



Ιχνηλάτες Ραδιενέργειας
ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΛΑΝΤΟΣ
ΣΤΑ ΒΑΘΗ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ

Θεόδωρος Μερτζιμέκης, PhD
Τμήμα Φυσικής
Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

καταρχάς...

Καλώς ήλθατε!

Από την άκρη
του Σύμπαντος...



...στα βάθη
των ωκεανών



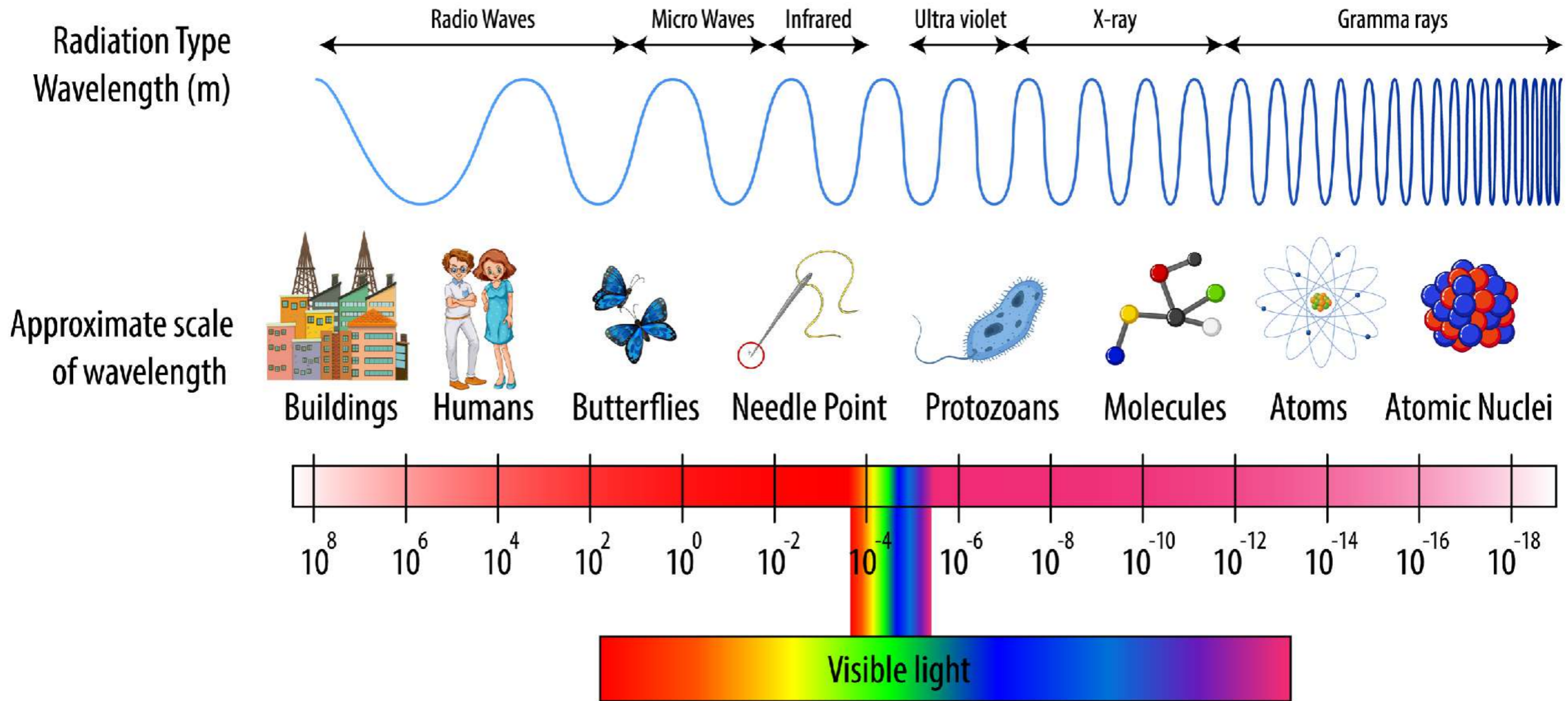
Ζούμε μέσα σε ένα
λουτρό ακτινοβολίας





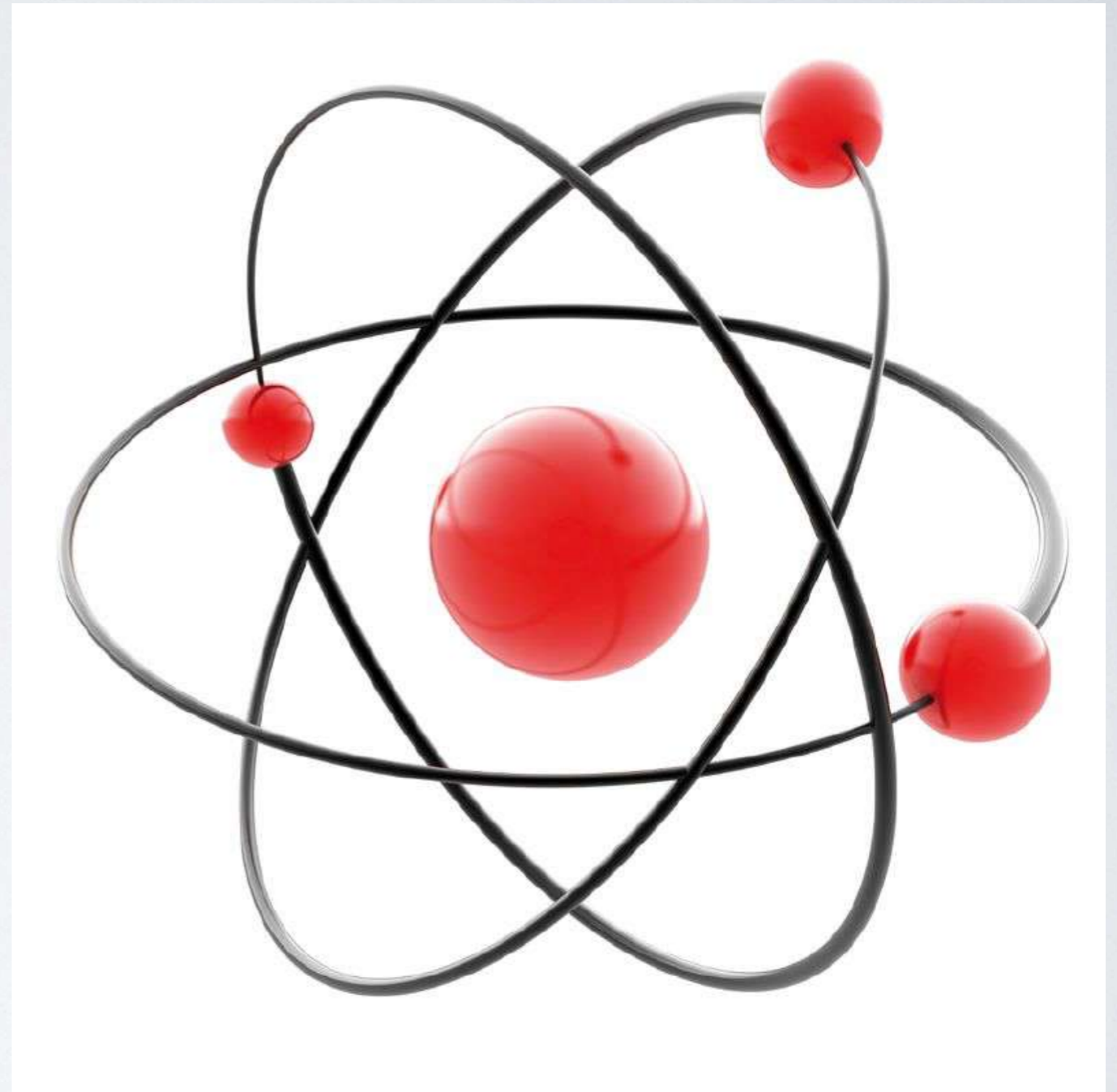
Ποια είναι η προέλευσή της και πώς μπορούμε να την μελετήσουμε;

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ



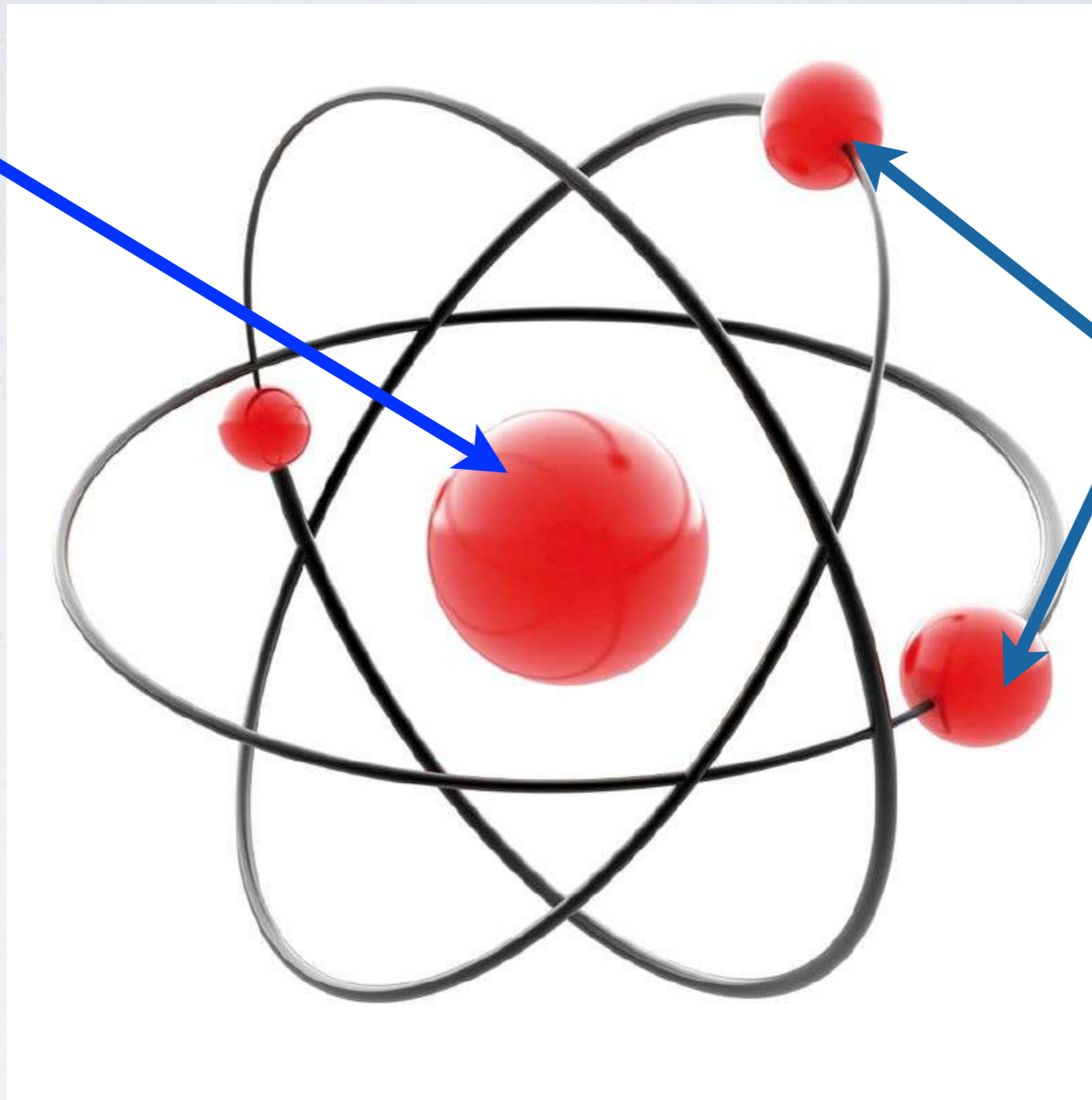
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

- Ατομο
- Πυρήνας
- Ισότοπα
- Αστάθεια ισοτόπων
- Ακτινοβολία



ΤΟ ΑΤΟΜΟ

πυρήνας



ηλεκτρόνια



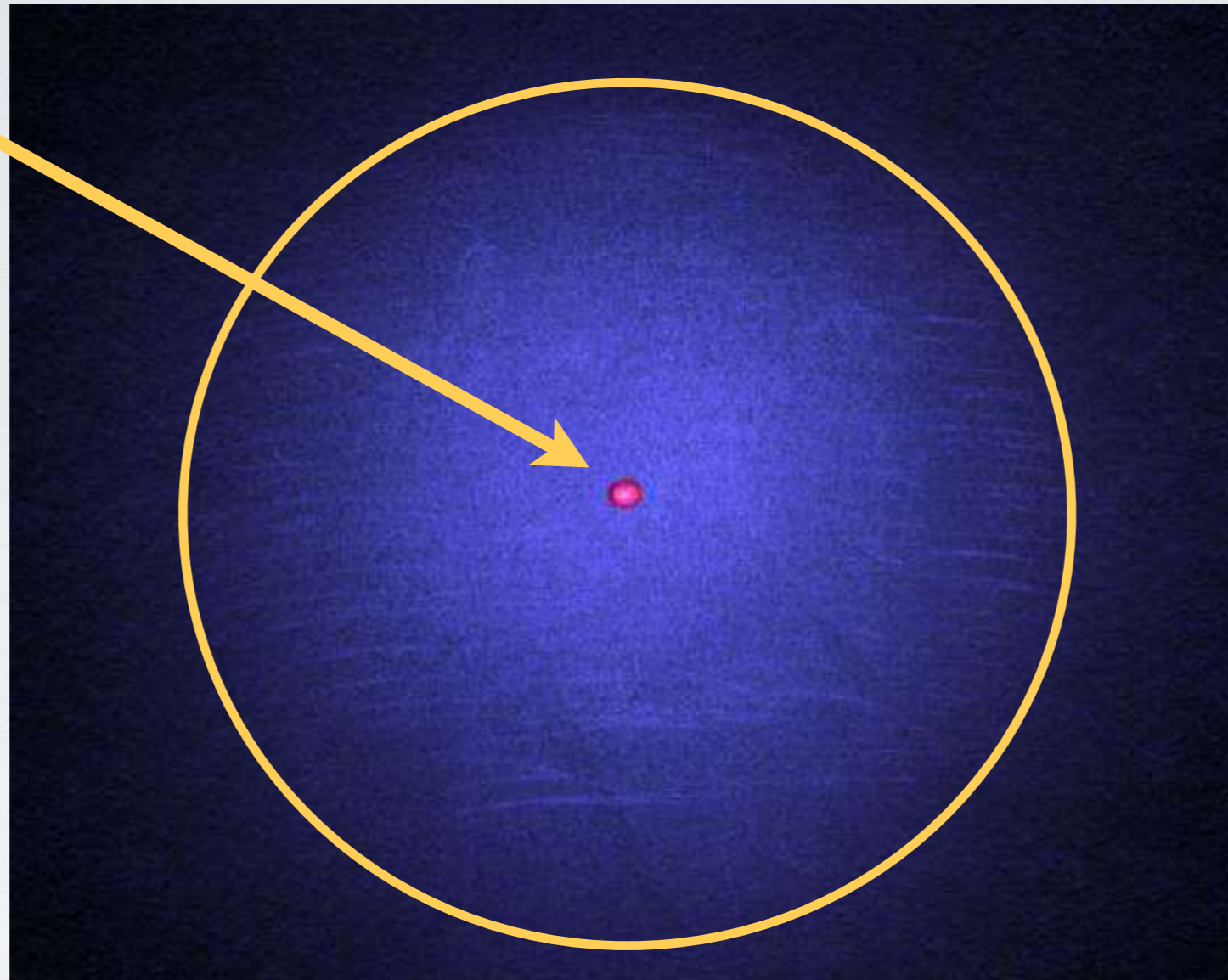
Δημόκριτος

Ατομική θεωρία



Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

πυρήνας



Neils Bohr

νέφος ηλεκτρονίων

ΤΟ ΑΤΟΜΟ

- Το άτομο είναι η ελάχιστη αδιαίρετη ποσότητα ύλης που παρατηρείται να δομεί το Σύμπαν
- Ομως δεν είναι στοιχειώδες σωματίο (έχει δομή)
- Ως φιλοσοφική έννοια θεμελιώθηκε από το Δημόκριτο τον 4^ο αιώνα π.Χ.
- Υπάρχουν διαφορετικά άτομα —> **χημικά στοιχεία**

