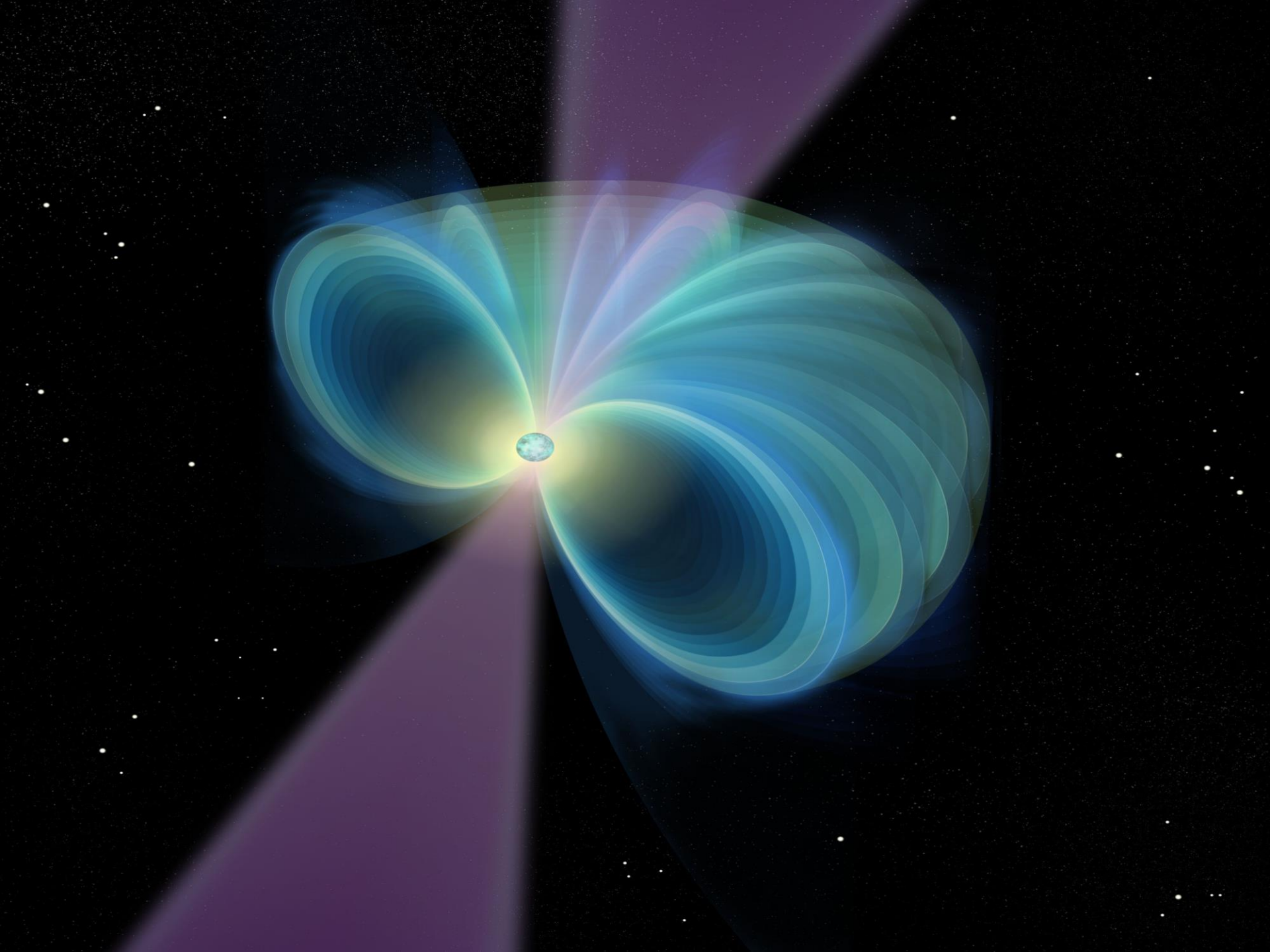


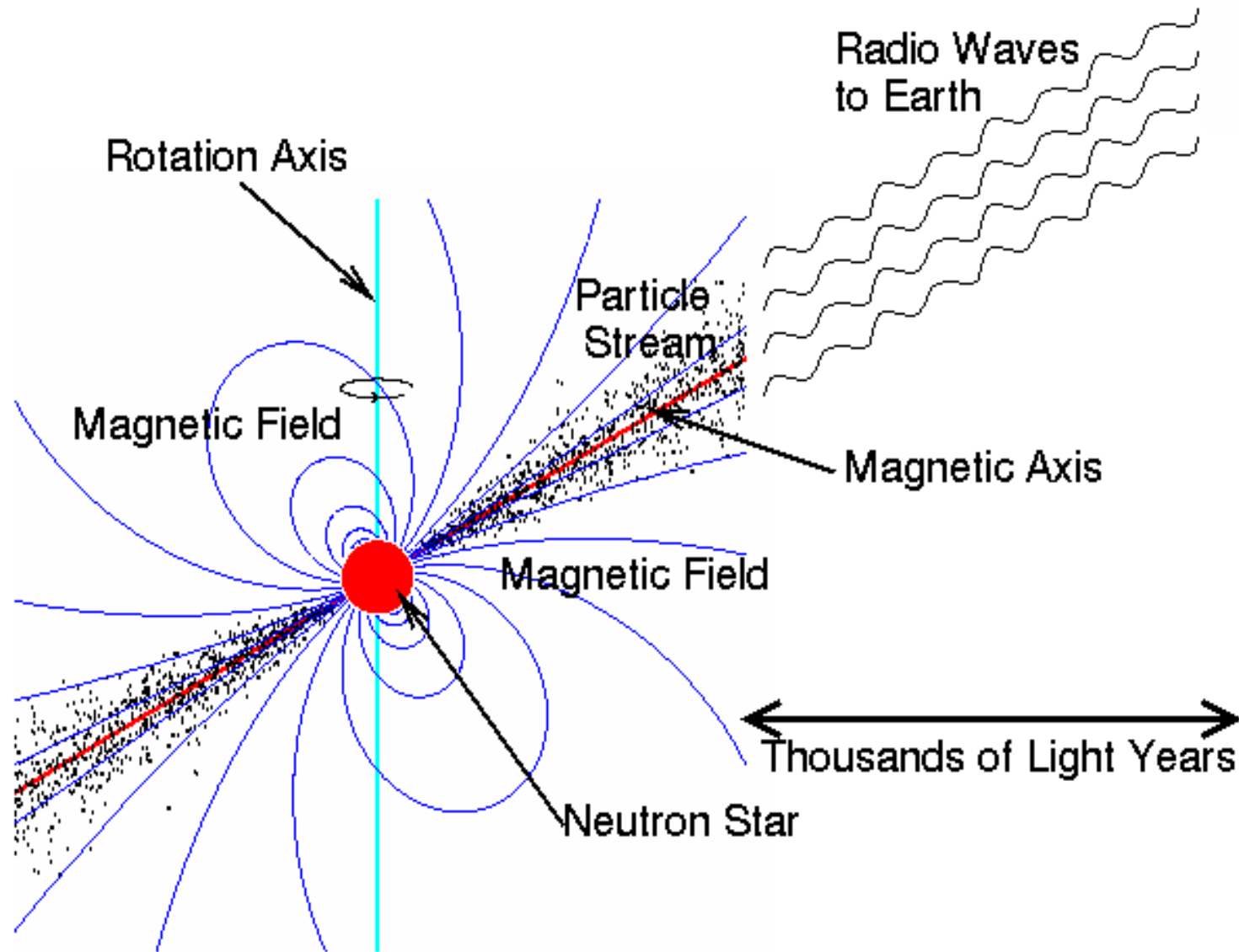






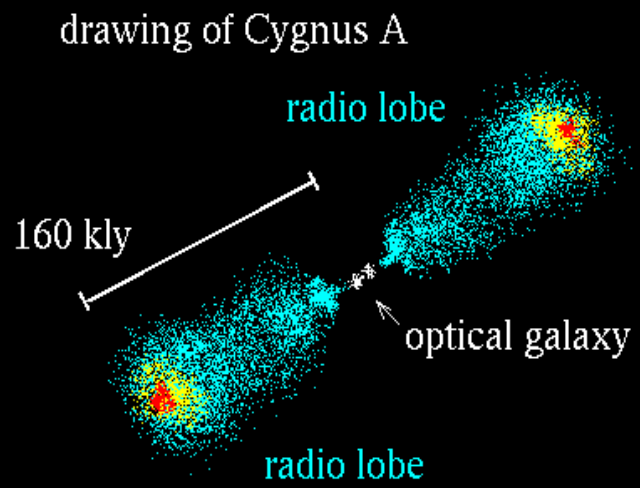
