30 ΧΡΟΝΙΑ

Το περιοδικό του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ.

Φαινόμενον

Περίοδος Δ' | Τεύχος 36 | Ιούνιος 2022

ISSN: 2529-1874/2529-1875 (online)

Που πήγαν όλοι τους;

Σελίδα 8

Βαρυτικοί φακοί και δακτύλιοι Αϊνστάιν **Σελίδα 3**

Τσέρνομπιλ ...ένα μεγάλο πυρηνικό ατύχημα που μας απασχολεί ακόμα και σήμερα **Σελίδα 13**

Τα μυστικά του πίνακα Salvator Mundi **Σελίδα 15**

Η ακτινοβολία Σύγχροτρον και η προσπάθεια για την ένταξη της Ελλάδας στο ESRF **Σελίδα 21**

Πλανητική άμυνα και η διαστημική αποστολή DART **Σελίδα 19**

Το ταξίδι του Αρκτούρου: Αστρονομικές και ναυτικές ιστορίες στην άλλη μεριά της Γης **Σελίδα 24**

phenomenon.physics.auth.gr

Φαινόμενον

Περίοδος Δ΄ ·Τεύχος 36
Ιούνιος 2022
Περιοδική έκδοση του Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ. (προεδρία Δ. Μελά)

συντακτική ομάδα

Επιτροπή εκδόσεων, σεμιναρίων και προβολής του Τμήματος Φυσικής

Μ. Κατσικίνη · Ε. Βίγκα · Σ. Κασσαβέτης · Χ. Σαραφίδης · Ν. Χαστάς ·Π. Πατσαλάς ·Α. Λασκαράκης · Ι. Τσιαούσης

—

Δ. Ευαγγελινός

στο τεύχος αυτό συνεργάστηκαν

Μαρία Κατσικίνη
(Αναπλ. Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής)
Ραφαέλα Κούμπουλα
(Μεταπτυχιακή φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)
Νίκη Λαγιόκαππα
(Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)
Τάσος Λιόλιος
(Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Ευγενία Μανωλίδου-Χατζή
(Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)
Παντελής Παπαδόπουλος
(Αναπλ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Χάρης Σαραφίδης
(Επίκ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Σπύρος Τζαμαρίας
(Καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Ομάδα Αστροδυναμικής
(Σπουδαστήριο Μηχανικής Τμ. Φυσικής)

Εκτύπωση
COPYCITY Ε.Π.Ε.

ψηφιακή έκδοση

http://phenomenon.physics.auth.gr

E-mail επικοινωνίας:
phenomenon@physics.auth.gr

facebook: τμήμα φυσικής απθ & περιοδικό "φαινόμενον"

ISSN: 2529-1874 ·2529-1882 (online)

σημείωμα της σύνταξης

Το «ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ» κλείνει φέτος τα 30 του χρόνια. Ευχόμαστε να συνεχίσει να έχει τη στήριξη των μελών του τμήματος και των φοιτητών/τριών του. Αυτό το τεύχος, πέρα από ένα μικρό αφιέρωμα για τα 30 χρόνια του περιοδικού, περιέχει άρθρα για τη βαρυτική εστίαση, την επίδραση του Ρωσο-Ουκρανικού πολέμου στα επίπεδα ραδιενέργειας του Τσέρνομπιλ, τα μυστικά του πίνακα Salvator Mundi και τη συμβολή φυσικοχημικών μεθόδων στη μελέτη του. Περιέχει επίσης άρθρα για την διαστημική αποστολή DART, την ακτινοβολία Σύγχροτρον και την προσπάθεια ένταξης της Ελλάδας στο ESRF καθώς και ένα άρθρο για την πιθανότητα ύπαρξης εξωγήινων πολιτισμών. Ευχάριστη προσθήκη αποτελεί ένα φωτογραφικό ημερολόγιο αποστολής στη Χαβάη για αστρονομικές παρατηρήσεις. Και όπως πάντα, δεν λείπουν τα επιστημονικά νέα και τα νέα του Τμήματος.

Η ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

περιεχόμενα

Επιστημονικά νέα	**1**
Βαρυτική εστίαση και δακτύλιοι Αϊνστάιν	**3**
Quo vadis humanus?	**8**
Τσέρνομπιλ: Ένα μεγάλο πυρηνικό ατύχημα που μας απασχολεί ακόμη και σήμερα	**13**
Τα μυστικά του πίνακα Salvator Mundi	**15**
Πλανητική άμυνα και η διαστημική αποστολή DART	**19**
Η ακτινοβολία Σύγχροτρον και η προσπάθεια για την ένταξη της Ελλάδας στο ESRF	**21**
Ημερολόγιο αποστολής	**24**
30 χρόνια «Φαινόμενον»	**27**
Συνέβησαν στο Τμήμα	

Εξώφυλλο: Αλέξανδρος Μυλωνάς (φοιτητής Τμ. Φυσικής)

πνευματικά δικαιώματα

Το δημοσιευμένο υλικό στο περιοδικό αυτό προστατεύεται από Copyright. Το υλικό δημοσιεύεται υπό όρους που καθορίζονται από την Creative Commons Public License και απαγορεύεται κάθε χρήση του με διαφορετικές προϋποθέσεις από αυτές που καθορίζονται από την άδεια. Είστε ελεύθεροι να διανείμετε, αναπαράγετε, κατανείμετε, διαδώσετε, διασκευάσετε το έργο αυτό με τις ακόλουθες προϋποθέσεις: Η *αναφορά στο έργο* πρέπει να γίνει κατά τον τρόπο που καθορίζεται από το συγγραφέα ή το χορηγό της άδειας (αλλά όχι με τρόπο που να υποδηλώνει ότι παρέχουν επίσημη έγκριση σε σας ή για χρήση του έργου από εσάς). Εάν αλλοιώσετε, τροποποιήσετε ή δομήσετε πάνω στο έργο αυτό, η διανομή του παράγωγου έργου μπορεί να γίνει μόνο υπό τους όρους της ίδιας, παρόμοιας ή συμβατής άδειας.

Δείτε αναλυτικά τους όρους:
http://creativecommons.org/licences/by-sa/3.0/

Οι απόψεις που παρουσιάζονται σε κάθε κείμενο εκφράζουν το συγγραφέα του και όχι υποχρεωτικά τη συντακτική ομάδα του περιοδικού.

επιστημονικά νέα

Χάρης Σαραφίδης
Επίκουρος Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής

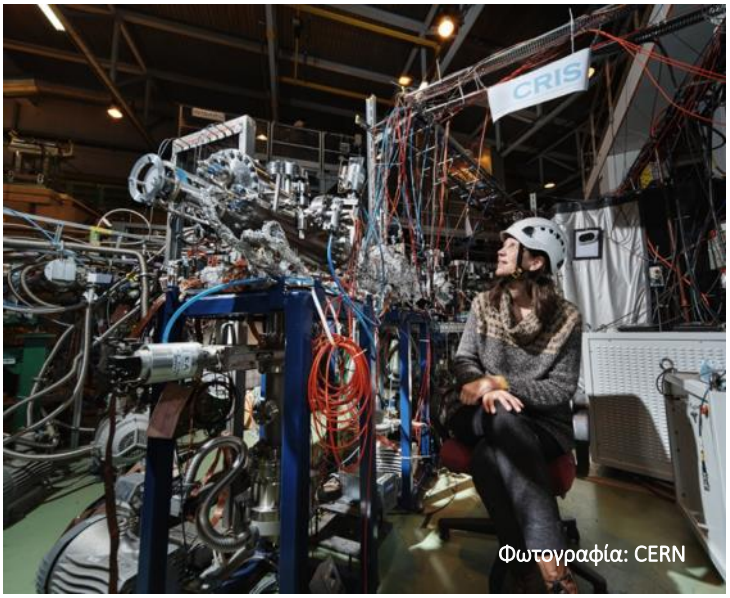
Φωτογραφία: World Meteorological Organization

Το τελευταίο φαινόμενο La Niña ξεκίνησε στο βόρειο ημισφαίριο τον Σεπτέμβριο του 2020 και οι προβλέψεις δείχνουν ότι υπάρχει περίπτωση να συνεχιστεί και μέσα στο 2023. Θα είναι μόλις η τρίτη φορά από την δεκαετία του 1950 που θα εμφανιστεί το συγκεκριμένο φαινόμενο για τρία συνεχή έτη. Συνοδεύεται από αυξημένο κίνδυνο για πλημμύρες στη Νοτιοανατολική Ασία αλλά ταυτόχρονα προκαλεί και ξηρασία στην Βόρειο Αμερική, ενώ επηρεάζει και πολλά άλλα καιρικά φαινόμενα σε διάφορα μέρη του κόσμου. Το φαινόμενο La Niña εμφανίζεται όταν ενισχύονται οι ανατολικοί άνεμοι στον Ειρηνικό ωκεανό μετατοπίζοντας υγρές αέριες μάζες δυτικά και μειώνοντας την θερμοκρασία και την υγρασία στον ανατολικό Ειρηνικό ωκεανό. Λόγω του μεγέθους του Ειρηνικού οι επιπτώσεις είναι μεγάλες και εκτείνονται στις γειτονικές ηπείρους αλλά ακόμη και στα συστήματα καταιγίδων του Ατλαντικού ωκεανού. Οι κυκλοφορίες των αέριων μαζών αλλά και των θαλασσίων ρευμάτων που καθορίζουν τα καιρικά φαινόμενα και κατ' επέκταση το κλίμα του πλανήτη μας είναι περίπλοκα φαινόμενα, ευαίσθητα στις αλλαγές.

Φωτογραφία:
Tyler Jones για UF/IFAS

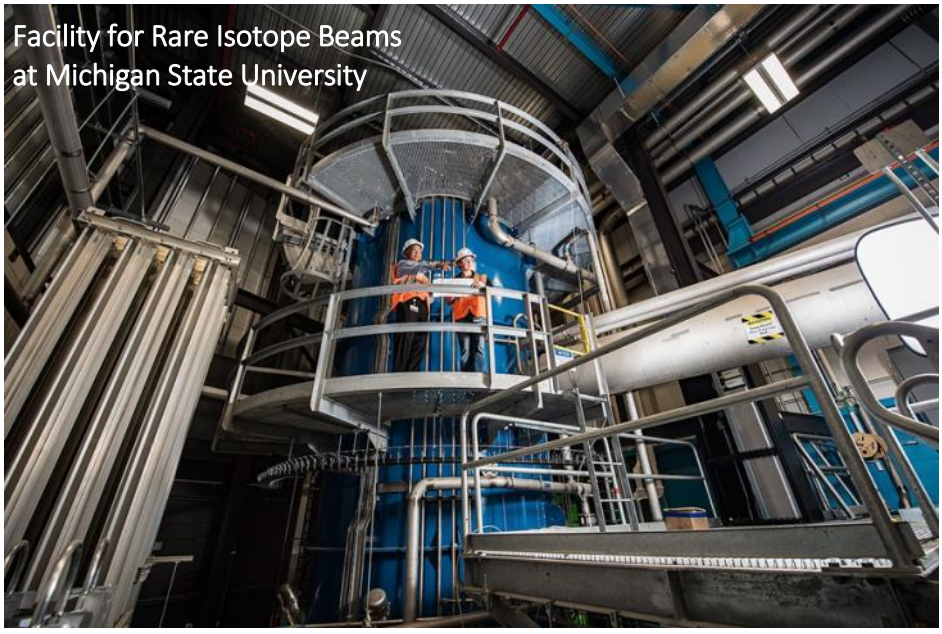
Σε ένα πολύ ενδιαφέρον πρόγραμμα με χρηματοδότηση από τη NASA, επιστήμονες από τις ΗΠΑ φύτεψαν κάρδαμο σε χώμα που είχε μεταφερθεί στη Γη από την Σελήνη με τις αποστολές Απόλλων. Τα φυτά αναπτύχθηκαν στο προφανώς άγνωστο για αυτά υλικό. Όμως ο ρυθμός ανάπτυξής τους ήταν χαμηλότερος από άλλα φυτά του ιδίου είδους που φυτεύτηκαν σε χώμα από τον δικό μας πλανήτη και βρίσκονταν δίπλα στις ίδιες συνθήκες, ενώ το ίδιο ίσχυε και για τις ρίζες των φυτών, αποδεικνύοντας ότι το σεληνιακό χώμα δεν ευνόησε την ανάπτυξή τους αλλά τα φυτά ρύθμισαν τον μεταβολισμό τους ώστε να καταφέρουν να επιβιώσουν. Ο εμπλουτισμός του χώματος με θρεπτικές ουσίες μπορεί να βελτιώσει το αποτέλεσμα. Η επιλογή του κάρδαμου έγινε γιατί ο γενετικός του κώδικας είναι πλήρως αποκωδικοποιημένος και οι επιστήμονες μπόρεσαν να μελετήσουν σε βάθος το πως τα συστατικά του χώματος επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών. Η εξήγηση των αποτελεσμάτων είναι ξεκάθαρη και εύκολα κατα-

νοητή, καθώς οφείλεται στην έλλειψη πολλών θρεπτικών συστατικών στα οποία έχουν προσαρμοστεί τα φυτά της Γης, αλλά τέτοιες μελέτης δίνουν στους επιστήμονες πολύ σημαντικές πληροφορίες, οι οποίες θα συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της επισιτιστικής κρίσης.



Φωτογραφία: CERN

Επιστήμονες στην Ιαπωνία, εργαζόμενοι στην μεγάλη διάταξη Superconducting Analyzer for Multi-particles from Radio Isotope Beams (SAMURAI) παρατήρησαν πειραματικά μία δομή συμβατή με διάταξη τεσσάρων νετρονίων. Είναι γνωστό ότι δομές ελεύθερων νετρονίων είναι σπάνιες, εκτός από την περίπτωση των αστέρων νετρονίων όπου ισχυρές βαρυτικές δυνάμεις κρατούν τα σωματίδια σε δομές με τεράστια πυκνότητα. Μόλις το 2012 είχε παρατηρηθεί πειραματικά μία διάταξη δύο νετρονίων. Είναι γνωστό επίσης ότι ένα ελεύθερο νετρόνιο μέσα σε λίγα λεπτά θα διασπαστεί σε ένα πρωτόνιο, ένα ηλεκτρόνιο και ένα αντινετρίνο. Η διάταξη που παρατηρήθηκε ήταν τύπου συντονισμού, ένα είδος εξωτικών καταστάσεων οι οποίες συχνά ονομάζονται σωματίδια XYZ, καθώς δεν ταιριάζουν απόλυτα στο συμβατικό μοντέλο (Quark Model). Η συγκεκριμένη παρατήρηση θα βοηθήσει σημαντικά στην μελέτη της φύσης των πυρηνικών αλληλεπιδράσεων, καθώς οι θεωρητικές προσεγγίσεις τέτοιων διατάξεων είναι ακόμη ελλιπείς και ιδιαίτερα στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ νετρονίων, συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση των πυρηνικών δυνάμεων.


Facility for Rare Isotope Beams
at Michigan State University

Ολοκληρώνεται το καλοκαίρι στο East Lansing των ΗΠΑ η εγκατάσταση του επιταχυντή FRIB (Facility for Rare Isotope Beams). Το μεγάλο αυτό επιστημονικό όργανο, κόστους περίπου όσο η βασική γραμμή του μετρό της Θεσσαλονίκης, θα χαρτογραφήσει εξωτικούς ατομικούς πυρήνες συμβάλλοντας στην παραγωγή γνώσης σε πολλούς τομείς της φυσικής, από την φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων μέχρι και την κοσμολογία. Ο επιταχυντής μήκους 450 μέτρων θα χρησιμοποιεί ιόντα Ουρανίου τα οποία θα χτυπούν σε έναν στόχο γραφίτη με ενέργεια 200 MeV και θα διασπώνται, παράγοντας νέα ισότοπα στοιχείων. Κάποια από αυτά θα οδηγούνται σε έναν δεύτερο επιταχυντή ο οποίος θα προσομοιάζει τις συνθήκες μιας έκρηξης σουπερνόβα. Την εργαλειοθήκη των επιστημόνων, που αναμένεται να οδηγήσει σε σημαντικές ανακαλύψεις θα συμπληρώσει η ευρωπαϊκή διάταξη FAIR, που προγραμματίζεται να ολοκληρωθεί στο Darmstadt της ΟΔ Γερμανίας το 2027 και θα μπορεί να παράγει και σωματίδια αντιύλης.

βαρυτική εστίαση

...και δακτύλιοι Αϊνστάιν

Ευγενία Μανωλίδου-Χατζή
Φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής

Η βαρύτητα, αν και έννοια παλιά, συνεχίζει με νέους τρόπους να μας συναρπάζει. Ένα από τα αποτελέσματά της που εξέπληξε τους επιστήμονες και έστρωσε έναν νέο δρόμο στον τομέα της παρατηρησιακής αστρονομίας είναι το φαινόμενο των βαρυτικών φακών. Περιοχές συγκεντρωμένης μάζας στο σύμπαν, που εισάγουν ισχυρές βαρυτικές δυνάμεις, μπορούν να λειτουργήσουν σαν φακοί και να δώσουν παραμορφωμένα ή και πολλαπλά είδωλα.

Εισαγωγή

Θα αρχίσουμε μιλώντας λίγο για γενική σχετικότητα. Έπειτα, έχοντας θέσει κάποιες βάσεις, θα συνεχίσουμε με την περιγραφή του φαινομένου της βαρυτικής εστίασης και τέλος θα εξηγήσουμε τη γεωμετρία των δακτυλίων Αϊνστάιν και το πείραμα OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment). Προσδεθείτε.

Ο χωροχρόνος

Εξ' ορισμού, ο χωροχρόνος είναι η ενοποίηση του χώρου και του χρόνου. Αυτό όμως δεν μας λέει και πολλά στους υπολογισμούς μας. Στην ουσία όταν μιλάμε για χωροχρόνο μιλάμε για γεωμετρία. Η περιγραφή του δεν είναι κάτι το σταθερό και χρησιμοποιούμε εξισώσεις που βολεύουν στο κάθε σύστημα, αρκεί αυτές να ικανοποιούν τις βασικές αρχές της σχετικότητας.

Ο χωρόχρονος περιγράφεται γενικά από ένα στοιχείο μήκους ds^2 και μία μετρική η οποία εξαρτάται από τη γεωμετρία που επιλέγουμε (όποια ταιριάζει στο πρόβλημά μας καλύτερα). Η μετρική είναι ένας πίνακας, συνήθως 4x4 (βλ. Σχ. 1), που περιέχει 3 χωρικές συνιστώσες (π.χ. x, y, z) και μία χρονική (t). Για να ξεχωρίζουμε τη χρονική συνιστώσα από τον χρόνο που μετράμε (ιδιόχρονο), συμβολίζουμε τον δεύτερο ως τ. Η βασική εξίσωση που περιγράφει λοιπόν τον χωροχρόνο σε ένα πρόβλημα έχει τη μορφή:

$$ds^2 = \sum g_{ij} dx^i dx^j$$

$$\begin{pmatrix} g_{00} & g_{01} & g_{02} & g_{03} \\ g_{10} & g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{20} & g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{30} & g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{pmatrix}$$

Σχήμα 1: Γενική μορφή πίνακα μετρικής (Πηγή: Wikipedia)

Μην σας τρομάζει το πώς φαίνεται. Για ένα καρτεσιανό σύστημα, είναι $dx^1 = dx$, $dx^2 = dy$, $dx^3 = dz$ και πάντα $dx^0 = dt$. Οπότε, για τον απλούστερο χώρο (επίπεδος χώρος Minkowski), έχουμε μια διαγώνια μετρική με στοιχεία (-1,1,1,1) και τελικά παίρνουμε:

$$ds^2 = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$$

Συνήθως κοντά σε βαριά αντικείμενα χρησιμοποιούμε σφαιρική γεωμετρία. Η πιο συχνή μορφή του ds^2 που συναντάμε είναι:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2MG}{rc^2}\right) dt^2 + \left(1 - \frac{2MG}{rc^2}\right)^{-1} dr^2 + r^2 \left(d\theta^2 + sin^2\theta d\varphi^2\right)$$

όπου G είναι η σταθερά της παγκόσμιας έλξης και M η βαρυτική μάζα. Αυτή είναι η μετρική με το όνομα που κανείς ποτέ δε θυμάται πως γράφεται: Η μετρική Schwarzschild.