Ο ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	0 n																		
Period 1	1 H																	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	** 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	
*Lanthanides			* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
**Actinides			** 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

Mastcam-Z
Zoomable Panoramic Cameras

SuperCam
Laser Micro-Imager

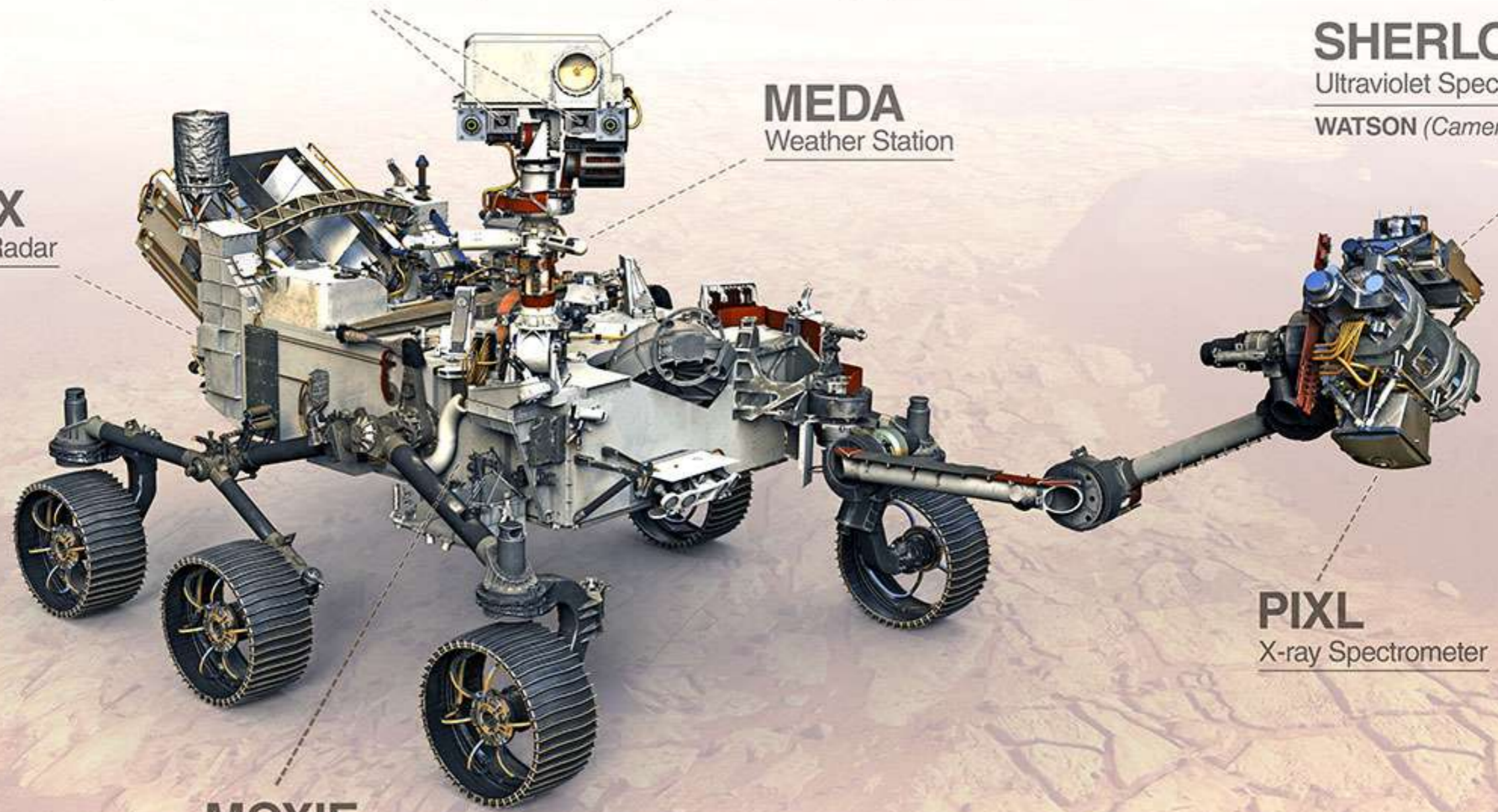
MEDA
Weather Station

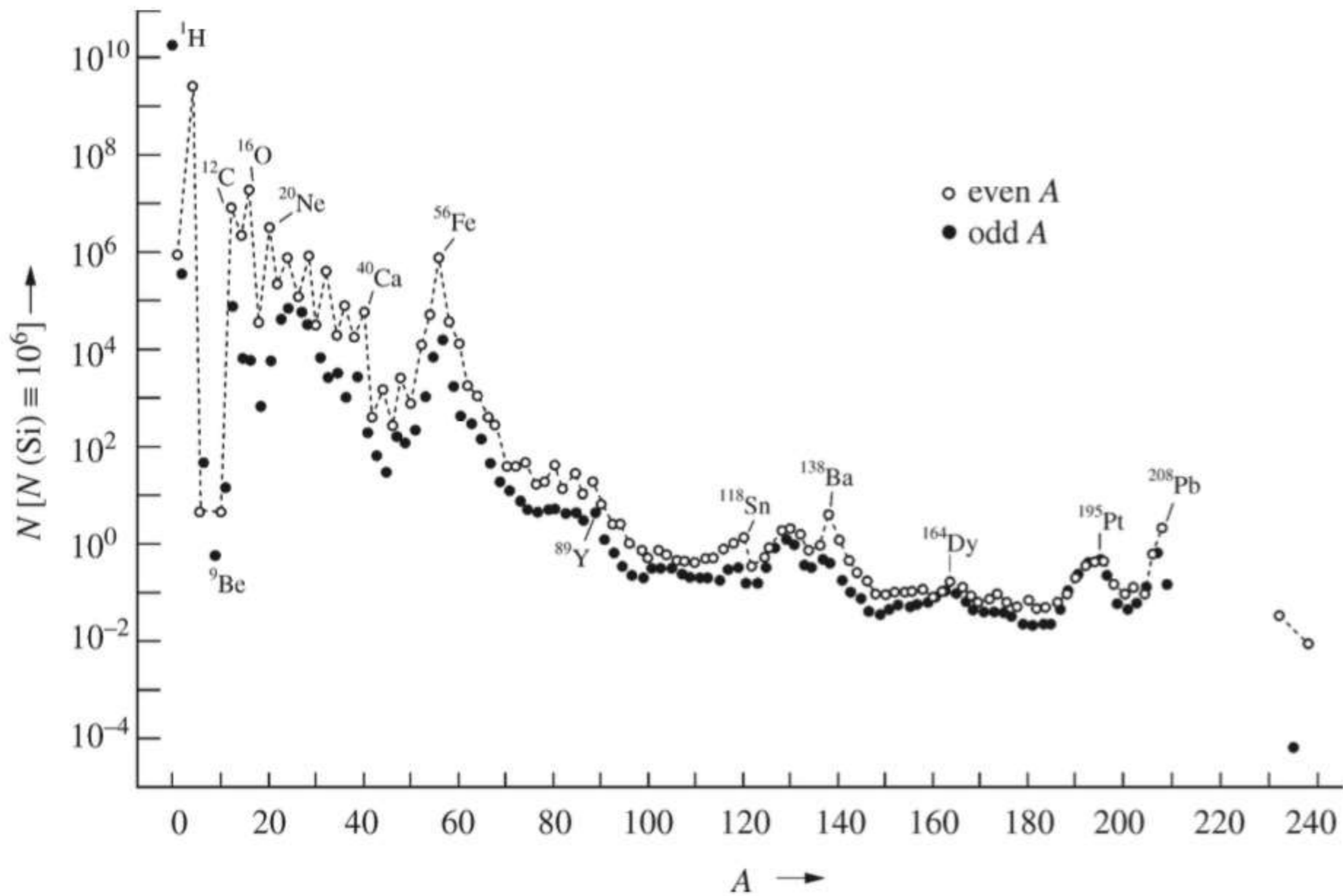
SHERLOC
Ultraviolet Spectrometer
WATSON (Camera)