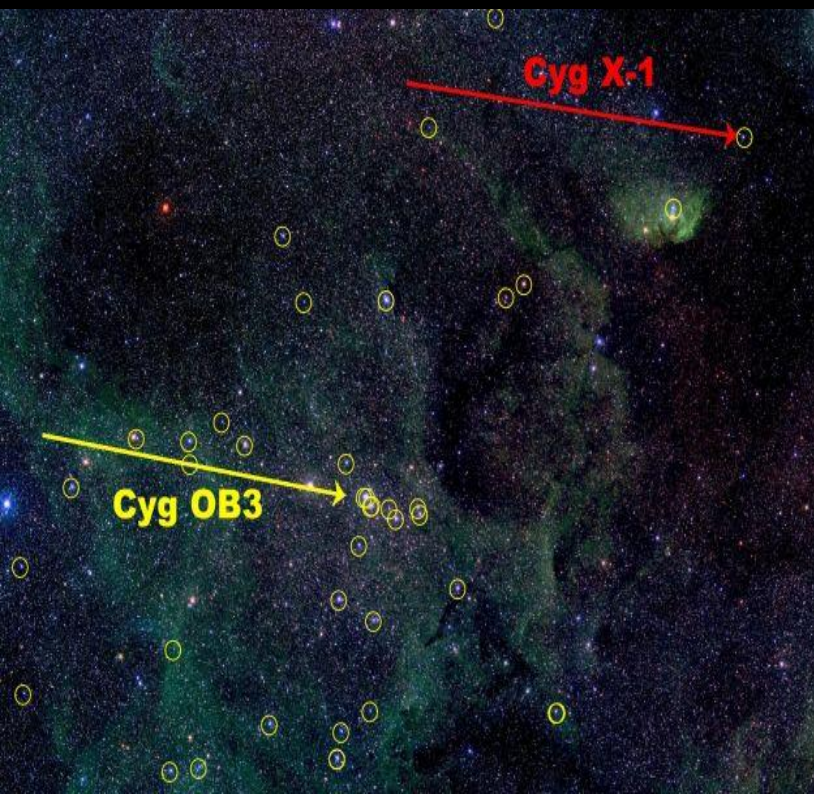
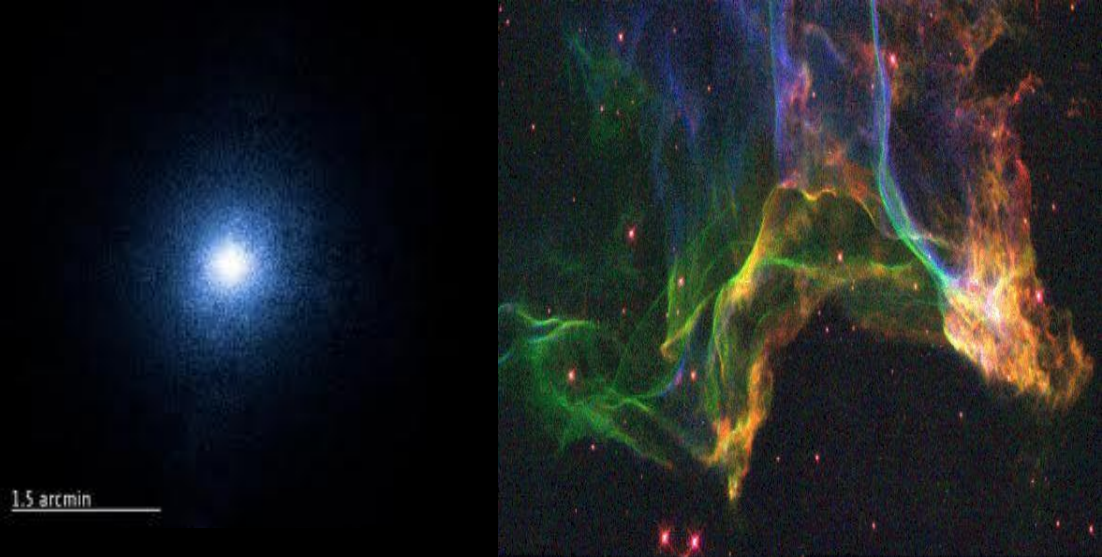


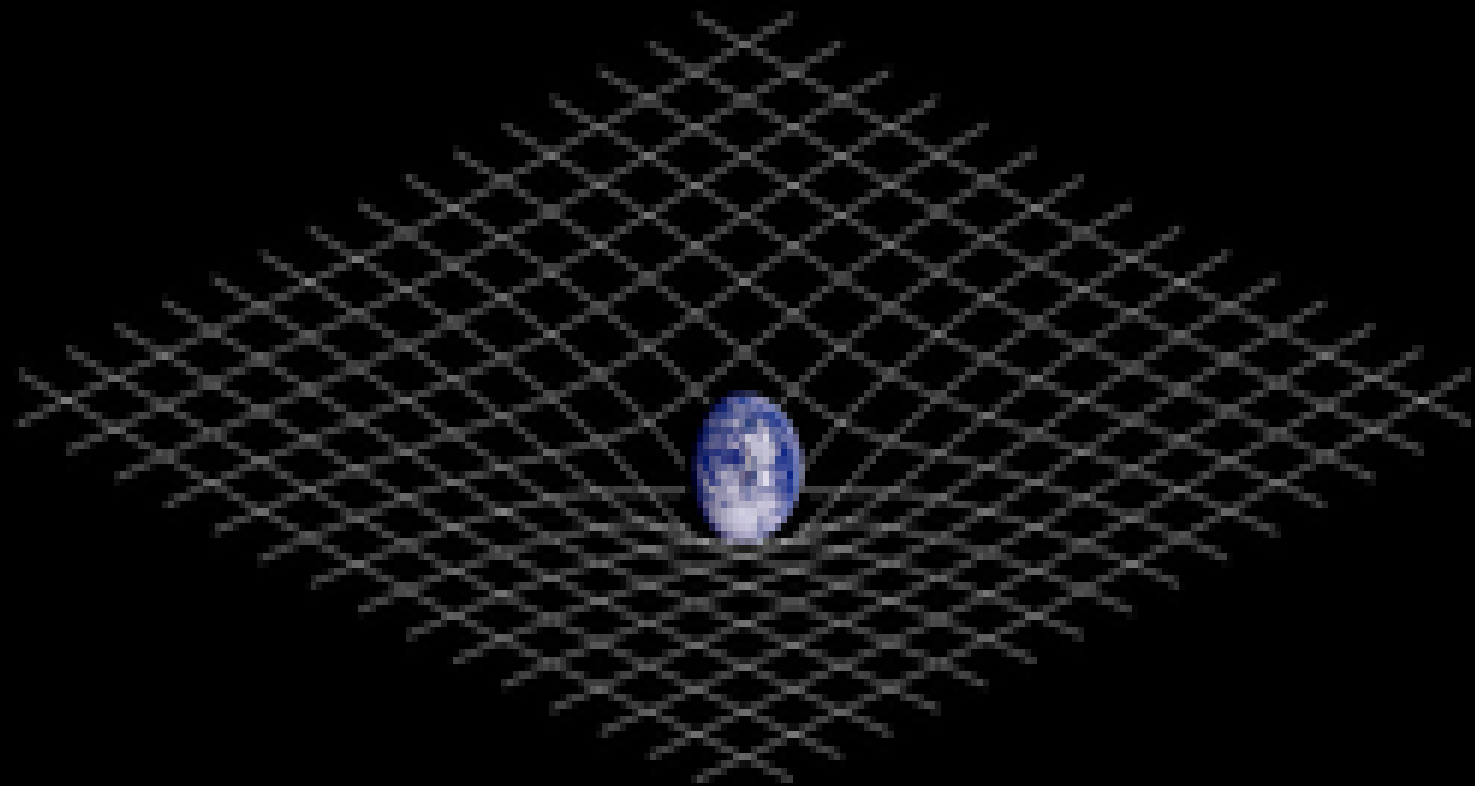