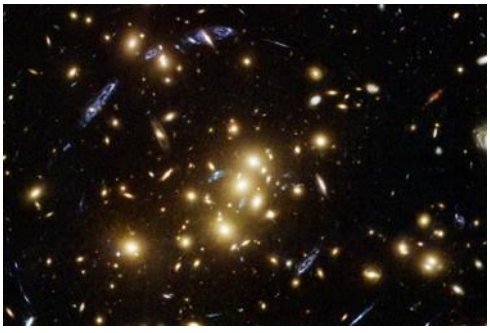
Γεωδαισιακές και φως

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στη γενική σχετικότητα είναι οι γεωδαισιακές καμπύλες. Περιγράφονται από διαφορικές εξισώσεις $2^{ης}$ τάξης ως προς τον ιδιόχρονο τ και χρησιμεύουν στην περιγραφή των τροχιών που θα ακολουθήσουν τα σωματίδια στον χωροχρόνο. Βασίζονται στη διατήρηση δύο διανυσμάτων, των διανυσμάτων Killing, αντί των κοινών αρχών διατήρησης της ενέργειας και της ορμής που ξέρουμε. Τα φωτόνια ακολουθούν τροχιές οι οποίες ονομάζονται φωτοειδείς (ενώ τα σωματίδια ακολουθούν αντίστοιχα χρονοειδείς τροχιές). Για τα φωτόνια δεν ορίζεται ο ιδιόχρονος τ και γι' αυτό εκφράζουμε τις διαφορικές εξισώσεις των γεωδαισιακών ως διαφορικές εξισώσεις με την αφινική παράμετρο λ. Το αποτέλεσμα για την ενέργεια, θεωρώντας τροχιά σε ένα επίπεδο και για τη μετρική Schwarzschild, προκύπτει:

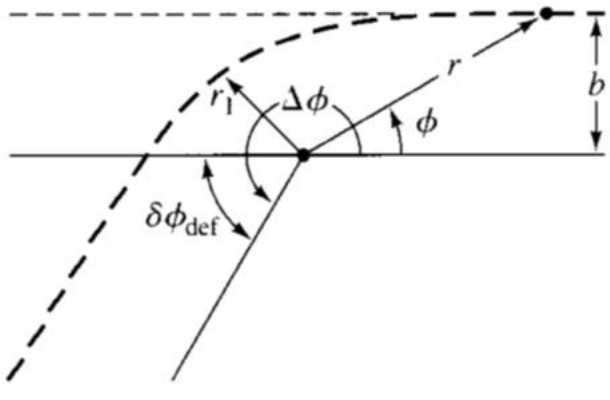
$$E_\varphi = \frac{1}{2}\left(\frac{dr}{d\lambda}\right)^2 + V_\varphi = \frac{e^2}{2}$$

και

$$V_\varphi = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{2MG}{rc^2}\right)\frac{l^2}{r^2}$$



Σχήμα 2: Τα γαλαξιακά σμήνη CL0024+1654, όπως έχουν ληφθεί από το Hubble Space Telescope (Nov. 2004).



Σχήμα 3: Κάμψη του φωτός γύρω από σημειακή πηγή βαρύτητας, (Παρουσιάσεις Ν. Στεργιούλα για το μάθημα Γενικής Σχετικότητας).

όπου $l = r^2 \frac{d\varphi}{d\lambda}$ είναι η στροφορμή του φωτονίου

στο άπειρο *και e* είναι η ενέργεια του φωτονίου στο άπειρο. Επιπλέον, ορίζουμε ως παράμετρο κρούσης τον λόγο:

$b = \left|\frac{l}{e}\right|$ Είναι στην ουσία η απόσταση της αδιατάρακτης

διεύθυνσης του φωτός από την πηγή βαρύτητας. Και αν πάρουμε το ακρότατο του δυναμικού βλέπουμε ότι αντιστοιχεί σε τιμή αυτού του λόγου $27^{1/2}$M. Αρα, για να κάμπτεται (σκεδάζεται) απλώς το φως και να μην πέφτει μέσα, θέλουμε παράμετρο κρούσης (που εξαρτάται από ενέργεια και στροφορμή) που είναι μεγαλύτερη της τιμής αυτής.

Η κάμψη του φωτός γύρω από βαριά αντικείμενα

Τα πειράματα που έχουν γίνει με το φως είναι πολλά. Από τον Νεύτωνα ακόμα, παρατηρήθηκαν φαινόμενα διάθλασης και σκέδασης. Κανένα όμως δεν αφορούσε αποκλειστικά τη βαρύτητα. Αυτή η πρόταση διατυπώθηκε πρώτα από τον Henry Cavendish στο τέλος του 18ου αιώνα (χωρίς ιδιαίτερη ανάλυση) και έπειτα από τον Einstein, μετά τη δημοσίευση της γενικής σχετικότητας στις αρχές του 20ου αιώνα. Μπορούμε να βρούμε τη γωνία κάμψης του φωτός (Σχ. 3) από τις εξισώσεις που βγάλαμε προηγουμένως. Αυτό που θέλουμε είναι στην ουσία το *dφ/dr*, και

LENS-LIKE ACTION OF A STAR BY THE DEVIATION OF LIGHT IN THE GRAVITATIONAL FIELD

Some time ago, R. W. Mandl paid me a visit and asked me to publish the results of a little calculation, which I had made at his request. This note complies with his wish.

The light coming from a star *A* traverses the gravitational field of another star *B*, whose radius is R_0. Let there be an observer at a distance *D* from *B* and at a distance *x*, small compared with *D*, from the ex-

Σχήμα 4: Απόσπασμα από το σημείωμα του Αϊνστάιν Περιοδικό Science, 4 Δεκεμβρίου του 1936.

έχουμε εξισώσεις και για το *dφ/dλ* και για το *dr/dλ*. Μπορούμε εύκολα λοιπόν να βρούμε μία διαφορική εξίσωση:

$$\frac{d\varphi}{dr} = \pm\frac{1}{r^2}\left[\frac{1}{b^2} - \frac{1}{r^2}\left(1 - \frac{2MG}{rc^2}\right)\right]^{-1/2}$$

η οποία αν ολοκληρωθεί δίνει το *Δφ*.

Εμείς αυτό που θέλουμε στην ουσία είναι η απόκλιση από την ευθεία τροχιά η οποία βρίσκεται: *δφ* = *Δφ* – π. Στο νευτώνειο όριο *Δφ* = π και η απόκλιση είναι μηδέν. Τυπικά, για ασθενές βαρυτικό πεδίο έχουμε βρει ότι:

$$\delta\varphi = \frac{4GM}{c^2 b}$$

Εννοείται ότι και οι τροχιές σωματιδίων κάμπτονται σε αυτά τα βαρυτικά πεδία και μπορούν να εξηγηθούν με αντίστοιχη γεωδαισιακή και εξισώσεις, αλλά αυτό το ξέραμε και από την απλή φυσική. Το «περίεργο» είναι τα φωτόνια που αλλάζουν πορεία.

Βαρυτικοί Φακοί

Κουράσαμε όμως με τα πολλά μαθηματικά οπότε ας πούμε κάτι πιο χαλαρό για λίγο. Μία μικρή ιστοριούλα.

Θεωρητικές Προβλέψεις

Το 1936, μετά από μία συζήτηση με τον R. W. Mandl,[1] έναν Τσέχο επιστήμονα, ο Αϊνστάιν υπολόγισε και δημοσίευσε μία πρόταση επάνω στην κάμψη του φωτός από βαριά κοσμικά αντικείμενα με αποτέλεσμα τη δημιουργία βαρυτικών φακών. Δεν ήταν όμως τόσο εύκολο. Στην πραγματικότητα, για να δημοσιευτεί τελικά αυτό το μικρό, στην ουσία, σχόλιο (Σχ. 4) έπρεπε να περάσουν μέρες αλληλογραφίας και ...πρηξίματος .

Η ιδέα ξεκίνησε από την παρατήρηση αστρικών εκλείψεων και έτσι η αρχική ανάλυση του φαινομένου περιστράφηκε γύρω από συστήματα που συμπεριλάμβαναν δύο αστέρες. Θεωρήθηκε δηλαδή το φως του πίσω αστεριού (A) ότι κάμπτεται από την στρέβλωση του χωροχρόνου που προκαλεί το μπροστά αστέρι (B) δημιουργώντας ένα φωτοστέφανο (halo effect). Αυτό πρότεινε και ο Mandl όταν βρήκε τον Αϊνστάιν στο Princeton. Μετά τους πρώτους υπολογισμούς του, ο Αϊνστάιν χαρακτήρισε το φαινόμενο ως «πιθανό» αλλά όχι άμεσα παρατηρήσιμο. Βλέπετε, έκρινε ότι η γωνιακή διάμετρος (β) ήταν τέτοια που δεν θα μπορούσαμε να διαχωρίσουμε το φως του πίσω αστεριού από του μπροστινού (το άστρο μπροστά απλά θα φαινόταν πιο φωτεινό):[2]

$$\beta = \sqrt{a_0 \frac{R_0}{D}}$$

Αυτό που επισήμανε όμως, είναι ότι το φαινόμενο θα μειωνόταν κατά έναν παράγοντα $D^{1/2}$ με την αύξηση της απόστασης. Ο Mandl δεν έκανε πίσω και ξαναέγραψε στον Αϊνστάιν. Εκείνος, τρεις μέρες μετά, του έγραψε:
"Dear Mr. Mandl, I have calculated your intensification effect

[1] *Fun fact: προσπάθησε να «δεθεί» με τον Αϊνστάιν και να τον πείσει να ενδιαφερθεί για την ιδέα του μιλώντας για την ψευδοεπιστήμη και συγκεκριμένα για τους αστρολόγους της εποχής (τσαρλατάνους, όπως τους είπε), και καλώντας τον νομπελίστα να αναδείξει το ψεύδος στα λεγόμενά τους.*

[2] *Στο Σχ. 5 φαίνεται η παράγωγος κρούσης b ως j και η γωνία θ ως b.*

more precisely. The results are the following:"

$$q = \frac{l}{x}\frac{1+\frac{x^2}{2l^2}}{\sqrt{1+\frac{x^2}{4l^2}}} \qquad \text{όπου} \qquad l^2 = a_0 D R_0$$

όπου q είναι η αύξηση της έντασης του αστέρα Α. Εισήγαγε το x, την απόσταση του παρατηρητή από την νοητή επιμηκυμένη ευθεία που ενώνει τα δύο άστρα. Φάνηκε πιο αισιόδοξος αυτήν τη φορά, όσον αφορά τις πιθανές παρατηρήσεις αυτού του φαινομένου, αλλά η τελική του κριτική ήταν καταδικαστική, αφού είπε ότι η πιθανότητα να πετύχουμε τα κατάλληλα μεγέθη αποστάσεων είναι πολύ μικρή. Υπογράμμισε όμως ότι, όλως περιέργως, το φαινόμενο θα γινόταν πιο έντονο κατά ένα παράγοντα $D^{1/2}$ εφόσον η απόσταση μεγάλωνε. Μετά από αρκετή πίεση ο Αϊνστάιν δημοσίευσε τη σημείωση που αναφέραμε στην αρχή, στο περιοδικό Science στις 4 Δεκεμβρίου του 1936.

'Οπως είπαμε, ο Αϊνστάιν αρχικά δεν θεώρησε τη βαρυτική εστίαση ως καλή ιδέα. ΄Ομως, αμέσως μετά από αυτήν τη μικρή δημοσίευση κυκλοφόρησαν και άλλα άρθρα που την ανέπτυσσαν περεταίρω.

Γιατί δεν λειτούργησε;

Ο Αϊνστάιν είχε ένα δίκαιο. Η κάμψη του φωτός από ένα άστρο δεν είναι αρκετή για να λειτουργήσει αυτό σαν εστιακός φακός δημιουργώντας νέα είδωλα γύρω από το άστρο-πηγή βαρύτητας. Βαρυτικούς φακούς, συνήθως συναντάμε σε απομακρυσμένα σμήνη γαλαξιών όπου η μεγάλη συγκέντρωση μάζας και η μεγάλη απόσταση είναι αρκετή ώστε το φως να συγκεντρωθεί σε νέα είδωλα γύρω από την πηγή στρέβλωσης του χωροχρόνου.

Πώς λειτουργούν;

Για απλούστευση του προβλήματος θα θεωρήσουμε μία πηγή φωτός (της οποίας θέλουμε να βρούμε το είδωλο) και μία πηγή καμπύλωσης (σφαιρική μάζα). Οπως είπαμε πριν, η γωνία κάμψης θα είναι κατά προσέγγιση:

$$a = \delta\varphi = \frac{4GM}{c^2 b} = \frac{2R_s}{b} \qquad (1)$$

όπου R_s η ακτίνα Schwarzschild.

Στο Σχ. 5 μπορούμε να δούμε την τυπική γεωμετρία ενός σφαιρικού βαρυτικού φακού, όπου *L* είναι η πηγή βαρύτητας, *S* είναι η πηγή φωτός που θέλουμε να παρατηρήσουμε και *I* είναι το είδωλο της τελευταίας. Με έντονη διακεκομμένη γραμμή φαίνεται η πορεία του φωτός και η κάμψη του όταν περνάει κοντά από την *L*. Προεκτείνοντας την διεύθυνση της νέας πορείας (μετά την κάμψη) βρίσκουμε τη θέση του ειδώλου (ακριβώς όπως στους φακούς και στη διάθλαση στην οπτική). Να σημειωθεί ότι οι αποστάσεις είναι πολύ μεγάλες και έτσι η γωνία κάμψης μπορεί να είναι αρκετά μικρή και όχι τόσο έντονη όσο φαίνεται στο σχήμα.

Εχουμε χρησιμοποιήσει ευθείες κατά τ' άλλα για το φως, επειδή κατά την απουσία βαρυτικών φακών το φως διαδίδεται ευθύγραμμα (προσέγγιση λεπτού φακού). Η εξίσωση των φακών θα δίνει για αυτές τις μικρές γωνίες:

$$\theta D_S = \beta D_S + a D_{LS} \qquad (2)$$

Συνδυάζοντας αυτές τις δύο εξισώσεις (αντικαθιστώντας το α, διαιρώντας με D_s και προσεγγίζοντας $\beta \approx b \approx \theta D_L$) καταλήγουμε στην:

$$\theta = \beta + \frac{\theta_E^2}{\theta} \qquad (3)$$

όπου ορίσαμε τη γωνία Einstein, τη γωνιακή θέση των ειδώλων στον ουρανό ως:

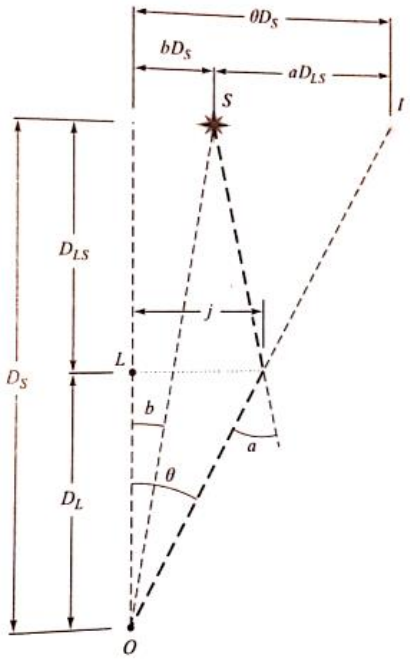
$$\theta = \left[2R_S \frac{D_S}{D_L D_S} \right]^{1/2}$$

Η θ_E έχει τυπική τιμή για άστρα (για τα μεγέθη που ίσως θεώρησε ο Einstein) περίπου ο,οο1΄΄ που είναι πολύ μικρότερη από αυτή που μπορούν να μετρήσουν τα τυπικά τηλεσκόπια. Και πάλι όμως μπορεί να παρατηρηθεί μετρώντας την αλλαγή της φωτεινότητας των ειδώλων με τον χρόνο (τεχνική που όπως θα δούμε λέγεται microlensing ή στα ελληνικά μικροεστίαση). Για γαλαξίες-φακούς σε κοσμολογικές αποστάσεις, η τυπική τιμή της γωνίας Einstein είναι περίπου 1΄΄. Παρατηρούμε ακόμα ότι η γωνία του ειδώλου είναι ανεξάρτητη της συχνότητας του φωτός, σε αντίθεση με τους τυπικούς φακούς. Οι βαρυτικοί φακοί είναι δηλαδή αχρωματικοί.

Η (3) έχει γενικά δύο λύσεις που μας δίνουν τις συμμετρικές θέσεις των ειδώλων:

$$\theta = \pm\frac{1}{2}\left[\beta \pm \left(\beta^2 + 4\theta_E^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right] \qquad (4)$$

Το αζιμουθιακό πλάτος ($\Delta\varphi$) του ειδώλου διατηρείται αλλά η πολική γωνία και το πλάτος μεταβάλλονται προκαλώντας παραμόρφωση του ειδώλου. Τέλος ο φακός δεν είναι σημειακός και αυτό μπορεί να δώσει τρίτο είδωλο πίσω από τον φακό.



Σχήμα 5: Σχέδιο προβλήματος βαρυτικού φακού, Βαρύτητα, Εισαγωγή στη Γενική Σχετικότητα του Einstein, James B. Hartle.

Σχήμα των ειδώλων και φωτεινότητα

Είπαμε ότι το αζιμουθιακό πλάτος διατηρείται. Ομως, το πολικό μήκος Δ όχι. Παραγωγίζοντας την (4) ως προς β προκύπτει:

$$\Delta\theta_{\pm} = \frac{1}{2}\left[1 \pm \frac{\beta}{\left(\beta^2 + 4\theta_E^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right]\Delta\beta \qquad (5)$$

Τα είδωλα διαστέλλονται κατά μήκος. Εκτός από το σχήμα αλλάζει και η φωτεινότητα των ειδώλων. Η συνολική φωτεινότητα των ειδώλων πάντα ενισχύεται σε σχέση με τη φωτεινότητα απουσία του φακού.

Είδη Βαρυτικών Φακών

Ισχυρή εστίαση: Πρόκειται για το ισχυρότερο φαινόμενο βαρυτικής εστίασης που μπορούμε να παρατηρήσουμε. Φαίνονται καθαρά τα πολλαπλά και παραμορφωμένα είδωλα. Παρατηρείται για φακούς μεγάλης μάζας (100 ηλιακές μάζες θα δώσουν γωνιακές αποκλίσεις της τάξης του arcsecond), αρκετά μακριά από εμάς και για πηγές φωτός κοντά σε αυτούς τους φακούς. Τυπικά το βλέπουμε σε σμήνη γαλαξιών. Αυτή ήταν και η πρώτη μορφή βαρυτικής εστίασης που παρατηρήθηκε (1979, Twin QSO).

Ασθενής εστίαση: Η ασθενής εστίαση είναι μία πιο ήπια εμφάνιση του φαινομένου. Κατ' αυτήν, η πηγή φωτός εμφανίζεται απλώς παραμορφωμένη. Επειδή το φαινόμενο είναι αμυδρό, συγκρίνουμε τις διάφορες περιπτώσεις που το παρατηρούμε μεταξύ τους για να κάνουμε υποθέσεις.