RIMFAX
Subsurface Radar

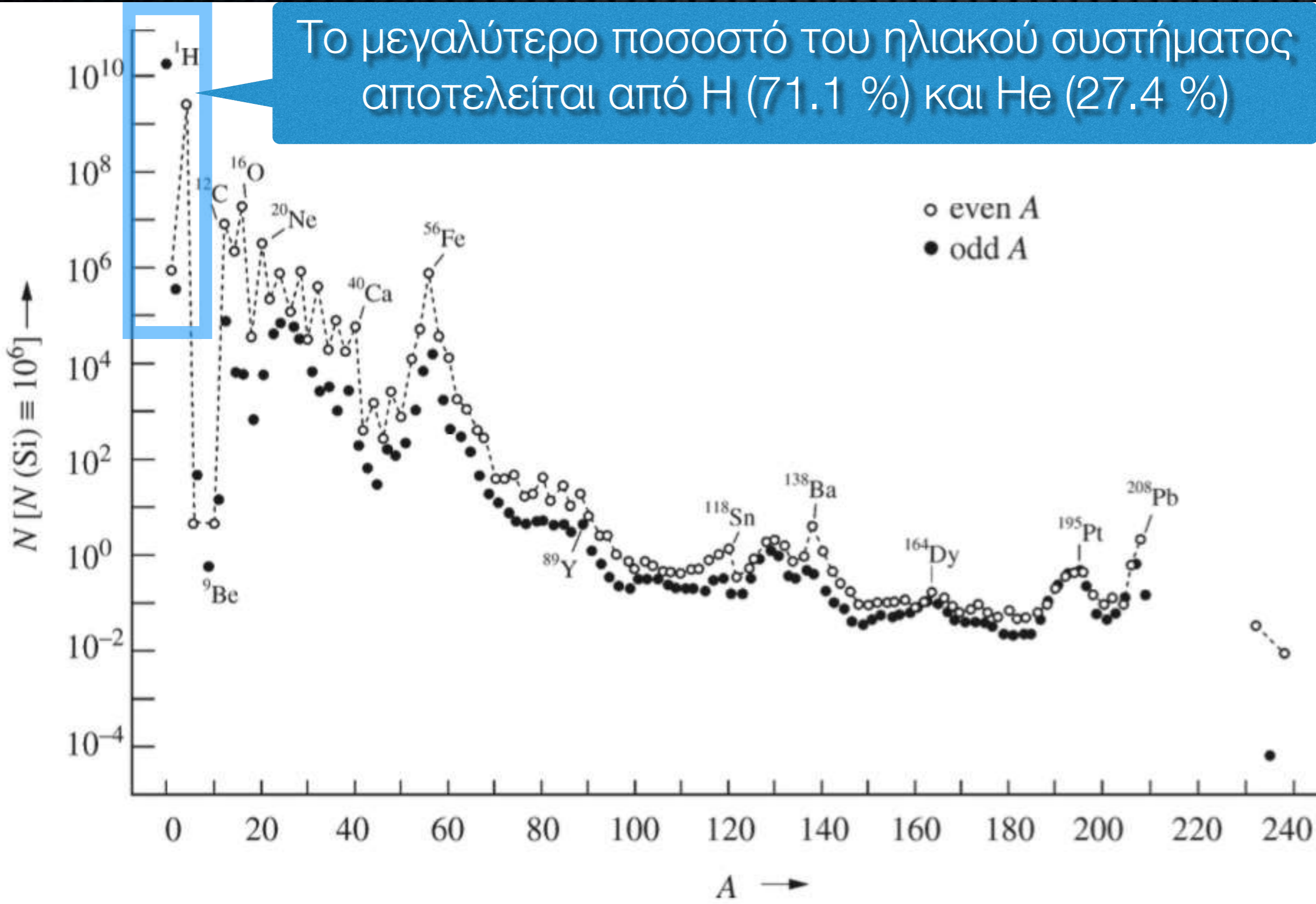
PIXL
X-ray Spectrometer

MOXIE
Produces Oxygen from Martian CO₂

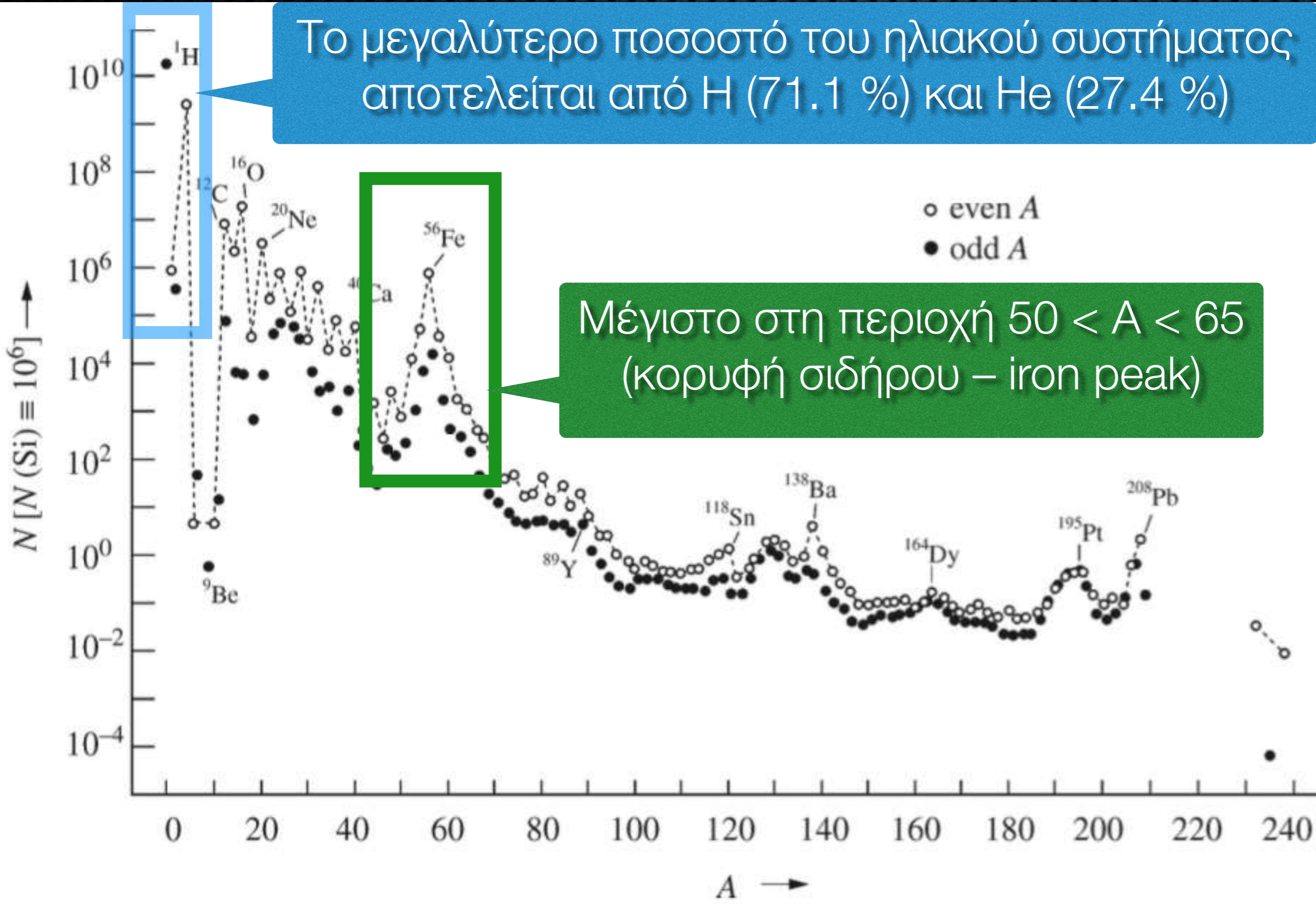




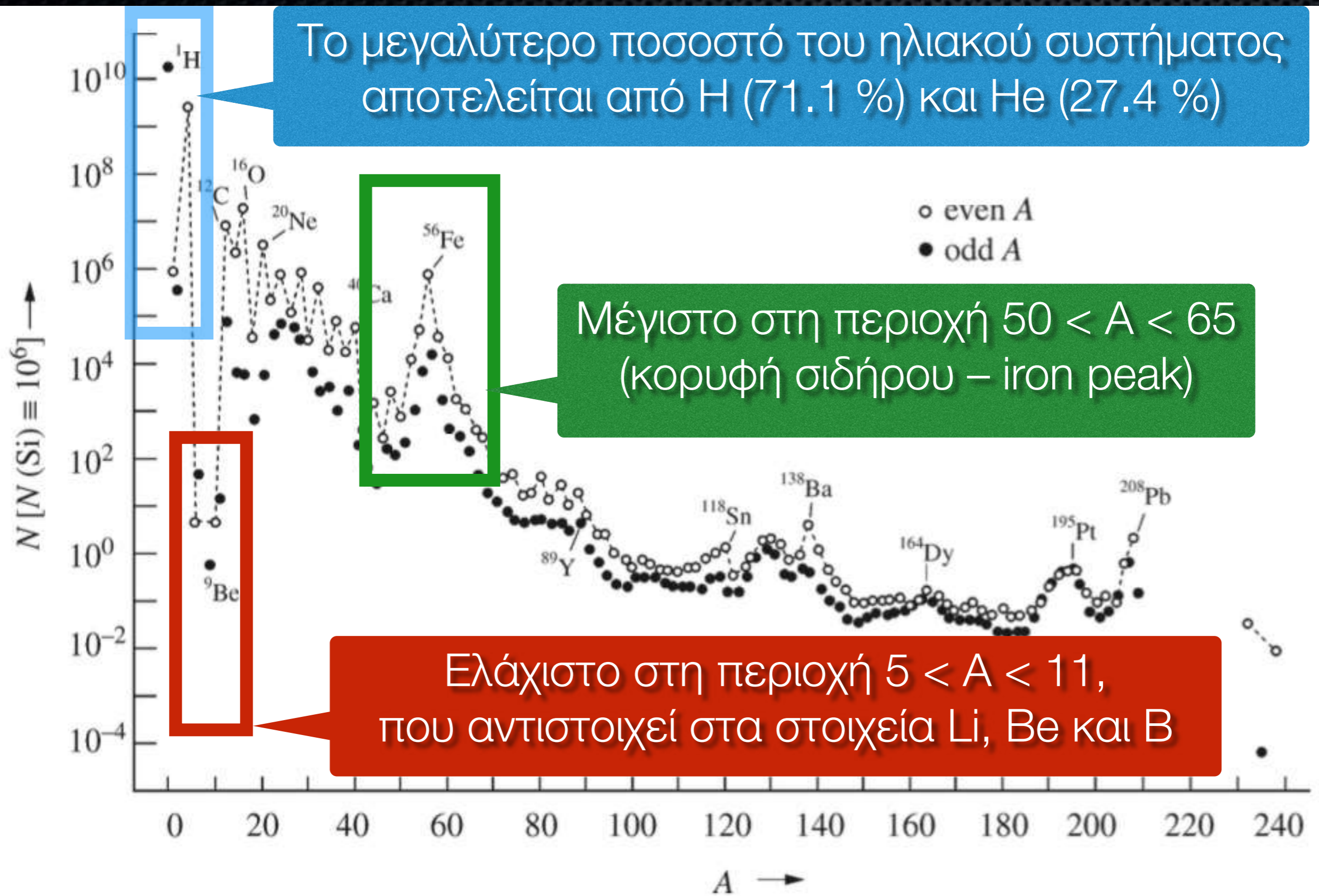
Το μεγαλύτερο ποσοστό του ηλιακού συστήματος αποτελείται από H (71.1 %) και He (27.4 %)



Το μεγαλύτερο ποσοστό του ηλιακού συστήματος αποτελείται από H (71.1 %) και He (27.4 %)



Μέγιστο στη περιοχή $50 < A < 65$
(κορυφή σιδήρου – iron peak)



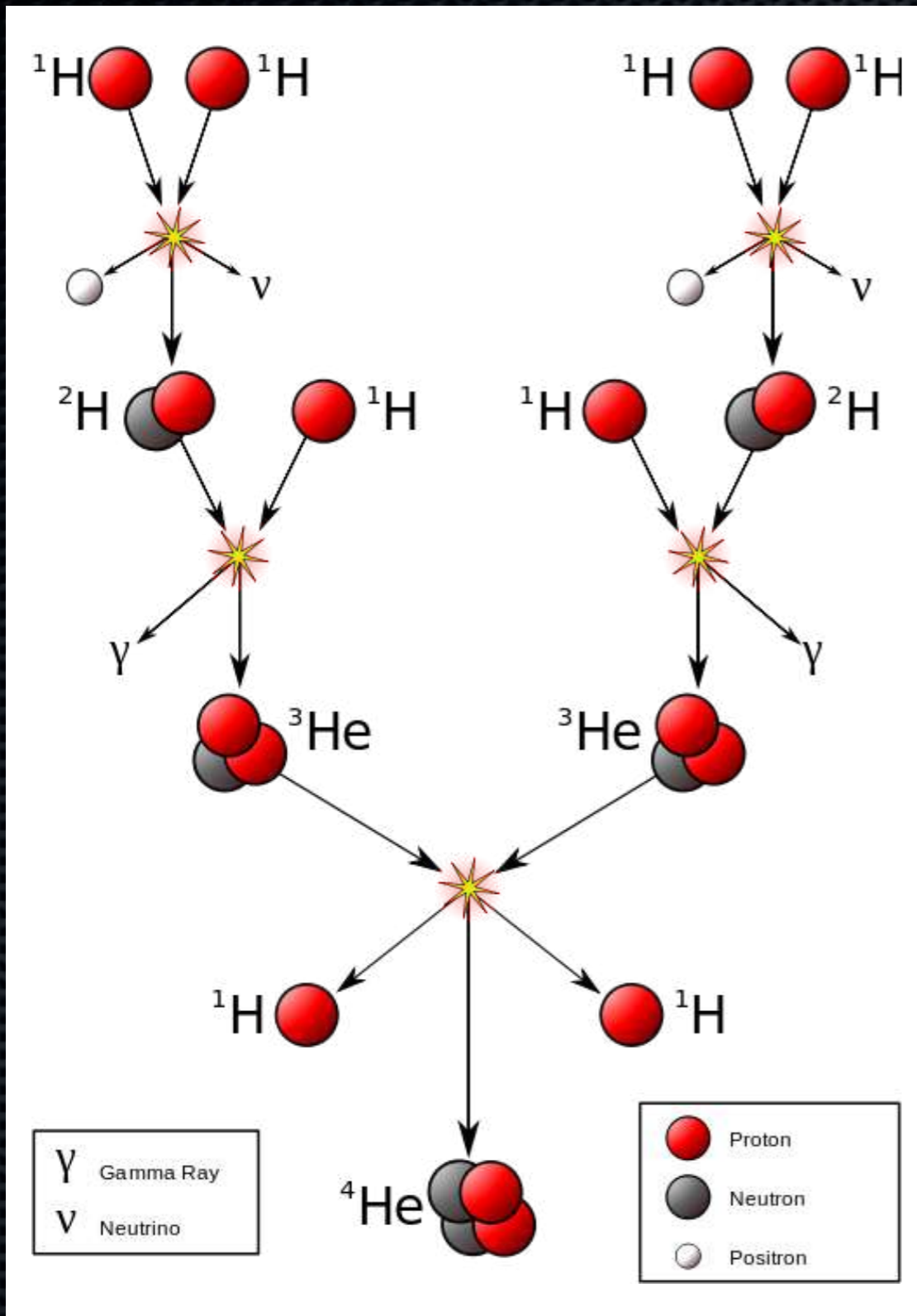
Βασικά ερωτήματα

- ✧ πώς εξηγούνται οι παρατηρούμενες περιεκτικότητες;
- ✧ πώς προήλθαν τα χημικά στοιχεία;
- ✧ τι ακολούθησε την κοσμογένεση;

Άστρα παντού!

- ✧ Βασικό πλεονέκτημα: ένα άστρο στη γειτονιά μας, ο ήλιος
- ✧ Δυναμικές συνθήκες επικρατούν στους γαλαξίες με εκροή ενέργειας
- ✧ Τι είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία αυτών των τεράστιων ποσών ενέργειας;

Καίγοντας τον ήλιο - κύκλος pp



τα ισότοπα

- ✱ τα στοιχεία χαρακτηρίζονται από το Z
(Χημεία!)
- ✱ τα ισότοπα χαρακτηρίζονται από το A

Σήμερα γνωρίζουμε πάνω από **3500** ισότοπα
~**30%** ανακαλύφθηκε τα τελευταία **20** χρόνια

REVIEWS OF MODERN PHYSICS

VOLUME 29, NUMBER 4

OCTOBER, 1957

Synthesis of the Elements in Stars*

E. MARGARET BURBIDGE, G. R. BURBIDGE, WILLIAM A. FOWLER, AND F. HOYLE

*Kellogg Radiation Laboratory, California Institute of Technology, and
Mount Wilson and Palomar Observatories, Carnegie Institution of Washington,
California Institute of Technology, Pasadena, California*

“It is the stars, The stars above us, govern our conditions”;
(*King Lear*, Act IV, Scene 3)

but perhaps

“The fault, dear Brutus, is not in our stars, But in ourselves,”
(*Julius Caesar*, Act I, Scene 2)

Η εργασία B²FH

A. Cameron



✧ Η πρώτη εργασία για την αστρική πυρηνοσύνθεση

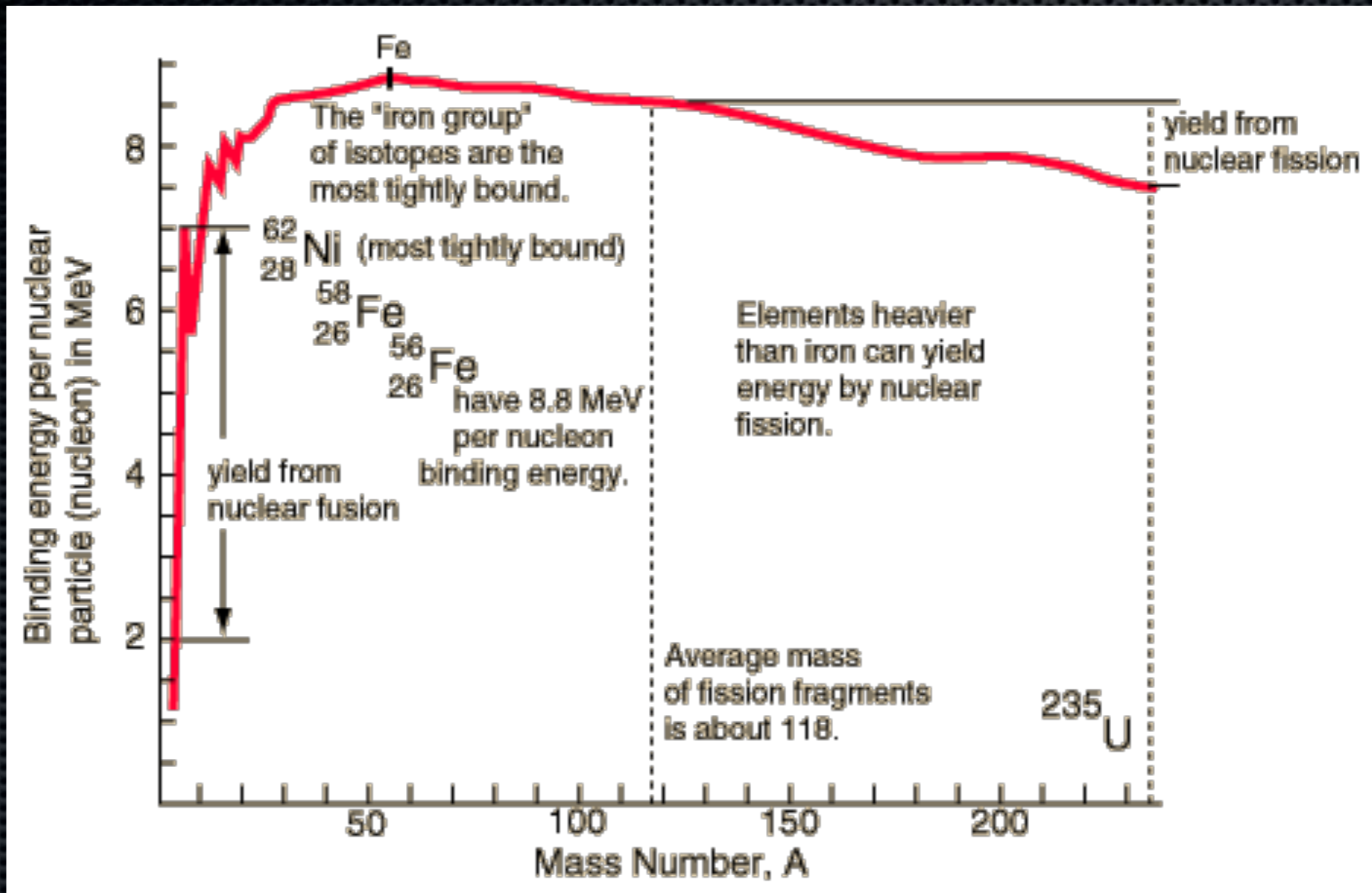
✧ Ισχυρίζονται την ύπαρξη διεργασιών που παράγουν βαριά στοιχεία, βαρύτερα από το σίδηρο (**s-process**, **p-process**, **r-process**)