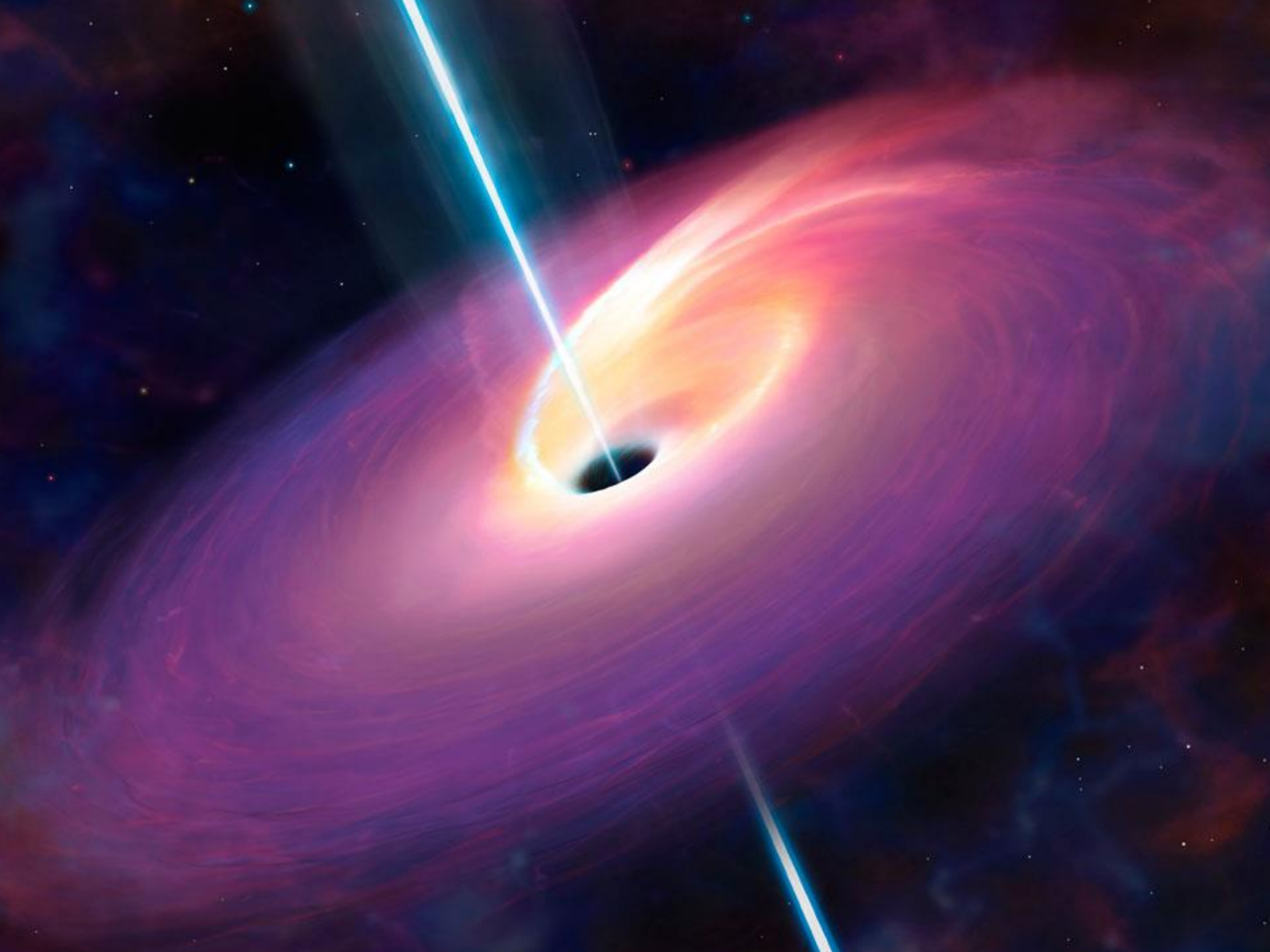
Vela pulsar

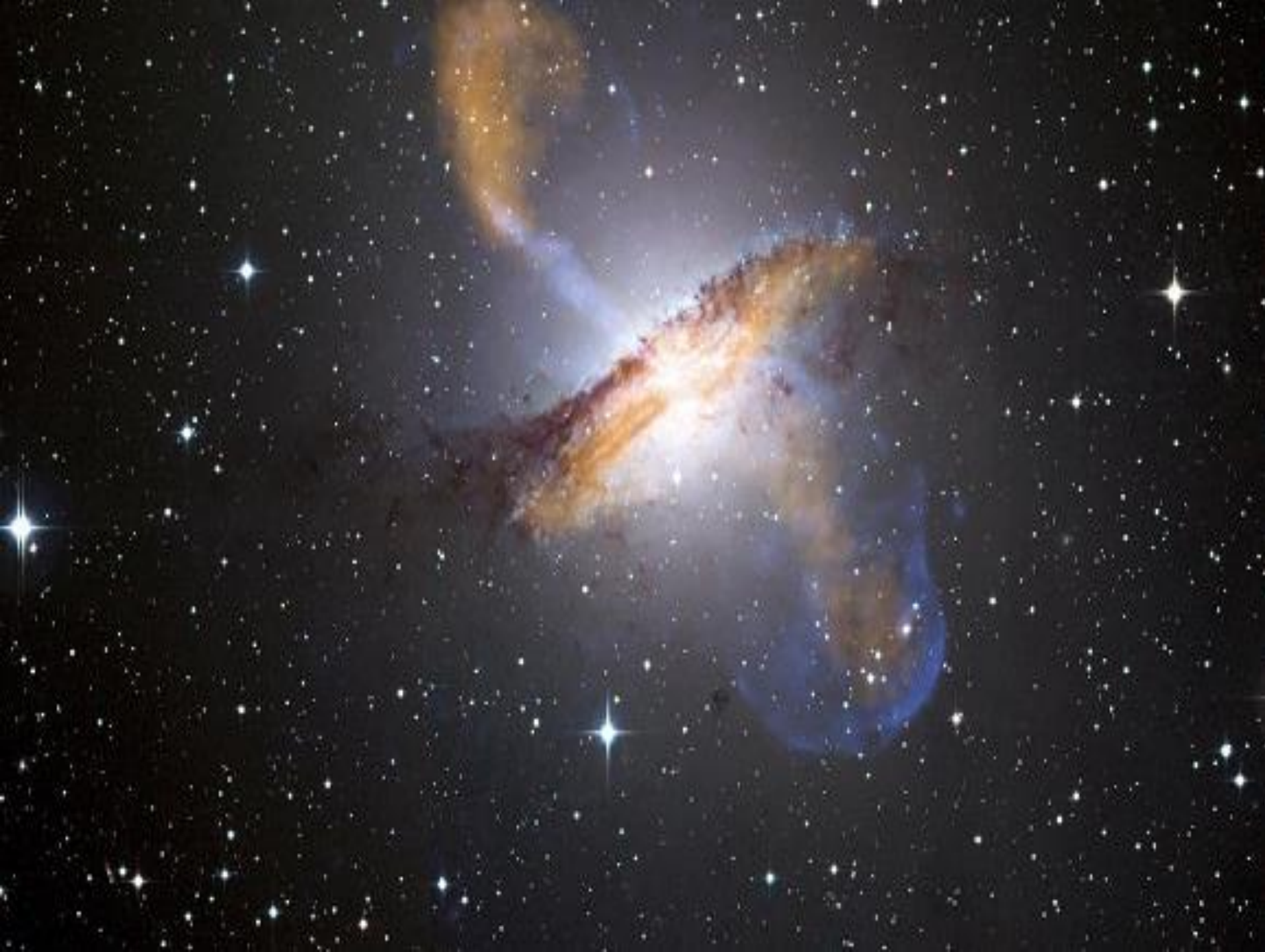


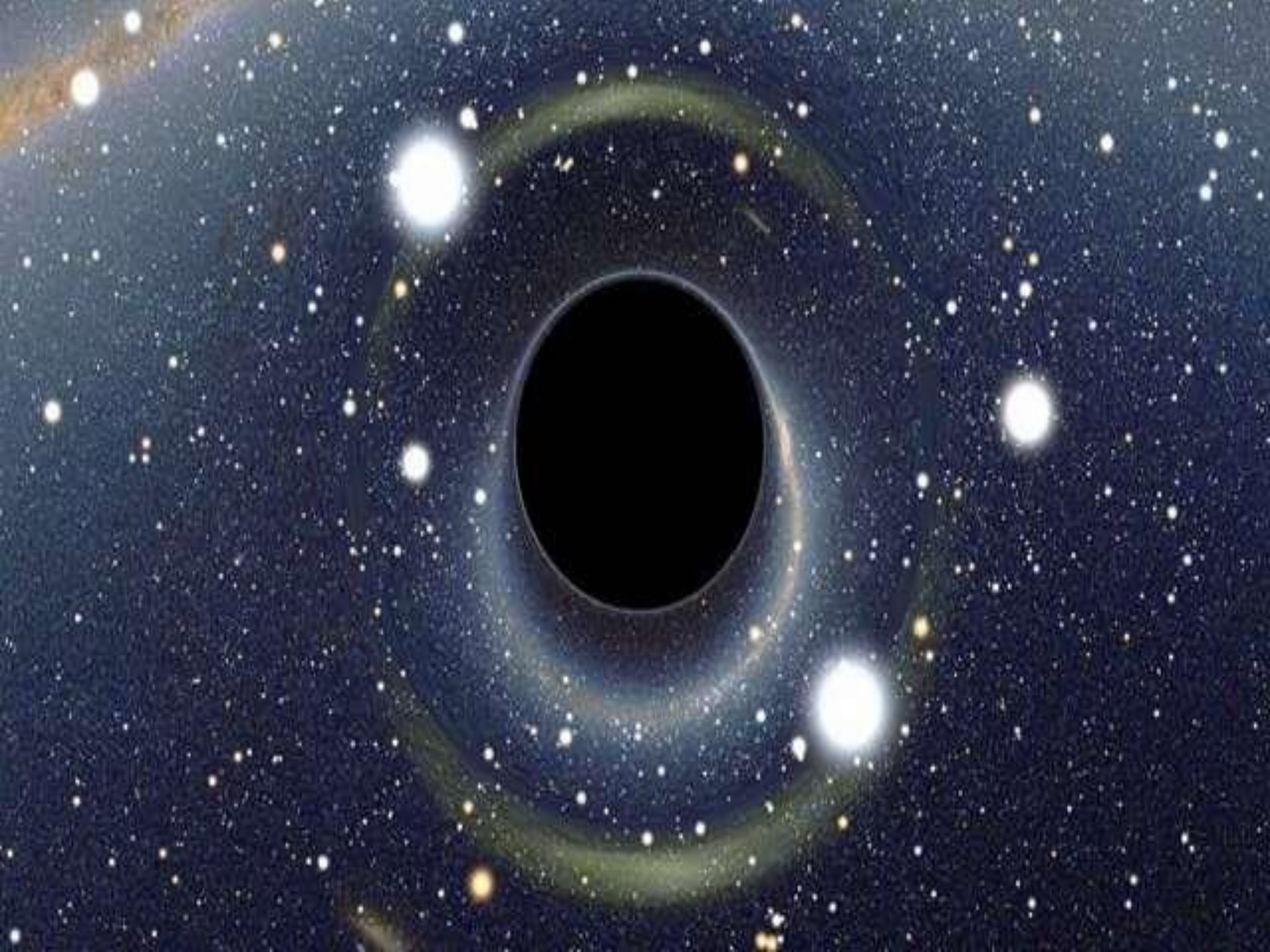