Μικροεστίαση: Πρόκειται για μικρές γωνίες κάμψης του φωτός. Συμβαίνει μικρή ενίσχυση της φωτεινότητας και ίσως αυτό είναι το πιο πολύτιμο αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου.

Αποτελεί το μόνο εργαλείο για την ανίχνευση «αόρατων» (που δεν εκπέμπουν φως) σωμάτων μεγάλης μάζας στην άλω άλλων γαλαξιών (Massive Compact Halo Objects – MACHO) τα οποία δρουν εν ολίγοις ως βαρυτικοί φακοί αυξάνοντας τη φωτεινότητα άστρων που διέρχονται από πίσω.

Οφέλη

***Αστρονομικά οφέλη*:** Ενας βαρυτικός φακός παρέχει πληροφορίες σχετικά με την πηγή του ειδώλου που παρατηρείται (το παρατηρούμε αστρονομικά, βλέπουμε το φάσμα κλπ), το αντικείμενο που δρα ως φακός και την ενδιάμεση γεωμετρία (μέσω της γενικής σχετικότητας). Για έναν φακό σε κοσμολογικές αποστάσεις, για τη σωστή κάμψη θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η καμπύλωση του σύμπαντος. ΄Αρα αυτό είναι άλλο ένα πράγμα για το οποίο παίρνουμε πληροφορίες από τις παρατηρήσεις.

Οι γωνίες των ειδώλων μπορούν να μετρηθούν και κατ' επέκταση να υπολογιστεί η γωνία Einstein ανάμεσά τους. Εάν είναι γνωστές οι αποστάσεις φακού και πηγής (ή έστω αν μπορούν να εκτιμηθούν), μπορούμε να υπολογίσουμε τη μάζα του φακού, είτε είναι ορατός είτε όχι. Η αλλαγή στην φωτεινότητα των ειδώλων αποτελεί βάση της μεθόδου ανίχνευσης σωμάτων μικρής μάζας. Η ενισχυμένη ολική φωτεινότητα είναι σημαντικό στοιχείο της μικροεστίασης.

***Οφέλη για τον κλάδο Κοσμικών Σωματιδίων*:** Ανέφερα ότι μπορούμε να υπολογίσουμε την μάζα του φακού ακόμα και αν δεν τον βλέπουμε, σωστά; Ο Zwicky ήταν ο πρώτος που το υπογράμμισε αυτό. Ο ίδιος παθιαζόταν πολύ με το αντικείμενο του και ήταν γνωστός τόσο για την ευφυΐα του όσο και για το πόσο αχώνευτος ήταν. Εκανε όμως μία σημαντική παρατήρηση στο ζήτημα που συζητάμε. Η μάζα που αντιστοιχεί στους φακούς γαλαξιακών σμηνών είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μάζα που υπολογιζόταν ότι έχουν βάσει της φωτεινής ύλης τους. Είναι ένα από τα πρώτα και ισχυρότερα επιχειρήματα για την παρουσία σκοτεινής ύλης.

Δακτύλιοι Αϊνστάιν

Πρώτη παρατήρηση

Γενικά μέχρι σήμερα έχουν παρατηρηθεί εκατοντάδες φαινόμενα βαρυτικής εστίασης, κάποια από τα οποία είναι μερικοί ή τέλειοι δακτύλιοι. Ο πρώτος, όμως, είναι εκείνος που παρατηρήθηκε από τον Hewitt το 1988, χρησιμοποιώντας το τηλεσκόπιο Very Large Array (ή σύστημα ραδιοτηλεσκοπίων). Αφορούσε ένα quasar το οποίο είχε παράγει δύο είδωλα λόγω ενός παρεμβαλλόμενου γαλαξία. Τα είδωλα είχαν παραμορφωθεί τόσο ώστε να σχηματίζουν έναν σχεδόν τέλειο δακτύλιο. Τα δύο είδωλα ήταν ξεχωριστά αλλά εξαιρετικά παρόμοια. Δέκα χρόνια αργότερα, με τη βοήθεια του τηλεσκόπιου Hubble, παρατηρήθηκε ο πρώτος ολοκληρωμένος δακτύλιος Einstein (Σχ. 6).

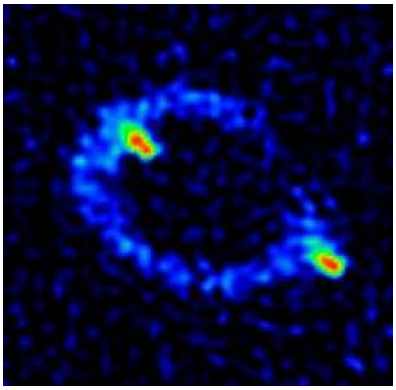
Ανατομία

Δακτύλιοι δημιουργούνται όταν η πηγή φωτός βρίσκεται ακριβώς πίσω από την πηγή στρέβλωσης του χωροχρόνου. Τόσο απλά. Αυτό μηδενίζει την γωνιακή απόσταση β για την οποία μιλήσαμε πιο πριν, δίνοντας έναν απλούστερο τύπο για την γωνία:

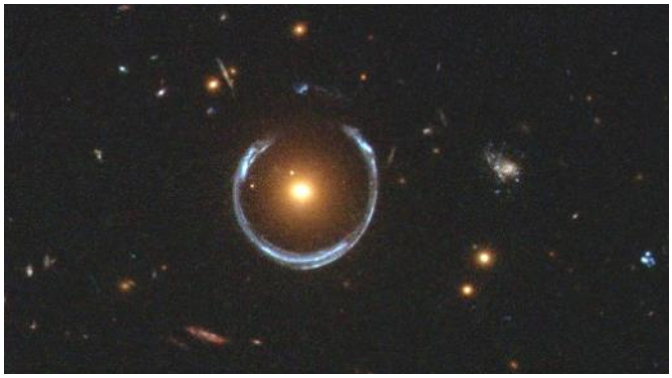
$$\theta = \theta_E = \left[2R_S \frac{D_{LS}}{D_L D_S}\right]^{1/2} \qquad (6)$$

Το πείραμα OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment)

Το πολωνικό πείραμα OGLE χρησιμοποιεί, όπως υποδεικνύει και το όνομά του, φαινόμενα μικροεστίασης για την εύρεση σκοτεινής ύλης. Το πείραμα ξεκίνησε να τρέχει το 1992 (πρώτη φάση) σε συνεργασία με το Las Campanas Observatory στη Χιλή. Επικεντρώθηκε στο κεντρικό εξόγκωμα του Γαλαξία και έφερε αρκετά αποτελέσματα σχετικά με την ανατομία του και τα φαινόμενα μικροεστίασης σε αυτό. Ο επόμενος στόχος ήταν το Μαγγελανικό Νέφος, το οποίο φαίνεται αρκετά καθαρά από το Las Campanas. Το πείραμα ξαναέτρεξε άλλες δύο φορές ανακαλύπτοντας



Σχήμα 6: Πρώτη παρατήρηση δακτυλίου.



Σχήμα 7: Η βαρύτητα ενός κόκκινου γαλαξία (LRG) έχει παραμορφώσει την εικόνα του μπλε γαλαξία που βρίσκεται πιο μακριά πίσω του, Hubble Telescope.

πλανήτες πριν εισέλθει στην 4η φάση του (2010 μέχρι σήμερα).

Η κυριότερη πηγή παρατηρήσεων βαρυτικής εστίασης (και των πιο όμορφων φωτογραφιών) παραμένει το τηλεσκόπιο Hubble (Σχ. 7).

Πηγές:

- *A. Einstein, Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field, Science 84, 506 (1936).*
- *J. Renn and T. Sauer, Eclipses of the stars: Mandl, Einstein, and the early history of gravitational lensing, Revisiting the Foundations of Relativistic Physics 69 (2003).*
- *J. B. Hartle, Βαρύτητα, Εισαγωγή στη Γενική Σχετικότητα του Einstein, Εκδ. Τζιόλα (2012).*
- *https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_lens*
- *Σημειώσεις Γενική Θεωρίας Σχετικότητας, Νικόλαος Στεργιούλας.*
- *J. de Swart, Deciphering Dark Matter: The Remarkable Life of Fritz Zwicky, Nature 573, 32 (2019).*
- *https://en.wikipedia.org/wiki/Einstein_ring#Known_Einstein_rings*
- *https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_Gravitational_Lensing_Experiment*
- *Ιστοσελίδα του πειράματος OGLE-https://ogle.astrouw.edu.pl/*
- *Εικόνες (Space.com, Hubble, NASA)*

Το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble

Το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble εκτοξεύθηκε και τέθηκε σε τροχιά το 1990. Το επισκέφθηκαν αστροναύτες τέσσερις φορές για επισκευές ή για την προσθήκη νέων οργάνων. Μία από τις εξαιρετικές δυνατότητές του είναι η συνεργασία του με άλλα διαστημικά παρατηρητήρια ή με κάποια στην επιφάνεια της Γης έτσι ώστε να προκύψουν πληροφορίες που δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν κατά τη διάρκεια μιας μοναδικής απλής αποστολής. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα ανίχνευσης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε διαφορετικά φασματικά παράθυρα. Το γεγονός ότι το τηλεσκόπιο Hubble βρίσκεται πάνω από την ατμόσφαιρα της Γης, δίνει τη δυνατότητα ανίχνευσης υπεριώδους ακτινοβολίας. Άλλα τηλεσκόπια στο διάστημα, όπως το Chandra X-ray Observatory, που ανιχνεύει ακτίνες Χ, και το Spitzer Space Telescope, που καταγράφει υπεριώδη σήματα συνδυάζονται με το Hubble παρέχοντας μοναδικές δυνατότητες.

Η ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων και των νετρίνων άνοιξαν νέα παράθυρα πέρα από την ανίχνευση η/μ ακτινοβολίας από τα τηλεσκόπια. Σε αυτήν τη νέα εποχή της αστρονομίας, οι υψηλής ευαισθησίας και διακριτικής ικανότητας παρατηρήσεις του Hubble συνδυάζονται με άλλα δεδομένα για να προκύψει μια πλήρης εικόνα του σύμπαντος. Για παράδειγμα, το συμβολόμετρο laser-παρατηρητήριο βαρυτικών κυμάτων (LIGO) μελετά το σύμπαν μέσω βαρυτικών κυμάτων (ρυτιδώσεων του χωροχρονικού συνεχούς). Καθώς το LIGO ανακαλύπτει όλο και περισσότερες συγκρούσεις αστέρων νετρονίων ή ταυτοποιεί εκρήξεις αστέρων με μεγάλη μάζα, μόνο οι εξαιρετικά ευαίσθητες παρατηρήσεις στο υπεριώδες του Hubble, που λαμβάνονται σε χρονικό διάστημα ημερών από την ανακάλυψη, μπορούν να αναλύσουν το χημικό αποτύπωμα αυτού του βαρυτικού κύματος μέσω της UV-φασματοσκοπίας.

Το τηλεσκόπιο Hubble, ωστόσο, είναι και ένα άγρυπνο μάτι για γεγονότα που συμβαίνουν στο Ηλιακό μας Σύστημα, όπως για παράδειγμα η παρατήρηση καταιγίδων που δημιουργούνται και εξασθενούν σε άλλους πλανήτες και η κατανόηση της ιστορίας του Ηλιακού μας Συστήματος μέσω της παρατήρησης πλανητών, δορυφόρων και μικρότερων αντικειμένων.

Στο Σχήμα φαίνεται ένα διάγραμμα με τα επί μέρους στοιχεία του τηλεσκοπίου Hubble.

Πηγή: https://hubblesite.org

Quo Vadis Humanus? [1]

Σπύρος Τζαμαρίας
Καθηγητής Τμήματος Φυσικής

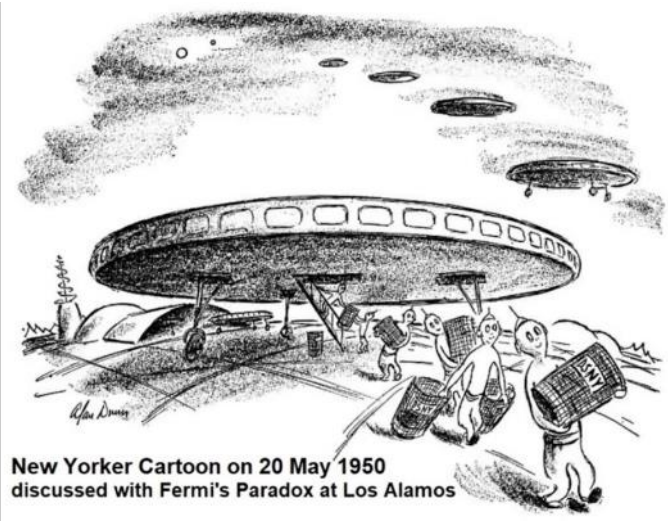
Που πήγαν όλοι τους;

Κάποιο καλοκαιρινό μεσημέρι του 1950, στο Los Alamos National Laboratory του New Mexico (ΗΠΑ), ο Enrico Fermi περπατούσε προς την καφετέρια μαζί με τους συνεργάτες του Emil Konopinski, Edward Teller και Herbert York. Με αφορμή μία γελοιογραφία σε κάποιο περιοδικό, η οποία παρίστανε εξωγήινους να κλέβουν τους κάδους σκουπιδιών στη Νέα Υόρκη, ο Fermi αστειεύθηκε διατυπώνοντας την άποψη πως ο γελοιογράφος ανέπτυσσε μία επιτυχή θεωρία. Πράγματι, η θεωρία του προσφέρει ερμηνείες τόσο για τις αναφορές/μαρτυρίες στις εφημερίδες για UFO όσο και για την αιτία εξαφάνισης των σκουπιδοτενεκέδων. Στη συνέχεια η συζήτηση στράφηκε στην εκτίμηση της πιθανότητας να υπάρχουν ευφυή όντα σε εξωπλανήτες, αλλά μετά από λίγο διολίσθησε στη γενική σχετικότητα και στην πιθανότητα μεταφοράς υλικών αντικειμένων με ταχύτητες μεγαλύτερης του φωτός. Όταν οι συνεργάτες είχαν πλέον καθίσει στην καφετέρια, η συζήτηση είχε ξεστρατίσει σε εντελώς άλλα θέματα. Ξαφνικά ο Fermi ρώτησε με προσποιητή αναστάτωση, «Μα επιτέλους, που πήγαν όλοι τους;». Το απροσδόκητο ξέσπασμα του Fermi έφερε γενική θυμηδία, γιατί όλοι κατάλαβαν πως εννοούσε τους εξωγήινους και ότι θεωρούσε λίαν παράδοξο το γεγονός πως δεν μας έχουν επισκεφτεί ακόμα. Με αυτή την απλή, χιουμοριστική ερώτηση διατυπώθηκε το λεγόμενο "Fermi paradox".[2]

Αποτελεί παράδοξο διότι επιχειρήματα που εδράζονται τόσο στην γνώση μας αναφορικά με την κλίμακα μεγέθους/περιεχομένου του γνωστού σύμπαντος, όσο και στην πρόβλεψη της πλέον πιθανής συμπεριφοράς των ευφυών όντων τείνουν να καταλήξουν ότι θα έπρεπε να έχουμε ήδη έρθει σε επαφή με τεχνολογικά αναπτυγμένους, εξωγήινους πολιτισμούς.

Όσον αφορά στην κλίμακα του σύμπαντος, ο Γαλαξίας μας περιέχει $2–4 \times 10^{11}$ άστρα ενώ οι γαλαξίες στο προσιτό μας σύμπαν περιέχουν συνολικά 7×10^{22} αστέρια. Επιπλέον, σήμερα μπορούμε να εκτιμήσουμε,[3] από τις παρατηρήσεις του Kepler Space Telescope, ότι στο Γαλαξία μας υπάρχουν $3x10^8$ δυνάμει κατοικήσιμοι πλανήτες (habitable planets). Εάν η Γη μας δεν αποτελεί μοναδική περίπτωση και η πιθανότητα ανάπτυξης ευφυούς ζωής σε ένα κατοικήσιμο πλανήτη είναι μεν μικρή (π.χ. 10^{-6}), αλλά μη-μηδενική, θα πρέπει ο Γαλαξίας μας να περιέχει ένα σημαντικό αριθμό πλανητικών πολιτισμών ευφυών όντων, ενώ το προσιτό μας σύμπαν θα πρέπει να σφύζει από τέτοιους πολιτισμούς.

Όσον δε αφορά στην πιθανή συμπεριφορά αυτών των ευφυών πολιτισμών, θα υποθέσουμε ότι η Γη μας δεν αποτελεί εξαίρεση και ότι όλοι οι έμβιοι, ευφυείς πολιτισμοί εξελίσσονται και αποκτούν όμοια πολιτισμικά χαρακτηριστικά. Κρίνοντας λοιπόν από την ανθρώπινη ιστορία, οι ευφυείς πολιτισμοί έχουν την τάση αναζήτησης νέων πόρων, όπως εκφράστηκε από την αρχαιότητα με τις αποικίες, με τους κατακτητικούς πολέμους, με τον ιμπεριαλισμό και την αποικιοκρατία και με τα μεγαλεπήβολα σχέδια σύγχρονων μεγιστάνων για την αποίκηση του διαστήματος και ίσως κοντινών μας, κατοικήσιμων εξωπλανητών. Ακόμα και με σχετικά μικρές ταχύτητες μεταφοράς, που θα είναι εφικτές στην τεχνολογία μας στο εγγύς μέλλον, θα χρειάζονταν μερικές δεκάδες εκατομμύρια χρόνια για να φτάσουν τα διαστημόπλοιά μας[4] σε όλο τον Γαλαξία.



New Yorker Cartoon on 20 May 1950
discussed with Fermi's Paradox at Los Alamos

[1] Ο τίτλος του άρθρου, «Quo Vadis Humanus?» (Που πηγαίνεις Ανθρωπότητα;), είναι παράφραση του τίτλου «Domine, quo vadis?» (Κύριε, που πηγαίνεις;) του Baroque πίνακα του Ιταλού ζωγράφου Annibale Carracci (1560–1609). Ο πίνακας παριστάνει μία σκηνή από τις «Απόκρυφες Πράξεις του Πέτρου». (https://en.wikipedia.org/wiki/Domine_quo_vadis%3F). Ο πίνακας ενέπνευσε τον Πολωνό συγγραφέα Henryk Sienkiewicz (1846 – 1916, Βραβείο Nobel Λογοτεχνίας το 1905) για το μυθιστόρημα «Quo Vadis: A Narrative of the Time of Nero» που δημοσιεύτηκε το 1896 με μεγάλη εκδοτική επιτυχία. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε στο σενάριο της ταινίας «Quo Vadis» (1951) της Metro-Goldwyn-Mayer, για την οποία ο Peter Ustinov κέρδισε το Golden Globe Award Best Supporting Actor (ο καλύτερος κινηματογραφικός Νέρων).

[2] Υπάρχουν αναφορές για την διατύπωση του ιδίου παραδόξου το 1933 από τον πρωτοπόρο της αστροναυτικής και πυραυλοκίνησης Konstantin Tsiolkovsky.

[3] Steve Bryson et al The Astronomical Journal, 161:36 (32 pp), 2021, https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/abc418/pdf

[4] Πρόκειται για αυτό-αναπαραγόμενες συσκευές (self-replicating spacecrafts), π.χ. βλ. Von Neumann universal constructor και Von Neumann probs.