✧ Προβλέπουν τη χημική συγκέντρωση των στοιχείων στο Σύμπαν

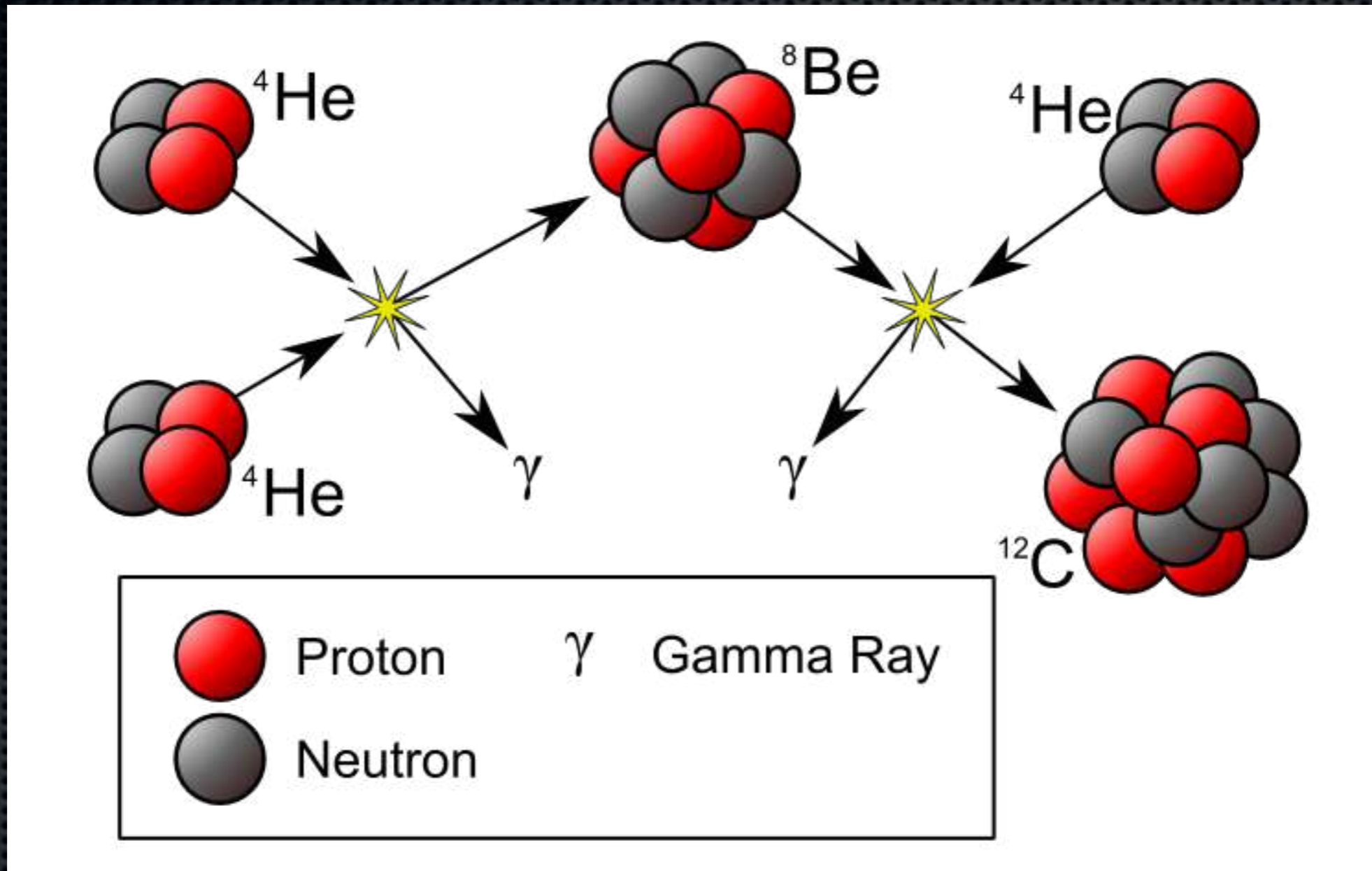


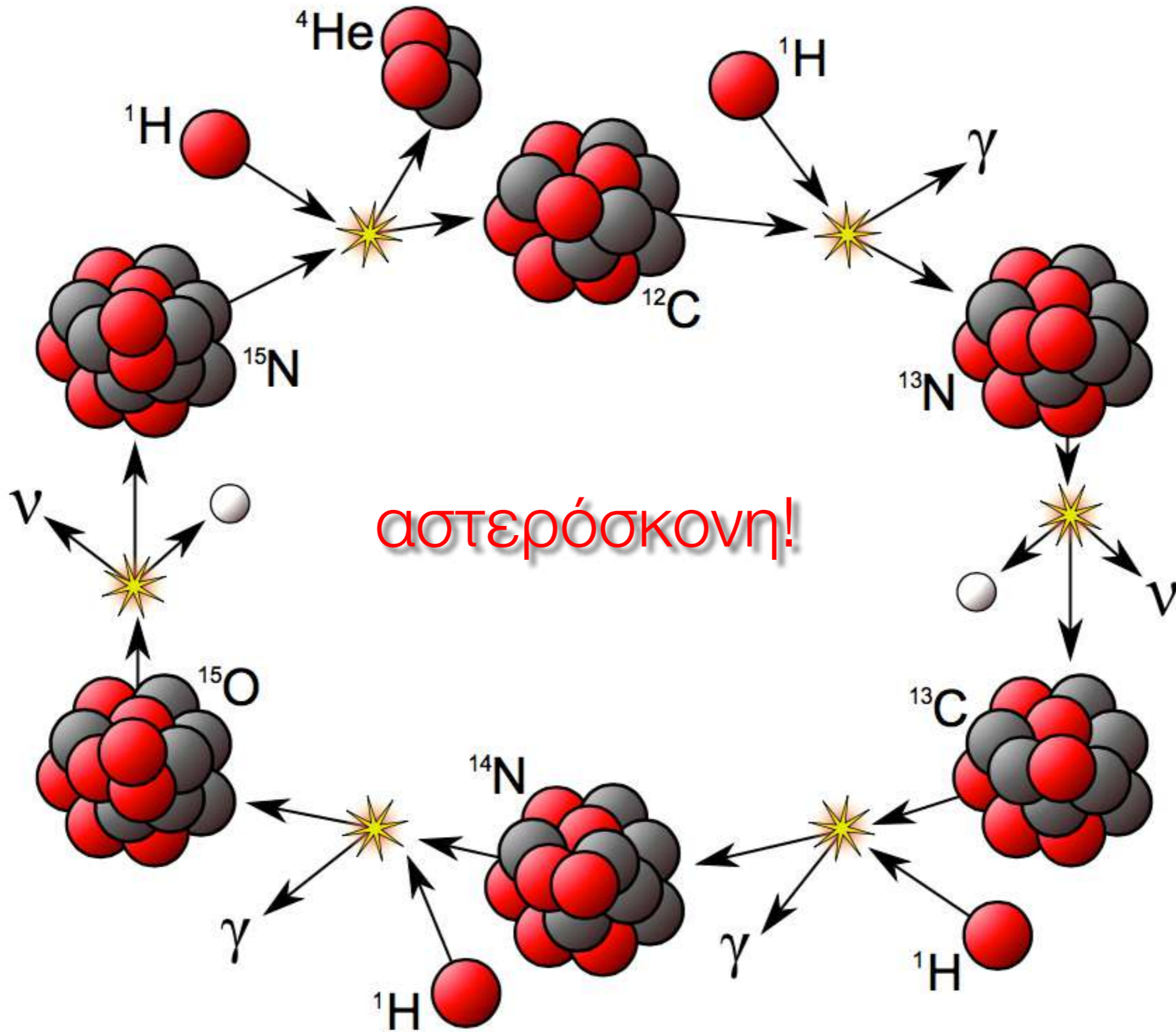
M. Burbidge G. Burbidge W. Fowler F. Hoyle

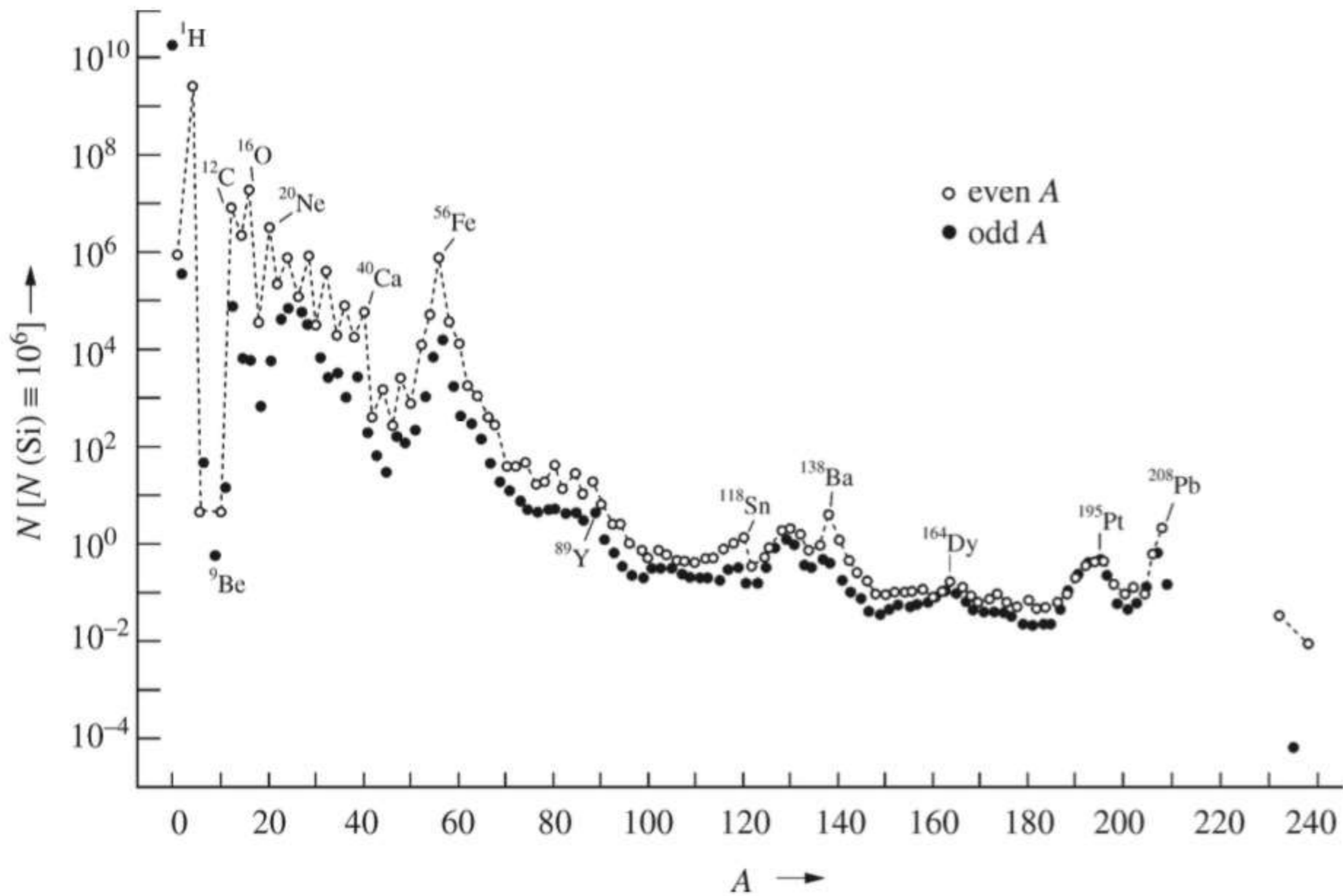
Σίδηρος: φονεύς γιγάντων



Τρία Άλφα



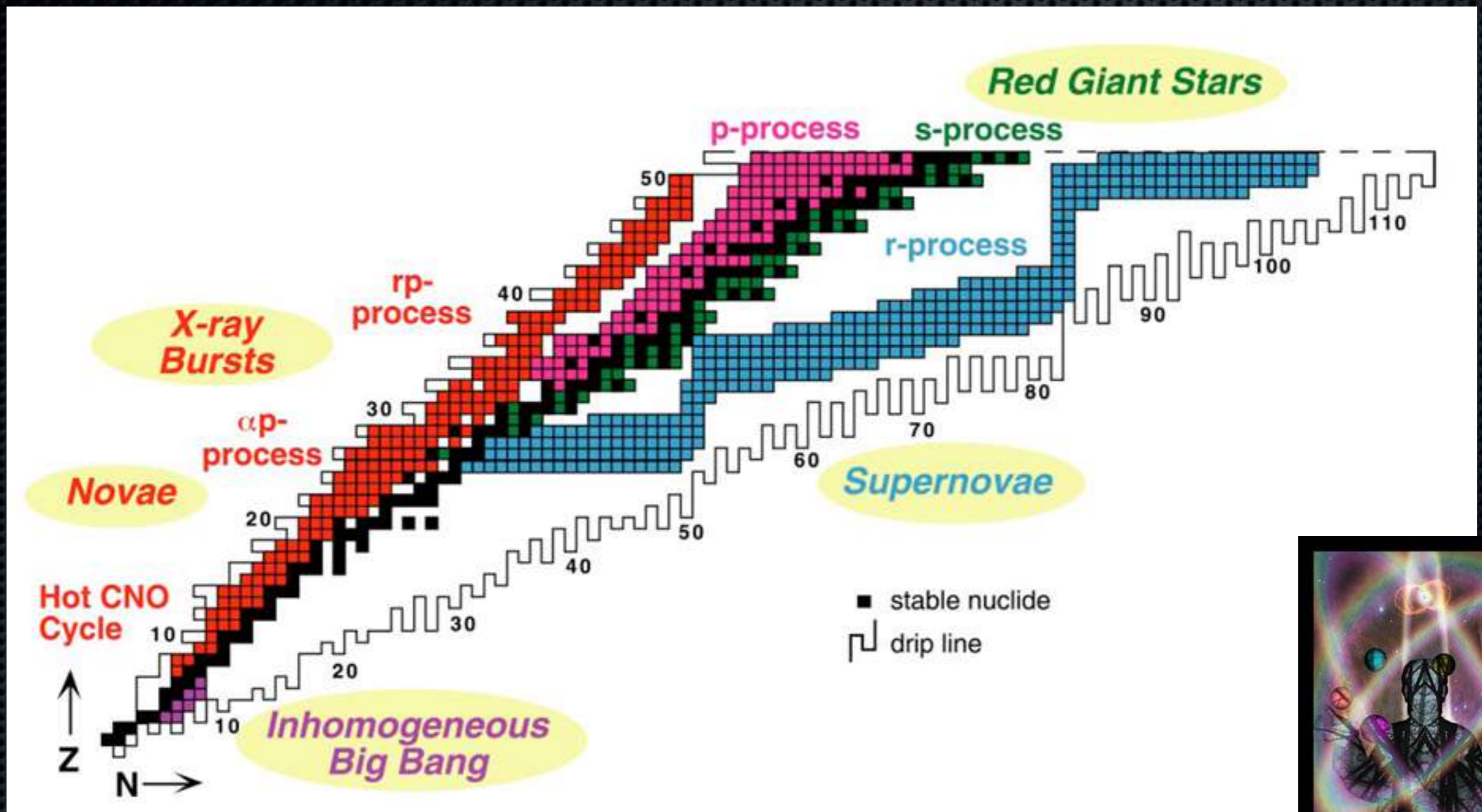




Ισότοπα βαρύτερα από το σίδηρο

- ✧ Καταλυτικής σημασίας οι ανταγωνιστικές διεργασίες της σύλληψης νετρονίου και της διάσπασης β
- ✧ Βασικές έννοιες: ρυθμός **καταστροφής** και ρυθμός **δημιουργίας** του κάθε ισοτόπου
- ✧ Το αστροφυσικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικό