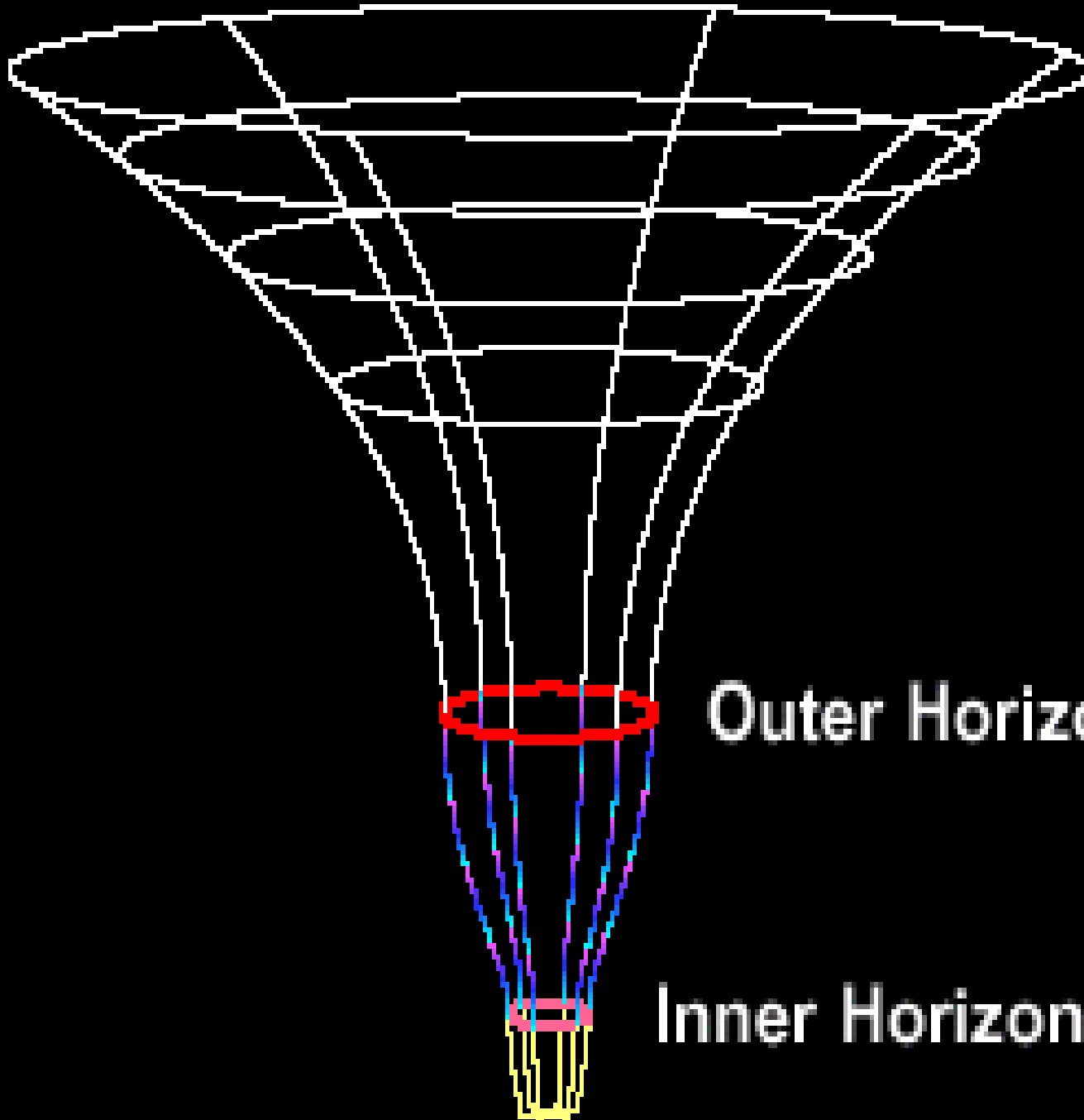








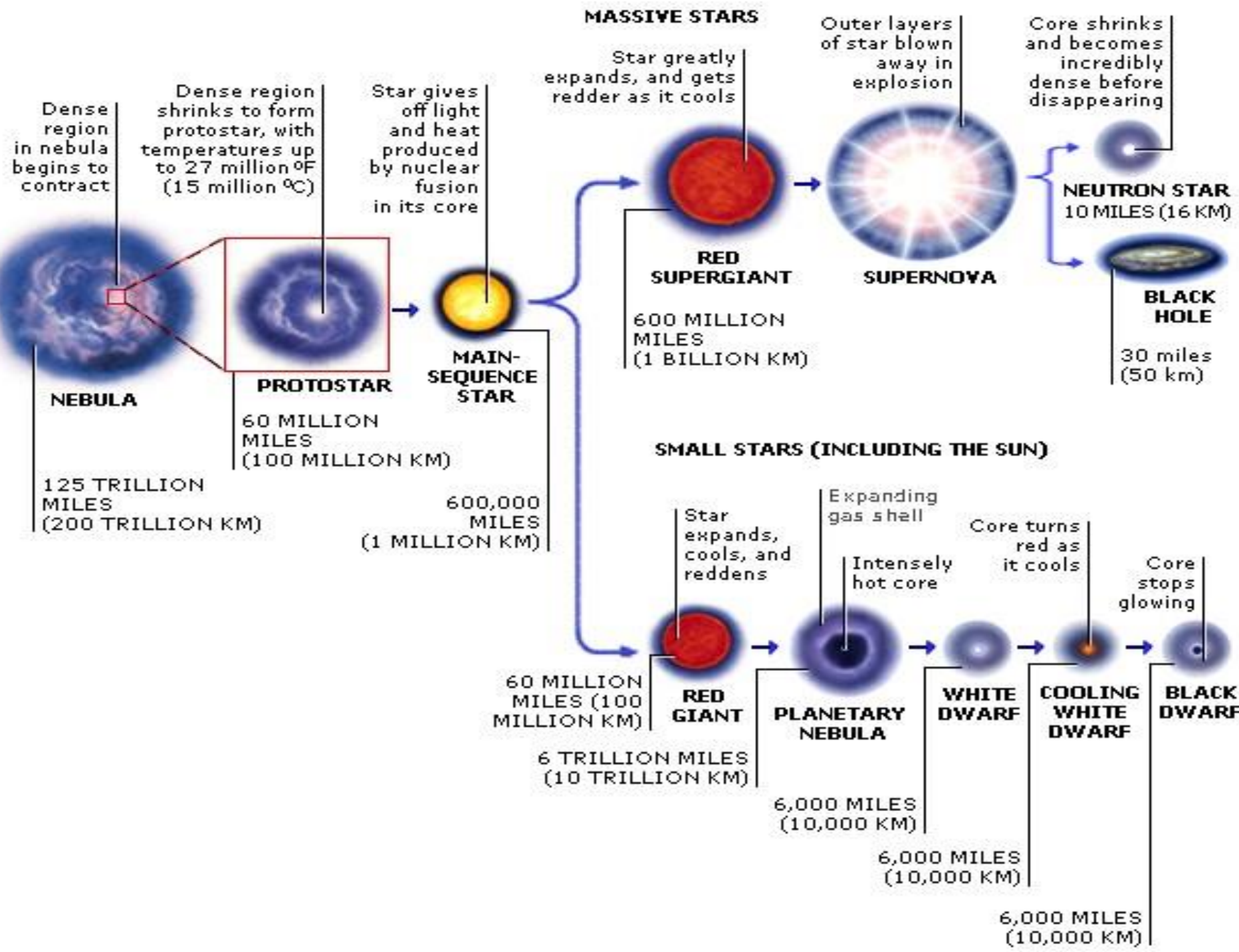




Outer Horizon

Inner Horizon





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



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Παναγιώτα Πρέκα 2015. Παναγιώτα Πρέκα. «Γενική Αστρονομία II. Ενότητα 1: Ζωή και θάνατος των αστέρων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/MATH116/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγα Έργα 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-nd/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.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση εικόνων που υπόκεινται σε Copyright