Ένας ευφυής εξωπλανητικός πολιτισμός, σε ένα πλανητικό σύστημα του Γαλαξία μας που δημιουργήθηκε κάποιες εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια πριν από το Ήλιο μας και την Γη μας, θα έχει φτάσει σε μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη δεκάδες εκατομμύρια χρόνιά πριν από την Ανθρωπότητα. Συνεπώς, είχε όλο το διαθέσιμο χρόνο να στείλει τα εξερευνητικά του διαστημόπλοια που θα είχαν φτάσει ήδη στο ηλιακό μας σύστημα. Ή τουλάχιστον θα λαμβάναμε ηλεκτρομαγνητικά σήματα με τα οποία θα βομβάρδιζε κάθε γωνιά του Γαλαξία. Αλλά και οι ευφυείς, τεχνολογικοί πολιτισμοί στους πολυπληθείς εξωγαλαξιακούς πλανήτες του προσιτού σύμπαντος θα είχαν τον διαθέσιμο χρόνο να μας στείλουν σήματα[5] της ύπαρξης τους.

Το Μεγάλο Φίλτρο

Εν τούτοις, η συλλογιστική που εδράζεται στα δύο προηγούμενα επιχειρήματα, δηλαδή της κλίμακος των διαστάσεων/περιεχομένου του σύμπαντος και της πιθανής συμπεριφοράς εξωγήινου, τεχνολογικά προηγμένου πολιτισμού, καταλήγει σε συμπέρασμα που αντίκειται στην εμπειρική πραγματικότητα: την εκκωφαντική «Μεγάλη Σιωπή»[6] του σύμπαντος! Αυτό αποτελεί παράδοξο και χρήζει επίλυσης.

Θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι το επιστημονικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αντιλαμβανόμαστε την δόμηση και εξέλιξη του σύμπαντος είναι εντελώς ατελές. Ας εξετάσουμε όμως την λιγότερο «δραστική» περίπτωση όπου το επιστημονικό πλαίσιο είναι επαρκές αλλά τροφοδοτούμε την συλλογιστική μας με εσφαλμένα ποσοτικά στοιχεία ή/και προβαίνουμε σε ανακριβείς προσεγγίσεις.

Η εμφάνιση ζώντων οργανισμών σε ένα κατοικήσιμο εξωπλανήτη, οι οποίοι θα εξελιχθούν σε ευφυές είδος με προηγμένο τεχνολογικό πολιτισμό, ενδεχομένως να είναι ιδιαίτερα σπάνιο φαινόμενο και η Γη μας να μην είναι ένας τυπικός πλανήτης. Για την οικονομία της συζήτησης, ας δεχθούμε, ότι η ανάπτυξη ευφυούς είδους, ικανού να αποικίσει άλλους πλανήτες, θα εξελιχθεί μέσω των ακόλουθων σταδίων: 0) ένας κατοικήσιμος πλανήτης στο πλανητικό σύστημα κατάλληλου άστρου, 1) σχηματισμός οργανικών ενώσεων, 2) δημιουργία αναπαραγόμενων μορίων (π.χ. RNA), 3) απλά προκαρυωτικά κύτταρα (μονοκύτταροι οργανισμοί), 4) σύνθετα ευκαρυωτικά κύτταρα (μονοκύτταροι οργανισμοί), 5) σεξουαλική αναπαραγωγή,[7] 6) πολυκύτταροι (ιδίως ευκαρυωτικοί) οργανισμοί, 7) ευφυή όντα που χρησιμοποιούν εργαλεία, 8) προηγμένος τεχνολογικός πολιτισμός που αναπτύσσει ραγδαία το απαιτούμενο δυναμικό για εξωπλανητικό αποικισμό (το στάδιο που βρίσκεται σήμερα η Ανθρωπότητα), 9) έκρηξη εξωπλανητικού αποικισμού.

Προφανώς, κάθε ένα από τα ως άνω στάδια εξέλιξης αποτελεί και αναγκαία προϋπόθεση για περαιτέρω εξέλιξη. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια μπορεί να αποτελέσει το Μεγάλο Φίλτρο,[8] εκεί που αναχαιτίζεται η εξέλιξη, εκεί όπου εν τέλει αποκλείεται ο εξωπλανητικός αποικισμός, επιβάλλεται η Μεγάλη Σιωπή και επιλύεται το παράδοξο του Fermi.

Ωστόσο, δεν απαντήσαμε σε καμία ερώτηση. Απλώς επαναδιατυπώσαμε το πρόβλημα παραθέτοντας μία αλληλουχία από πιθανές αιτίες ικανές να διακόψουν την εξέλιξη προς τον εξωπλανητικό αποικισμό. Δυστυχώς, η σύγχρονη επιστημονική γνώση και τα διαθέσιμα πειραματικά ή/και παρατηρησιακά δεδομένα δεν επαρκούν για να εντοπίσουμε με βεβαιότητα[9] το/α Μεγάλο/α Φίλτρο/α. Θα μπορούσαμε να δεχθούμε με βεβαιότητα πως η υπ. αριθμ. (0) προϋπόθεση ικανοποιείται από πολλούς εξωπλανήτες στον Γαλαξία μας, όπως με βεβαιότητα θα δεχθούμε πως η Ανθρωπότητα έχει φτάσει πλέον στο όγδοο στάδιο. Εν τούτοις, δεν είμαστε καν σίγουροι για την περίπτωση όπου η δική μας εξέλιξη έχει περάσει από το Μεγάλο Φίλτρο ή εάν τώρα αντιμετωπίζουμε το Μεγάλο Φίλτρο ή εάν το Μεγάλο Φίλτρο καραδοκεί στο μέλλον.

Στη Μεγάλη Σιωπή υπάρχει Μεγάλη Ελπίδα;

Τον περασμένο Φεβρουάριο (18/02/2022) η NASA γιόρτασε ένα χρόνο επιτυχιών της αποστολής MARS - 2020 στον πλανήτη Άρη, με κύριο στόχο «*την αναζήτηση ενδείξεων αρχαίας ζωής και τη συλλογή δειγμάτων βράχου και ρεγολίθου (σπασμένοι βράχοι και χώ-*

---

[5] Σπανίως οι αστρονόμοι αναζητούν εξωγήινους. Ωστόσο τα pulsars, όταν ανακαλύφθηκαν για πρώτη φορά το 1967, ονομάστηκαν πράσινα ανθρωπάκια (little green men - LGM) λόγω της ακριβούς επανάληψης των παλμών τους. Σε όλες τις μη-αναμενόμενες ανακαλύψεις, δεν χρειάστηκε να επικαλεστούμε κάποιου είδους ευφυούς ζωής για την ερμηνεία τους. Εν τούτοις, παραμένει η πιθανότητα ανακάλυψης εξωπλανητικής ζωής με αστρονομικές παρατηρήσεις (π.χ. από την παρατήρηση των φασματικών γραμμών από τη αποθύκευση πυρηνικών αποβλήτων στα αστέρια).

[6] The Great Silence (Η Μεγάλη Σιωπή) είναι ένα άλλος, ποιητικότερος, όρος για το παράδοξο του Fermi.

[7] Η σεξουαλική αναπαραγωγή είναι ο πιο συνηθισμένος κύκλος ζωής στους πολυκύτταρους ευκαρυώτες. Αν και η ασεξουαλική αναπαραγωγή είναι περισσότερο αποδοτική, η σεξουαλική αναπαραγωγή διαθέτει το πλεονέκτημα να εμποδίζει τη συσσώρευση γενετικών μεταλλάξεων. Επιπλέον, η επιλεκτική επιλογή συντρόφων για σεξουαλική αναπαραγωγή έχει περιγραφεί ως «μια ισχυρή εξελικτική δύναμη που δεν υπάρχει σε ασεξουαλικούς πληθυσμούς».

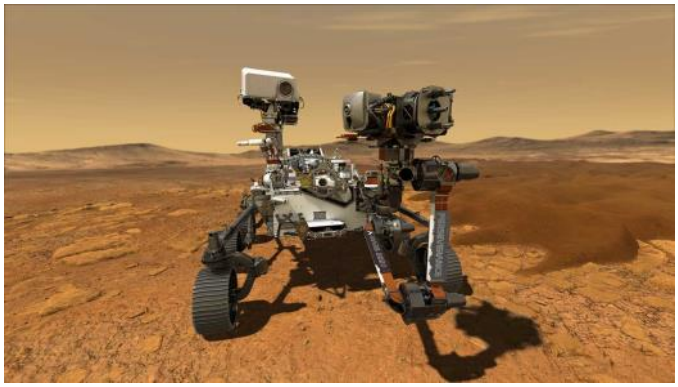
[8] Ενδεχομένως ο κατάλογος αυτών των προϋποθέσεων (σταδίων), που καθεμιά τους μπορεί να είναι «το Μεγάλο Φίλτρο» (Great Filter), δεν είναι πλήρης. Οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να περιλαμβάνουν το Μεγάλο Φίλτρο διατυπώθηκαν για πρώτη φορά από τον Robin Hanson, («The Great Filter - Are We Almost Past It?», http://mason.gmu.edu/~rhanson/greatfilter.html).

[9] Αυτό δεν εμποδίζει τους επιστήμονες να διατυπώνουν εκτιμήσεις που εδράζονται μεν σε επιστημονική ανάλυση αλλά εντέλει, λόγω της έλλειψης αντικειμενικών δεδομένων, καταλήγουν σε εικασίες. Επί παραδείγματι, οι αστροβιολόγοι Dirk Schulze-Makuch και William Bains, στο βιβλίο τους The Cosmic Zoo: Complex Life on Many Worlds, επιχειρούν μία ανασκόπηση της ιστορίας της ζωής στη Γη και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι εξελικτικά στάδια όπως η οξυγονική φωτοσύνθεση, το ευκαρυωτικό κύτταρο, η πολυκυτταρικότητα και ευφυή όντα που χρησιμοποιούν εργαλεία είναι πιθανό να συμβούν, σε βάθος χρόνου, σε οποιονδήποτε πλανήτη που μοιάζει με τη Γη. Υποστηρίζουν ότι το Μεγάλο Φίλτρο μπορεί να είναι η αβιογένεση, η ανάπτυξη τεχνολογικής νοημοσύνης (ευφυών όντων που παράγουν καινοτομικά εργαλεία-τεχνολογία) ή η μη-βιωσιμότητα του πολιτισμού λόγω της έλλειψης πόρων ή της τάσης του προς αυτοκαταστροφή.

μα) για επιστροφή τους στη Γη». Οι εικόνες που στέλνει το Perseverance rover στη Γη (https://mars.nasa.gov/mars2020) είναι πράγματι εκπληκτικές. Το Perseverance έχει ήδη συλλέξει και αποθηκεύσει δείγματα για την μεταφορά τους στα γήινα εργαστήρια ενώ από τα διαθέσιμα δεδομένα έχουν εντοπισθεί οργανικές ενώσεις στην επιφάνεια του Άρη. Σήμερα λοιπόν ξέρουμε ότι το Μεγάλο Φίλτρο για την εξέλιξη της ζωής στον Άρη συνέβη αργότερα και από το στάδιο υπ. αριθμ. (1). Ίσως, στο εγγύς μέλλον, να ανακαλύψουμε στα δείγματα βράχων ή στους παγωμένους πόλους απολιθώματα ζώντων οργανισμών που αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα από την ζωή στη Γη μας. Θα αποτελέσει ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της επιστήμης και τεχνολογίας μας και προφανώς θα συγκλονίσει την Ανθρωπότητα!

Ο Καθηγητής Nick Bostrom,[10] αρκετά χρόνια πριν το MARS-2020, με το δοκίμιό του «Στη Μεγάλη Σιωπή υπάρχει Μεγάλη Ελπίδα» (In the Great Silence there is Great Hope, https://www.nickbostrom.com/papers/fermi.pdf), που μεταδόθηκε το 2007 από το BBC-Radio -3, διατύπωσε την ακόλουθη εικονοκλαστική(;) άποψη: *«...Ελπίζω ότι οι ανιχνευτές μας δεν θα ανακαλύψουν τίποτα. Θα ήταν τέλεια νέα εάν ανακαλύπταμε ότι ο Άρης είναι ένας εντελώς στείρος πλανήτης. Νεκροί βράχοι και άψυχη άμμος θα μου ανέβαζε το ηθικό...Όσο πιο πολύπλοκη ζωή βρούμε, τόσο πιο καταθλιπτικά θα είναι τα νέα. Επιστημονικά ενδιαφέροντα ναι, αλλά τρομακτικά νέα για το μέλλον του ανθρώπινου είδους...»*. Ανακάλυψη κάποιου είδους απλής ζωής στον Άρη σημαίνει ότι το Μεγάλο Φίλτρο δρα σε επόμενο στάδιο της εξέλιξης. Ακόμα χειρότερα νέα θα κομίζουν οι ενδείξεις για κάποιου είδους εξελιγμένης ζωής, π.χ. πολυκυττάρων οργανισμών. Στην περίπτωση δε που βρούμε απολιθώματα πολύπλοκων οργανισμών, π.χ. το τρομακτικό σενάριο να βρεθούν απολιθώματα σπονδυλωτών θηλαστικών, θα εκτοξεύσει την πιθανότητα να αντιμετωπίσουμε στο μέλλον το Μεγάλο Φίλτρο της εξέλιξής μας. Πράγματι, η περίπτωση όπου η ζωή εξελίσσεται, τουλάχιστον, μέχρι τα σπονδυλωτά θηλαστικά σε δύο πλανήτες του ιδίου πλανητικού συστήματος συνεπάγεται ότι η ανάπτυξη πολύπλοκων έμβιων οργανισμών είναι σύνηθες φαινόμενο στο σύμπαν. Συνεπάγεται επίσης ότι η Μεγάλη Σιωπή επιβάλλεται σε ύστερο στάδιο της εξέλιξης, ίσως στο μέλλον της Ανθρωπότητας. Αυτό θεωρεί ο Nick Bostrom ως το πλέον τρομακτικό σενάριο!

Δεν είμαστε τα μοναδικά ευφυή όντα στον πλανήτη μας. Τα χταπόδια, οι πίθηκοι, τα δελφίνια και τα κοράκια,[11] μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκονται στην προτεχνολογική εποχή εξέλιξης. Ωστόσο, το Μεγάλο Φίλτρο φαίνεται να καθήλωσε την εξέλιξή τους σε αυτό το στάδιο και είναι εντελώς απίθανο να αποικίσουν εξωπλανήτες στο μέλλον. Ενδεχομένως το Μεγάλο Φίλτρο να ελλοχεύει στην ανάπτυξη τεχνολογικής νοημοσύνης[9], δηλαδή ευφυών όντων που παράγουν καινοτομικά εργαλεία-τεχνολογία. Σ' αυτήν την περίπτωση η Ανθρωπότητα είναι μοναδικό παράδειγμα εξέλιξης της ζωής, έχοντας περάσει από τις συμπληγάδες του Μεγάλου Φίλτρου στο παρελθόν.



Το ρομποτικό όχημα Perseverance της αποστολής MARS2020 της NASA που βρίσκεται να αναζήτηση μικροβιακής ζωής στον Άρη.

Εάν κάποιος αναζητήσει, στο διαδίκτυο, άρθρα για το «Παράδοξο του Fermi» θα καταλήξει σε δεκάδες εκατοντάδες χιλιάδες ευρήματα, γραμμένα από φυσικούς επιστήμονες, μαθηματικούς, φιλόσοφους, κοινωνιολόγους, οικονομολόγους,..., δημοσιογράφους και τσαρλατάνους. Θα βρει αρκετά επιστημονικά άρθρα και βιβλία εκλαΐκευσης της επιστήμης που διατυπώνουν σενάρια και ισχυρισμούς για την επίλυση του παραδόξου. Η προηγούμενη συζήτησή μας δεν αναφέρθηκε σε όλες τις προτάσεις, ισχυρισμούς και σενάρια. Επί παραδείγματι, αγνοήσαμε την περίπτωση να υπάρχουν προηγμένοι εξωπλανητικοί, πολιτισμοί που επιλέγουν, π.χ. για κοινωνιολογικούς λόγους, να μη έρθουν σε επαφή μαζί μας.

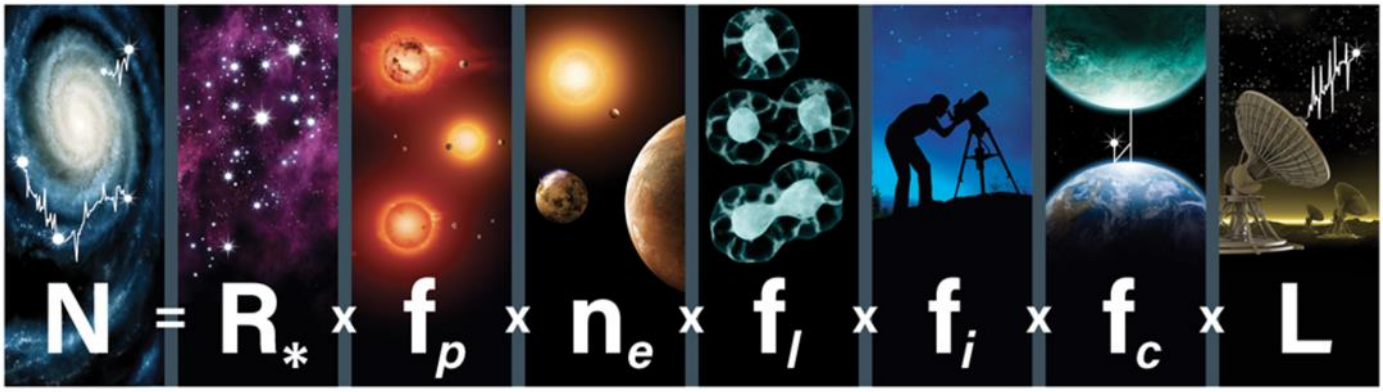
Αυτοκαταστροφή και Μετα-Δαρβινική Εξέλιξη

Ασφαλώς το «Παράδοξο του Fermi» δεν είναι ο μοναδικός λόγος που κάποιος μπορεί να αμφισβητήσει την βιωσιμότητα του πολιτισμού μας αλλά και του είδους μας. Η περιβαλλοντική καταστροφή και η κλιματική αλλαγή προοιωνίζουν καταστροφές μεγάλης κλίμακας, τεραστίων διαστάσεων, ώστε να ισχυριστεί κανείς πως θα αποτελέσουν το Μεγάλο Φίλτρο που θα διακόψει την εξέλιξή μας. Στο πεδίο αυτό διαθέτουμε την επιστημονική γνώση, μέθοδο και παρατηρησιακά δεδομένα ώστε να προβούμε σε ασφαλείς προβλέψεις και προτάσεις, οι οποίες διαχρονικά αγνοούνται από τις παγκόσμιες εξουσίες.

Η επένδυση της προηγμένης τεχνολογίας σε μέσα μαζικής καταστροφής (συμπεριλαμβανομένων των πυρηνικών, χημικών και βιολογικών όπλων) σε κλίμα έντονου οικονομικού ή/και εθνικιστικού ανταγωνισμού καθιστά την παγκόσμια κοινωνία ασταθή και αυξάνει την πιθανότητα ολοκαυτώματος της Ανθρωπότητας. Θα μπορούσε κανείς να προσθέσει τις οικονομικές κρίσεις, την κρίση επάρκειας ενέργειας, πρώτων υλών αλλά και τροφίμων για να περιγράψει την αυτοκαταστροφική τάση που χαρακτηρίζει τον πολιτισμό μας. Οι Πολιτικές και Οικονομικές Θεωρίες προσφέρουν μοντέλα για να περιγράψουν την παγκόσμια δυναμική στη βάση αλληλεπίδρασης (σύγκρουσης,

[10] Ο Nick Bostrom είναι Καθηγητής Φιλοσοφίας στο Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης και Διευθυντής του Ερευνητικού, Διεπιστημονικού Ινστιτούτου της Οξφόρδης για το Μέλλον της Ανθρωπότητας, «Future of Humanity Institute» (https://www.fhi.ox.ac.uk).