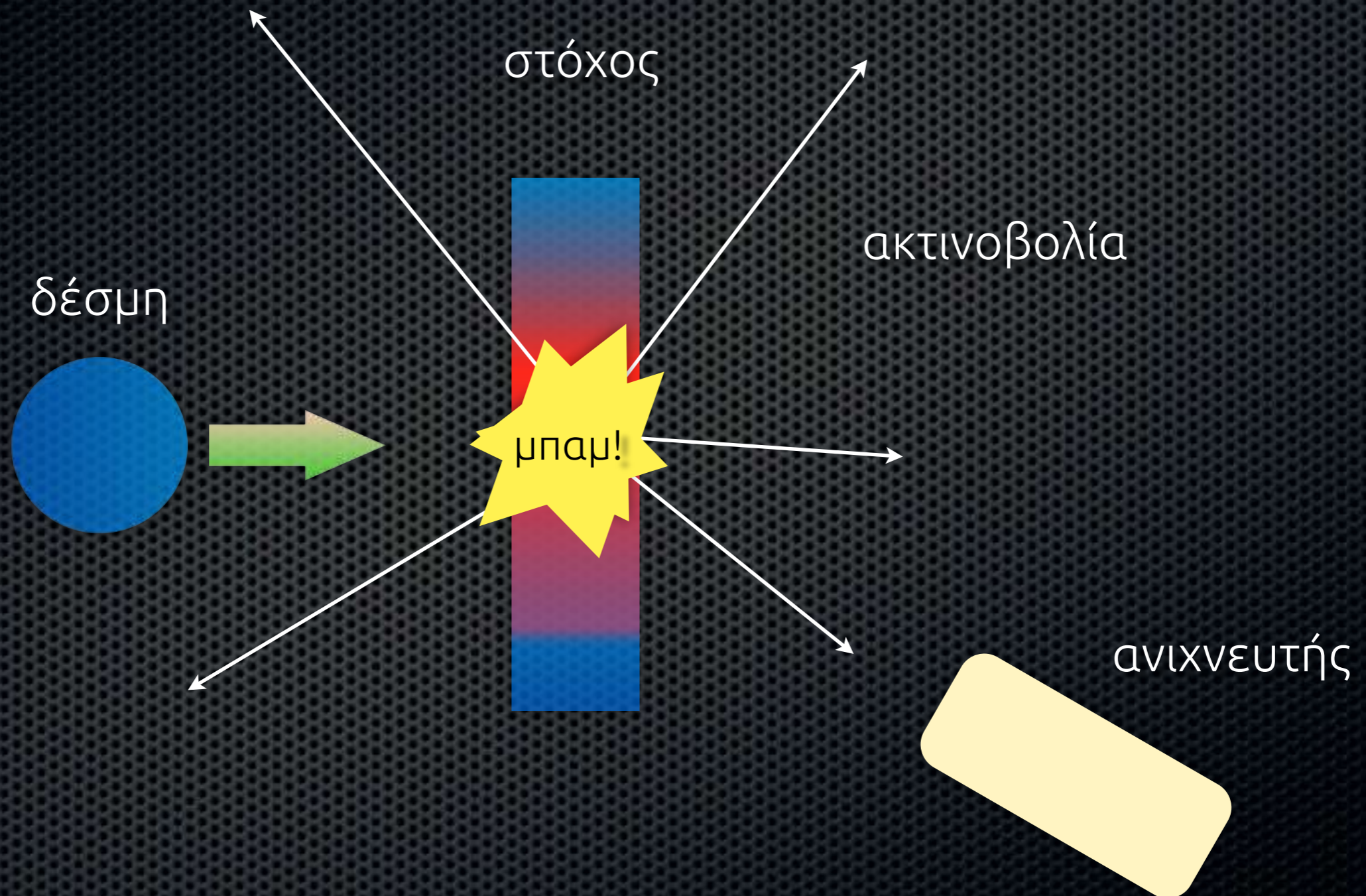
ΚΟΣΜΙΚΕΣ ΑΛΧΗΜΕΙΕΣ



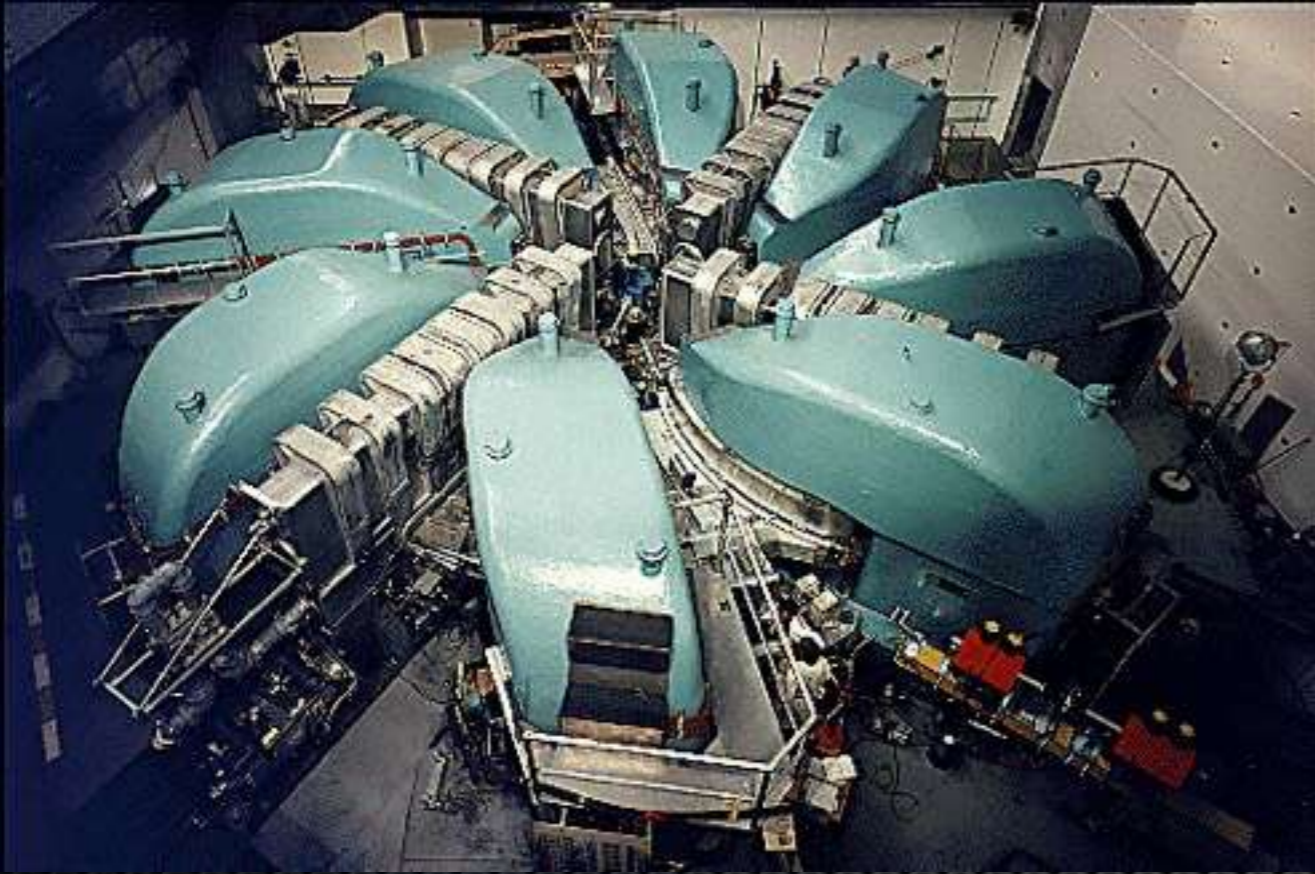
I - THE MAGICIAN

Μπορούμε
να πειραματιστούμε
με τα άστρα
στο εργαστήριο;

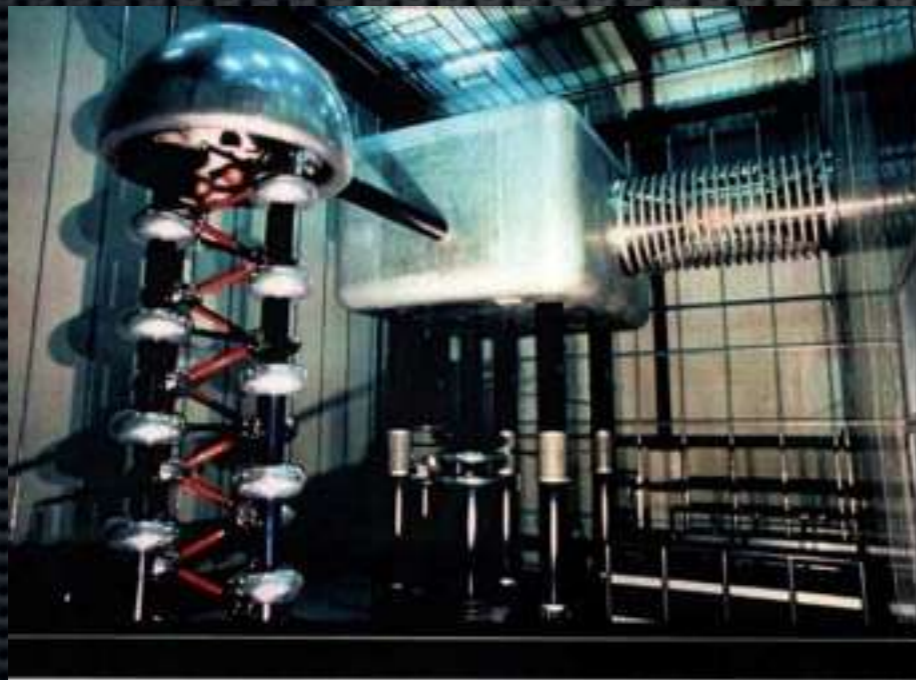
τυπικό πείραμα



ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΕΣ



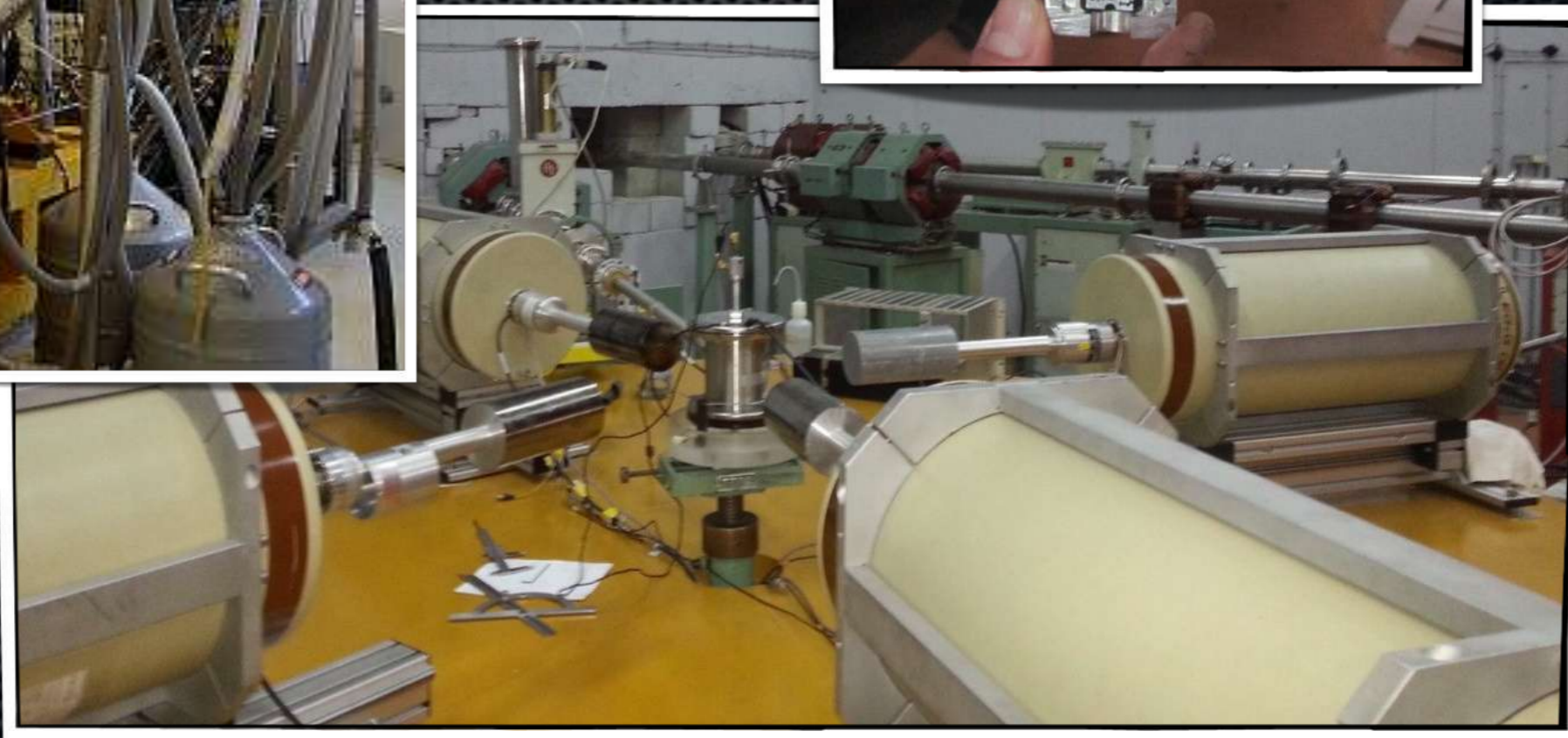
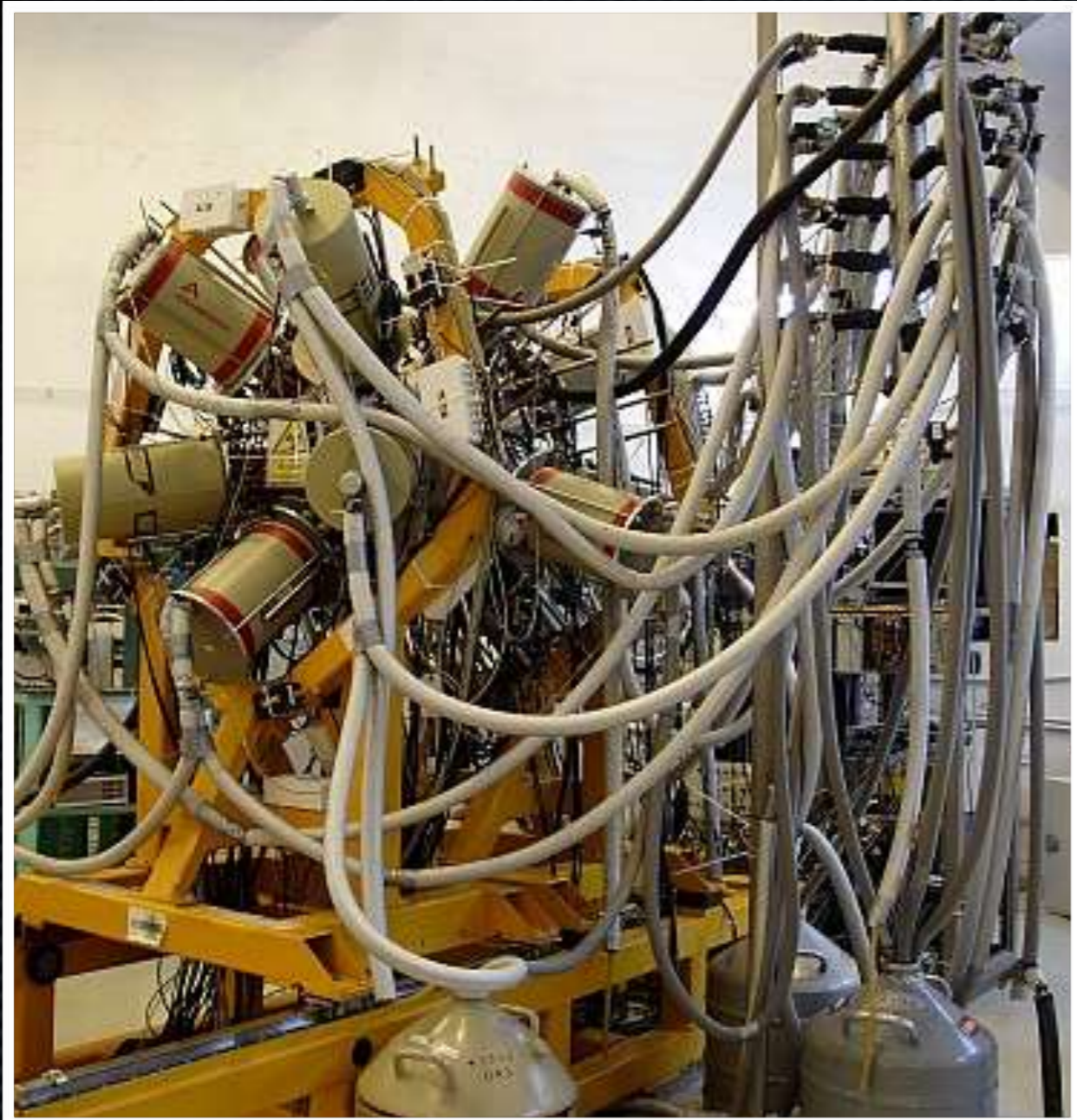
εικόνα: PSI