[11] Andreas Nieder, Lysann Wagener and Paul Rinnert, A neural correlate of sensory consciousness in a corvid bird, Science, Vol 369, Issue 6511, 2020



Σχηματοποίηση της εξίσωσης Drake που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του αριθμού των προηγμένων πολιτισμών στον Γαλαξία. Καθώς υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα σε καθέναν από αυτούς του όρους, η συγκεκριμένη εξίσωση δεν μπορεί να λυθεί. (μετάφραση από Astronomy Magazine, Roen Kelly).

συνεργασίας, συμπληρωματικότητας...) των συμφερόντων. Διαφέρουν στην κατηγοριοποίηση του συμφέροντος και στην συνάρτηση κόστους που επιλέγουν να βελτιστοποιήσουν. Μέχρι σήμερα δεν έχουν αποτρέψει τις οικονομικές κρίσεις, τις καταστροφές του περιβάλλοντος και τις απειλές πολέμου, αντίθετα φαίνεται να τις έχουν ενισχύσει. Στην χιλιετία που διανύουμε παρατηρείται το παράδοξο ότι η εκρηκτική, επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη συνοδεύονται από πτώση του βιοτικού επιπέδου, πτώση του μορφωτικού και πολιτιστικού επιπέδου του πολίτη και επανεμφάνιση του εθνικιστικού ρατσισμού. Στον απαισιόδοξο παρατηρητή φαίνεται πως βαδίζουμε προς το Τέλος της Ιστορίας. Όχι στο τέλος που εύχεται ο Francis Fukuyama στο ομώνυμο βιβλίο του[12] αλλά στο τέλος της εξελικτικής μας ιστορίας, που θα επιλύσει και το «Παράδοξο του Fermi» ως Γόρδιο δεσμό.

Δεν χρειαζόμαστε τον Albert Einstein να παρατηρήσει πως «*δεν ξέρω με ποια όπλα θα γίνει ο Γ' παγκόσμιος πόλεμος, αλλά ο Δ' παγκόσμιος πόλεμος θα γίνει με ξύλα και πέτρες*». Θα αρκούσε η κοινή, μη χειραγωγούμενη, λογική. Από που λοιπόν προκύπτει η αυτοκαταστροφική μας μανία;

Ο Steven Hawking, στο άρθρο του «Η ζωή στο σύμπαν»[13] (2006), επισημαίνει: «*...αυτό σημαίνει ότι [σήμερα] κανένα άτομο δεν μπορεί να είναι κύριος περισσότερο από μιας μικρής γωνιάς ανθρώπινης γνώσης. Οι άνθρωποι εξειδικεύονται σε όλο και στενότερους τομείς. Κατά πάσα πιθανότητα, αυτή η εξειδίκευση θα αποτελέσει σημαντικό περιορισμό για το μέλλον. Σίγουρα δεν μπορούμε να συνεχίσουμε για πολύ, με τον εκθετικό ρυθμό ανάπτυξης της γνώσης των τελευταίων τριακοσίων χρόνων. Αποτελεί ακόμη μεγαλύτερο περιορισμό και κίνδυνο για τις μελλοντικές γενιές το γεγονός ότι εξακολουθούμε να έχουμε τα ένστικτα, και ειδικότερα τις επιθετικές παρορμήσεις, που είχαμε στις μέρες του ανθρώπου των σπηλαίων. Η επιθετικότητα, με στόχο την υποταγή ή τη δολοφονία άλλων ανδρών για να κατακτήσουμε γυναίκες και φαγητό, προσέφερε σαφές πλεονέκτημα επιβίωσης, μέχρι σήμερα. Τώρα όμως, [αυτή η επιθετικότητα] θα μπορούσε να καταστρέψει ολόκληρη την ανθρωπότητα και μεγάλο μέρος της υπόλοιπης ζωής στη Γη. Ένας πυρηνικός πόλεμος εξακολουθεί να είναι ο μεγαλύτερος άμεσος κίνδυνος, αλλά υπάρχουν και άλλοι, όπως η απελευθέρωση ενός γενετικά τροποποιημένου ιού ή να αποβεί ασταθές [για τον πλανήτη] το φαινόμενο του θερμοκηπίου*».

Στην συνέχεια του άρθρου, ο συγγραφέας εκφράζει την πρόβλεψη ότι θα προχωρήσουμε σε μία νέα φάση εξέλιξης «*...που θα μπορούσε να ονομαστεί, αυτοσχεδιαζόμενη εξέλιξη, στην οποία θα είμαστε ικανοί να αλλάξουν και να βελτιώσουν το DNA μας... Στην αρχή, αυτές οι αλλαγές θα περιορίζονται στην επιδιόρθωση γενετικών ελαττωμάτων, όπως η κυστική ίνωση και η μυϊκή δυστροφία,... Άλλες ιδιότητες, όπως η ευφυία, πιθανότατα ελέγχονται από μεγάλο πλήθος γονιδίων. Θα είναι δύσκολο να εντοπισθούν και να βρεθεί η αλληλοσυσχέτισή τους. Εν τούτοις, είμαι βέβαιος ότι στον επόμενο αιώνα, οι άνθρωποι θα ανακαλύψουν πώς να τροποποιήσουν τόσο τη νοημοσύνη όσο και ένστικτα όπως η επιθετικότητα*». Αναγνωρίζει τα κοι-

[12] *Ο Francis Fukuyama , στο βιβλίο του «Το Τέλος της Ιστορίας και ο Τελευταίος Ανθρωπος» (The End of History and the Last Man - 1992), υποστηρίζει ότι η παγκόσμια εξάπλωση της Δυτικής φιλελεύθερης δημοκρατίας, του καπιταλισμού της ελεύθερης αγοράς και του τρόπου ζωής της Δύσης ενδεχομένως να σηματοδοτεί το τέλος της κοινωνικοπολιτισμικής εξέλιξης της κοινωνίας και των πολιτικών αγώνων της ανθρωπότητας όπου η Δυτικού τύπου δημοκρατία και ο νεοφιλελευθερισμός θα γίνει η τελική μορφή ανθρώπινης διακυβέρνησης.*
https://en.wikipedia.org/wiki/The_End_of_History_and_the_Last_Man

[13] *Steven Hawking, "Life in the Universe", Public Lectures, University of Cambridge, 2006,*
https://www.hawking.org.uk/in-words/lectures/life-in-the-universe

νωνικά προβλήματα, τις πολιτικές συγκρούσεις και τα σοβαρά ζητήματα βιοηθικής που ενέχει αυτή η μετα-Δαρβινική εξέλιξη αλλά προβλέπει ότι *«...μερικοί άνθρωποι δεν θα μπορέσουν να αντισταθούν στον πειρασμό να βελτιώσουν τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος της μνήμης, την αντίσταση σε ασθένειες και την διάρκεια της ζωής... Εάν αυτή η [νέα ανθρώπινη] φυλή καταφέρει να επανασχεδιάσει τον εαυτό της, να μειώσει ή να εξαλείψει τον κίνδυνο αυτοκαταστροφής, πιθανότατα θα εξαπλωθεί και θα αποικίσει άλλους πλανήτες και αστέρια»*.

Συμφωνώ απολύτως πως η επιθετικότητα για οικειοποίηση αλλότριων αγαθών, η επιθετικότητα για απόκτηση εξουσίας, στα ~10000 χρόνια ανθρώπινου πολιτισμού καταδυνάστευσε και ξεκλήρισε λαούς, έκανε τοπικούς και παγκόσμιους πολέμους στο όνομα της «θρησκευτικής ορθότητας», του «δίκιου», της «ράτσας» και του «ζωτικού χώρου», της «ιστορίας» και της «ιδεολογίας», ανέπτυξε τα πυρηνικά-βιολογικά-χημικά όπλα μαζικής καταστροφής. Για τους ίδιους λόγους η διαφήμιση, τα μέσα μαζικής επικοινωνίας και το διαδίκτυο χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται καθημερινά για πολιτική και οικονομική χειραγώγηση των πολιτών. Φοβούμαι ότι υπό τις σημερινές συνθήκες και στο εγγύς μέλλον, δεν υπάρχει κανένας ισχυρός δημοκρατικός μηχανισμός στις κοινωνίες (συμπεριλαμβανόμενων και των Δυτικών), ούτε είναι από μόνη της ικανή η Επιστημονική Ηθική, για να τιθασεύσει την εξουσιαστική επιθετικότητα. Να την εμποδίσει να σχεδιάσει μία νέα ανθρώπινη ράτσα προς εξυπηρέτηση των συμφερόντων της αντί των συμφερόντων της ανθρωπότητας.

Στο σημείο αυτό επικαλούμαι, από το μακρινό 1938, την άποψη[14] του Bertrand Russell, *«Παλαιότερα, οι άνθρωποι πουλιόντουσαν στον Διάβολο για να αποκτήσουν μαγικές δυνάμεις. Σήμερα αποκτούν αυτές τις δυνάμεις από την επιστήμη και αισθάνονται υποχρεωμένοι να γίνουν διάβολοι. Δεν υπάρχει ελπίδα για τον κόσμο εάν η εξουσία δεν εξημερωθεί και τεθεί στην υπηρεσία, όχι αυτής ή εκείνης της ομάδας φανατικών τυράννων, αλλά ολόκληρης της ανθρώπινης φυλής, λευκού και κίτρινου και μαύρου χρώματος, του φασίστα και του κομμουνιστή και του δημοκράτη. Γιατί η επιστήμη έχει καταστήσει αναπόφευκτο ότι όλοι πρέπει να ζήσουν ή όλοι πρέπει να πεθάνουν!»*

Φοβούμαι ότι, υπό τις καθεστηκυίες συνθήκες, η εξουσιαστική επιθετικότητα θα χρησιμοποιήσει τους μηχανισμούς χειραγώγησης της κοινής γνώμης, θα χρησιμοποιήσει ως κύριο επιχείρημα τον ανθρώπινο πόνο και την υπόσχεση για αύξηση του προσδόκιμου ζωής, για να πειστεί η κοινωνία πως ο επανασχεδιασμός της γενετικής μας ταυτότητας που εκείνη θα προτείνει αποτελεί εξελικτικό μονόδρομο. Ωστόσο, παραμένει εντυπωσιακό ως όραμα η δυνατότητα της επιστήμης να επέμβει ευεργετικά στην εξέλιξη μας. Όχι για να «εξημερώσει την εξουσία» αλλά αφού έχει εξημερώσει την εξουσία.

Πιστεύω ότι μετά από 10000 χρόνια ανθρώπινου πολιτισμού, έχουμε τα εφόδια να τιθασεύσουμε την εξουσία. Διαθέτουμε ικανότητες πολύ ισχυρότερες από τα ένστικτα, ιδιότητες που αναδύονται από την πολυπλοκότητα της ύπαρξή μας. Μπορεί το DNA μας να περιέχει 50 ή 100 εκατομμύρια bits ωφέλιμης πληροφορίας αλλά η βιβλιοθήκη του πανεπιστημίου μας περιέχει 10 τρις εκατομμύρια bits και η συνολική ανθρώπινη γνώση, δεξιότητα και εμπειρία αυξάνεται συνεχώς. Οι αντιλήψεις και πρακτικές μας αναφορικά με την αξία της ανθρώπινης ζωής, τη θέση της γυναίκας και την ισότητα των ανθρώπων εξελίσσονται, χωρίς να έχουμε υποστεί γενετική τροποποίηση. Δεν είναι ίδιες με τις κυρίαρχες αντιλήψεις της αρχαιότητας ή της Βικτωριανής Αγγλίας ή της εποχής του μεσοπολέμου.

Το ανησυχητικό πρόβλημα που παραμένει αφορά στο ποσοστό του πληθυσμού που είναι ικανό να επεξεργαστεί κριτικά την πληροφορία, να χρησιμοποιήσει εποικοδομητικά την ανθρώπινη γνώση και εμπειρία. Εδώ ευρίσκεται το προνομιακό πεδίο της εξουσίας.

Δεν θεωρώ πρόβλημα την εξειδικευμένη γνώση. Φανταστείτε μία διεπιστημονική κοινοπραξία επιστημόνων (από μαθηματικούς, φιλόσοφους, φυσικούς, βιολόγους, χημικούς, οικονομολόγους και μηχανικούς) που μελετούν ένα σύνθετο φαινόμενο (π.χ. το κλίμα). Ο κάθε κλάδος εκτελεί πειράματα και παρατηρήσεις, επεξεργάζεται τα δεδομένα, εκπονεί υπολογισμούς και προσομοιώσεις και όλοι μαζί καταλήγουν σε συμπεράσματα. Ο καθένας κατέχει γνώση και εμπειρία μίας μικρής γωνίας του διεπιστημονικού πεδίου αλλά όλοι συμβάλλουν εποικοδομητικά στο αποτέλεσμα. Ξεπερνούν τα προβλήματα εξειδίκευσης της επιστήμης με την ικανότητα να αναπτύσσουν και να χρησιμοποιούν αναλυτικές και συνθετικές μεθόδους προκειμένου να κατανοούν και να επικοινωνούν τα αποτελέσματα, καθώς και την ικανότητα της συνεχούς μάθησης. Όσο δύσκολη και εάν είναι η διεπιστημονική συνεργασία, δεδομένου ότι εκπονείται σύμφωνα με την επιστημονική ηθική, είναι εντελώς απίθανο να χειραγωγηθεί το αποτέλεσμα.

Στην αντίθετη περίπτωση, όπου το σχολείο προετοιμάζει τους αποφοίτους του, αποκλειστικά, για να αποστηθίζουν την πληροφορία, δεν τους προσφέρει την δεξιότητα της κριτικής επεξεργασίας, τους ασκεί στο να μη μαθαίνουν την ουσία αλλά να περιορίζονται σε «πιασάρικες» εφαρμογές, τότε παράγει χειραγωγήσιμους πολίτες. Λέγεται πως το Αρχαίο Θέατρο δίδασκε τους πολίτες. Σκέπτομαι πως οι Αθηναίοι θέσπισαν τις θεατρικές χορηγίες για να μορφώνουν τους πολίτες τους προκειμένου να είναι ικανοί να ασκήσουν τον πολιτικό τους ρόλο. Πιστεύω πως η μόρφωση του Πολίτη, από το Σχολείο και την Τέχνη αποτελεί απαραίτητο στάδιο της μετα-Δαρβινικής μας εξέλιξης και επιβίωσης.

Στα ένστικτά μας περιλαμβάνεται και η δίψα της προσωπικότητας για αναγνώριση από το κοινωνικό περιβάλλον. Ενώ η εξουσιαστική επιθετικότητα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στα πρώιμα στάδια εξέλιξής μας και απειλεί το μέλλον μας, η δίψα για κοινωνική αναγνώριση χωρίς εξουσιαστικές τάσεις αποτελεί κινητήρια δύναμη στην πολιτισμική ανάπτυξη. Η «ολυμπιακή ιδέα» και η «άμιλλα», ιδιαίτερα η επιστημονική άμιλλα, αποτελούν παραδείγματα προόδου που κινείται από την δίψα αναγνώρισης της προσωπικότητας. Ίσως το μεγαλύτερο επίτευγμα της μετα-Δαρβινικής μας εξέλιξης να είναι ένα νέο κοινωνικό συμβόλαιο όπου η εξουσία θα τιθασεύεται από τον σεβασμό του δικαιώματος κάθε προσωπικότητας να αναπτυχθεί και να διακριθεί, χωρίς φραγμούς ταξικής προέλευσης και οικογενειακής καταγωγής.

[14] *Bertrand Russell, Power: A New Social Analysis, London: George Allen & Unwin.*

Τσέρνομπιλ

...ένα μεγάλο πυρηνικό ατύχημα που μας απασχολεί ακόμα και σήμερα

Ραφαέλα Κούμπουλα
Φοιτήτρια ΠΜΣ
Υπολογιστικής Φυσικής

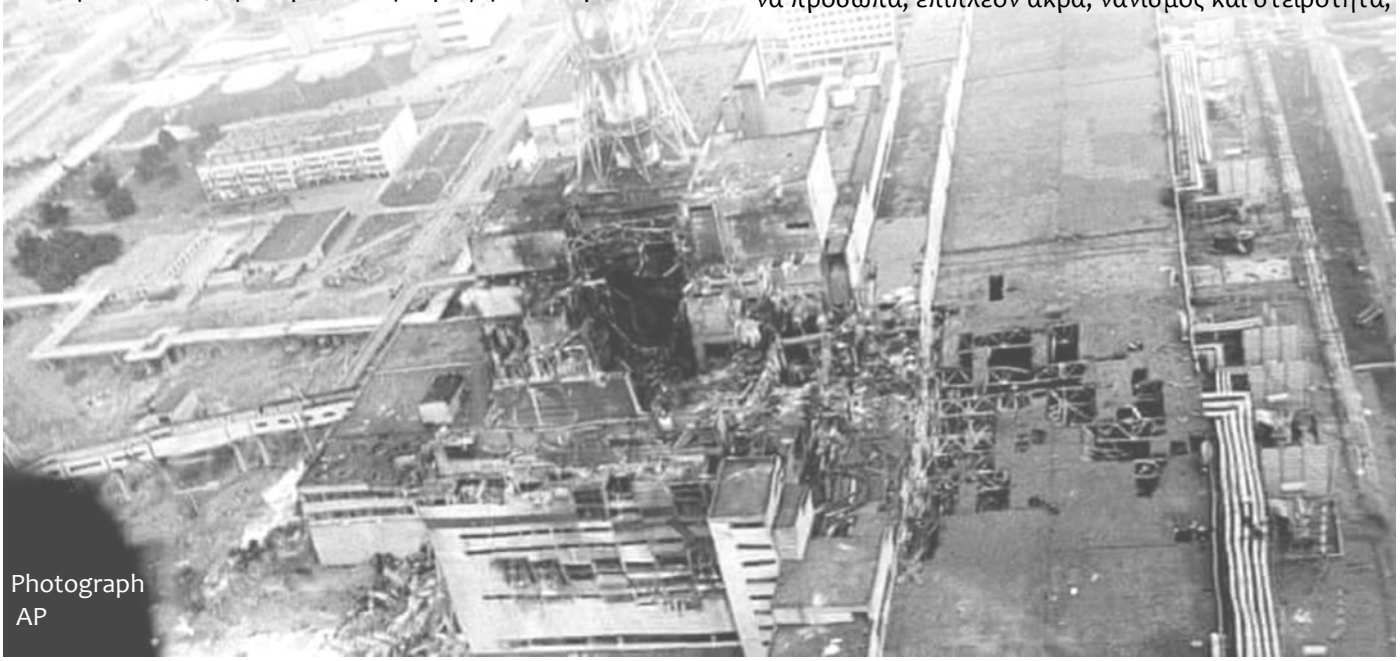
Γενικά

Ο πυρηνικός σταθμός Παραγωγής Ενέργειας του Τσέρνομπιλ βρίσκεται στην εγκαταλελειμμένη κωμόπολη Πριπιάτ της Ουκρανίας. Τέθηκε σε λειτουργία από τη Σοβιετική ένωση το 1977 ως πρότυπο πυρηνικό εργοστάσιο. Σκοπός της σχεδίασης του ήταν ο έλεγχος της ικανότητας της στροβιλογεννήτριας με αριθμό 8, να παρέχει ισχύ κατά την διάρκεια φθίνουσας αυτοπεριστροφής αφού διακοπεί η παροχή τροφοδότησής της. Επίσης, σκοπός αυτής της σχεδίασης ήταν ο έλεγχος αν η παροχή ισχύος είναι αρκετή ώστε να γίνει εξαναγκασμένη κυκλοφορία του νερού στο σύστημα ψύξης του αντιδραστήρα. Η ιδέα αυτή είχε προβλεφθεί και είχε περιληφθεί ως ενδεχόμενη λειτουργία των αντιδραστήρων RBMK-1000 που χρησιμοποιούσε το Τσέρνομπιλ. Αντίστοιχος έλεγχος είχε γίνει το 1982 και στον αντιδραστήρα No 3 και είχε βρεθεί ότι δεν ήταν δυνατή η παροχή ισχύος για μεγάλο χρονικό διάστημα.

΄Ετσι, συνεχίστηκαν πιο εντατικά οι έλεγχοι με ολοένα και πιο σύγχρονο σχεδιασμό της στροβιλογεννήτριας από το 1984 έως το 1986. Το 1986 ο έλεγχος θα πραγματοποιούνταν σε συνθήκες όσο γίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα. ΄Ετσι, προγραμματίστηκε ο έλεγχος να ξεκινήσει στις 25 Απριλίου του 1986. Το ατύχημα συνέβη στη 01:26 ώρα Μόσχας ξημερώματα της 26 Απριλίου του 1986. Το πρόγραμμα ελέγχου γινόταν στον αντιδραστήρα No 4 ενώ οι 1,2 και 3 λειτουργούσαν κανονικά. Στον αντιδραστήρα No 4 σημειώθηκαν δύο εκρήξεις. Αυτό είχα ως αποτέλεσμα να ανοίξει μια τρύπα στην οροφή του κτιρίου και να εκτοξευτούν μεγάλες ποσότητες ουρανίου, που χρησιμοποιούνταν ως καύσιμο, καθώς και άλλα υπερουράνια στοιχεία μαζί με προϊόντα σχάσης από τον πυρήνα του αντιδραστήρα.

10 πράγματα που δεν ήξερες για το Τσέρνομπιλ

- Η ποσότητα ραδιενέργειας που απελευθερώθηκε στην ατμόσφαιρα είναι σχεδόν 200 φορές μεγαλύτερη από την ραδιενέργεια που απελευθερώθηκε από τις δύο ατομικές βόμβες του Ναγκασάκι και Χιροσίμα μαζί.
- Από τότε που οι κάτοικοι του Πριπιάτ το εγκατέλειψαν λόγω των υψηλών ποσοστών ραδιενέργειας, λύκοι, άγρια άλογα, κάστορες, αγριογούρουνα και άλλα άγρια ζώα άρχισαν να κατοικούν στην πόλη.
- Τα ζώα που ζουν στην αποκλεισμένη περιοχή γύρω από το Τσέρνομπιλ έχουν υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας, αυξημένες γενετικές μεταλλάξεις και χαμηλό ποσοστό γεννήσεων.
- Η ραδιενεργή βροχή έφτασε μέχρι την Ιρλανδία. Η Ουκρανία, η Ρωσία και η Λευκορωσία ήταν οι χώρες που απορρόφησαν το 63% της ρύπανσης από το ατύχημα και άρα επηρεάστηκαν περισσότερο.
- Περίπου 5 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν ακόμα σε περιοχές εκτεθειμένες στην ραδιενέργεια. Ο αριθμός αυτός μπορεί να έχει αλλάξει από την τελευταία καταμέτρηση του 2015, λόγω του Ουκρανό-Ρωσικού πολέμου.
- Τα επίπεδα ρύπανσης είναι ακόμη αρκετά υψηλά και θα παραμείνουν έτσι για πολλά ακόμα χρόνια, αφού το πλουτώνιο έχει χρόνο ημιζωής περίπου 24000 χρόνια.
- Οι μεταλλάξεις εμφανίστηκαν λίγο μετά την καταστροφή και συνεχίζονται ακόμη και τώρα. Μεταξύ των μεταλλάξεων που παρατηρήθηκαν ήταν παραμορφωμένα πρόσωπα, επιπλέον άκρα, νανισμός και στειρότητα,



Photograph
AP

τόσο σε ζώα όσο και σε ανθρώπους.

- ΄Ενα από τα πιο περίεργα πράγματα που παρατηρήθηκε στο Τσέρνομπιλ είναι η υπερφυσική διατήρηση των φυτών στην ζώνη αποκλεισμού. Η βλάστηση στην συγκεκριμένη περιοχή δεν αποσυντίθεται με τον ίδιο ρυθμό που συμβαίνει στον υπόλοιπο κόσμο. Η ακτινοβολία έχει ισχυρό αρνητικό αντίκτυπο στους μύκητες, τα μικρόβια αλλά και σε ορισμένα έντομα.
- Μέχρι πριν την έναρξη του πολέμου, μπορούσε κάποιος να πάει ταξίδι στην αποκλεισμένη ζώνη του Τσέρνομπιλ. Μάλιστα, τοπικά ταξιδιωτικά πρακτορεία οργάνωναν ημερήσιες εκδρομές στην εγκαταλελειμμένη πόλη του Πριπιάτ.

Αύξηση της ραδιενέργειας στο Τσέρνομπιλ λόγω του πολέμου Ρωσίας - Ουκρανίας

Από την έναρξη του πολέμου στην Ουκρανία, επιστήμονες και περιβαλλοντολόγοι προειδοποιούν για πιθανή οικολογική καταστροφή. Οι μετρήσεις της ακτινοβολίας από το Τσέρνομπιλ τον τελευταίο καιρό αναφέρουν τιμές ακτινοβολίας άνω του μέσου όρου που είναι λογικό να προκαλούν ανησυχία. Τα δεδομένα από την ζώνη αποκλεισμού δείχνουν αυξημένα επίπεδα ακτινοβολίας γάμμα. Η Κρατική Ρυθμιστική Επιθεώρηση Πυρηνικών της Ουκρανίας δήλωσε ότι έχουν ξεπεραστεί τα όρια του ρυθμού διάδοσης ακτινοβολίας γάμμα σε σημαντικό αριθμό σημείων παρατήρησης. Ποιος όμως είναι ο λόγος που συμβαίνει αυτό;

Εξαιτίας του πολέμου, η κατάσταση μελέτης είναι ολοένα και πιο δύσκολη. Τα σενάρια είναι πολλά. Τα επικρατέστερα είναι:

1. *Διάρρηξη του αντιδραστήρα*. Ενδεχομένως η πολεμική δραστηριότητα στην περιοχή να κατέστρεψε τμήμα της σαρκοφάγου που προστατεύει από την παραπάνω έκλυση ραδιενέργειας. ΄Ενα τέτοιο σενάριο είναι αρκετά απαισιόδοξο και αγχωτικό καθώς θέτει σε κίνδυνο την παγκόσμια υγεία. Με τα έως τώρα δεδομένα, δεν έχει συμβεί κάτι τέτοιο.
2. *Διαταραχή του εδάφους*. Σύμφωνα με τον Wim Zwijnenburg, επικεφαλής του προγράμματος για τον ανθρωπιστικό αφοπλισμό της ολλανδικής οργάνωσης PAX, η εκ νέου αιώρηση της σκόνης και του εδάφους είναι πιθανόν ένας από τους παράγοντες υψηλότερων επιπέδων ραδιενέργειας. Βαριά στρατιωτικά οχήματα αναδεύουν το χώμα που είναι ακόμη μολυσμένο από το ατύχημα του 1986 και έτσι παρατηρείται αύξηση στις μετρήσεις.
3. *Τα πυρηνικά απόβλητα*. Το προσωπικό που εργάζεται στο Τσέρνομπιλ γνωρίζει τις τοποθεσίες όπου αποθηκεύονται τα πυρηνικά απόβλητα. Αυτές οι τοποθεσίες απορριμμάτων περιέχουν ραδιενεργό υλικό που εύκολα μπορεί να διαρρεύσει. Τα εισερχόμενα στρατεύματα στην περιοχή δεν γνωρίζουν που βρίσκονται οπότε μπορεί να προκαλέσουν δίχως να το γνωρίζουν διατάραξη. ΄Ετσι, μπορεί να έγινε μόλυνση των δεξαμενών αλλά και των οχημάτων, η οποία μόλυνση εξαπλώθηκε και περαιτέρω.

Σύμφωνα με τα έως τώρα στοιχεία και τις καθημερινές μετρήσεις από την ειδική ρυθμιστική αρχή, οι τιμές παραμένουν σχετικά χαμηλές παρόλες τις αυξήσεις που παρατηρήθηκαν στις μετρήσεις. Συγκεκριμένα, είναι έως 9,46 mSv ανά ώρα. Επομένως, για την ώρα δεν αποτελούν κίνδυνο.

Πέρα από το Τσέρνομπιλ, υπάρχουν έντονες ανησυχίες για μόνιμη περιβαλλοντική ζημιά από την ρωσική εισβολή. Αναλυτικότερα, η Ουκρανία διαθέτει 15 πυρηνικούς αντιδραστήρες σε λειτουργία που καλύπτουν περισσότερο από το μισό των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια της χώρας. Μόνο η Γαλλία και η Ρωσία έχουν περισσότερους αντιδραστήρες στην Ευρώπη. Ακόμη, η χώρα φιλοξενεί πολλά εργοστάσια χημικών, αχρησιμοποίητα ορυχεία και θερμοηλεκτρικούς σταθμούς. Οι ειδικοί φοβούνται ότι οι ρωσικές επιθέσεις στην περιοχή θα μπορούσαν να επηρεάσουν σημαντικά το περιβάλλον μακροπρόθεσμα.

Εκθεση σε ακτινοβολία

΄Ενας τρόπος μέτρησης της ακτινοβολίας είναι η μέτρηση της δόσης που λαμβάνεται, δηλαδή, η μέτρηση της επίδρασης στον ανθρώπινο ιστό. Αυτή μετριέται σε Sieverts, εν συντομία Sv. Το 1 Sv αντιπροσωπεύει για πολύ μεγάλη δόση, για αυτό χρησιμοποιούνται μικρότερες μονάδες όπως τα mSv και μSv.

Είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθεί η επίδραση της ακτινοβολίας στους ανθρώπους, αλλά με βεβαιότητα ξέρουμε ότι περίπου οι μισοί που εκτίθενται σε 5 Sv θα πεθάνουν από αυτήν, ενώ, όλοι όσοι λαμβάνουν δόση 10 Sv θα πεθάνουν σε μερικές εβδομάδες. Μια τυπική δόση που έλαβαν οι εργάτες του Τσέρνομπιλ μετά την έκρηξη είναι 6 Sv. Περίπου έναν μήνα μετά την καταστροφική έκρηξη, πέθαναν όλοι οι εργάτες.

Η παγκόσμια μέση έκθεση του ανθρώπου σε ιονίζουσα ακτινοβολία είναι 2.4-3 mSv ετησίως, εκ των όποιων το 80% προέρχεται από την φύση. Το υπόλοιπο το 20% προκύπτει από την έκθεση σε ανθρωπογενείς πηγές ακτινοβολίας (όπως ακτινογραφίες, αξονικές τομογραφίες κτλ.).

Τα επίπεδα ακτινοβολίας στις περιοχές του κτιρίου του αντιδραστήρα που πλήχθηκαν περισσότερο, συμπεριλαμβανομένου και του θαλάμου ελέγχου, υπολογίστηκε να είναι της τάξης των 300 Sv. Η δόση αυτή είναι άκρως θανατηφόρα, καθώς προκαλεί θάνατο σε λιγότερο από 1 λεπτό. Το προσωπικό του αντιδραστήρα δυσκολεύτηκε να καθορίσει τα επίπεδα της ακτινοβολίας μετά την έκρηξη καθώς ένα δοσίμετρο ήταν ικανό να μετρήσει έως 9 Sv και θάφτηκε στα συντρίμμια και ένα άλλο απέτυχε να ενεργοποιηθεί από την έκρηξη. ΄Ολα τα υπόλοιπα δοσίμετρα είχαν ως όρια υπολογισμού έως 30 mSv οπότε έδειξαν απλά εκτός κλίμακας. Επομένως, το προσωπικό του αντιδραστήρα μπορούσε να εξακριβώσει τα επίπεδα ακτινοβολίας (πάνω από 30 mSv) ενώ στην πραγματικότητα ήταν πολύ υψηλότερα.

Πηγές

- ***https://www.greenpeace.org/greece/issues/perivallon/2908/15-pragmata-chernobyl/***
- ***https://www.usay.gr/google-news/ta-pio-anatrichiastika-anexigita-pragmata-poy-mporei-kaneis-na-synantisei-sti-nekrizoni-toy-tsernompil/***
- ***https://www.euronews.com/green/2022/02/25/radiation-levels-at-chernobyl-are-rising-the-environmental-impact-of-russia-s-war-in-ukrai***
- ***https://greentourua.com/chernobyl-map-of-radiation/***
- ***http://www.chernobylgallery.com/chernobyl-disaster/radiation-levels/***

τα μυστικά του πίνακα Salvator Mundi

Νίκη Λαγιόκαπα
φοιτήτρια του Τμήματος Φυσικής

Αντικείμενο του άρθρου, είναι ο Salvator Mundi· ένα από τα σημαντικότερα αλλά και πλέον αμφιλεγόμενα, ως προς την αυθεντικότητα, έργα τέχνης. Σχολιάζεται τόσο η τεχνική υπόσταση της εικόνας, όσο και η ταυτότητα του δημιουργού της, που αποτελεί ένα από τα πιο ενδιαφέροντα μυστήρια της ιστορίας της ζωγραφικής. Μελετώντας το έργο γίνεται εμφανής η άρρηκτη σύνδεση τέχνης και επιστήμης.

Γενικά ένας πίνακας μελετάται υπό το πρίσμα πέντε διαφορετικών στοιχείων για την ταυτοποίηση της αυθεντικότητάς του. Τη διαδοχή του, την οπτική του ανάλυση, την μελέτη φωτογραφιών του στο ορατό και το υπεριώδες, καθώς και υπό φθορισμό ακτίνων Χ και τέλος τη μικροσκοπική του ανάλυση.

Δημιουργός του πίνακα θεωρείται ο Leonardo da Vinci. Ιταλός της ύστερης αναγεννησιακής περιόδου, αποτελεί το πρότυπο του αναγεννησιακού ανθρώπου. Για τον da Vinci, η τέχνη και η επιστήμη ήταν ένα. Εμπειρικές φυσικές μελέτες και μελέτες ανατομίας, διδασκαλία αναλογίας, οπτική, υδραυλική, μετεωρολογία, αστική δόμηση, μηχανική, ζωγραφική, νωπογραφίες φρέσκο, φιλοσοφικές υποθέσεις είναι μόνο μερικά αντικείμενα της ενασχόλησής του.

Στη ζωγραφική, ξεχωρίζουν οι καινοτόμες τεχνικές του (άπλωμα βαφής, σφουμάτο), οι λεπτομερείς γνώσεις του στην ανατομία και η πρωτοπόρα χρήση της ανθρώπινης μορφής σε σχηματική σύνθεση (figurative composition). Ενδεικτικά, κάποια από τα έργα του είναι, "Μόνα Λίζα", "Ο μυστικός δείπνος", "Η κυρία με την ερμίνα", "Ο άνθρωπος του Βιτρουβίου" και "Άγιος Ιωάννης ο Βαπτιστής".

Ο πίνακας αυτός, ήταν ένα πολυαναμενόμενο έργο του da Vinci, καθώς είναι η μόνη αναπαράσταση του Χριστού από τον ίδιο.

Σχήμα 1: Ο Salvator Mundi

Η διαδοχή του πίνακα

Ο Salvator Mundi έγινε το πιο ακριβοπληρωμένο έργο τέχνης όταν πωλήθηκε σε δημοπρασία για 450 εκατομμύρια δολάρια στη Νέα Υόρκη στο Christie's, το 2017. Ο αγοραστής αποκαλύφθηκε πως ήταν ο Mohammed bin Salman, ο διάδοχος του θρόνου της Σαουδικής Αραβίας. Το πώς όμως κατέληξε στην ιδιοκτησία του είναι μία αρκετά περίπλοκη υπόθεση.

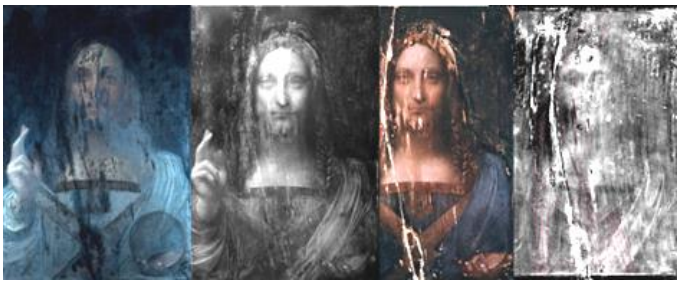
Δεν υπάρχει κάποια επίσημη καταγραφή κατά τη διάρκεια της ζωής του da Vinci που να υποδεικνύει πως αυτός είναι ο δημιουργός. Είχε πραγματοποιήσει δύο σκίτσα όσον αφορά το θέμα. Βρέθηκαν πολλά αντίγραφα από μαθητές και ακολούθους του (και ένα χαρακτικό το 1650 από τον Wenceslaus Hollar). Το 1964, ύστερα από ανάλυση ενυπάρχοντων υλικών, ο Ludwig Heydenreich κατέληξε στην ύπαρξη ενός χαμένου πρωτοτύπου.

Ο Dr Robert Simon, έμπορος και ιστορικός τέχνης με ειδίκευση στην Ιταλική αναγεννησιακή ζωγραφική καθώς και συνεργάτης του Alexander Parish, όταν απέκτησε τον πίνακα το 2005 μετά από μία δημοπρασία, παρατήρησε στην πίσω πλευρά του πίνακα μία επιγραφή CC, που υποδεικνύει πως ήταν μέλος της συλλογής Cook Collection. Μετά από έρευνα βρήκε τον πίνακα καταγεγραμμένο σε κατάλογο του 1913 της συλλογής Cook (των Taucred Borenius και Herbert Cook). Ο πίνακας είχε αγοραστεί το 1900 από τον Sir Charles Robinson για 120 λίρες. Ο πίνακας δεν ήταν καταγεγραμμένος ως έργο του da Vinci. Στις 25 Ιουνίου του 1958, 138 πίνακες της CC δόθηκαν για πώληση στο Sotheby's. Μεταξύ τους και ο Mundi, που περιήλθε για 45 λίρες στην κατοχή του ζεύγους Warren και Minnie Kuntz από τη Νέα Ορλεάνη. Όταν η Kuntz απεβίωσε, άφησε τον πίνακα στον ανιψιό της, Basil Clovis Hendry, ο οποίος είχε τον πίνακα στην κατοχή του μέχρι και τον θάνατό του το 2004. Ο πίνακας εκτιμήθηκε ισάξιος 750 δολαρίων και μεταφέρθηκε στην γκαλερί St Charles στη Νέα Ορλεάνη, που ήταν επίσης χώρος δημοπρασιών.

2005-2011: Ο Robert Simon μετέφερε τον πίνακα στους Dianne και Mario Modestini, συντηρητές έργων τέχνης. Ο Mario Modestini μετά από προσεκτική παρατήρηση του πίνακα, είπε: «Αυτός ο πίνακας είναι έργο ενός πολύ σπουδαίου καλλιτέχνη, αλλά δεν ξέρω ποιανού είναι. Μία γενιά αργότερα από τον da Vinci. Είναι λίγο σπουδαιότερο από τη ζωή». Στη συνέχεια, η Dianne και άλλοι ειδικοί (όχι ο Mario, καθώς απεβίωσε το 2006) ανέλαβαν την αποκατάσταση του πίνακα.