εικόνα: wikipedia



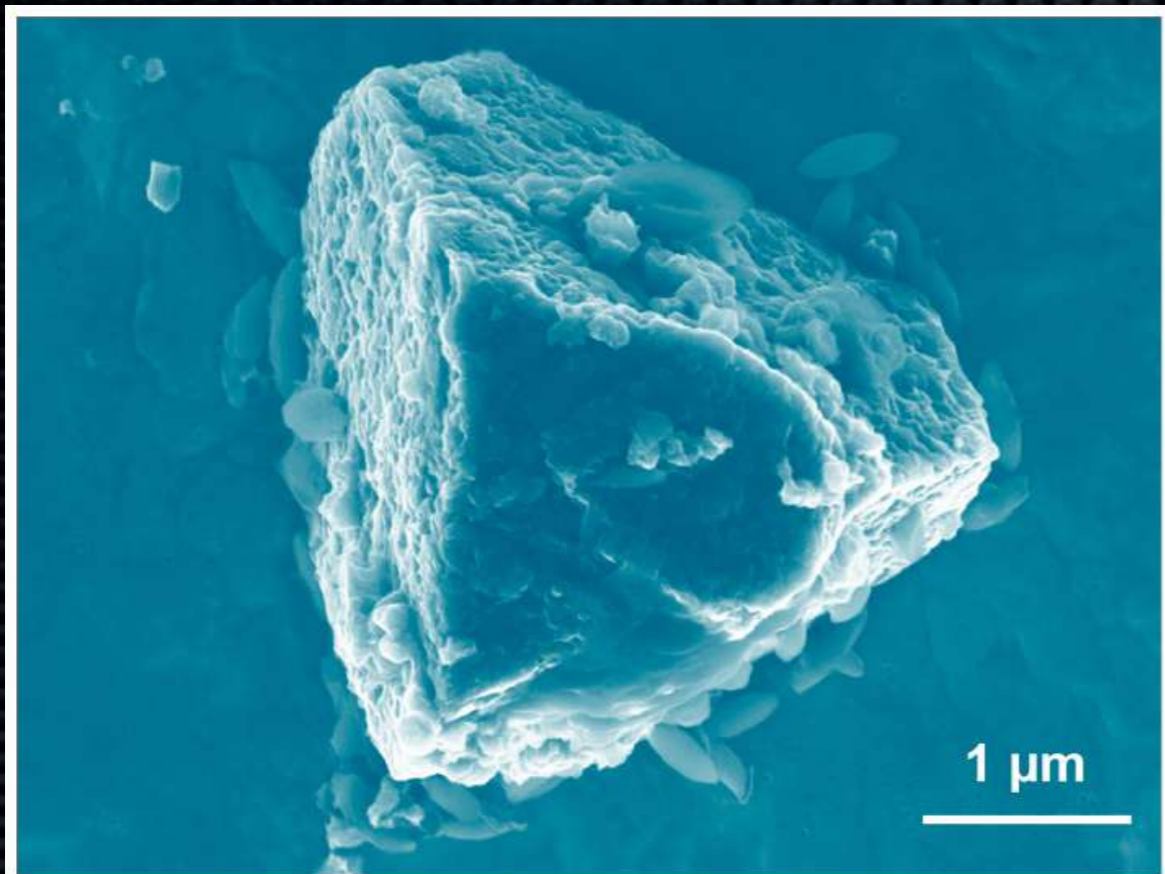
εικόνα: IFIN-HH



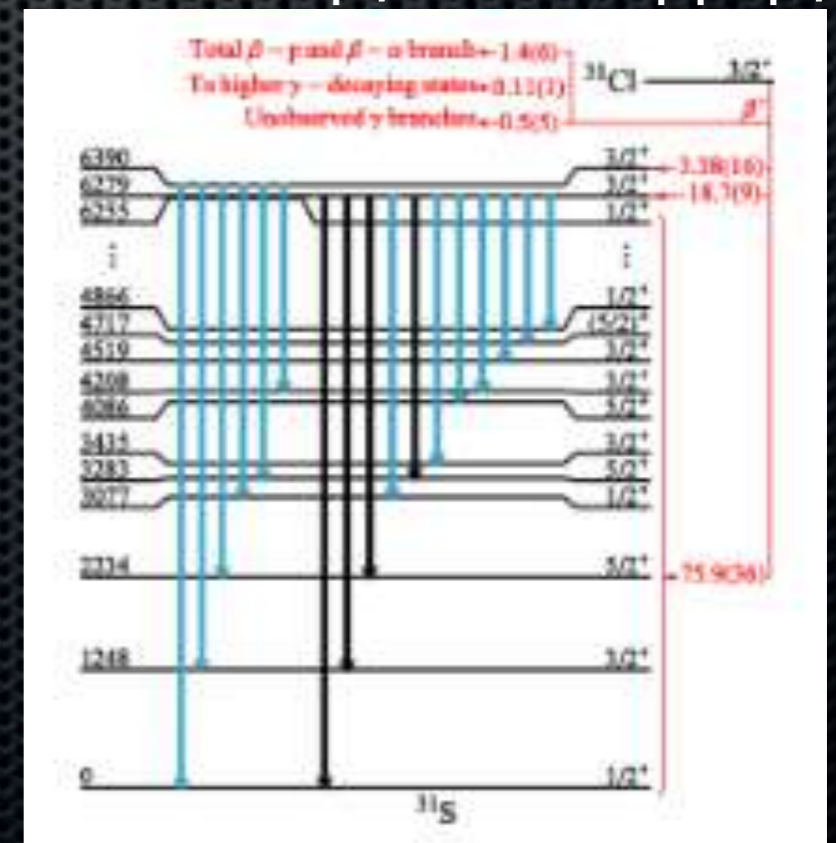
Νέα φαινόμενα, νέες ερμηνείες

Ανωμαλία στην περιεκτικότητα σε ^{30}Si σε δείγμα μετεωρίτη.

Νέες μετρήσεις αποδίδουν το φαινόμενο στο ρόλο του ασταθούς ^{30}P και της σύλληψης πρωτονίου



Electron microscope image of one of the silicon-carbide grains found in a meteorite. (Courtesy: J Huth, A Besmehn and J Kodolányi/Max Planck Institute for Chemistry)



10.1103/PhysRevLett.116.102502

Κοσμοσύνθεση και ζωή

Researchers find hints of supernova iron in bacteria microfossils:

First biological evidence of a supernova

^{60}Fe



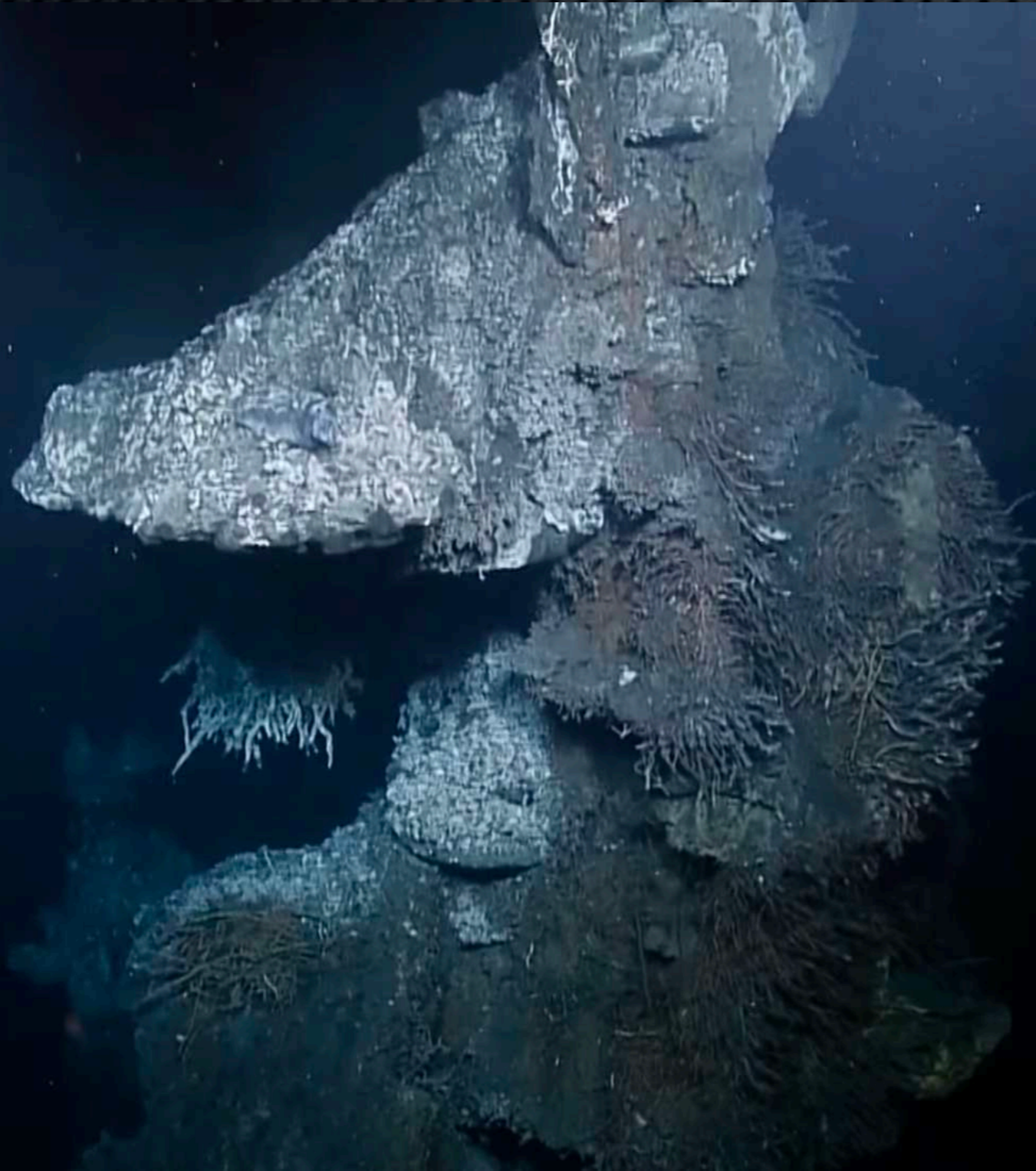
Cassiopeia A: Remnants of a supernova in the constellation Cassiopeia, about 11,000 light-years away. The stellar explosion took place about 330 years ago.

08.05.2013, *Research news*

In fossil remnants of iron-loving bacteria, researchers of the Cluster of Excellence Origin and Structure of the Universe at the Technische Universität München (TUM), found a radioactive iron isotope that they trace back to a supernova in our cosmic neighborhood. This is the first proven biological signature of a starburst on our earth. The age determination of the deep-drill core from the Pacific Ocean showed that the supernova must have occurred about 2.2 million years ago, roughly around the time when the modern human developed.

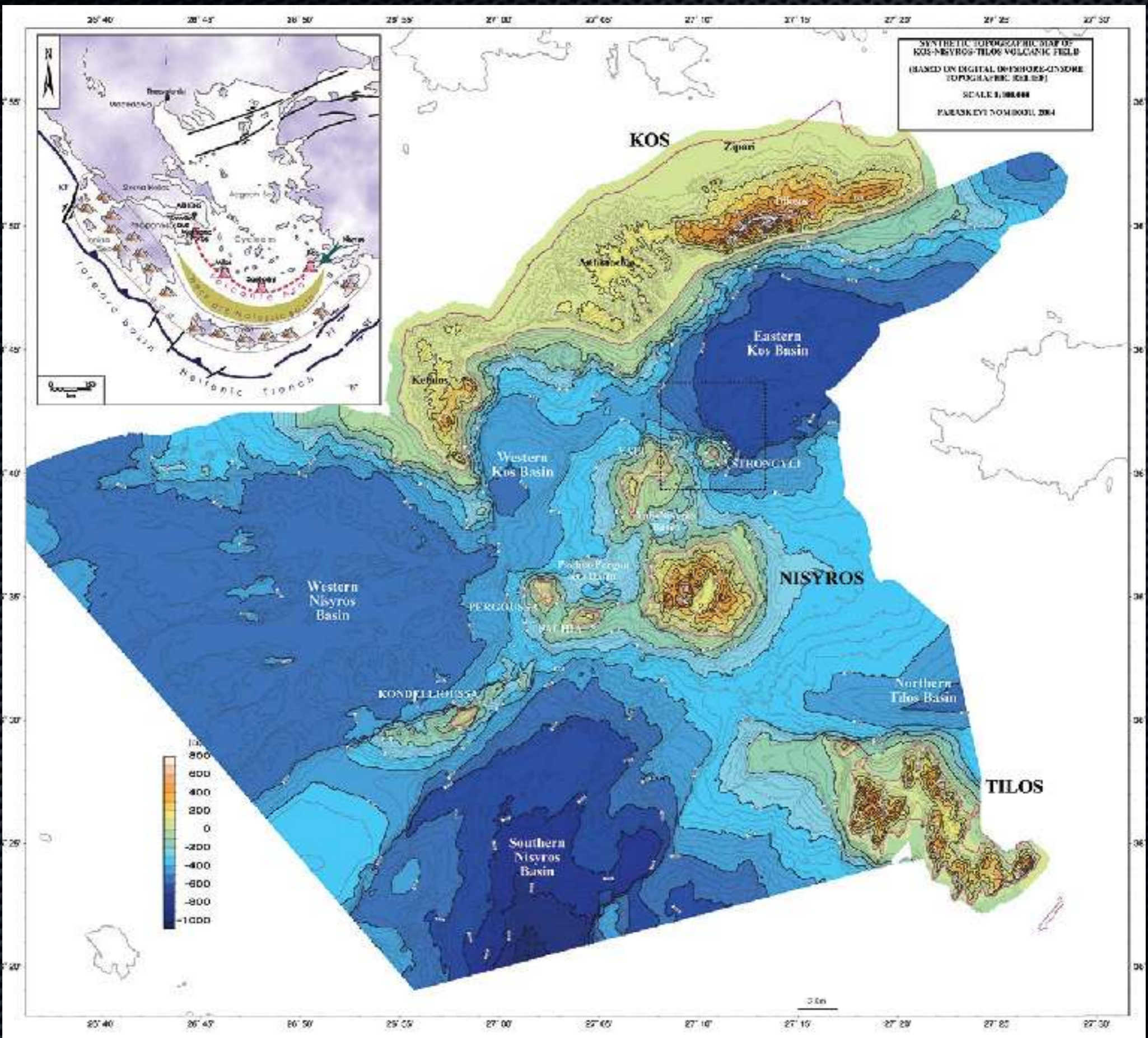
Most of the chemical elements have their origin in core collapse supernovae. When a star ends its life in a gigantic starburst, it throws most of its mass into space. The radioactive iron isotope Fe-60 is produced almost exclusively in such supernovae. Because its half-life of 2.62 million years is short compared to the age of our solar system, no supernova iron should be present on Earth. Therefore, any discovery of Fe-60 on Earth would indicate a supernova in our cosmic neighborhood. In the year 2004 scientists at TU München discovered Fe-60 on Earth for the first time in a ferromanganese crust obtained from the floor of the equatorial Pacific Ocean. Its geological dating puts the event around 2.2 million years ago.