Τον Δεκέμβριο του 2007, με την αποκατάσταση του πίνακα να βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, η Dianne, παρατηρώντας την πανομοιότυπη τεχνική που εφαρμόστηκε και στο επάνω χείλος του Mundi με αυτή του χαμόγελου της Mona Lisa, απευθύνθηκε στον Robert Simon για την προέλευση του πίνακα. Μετά από ενδελεχή παρατήρηση του πίνακα, κατέληξαν πως ο πίνακας είναι ένας αυθεντικός da Vinci. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και ο Dr. Nicholas Penny, που συμβουλεύτηκαν στη συνέχεια. Πέντε ειδήμονες του χώρου κλήθηκαν να εξετάσουν τον πίνακα, βλέποντας παράλληλα έναν δίσκο μελέτης με την τεχνική και ιστορική έρευνα του πίνακα που είχε προηγηθεί. Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε, καταγράφηκε η επιβεβαίωση της αυθεντικότητας, δύο εξ αυτών, των Martin Kemp, David Alan Brown. Η Maria Teresa Fiorio αντίθετα, θεώρησε ότι ο πίνακας δεν ήταν του da Vinci. Μετά από ενδελεχή τεχνική ανάλυση του πίνακα και των χρωστικών του, τόσο από τους Dianne Modestini, τον Martin Kemp, David Alan Brown καθώς και τον Luke Syson, ο πίνακας καταχωρήθηκε εν τέλει ως έργο του Leonardo da Vinci.

Το 2012 βρισκόταν στην Εθνική Πινακοθήκη του Λονδίνου, εν μέσω εργασιών αναπαλαίωσης του πίνακα. Τον Απρίλιο του 2013 ο πίνακας είχε τρεις ιδιοκτήτες, τους οποίους προσέγγισε το Sotheby's, για να αγοραστεί από έναν ανώνυμο πελάτη, ο οποίος, όπως αποκάλυψε το New Yorker, ήταν ο Dmitry Rybolovlev. Αγόρασε τον πίνακα για 127,5 εκατομμύρια δολάρια. Ο Rybolovlev ανακάλυψε πως ο διαμεσολαβητής με τον οποίο είχε συνεργαστεί, τον εξαπάτησε, αποσπώντας του μεγάλο χρηματικό ποσό, (η αρχική τιμή του πίνακα ήταν 80 εκατομμύρια δολάρια). Η υπόθεση εξελίσσεται ακόμα στα δικαστήρια καθώς αποκαλύφθηκε πως ο Rybolovlev δεν ήταν το μόνο θύμα του.



Σχήμα 2: Φωτογραφίες του πίνακα, από αριστερά προς τα δεξιά, σε UV, IRR, ορατό, ακτίνες Χ.

Ο πίνακας, πωλήθηκε τελικά σε δημοπρασία στο Christie's, για το ποσό των 450 εκατομμυρίων δολαρίων, σε χρόνο μόλις 17 λεπτών, καθιστώντας τον, τον πιο ακριβοπληρωμένο πίνακα στην ιστορία. Ο πίνακας ήταν καταχωρημένος στη λίστα του Christie's ως αυθεντικός da Vinci. Ενώ αρχικά η κυβέρνηση της Σαουδικής Αραβίας διέψευσε την είδηση πως ο πίνακας αποκτήθηκε για λογαριασμό του ανάδοχου πρίγκιπα Mohammed bin Salman (Crown Prince), στη συνέχεια την επιβεβαίωσε μέσω tweet ανακοινώνοντας την προσεχή έκθεση του πίνακα στο Λούβρο του Abu Dhabi, που εν τέλει δεν εμφανίστηκε ποτέ. Ο πίνακας δεν έχει εκτεθεί μέχρι σήμερα ούτε στο Abu Dhabi, ούτε στη Γαλλία.

Οπτική ανάλυση του πίνακα

Το πιο έντονο χαρακτηριστικό που παρατηρήθηκε είναι πως το σφουμάτο γύρω από τα μάτια, η τεχνική του στα χείλη και οι λεπτομέρειες στον μανδύα είναι πανομοιότυπες με αυτές της Μόνα Λίζα. Τα μαλλιά του Salvator ζωγραφίστηκαν με τον ίδιο τρόπο που ζωγραφίστηκαν τα μαλλιά του Άγιου Ιωάννη του βαπτιστή. Επιπλέον, η σφαίρα στο αριστερό του χέρι, προκαλεί παραμόρφωση του μανδύα με τον ίδιο τρόπο που θα την προκαλούσε μία κούφια σφαίρα. Η παραμόρφωση που προκαλείται, συνάδει με τους νόμους της φυσικής περί παραμόρφωσης του ειδώλου, με τους οποίους ήταν εξοικειωμένος ο da Vinci όπως μαρτυρούν οι σημειώσεις των εγγράφων του.

Ανάλυση φωτογραφιών στο υπεριώδες φάσμα και ανάλυση υπό ακτίνες Χ

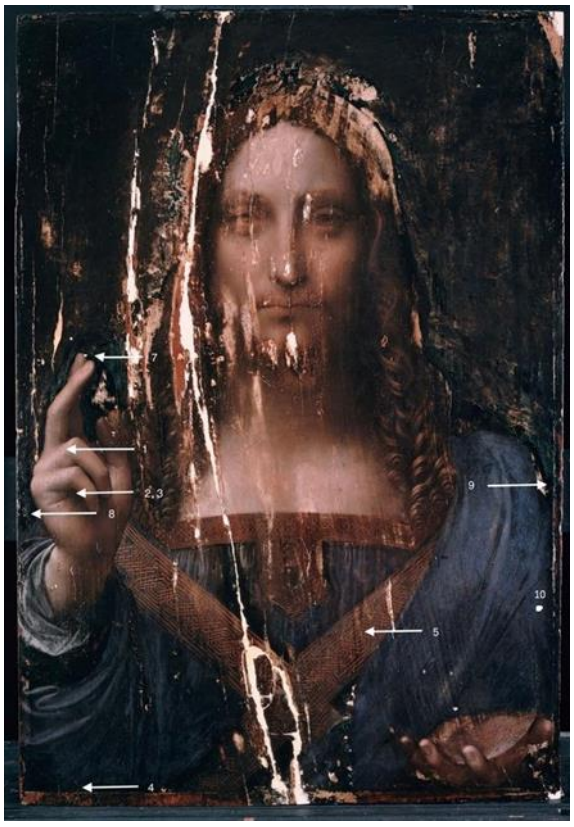
Η φωτογράφιση ενός πίνακα υπό διαφορετικά μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, παρέχει τη δυνατότητα άντλησης νέων πληροφοριών όσον αφορά τη δημιουργία του και κατ' επέκταση τον δημιουργό του. Η υπέρυθρη φωτογράφιση, διεισδύει στα βαθύτερα στρώματα της βαφής. Λόγω του ότι το μαύρο κάρβουνο απορροφά το υπέρυθρο φως, μέσω αυτής της τεχνικής παρέχεται η δυνατότητα ανίχνευσης προσχεδίων (εφόσον αυτά περιέχουν μαύρο κάρβουνο) στα προπαρασκευαστικά στάδια του πίνακα.

Η φωτογράφιση με ακτίνες Χ διεισδύει στα υλικά του πίνακα και τη στήριξή του. Οι ακτίνες Χ απορροφώνται περισσότερο από στοιχεία μεγάλου ατομικού αριθμού όπως ο μόλυβδος. Συνεπώς μία τέτοια φωτογράφιση παρέχει στοιχεία για την κατανομή τέτοιων υλικών, όπως χρωστική lead white ή lead-tin-yellow, που χρησιμοποιούνταν σε προπαρασκευαστικές στρώσεις ή στην ίδια τη βαφή. Η φωτογράφιση με ακτίνες Χ, ανέδειξε εμφανείς ομοιότητες με τη φωτογράφιση του πίνακα του da Vinci, Άγιος Ιωάννης ο Βαπτιστής.

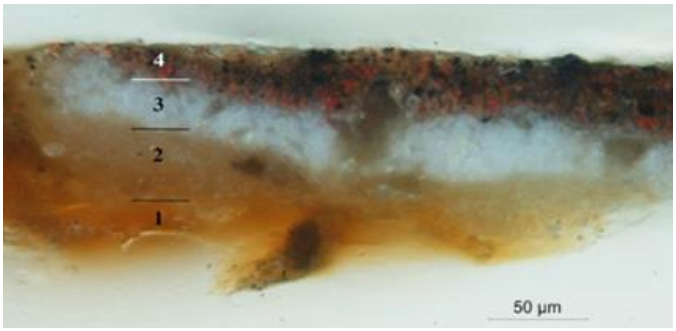
Η φωτογράφιση στο υπεριώδες, υποδεικνύει την παρουσία βερνικιού, που φθορίζει και εμφανίζεται ως μία κιτρινο- πράσινη απόχρωση της επιφάνειας του πίνακα. Επίσης τα ξηραινόμενα (drying) έλαια του συνδετικού υλικού της χρωστικής καθώς και ορισμένες χρωστικές παρουσιάζουν κάποιο φυσικό φθορισμό (λευκό του μολύβδου, χρωστικές lake). Τέλος, περιοχές που υπέστησαν αποκατάσταση δεν φθορίζουν αλλά απεικονίζονται ως σκούρο μαύρο χρώμα.

Επιστημονική ανάλυση του πίνακα

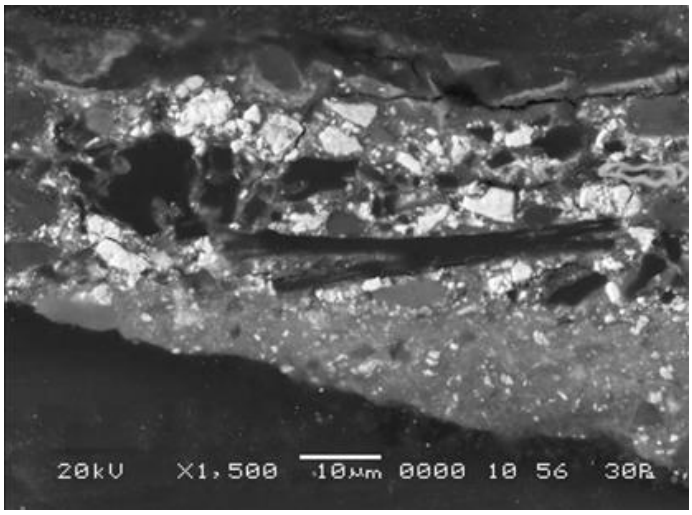
Περαιτέρω μελέτη με διάφορες μεθόδους χαρακτηρισμού του πίνακα έγινε από τους Nica Gutman Rieppi, Beth A. Price, Ken Sutherland, Andrew P. Lins, Richard Newman, Peng Wang, Ting Wang &Thomas J. Tague Jr και τα αποτελέσματά τους δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό Heritage Science το 2020. Αξιοποιώντας τη μέθοδο της στερεομικροσκοπίας, με μεγέθυνση έως και x50, σε συνδυασμό με τις πληροφορίες από υπέρυθρη ρεφλεκτογραφία (IRR), ελήφθησαν 10 δείγματα από περιοχές που είχαν υποστεί φθορά και θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικές ως προς τα χρώματα του πίνακα. Στο Σχήμα 3, παρουσιάζονται τα σημεία από τα οποία ελήφθησαν τα δείγματα. Από τα 10 δείγματα, τα 9 εγκιβωτίστηκαν σε ρητίνη και αναλύθηκαν ως ενεργές τομές (cross sections) ενώ το ένα αξιοποιήθηκε ως συμπλήρωμα στην ανάλυση της έρευνας χρωστικών και υλικού μέσου.



Σχήμα 3: Χαρτογράφηση της δειγματοληψίας, στον καθαρισμένο πίνακα, πριν την αποκατάσταση.



Σχήμα 4: Τομή του δείγματος 2 από σκιά του δέρματος, σε ορατό φως, υποδεικνύει: (1) μέγεθος κόλλας, (4) στρώσεις βαφής

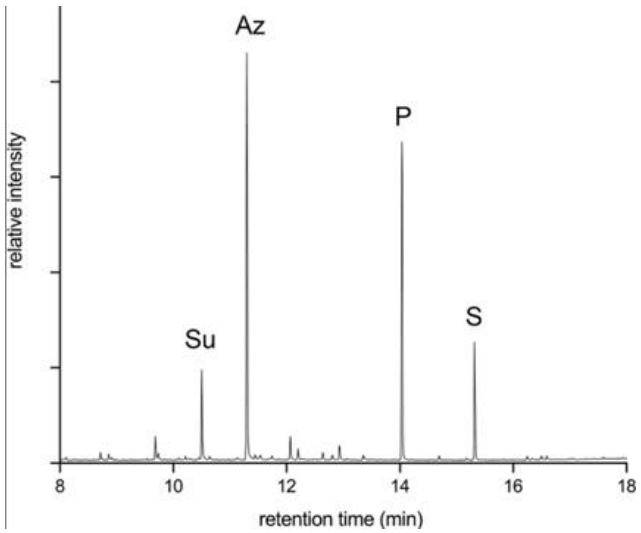


Σχήμα 5: Απεικόνιση από SEM-BSE, του δείγματος No 5.

Οι εγκάρσιες τομές μελετήθηκαν σε ορατό και υπεριώδες φως. Στο Σχήμα 4, παρουσιάζεται ενδεικτική φωτογραφία οπτικού μικροσκοπίου της εγκάρσιας τομής από τη θέση 2, καθώς και η καταγραφή των στρωμάτων που αναδεικνύονται. Εικόνες από τις εγκάρσιες τομές λήφθηκαν και με σαρωτικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM) και φαίνονται στο Σχήμα 5.

Η συνδυαστική χρήση των μεθόδων της Σαρωτικής Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας με μικροαναλυτή ακτίνων-Χ (SEM- EDS), της μικροφασματοσκοπίας Υπερύθρου (micro- FTIR/ micro- ATR) και της φασματοσκοπίας Raman, οδήγησε στην ταυτοποίηση των ανόργανων χρωστικών, ενώ για τα οργανικά υλικά (συνδετικό) εκτός της φασματοσκοπίας FTIR χρησιμοποιήθηκε και η τεχνική της πυρόλυσης με αέρια χρωματογραφία/ φασματομετρία μαζών, Py- GCMS (Σχήμα 6).

Συνοπτικά, εντοπίστηκαν οι χρωστικές: vermilion, red lake with alum-derived substrate, iron oxide earth, lead tin yellow type, natural ultramarine, umber, bone black, carbon black, charcoal, lead white, soda lime glass, quartz. Ωστόσο, δεν πρέπει να θεωρηθεί πως δεν υπάρχουν και άλλες χρωστικές, που δεν μπορούν να ανιχνευθούν λόγω των περιορισμένων δειγμάτων που ελήφθησαν. Τα παραπάνω υλικά, σύμφωνα με τους ειδικούς, συμβαδίζουν με τα υλικά της εποχής του da Vinci.



Σχήμα 6: Δεδομένα από ανάλυση με PyGCMS (total ion chromatogram) από ανάλυση του δείγματος χρωστικής 10. Su: Suberic, Az: azelaic, P: palmitic, S: Stearic fatty acid methyl ester derivatives.

Αποκατάσταση και συντήρηση του πίνακα

Η αποκατάσταση και η συντήρηση του πίνακα, αποτέλεσε μία δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία (σχεδόν 5 έτη), που πραγματοποιήθηκε κυρίως από την Dianne Modestini. Τόσο η φθορά λόγω της ηλικίας του πίνακα, όσο οι αλλοιώσεις που υπέστη ανά τους αιώνες (λόγου χάρη η προσθήκη επιπλέον τριχών στο πρόσωπο του Mundi, για να εμφανίζεται πιο ανδροπρεπής) καθώς και λανθασμένες τεχνικές καθαρισμού ή αποκατάστασης προηγουμένων ετών, κατέστησαν την αποκατάσταση του έργου μία πραγματική πρόκληση.

Καθώς η διαδικασία της αποκατάστασης διήρκεσε τόσο πολύ, αδιαμφισβήτητα υπάρχουν πολλά αξιοσημείωτα σημεία που θα μπορούσε κανείς να αναφέρει, όμως κάτι τέτοιο θα απέκλινε από το σκοπό του παρόντος άρθρου.

Θα περιοριστούμε σε χαρακτηριστικά, που αποτελούν στοιχεία της ταυτότητας του πίνακα.

Συγκεκριμένα, στο φόντο του πίνακα, οι κατώτερες στρώσεις, αποτελούνταν από μία πλούσια βαθιά μαύρη μπογιά, που αποτελούνταν από 4 με 5 στρώσεις βαφής. Η συγκεκριμένη βαφή χρονολογείται περί το 1460-1475 και είναι ίδιας τεχνοτροπίας με αυτή που χρησιμοποιούσε ο Antonello da Messina, σύγχρονος του da Vinci, καθώς και ο ίδιος ο da Vinci, σε ένα μισοτελειωμένο έργο πορτραίτο του. Η βαφή αυτή ήταν κρυμμένη κάτω από μία στρώση κοκκώδους ανοιχτού πράσινου χρώματος, granular verdigris. Η βαφή αυτή χρησιμοποιούνταν για το φόντο πορτραίτων κατά τον 16ο αιώνα (Γαλλία, Ιταλία, Γερμανία). Σε μετέπειτα χρόνια αποξύθηκε, απομακρύνοντας τόσο αυτή όσο και την αρχική βαφή από τον πίνακα. Ίχνη της πράσινης βαφής αλλά και της αρχικής μαύρης βαφής βρέθηκαν κάτω από το χέρι που φαίνεται να ευλογεί αλλά και τον δεξί ώμο. Επιπλέον, κατά τον καθαρισμό, βρέθηκαν pentimenti,[1] τα οποία φανέρωναν για παράδειγμα προσχέδια των τεχνημάτων του μανδύα, που ταυτίζονταν με τεχνήματα άλλων έργων του da Vinci.

Είναι ο πίνακας, ένας αυθεντικός Λεονάρντο; Σήμερα, ο πίνακας είναι καταχωρημένος ως έργο του da Vinci, παρόλα αυτά χωρίς την απόλυτη επιστημονική κατοχύρωση της αυθεντικότητάς του. Η επιστήμη, μέσω της ανάλυσης χρωστικών και της ανάδειξης των τεχνικών κατασκευής του πίνακα, υποδεικνύει, πως ο δημιουργός θα μπορούσε να είναι ο da Vinci. Η ιστορική αναδρομή, φανερώνει επιπλέον την ύπαρξη ενός χαμένου έργου, που οδήγησε στη δημιουργία αντιγράφων.

Η πλειοψηφία των εμπειρογνωμόνων (Dianne Modestini, Robert Simon κ.α.) συμφωνούν πως ο πίνακας αποτελεί δημιούργημα του Leonardo da Vinci. Ομοφωνία ωστόσο, πως ο πίνακας είναι δημιουργία του, δεν υπάρχει, και είναι πολύ δύσκολο να υπάρξει, εκτός και αν προκύψει κάποιο καινούριο στοιχείο, που να βοηθήσει στη διαλεύκανση της υπόθεσης. Αδιαμφισβήτητα όμως, είναι ένα αριστούργημα, που προκαλεί και θα προκαλεί τόσο το θαυμασμό, όσο και την περιέργεια ειδικών και μη.