Ραδιενέργεια στα βάθη των ωκεανών

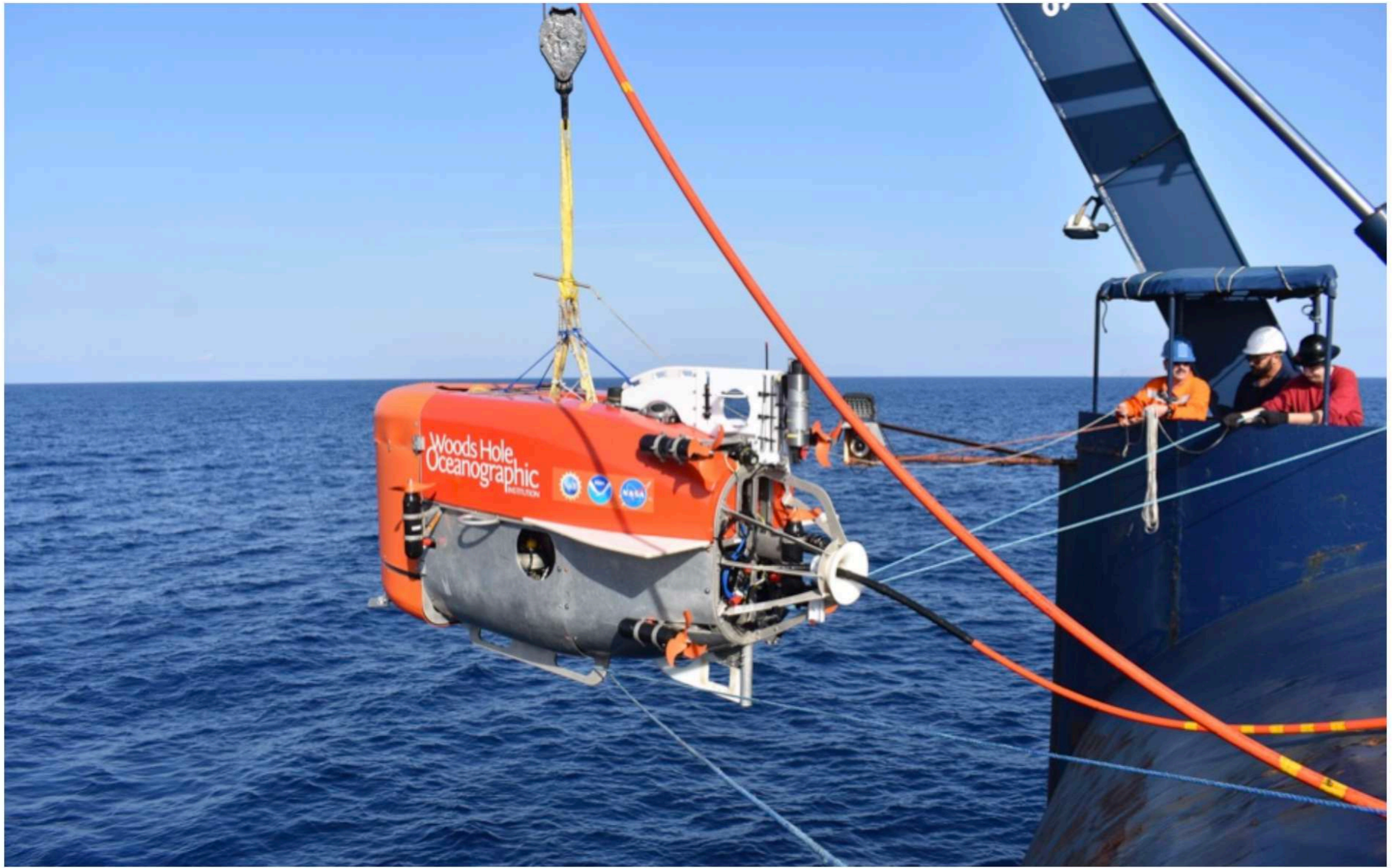




Scientists say submarine volcano Kolumbo, near Santorini, “breathes” every two minutes



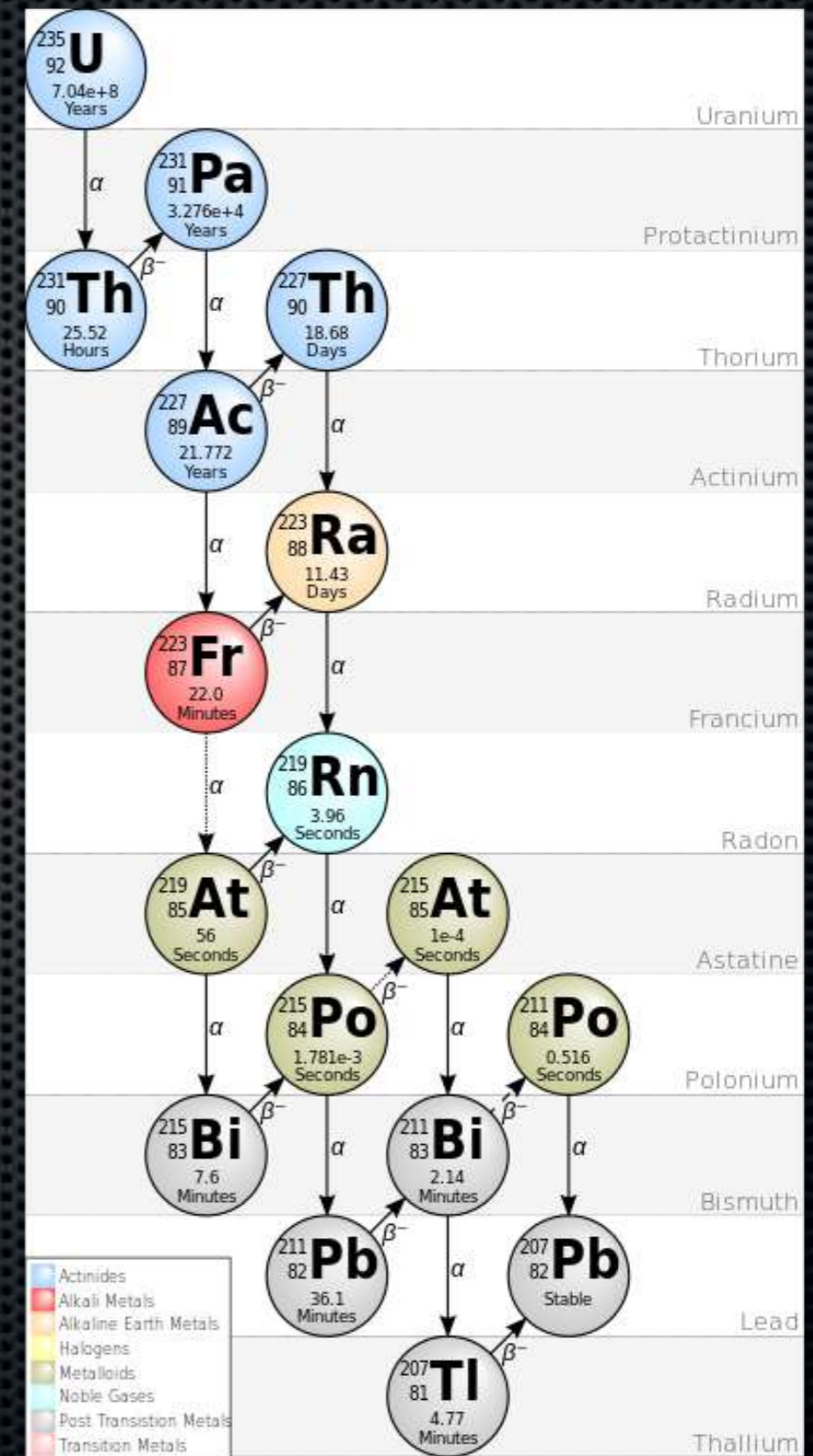
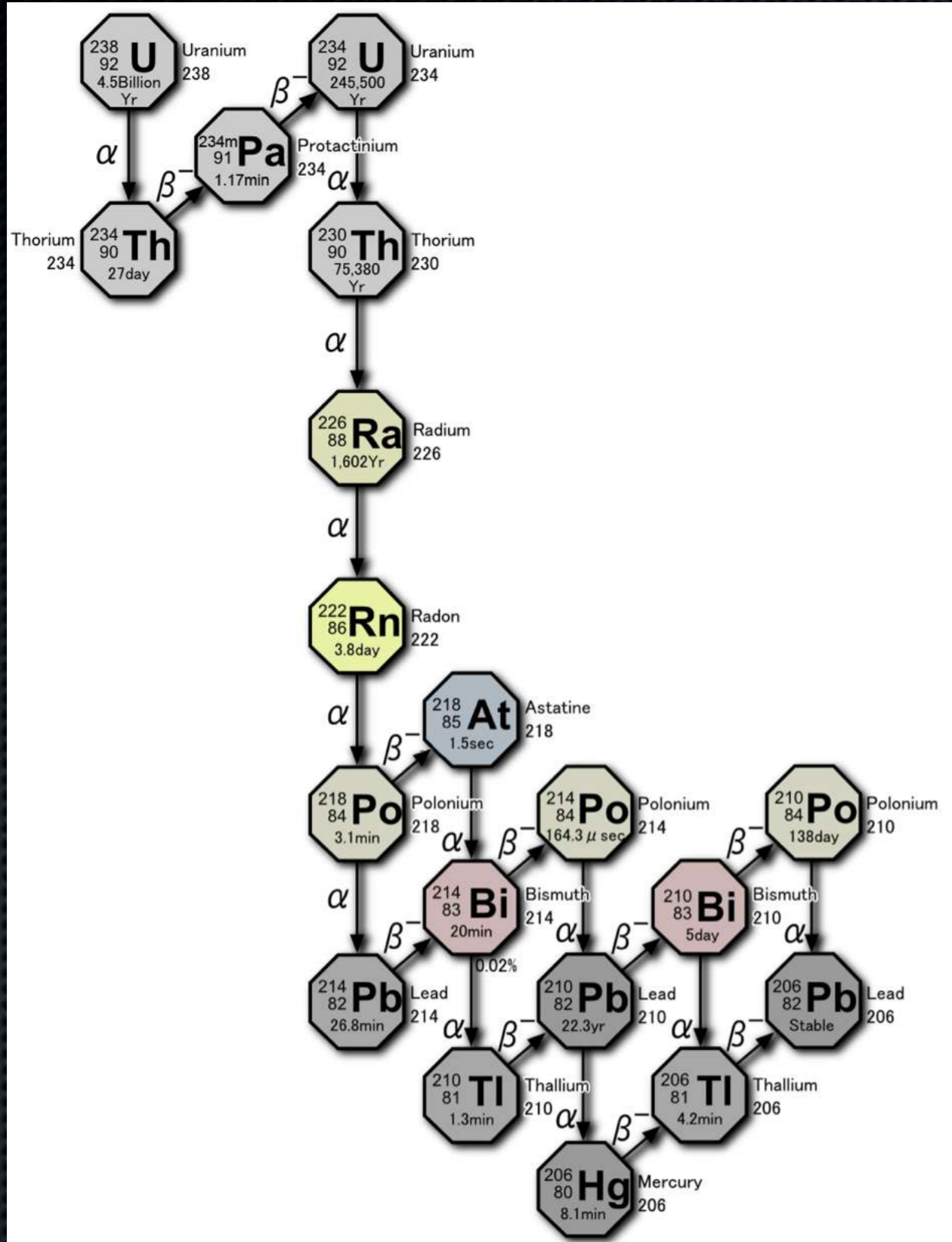
First Kolumbo, next the moons



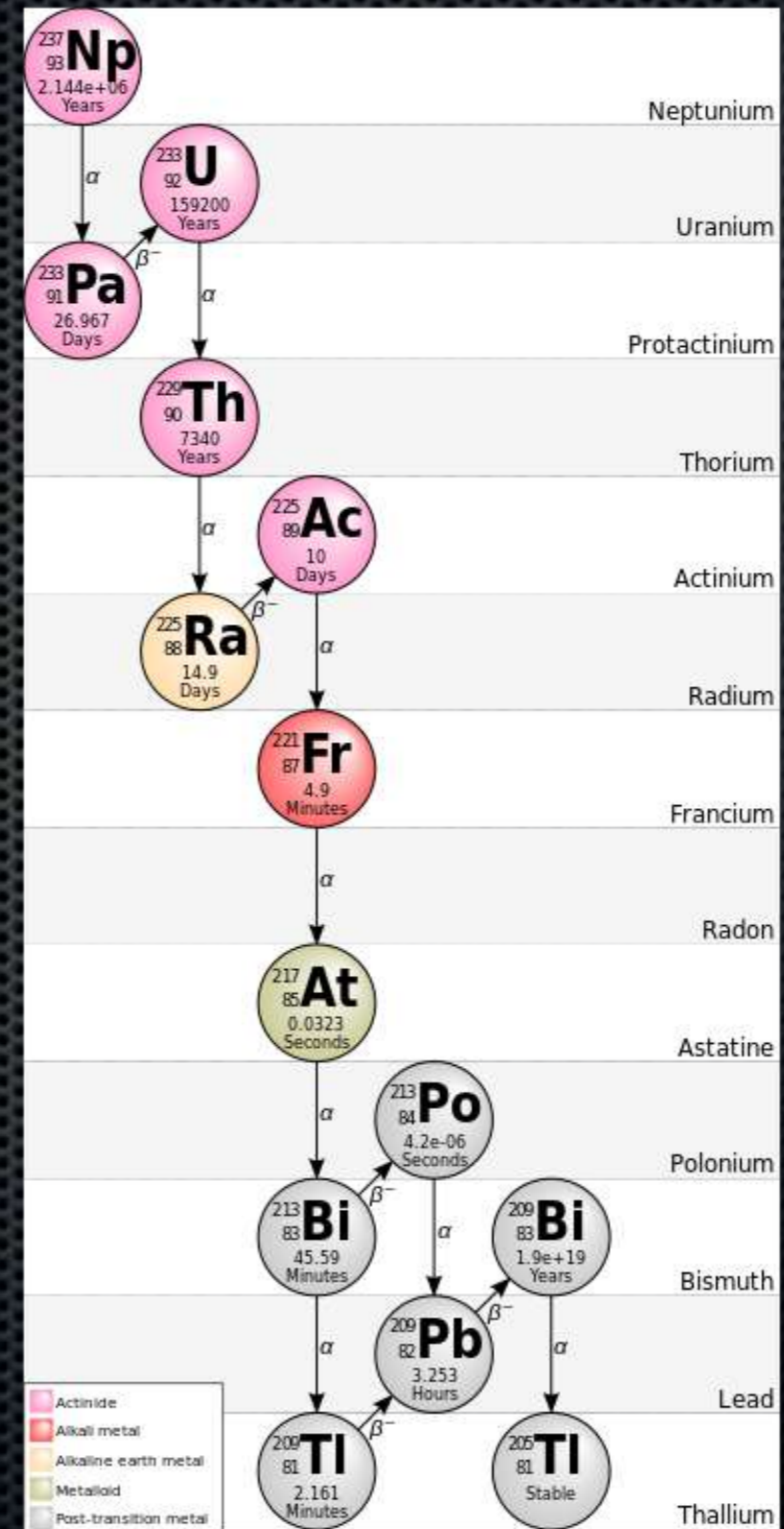
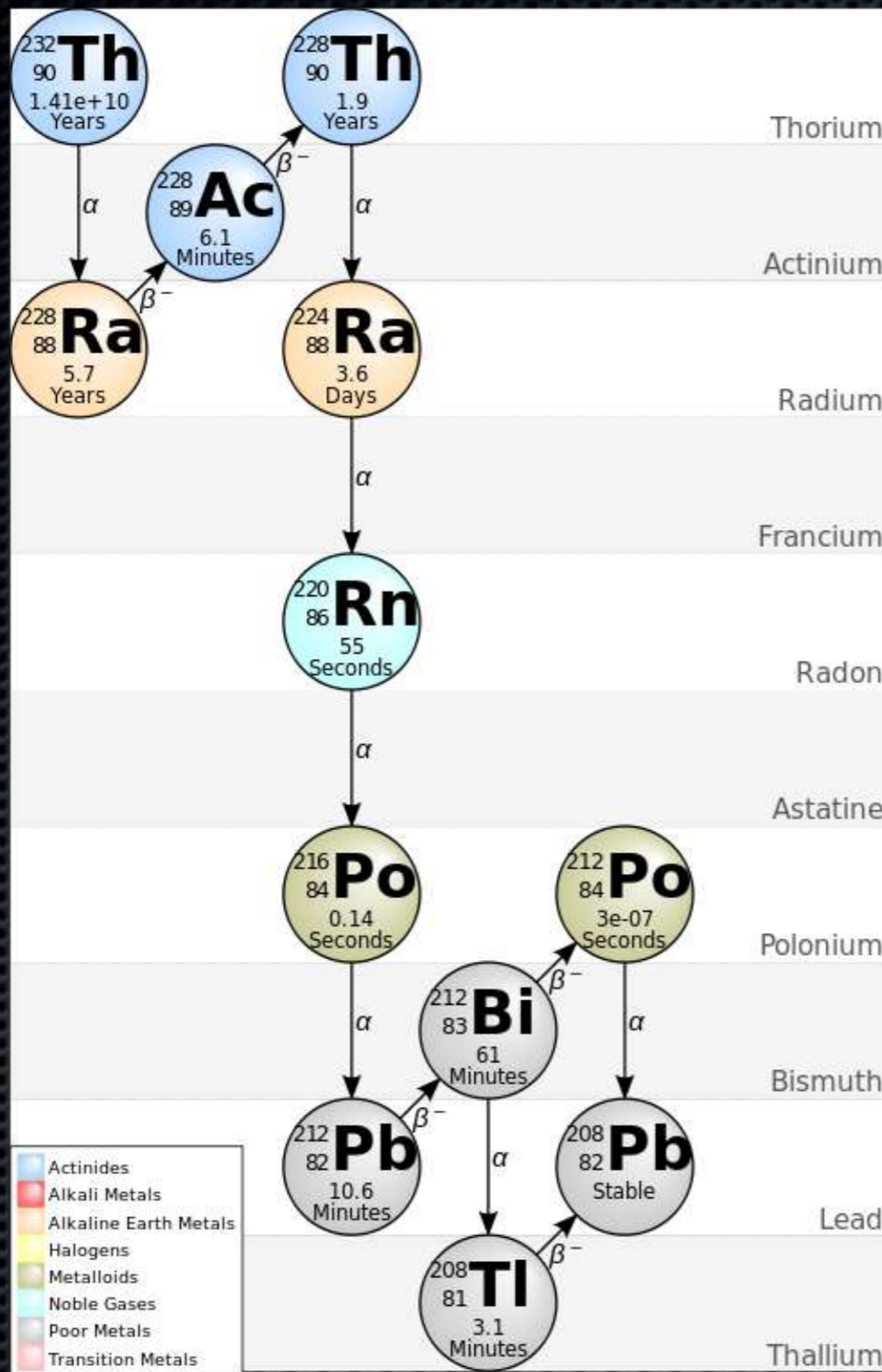


Υδροθερμικό πεδίο στη Μήλο

Ραδιενεργά ισότοπα στη φύση



Ραδιενεργά ισότοπα στη φύση



Εργαστήριο NuSTRAP/ΕΚΠΑ

Fig. 2. Evaporation of Barium.

Fig. 3. Barium foil before the second evaporation.

Fig. 4. Target layout.

Fig. 5. Stomach forward of the 500 and 520 keV transfer ion beam.

Fig. 11. Cross section ratio (Q to fission evaporation).

Fig. 12. Cross section ratio (Q to total fission).

Fig. 13. Normalized cross section and $\sigma_{fission}$ prediction for the present fission evaporation channel.

Fig. 14. Cross section of the fission channel and CHADG 1 prediction.

Experimental details

- The experiment took place at the 9MV Tandem Accelerator at IFIN-HH, Magurele, Romania
- Reaction $^{138}\text{Ba}(^{10}\text{B},^{10}\text{O})^{146}\text{Ba}$, at 61, 63, 65, 67 MeV (beam energy)
- The subsequent γ decay was detected using the ROSPHERE array with 15 HPGe and 10 LaBr₃(Ce) detectors [5]

Discussion and Future Directions

- A lower limit on lifetimes of the ground state band can be set. Need for use of DSAM codes to further constrain the value
- The relative cross sections of $^{138}\text{Ba}(^{10}\text{B},^{10}\text{O})^{146}\text{Ba}$ have been measured with respect to other channels as a function of energy at energies below the Coulomb barrier. Useful information for future experiments
- Changes in the experimental technique - possibly slinger technique for the measurement of the gs band lifetimes
- Use of radioactive beam and Coulomb excitation technique, which will result in direct measurement of the B(E2)

Acknowledgements

The present work is supported by the Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI) and the General Secretariat for Research and Technology (GSRT), under the RF4F Postdoctoral grant (G.A. No. 7011/2015). Partial support is from the School of Science (SNT) of the National and Kapodistrian University of Athens and the Institute of Atomic and Nuclear Physics (IANP).

Handwritten notes on a whiteboard, including diagrams of detector setups and numerical data. The text includes:

- LAB 6961
- THEO 6853
- GYPOPEIO 6719
- stable p.p. NuSTRAP array
- 195 134. 93. 73
- 195 134. 93. 1
- 255. 255. 255. 0
- 195 134. 100. 90
- 6724

The laboratory setup on a desk includes:

- A large white plastic container labeled "TENNELEC OAK RIDGE, TENNESSEE, U.S.A." sitting on a wooden board.
- A stack of dark grey lead bricks on the left.
- A computer workstation with a monitor displaying a spectrum, a keyboard, and a tower PC.
- Various electronic instruments, including a digital multimeter and a signal processor, connected to the system.

RAMONES



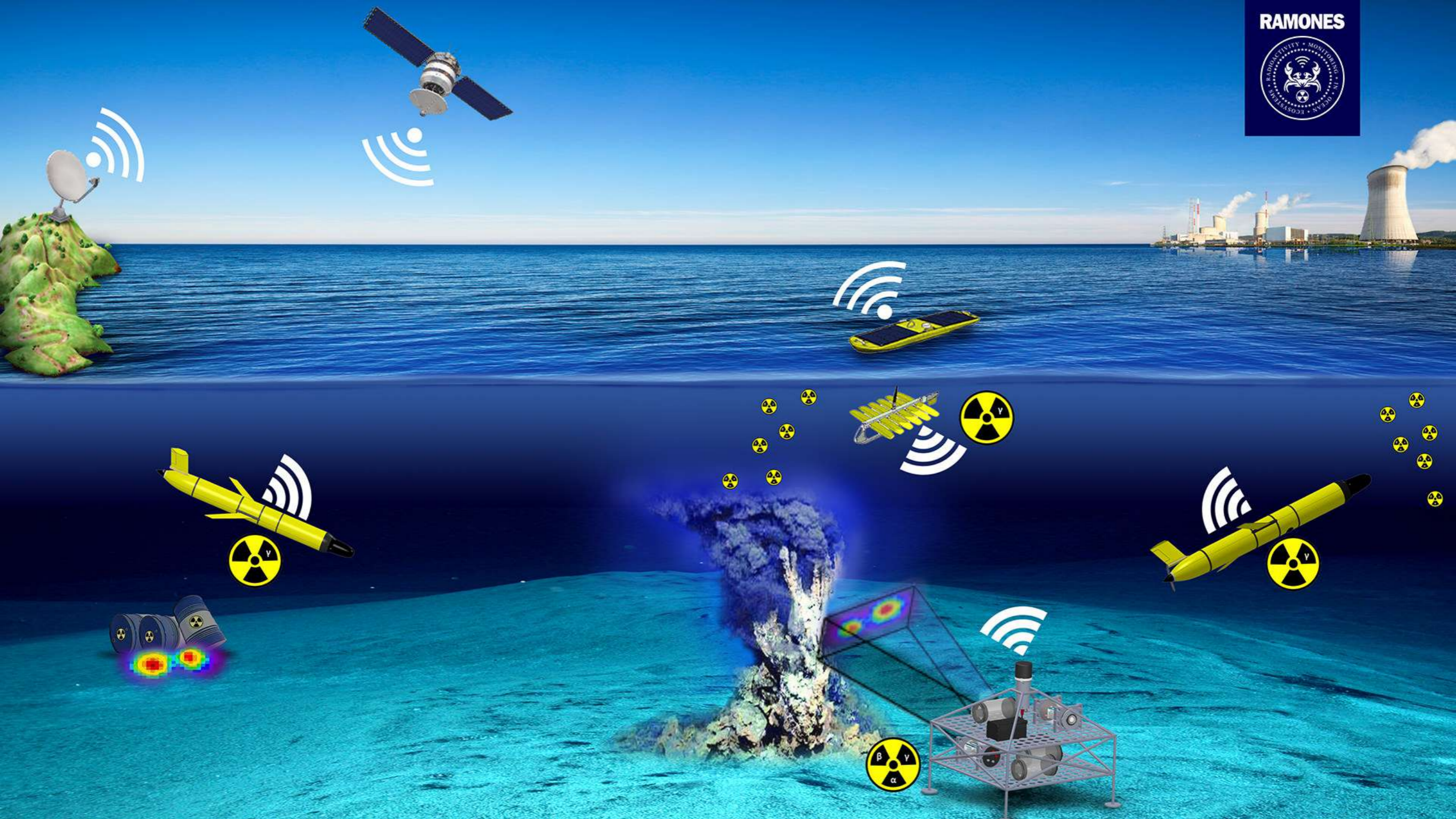
Radioactivity Monitoring in Ocean Ecosystems



www.ramones-project.eu



RAMONES receives funding from European Union under Horizon 2020 FET Proactive Programme
via Grant Agreement No. 101017808



RAMONES

ΝΕΑ ΟΡΓΑΝΑ
ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΝΕΑ
ΑΥΤΟΝΟΜΑ
ΡΟΜΠΟΤ
ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ
ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ
ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ
ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ
ΒΑΘΗ

ΤΕΧΝΗΤΗ
ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ
ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ
ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ
ΑΜΕΣΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ
ΦΥΣΙΚΩΝ
ΚΙΝΔΥΝΩΝ

RAMONES

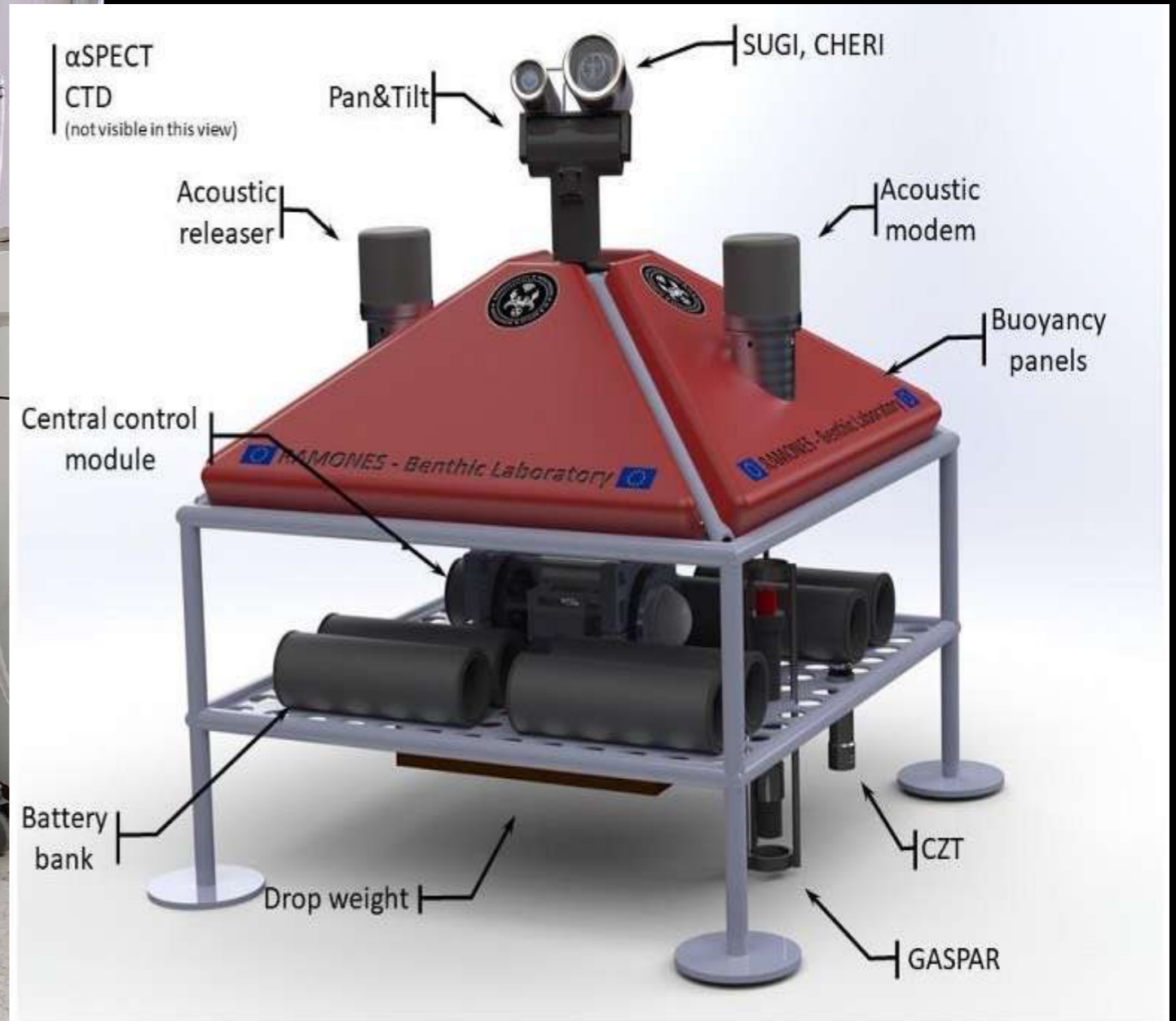




RAMONES



NuSTRAP Lab



Ιχνηλάτες ραδιενέργειας

- ✧ Σκοπός μας είναι η κατανόηση φαινομένων σε όλες τις κλίμακες
- ✧ Βασική ΚΑΙ εφαρμοσμένη φυσική
- ✧ Υπεύθυνη και έγκυρη αντιμετώπιση φυσικών και τεχνητών κινδύνων μέσω επένδυσης στην καινοτομία και την πρωτοπορία στην επιστήμη και την τεχνολογία

κλείνοντας...

Εμβολιαστείτε
σώζει ζωές!