Πηγές

- *Isis Davis-Marks, "Will the Mystery of 'Salvator Mundi' Ever Be Solved?" Smithsonian Magazine August 16, 2021*
- *http://openculture.com "Anatomy of a Fake:Forgery Experts Reveal 5 Ways to Spot a Fake Painting by Jackson Pollock (or Any Other Artist)", by Ayun Halliday, December 3rd, 2018.*
- *http://salvatormundirevisited.com, Dianne Modestini*
- *Nica Gutman Rieppi, Beth A. Price, Ken Sutherland, Andrew P. Lins, Richarss Newman, Peng Wang, Ting Wang& Thomas J. Tague Jr. "Salvator Mundi: an investigation of painting's materials and techniques", Heritage Science, Article number:39 (April 20, 2020)*
- *Helen Gardner, "Art Through The Ages", 1926 - Giorgio Vasari, "History of art", 1550, Florence*
- *Pochat, Götz, "Geschichte der Ästhetik und Kunsttheorie", 1986*
- *Christy Kuesel, via MIT Technology Review Scientists may have solved the mystery behind the glass orb in "Salvator Mundi."*
- *https://www.artsy.net/news/artsy-editorial-scientists-solved-mystery-glass-orb-salvator-mundi*
- *http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/madder.html*
- *https://ifa.nyu.edu/people/faculty/modestini.html*

[1] *Pentimento: όταν ο δημιουργός αλλάζει γνώμη. Ο όρος ουσιαστικά αναφέρεται σε διορθώσεις και αλλαγές στη θέση συγκεκριμένων μερών της σύνθεσης. Όταν ο δημιουργός αλλάζει γνώμη, καλύπτει την περιοχή που θέλει να διορθώσει με νέα μπογιά και στη συνέχεια επαναζωγραφίζει την περιοχή, χωρίς να είναι ορατή πλέον στον θεατή η αλλαγή.*

Ομάδα Αστροδυναμικής
Σπουδαστήριο Μηχανικής
Τμήμα Φυσικής

πλανητική άμυνα

...και η διαστημική αποστολή DART

Παραγήινα ουράνια αντικείμενα και η πλανητική άμυνα

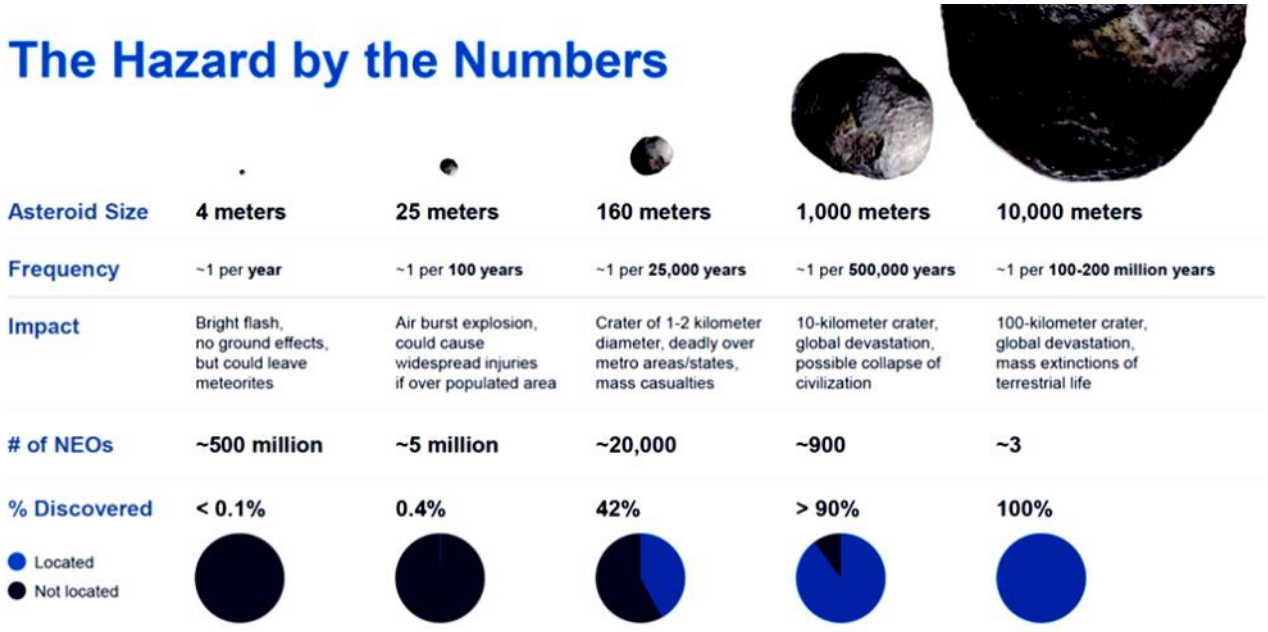
Τα ουράνια αντικείμενα κοντά στη Γη (Near Earth Objects) είναι κομήτες και αστεροειδείς που έχουν ωθηθεί από τη βαρυτική έλξη των κοντινών πλανητών σε τροχιές οι οποίες περνούν πολύ κοντά από την τροχιά της Γης ή την τέμνουν κιόλας. Γενικά οι αστεροειδείς και οι κομήτες θεωρούνται ότι αποτελούν αμετάβλητα υπολείμματα από τη διαδικασία σχηματισμού του ηλιακού συστήματος πριν από περίπου 4.6 δισεκατομμύρια χρόνια και έτσι η μελέτη τους είναι πολύ σημαντική για να κατανοήσουμε τον σχηματισμό και την εξέλιξη του ηλιακού μας συστήματος. Τα αντικείμενα που περιφέρονται κοντά στη Γη είναι ιδανικοί στόχοι για διαστημικές αποστολές οι οποίες μπορεί να συνεισφέρουν τα μέγιστα στην μελέτη τους. Έτσι τα τελευταία χρόνια όλοι οι μεγάλοι διαστημικοί οργανισμοί έχουν οργανώσει, με σημαντική επιτυχία, τέτοιες αποστολές όπως η ESA με την αποστολή Rosetta στον κομήτη 67P/Churyumov-Gerasimenko το 2014, η JAXA με την αποστολή Hayabusa2 στον αστεροειδή 162173 Ryugu το 2017 και η NASA με την αποστολή OSIRIS-REx στον αστεροειδή 101955 Bennu το 2018. Επίσης, με όλες αυτές τις αποστολές δίνεται και η ευκαιρία να δοκιμαστούν και πρωτοποριακές τεχνολογίες κινητήρων ιόντων, καμερών και άλλων οργάνων

Είναι εύλογο ότι η εγγύτητα των τροχιών των παραγήινων αστεροειδών (όπως αλλιώς ονομάζονται) στην τροχιά της Γης, τους καθιστά δυνητικά επικίνδυνους. Αν και στο πρόσφατο παρελθόν δεν έχουμε πτώσεις μεγάλων αντικειμένων, δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε έναν μελλοντικό κίνδυνο και συνεπώς η επιστημονική κοινότητα θα πρέπει να είναι προετοιμασμένη για την αντιμετώπισή του. Εξάλλου η πτώση του αστεροειδή 30 μέτρων στο Τσελιάμπινσκ το 2013 (αλλά και η πρόσφατη ταινία του Hollywood "Don't look up") φαίνεται πως θορύβησαν αρκετά ένα μεγάλο μέρος του κοινού.

Στο παραπάνω πλαίσιο η NASA ανέπτυξε το τμήμα Πλανητικής Άμυνας (Planetary Defense Coordination Office) το οποίο παρέχει έγκαιρη ανίχνευση δυνητικά επικίνδυνων αντικειμένων, δηλαδή το υποσύνολο των παραγήινων αστεροειδών των οποίων οι τροχιές προβλέπεται ότι θα έρθουν σε απόσταση μικρότερη των 8 εκατομμυρίων χιλιομέτρων από την τροχιά της Γης και είναι αρκετά μεγάλου μεγέθους ώστε να βλάψουν την επιφάνεια της Γης σε περίπτωση πτώσης τους. Επίσης, παρακολουθεί και χαρακτηρίζει τα δυνητικά επικίνδυνα αντικείμενα και εκδίδει προειδοποιήσεις για τις πιθανές επιπτώσεις τους. Μια λύση για την αντιμετώπιση ενός τέτοιου κινδύνου αποτελεί η έγκαιρη παρέκκλιση της τροχιάς του παραγήινου αστεροειδή ώστε να αποφευχθεί η σύγκρουση με τη Γη. Στην κατεύθυνση αυτή κινήθηκε η συνεργασία της NASA με την ESA, με την επωνυμία AIDA (Asteroid Impact Deflection Assessment) με την οποία οργανώθηκαν και είναι σε εξέλιξη δύο διαστημικές αποστολές, η αποστολή DART και η αποστολή Hera στον αστεροειδή 65803-Δίδυμος.

Το διπλό σύστημα του αστεροειδή 65803-Δίδυμος

Ο Αστεροειδής 65803 ανακαλύφθηκε το 1996, έχει ρομβοειδές σχήμα (top shaped asteroid) με μέση ακτίνα περίπου 390 μέτρα και μάζα 53 εκατομμύρια τόνους. Περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του με περίοδο 2.26 ώρες και αποτελείται κυρίως από πυρίτιο



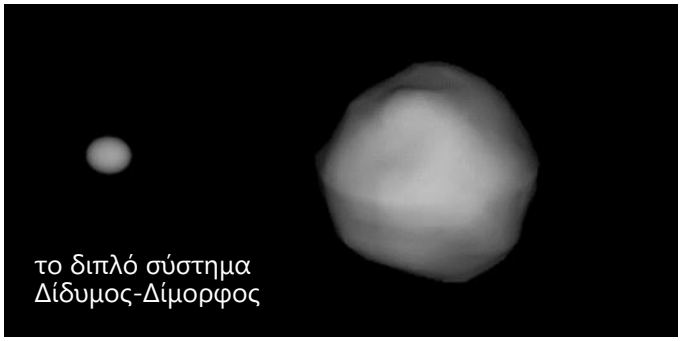
(άμμος και πετρώματα). Η τροχιά του είναι ελλειπτική (σχεδόν στο επίπεδο της εκλειπτικής), βρίσκεται μεταξύ Γης και Άρη, και έχει περίοδο 2.1 έτη. Το 2003 ο Δίδυμος είχε μια κοντινή προσέγγιση στη Γη (σε απόσταση 7 εκατομμυρίων χιλιομέτρων) και δόθηκε η ευκαιρία στον Τσέχο αστρονόμο Petr Pravec να ανακαλύψει ότι γύρω από τον Δίδυμο περιφέρεται και ένα μικρότερο σώμα ως δορυφόρος με περίοδο 11.9 ώρες και σε απόσταση περίπου 1190 μέτρα (σε σχεδόν κυκλική τροχιά) από το κέντρο του Δίδυμου. Έχει μάζα 100 φορές μικρότερη του Δίδυμου και το σχήμα του, προς το παρόν, είναι άγνωστο (θεωρούμε μια μέση ακτίνα της τάξης των 80 μέτρων).

Το σώμα αυτό ονομάστηκε Δίμορφος, μετά από πρόταση του Κλεομένη Τσιγάνη, δεδομένης της διαφορετικής μορφής που αναμένεται να έχει μετά την πρόσκρουση του DART, όπως θα περιγράψουμε παρακάτω. Η δυναμική κατάσταση της τροχιάς του Δίμορφου πρέπει να είναι αρκετά ευσταθής και υποθέτουμε ότι δείχνει πάντα το ίδιο πρόσωπο προς το δίμορφο όπως συμβαίνει και με το σύστημα Γη-Σελήνη (phase locked). Όμως λόγω των σχημάτων των δύο σωμάτων, η βαρυτική αλληλεπίδρασή τους ενδεχομένως προκαλεί ταλαντώσεις (ίσως και χαοτικές!) στη φάση του Δίμορφου ως προς τον Δίδυμο, όπως δείχνουν οι αριθμητικές προσομοιώσεις.

Ο 65803-Δίδυμος δεν αποτελεί ένα επικίνδυνο αντικείμενο για τη Γη, τουλάχιστον για την επόμενη χιλιετία. Όμως, το μικρό μέγεθος του Δίμορφου καθώς και η τροχιακή του ευστάθεια γύρω από τον Δίδυμο, έκαναν το σύστημα αυτό έναν ιδανικό στόχο για την AIDA και την μέτρηση μιας τεχνητής τροχιακής εκτροπής ενός ουράνιου αντικειμένου.

Η αποστολή DART

Στις 23 Νοεμβρίου του 2021 εκτοξεύτηκε με επιτυχία από τη διαστημική Βάση Vandenberg της Καλιφόρνια σε έναν πύραυλο SpaceX Falcon 9 το διαστημικό σκάφος DART (Double Asteroid Redirection Test). Στόχος του η απευθείας πρόσκρουσή του στο Δίμορφο και με αναμενόμενο αποτέλεσμα μια μετρήσιμη εκτροπή της τροχιάς του. Το DART, με μάζα 550 κιλά, θα προσκρούσει πάνω στον Δίμορφο με ταχύτητα 6.6 Km/s (δηλαδή αρκετές φορές ταχύτερα από μια σφαίρα πυροβόλου όπλου). Το αποτέλεσμα της πρόσκρουσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι μας είναι άγνωστοι, και όλες οι μελέτες περιέ-


το διπλό σύστημα
Δίδυμος-Δίμορφος

χουν αρκετές υποθέσεις. Αναμένεται η δημιουργία ενός μεγάλου κρατήρα και η εκτόξευση συντριμμιών (ejecta) στο διάστημα. Το πιο ενδιαφέρον βέβαια αποτελεί η εκτροπή της τροχιάς του Δίμορφου η οποία θα είναι μετρήσιμη και από τα τηλεσκόπια στη Γη μέσω της μέτρησης της τροχιακής περιόδου του διπλού συστήματος. Μια σημαντική παράμετρος που καθορίζει την τροχιακή εκτροπή είναι η παράμετρος β που εκφράζει τον λόγο της μεταφερόμενης ορμής στον αστεροειδή ως προς την ορμή που φέρει το σκάφος, και που στην απλούστερη μορφή του γράφεται ως:

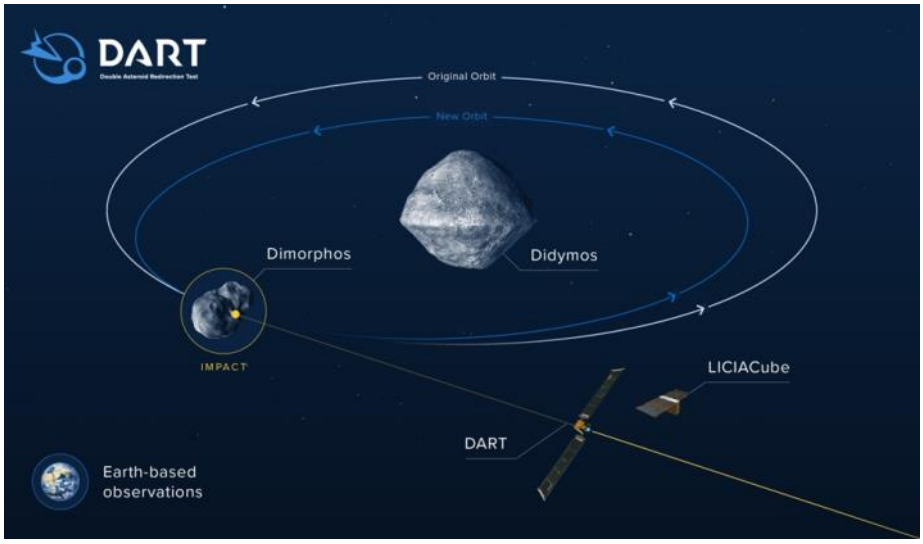
$$\beta = 1 + p_{ejecta}/p_{DART}$$

όπου p_{ejecta} η ορμή των συντριμμιών που θα εκτοξευθούν κατά την πρόσκρουση και p_{DART} η ορμή που φέρει το σκάφος. Με την αποστολή του DART η παράμετρος β θα μετρηθεί με μεγάλη ακρίβεια και θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περαιτέρω μελέτες.

Το DART φέρει τη συσκευή DRACO, η οποία είναι μια συσκευή απεικόνισης υψηλής ανάλυσης για υποστήριξη αυτόματης πλοήγησης και στόχευσης, για τη μέτρηση του μεγέθους και του σχήματος του στόχου του αστεροειδούς και για τον προσδιορισμό του σημείου πρόσκρουσης και του γεωλογικού περιβάλλοντος. Επίσης, δέκα μέρες πριν την πρόσκρουση, θα ελευθερωθεί από το DART ο μικροδορυφόρος LICIACube (Light Italian CubeSat for Imaging of Asteroids) ο οποίος θα καταγράψει εικόνες της πρόσκρουσης, του προκύπτοντος νέφους των συντριμμιών που θα εκτιναχθούν και ίσως μπορέσει να φωτογραφήσει και τον κρατήρα πρόσκρουσης στην επιφάνεια του Δίμορφου, αν το νέφος καθαρίσει αρκετά σύντομα.

Η πρόσκρουση θα πραγματοποιηθεί στις 27 Σεπτεμβρίου 2022 και ώρα 2:14 π.μ.

η εκτόξευση
του DART



η ακτινοβολία Σύγχροτρον

...και η προσπάθεια για την ένταξη της Ελλάδας στο ESRF

Μαρία Κατσικίνη
Αναπλ. Καθηγήτρια
Τμήματος Φυσικής

Η ακτινοβολία Σύγχροτρον είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται από ελαφρά φορτισμένα σωματίδια, κυρίως ηλεκτρόνια, τα οποία κινούνται με ταχύτητες της τάξης του 99.99% της ταχύτητας του φωτός σε κλειστές τροχιές [1]. Η καμπύλωση της τροχιάς (είτε αυτή προκαλείται από έναν ισχυρό διπολικό μαγνήτη είτε από μία συστοιχία μαγνητών όπως οι wigglers ή οι undulators που αναγκάζουν τη δέσμη ηλεκτρονίων σε ημιτονοειδή τροχιά) οδηγεί σε εκπομπή της ακτινοβολίας Σύγχροτρον εφαπτομενικά στην τροχιά.

Ιστορικά, η θεωρητική μελέτη του φαινομένου της εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από επιταχυνόμενα σωματίδια ξεκίνησε γύρω στο 1945 ως ένας παρασιτικός μηχανισμός απώλειας ενέργειας στους επιταχυντές [2]. Η πρώτη πειραματική παρατήρηση της εκπομπής ακτινοβολίας Σύγχροτρον έγινε το 1947 στα εργαστήρια της General Electric [3] σε μία διάταξη ενέργειας 70 MeV ενώ είκοσι χρόνια αργότερα τέθηκε σε λειτουργία στο Πανεπιστήμιο του Wisconsin-Madison ο Tantalus, ο πρώτος δακτύλιος αποθήκευσης ηλεκτρονίων (electron storage ring) ενέργειας 240 MeV [3]. Η διάταξη αυτή ήταν μια διάταξη δεύτερης γενιάς, χρησιμοποιούνταν δηλαδή για την παραγωγή ακτινοβολίας Σύγχροτρον με σκοπό τη χρήση της για την πραγματοποίηση πειραμάτων και όχι τόσο για την μελέτη του καθ' εαυτού φαινομένου της εκπομπής ακτινοβολίας. Σε τέτοιες διατάξεις, δεύτερης γενιάς, ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια που έχουν προεπιταχυνθεί, «αποθηκεύονται» και περιστρέφονται για αρκετές ώρες σε έναν δακτύλιο αποθήκευσης. Εκεί διατηρούν την κλειστή τροχιά τους με τη βοήθεια διπολικών μαγνητών κάμψης (bending magnets). Μια σημαντική καινοτομία που εισήχθη στα μέσα της δεκαετίας του 1990 ήταν η ανάπτυξη των παρεμβαλλόμενων διατάξεων (insertion devices) undulators και wigglers οι οποίες παρέχουν ακτινοβολία με βελτιωμένα χαρακτηριστικά. Η χρήση τέτοιων διατάξεων οδήγησε στην κατασκευή πηγών Σύγχροτρον τρίτης γενιάς. Περισσότερες από 50 εγκαταστάσεις παραγωγής ακτινοβολίας Σύγχροτρον υπάρχουν στον κόσμο. Η κατανομή τους και τα χαρακτηριστικά τους μπορούν να βρεθούν στον σύνδεσμο lightsources.org.

Η ακτινοβολία Σύγχροτρον έχει χαρακτηριστικά που την καθιστούν ελκυστική για την πραγματοποίηση πληθώρας πειραμάτων σε διάφορους τομείς της επιστήμης. Τα κυριότερα εξ αυτών είναι:

- Έχει συνεχές φάσμα καλύπτοντας μία ευρεία περιοχή ενεργειών από το υπέρυθρο ως τις σκληρές ακτίνες Χ.
- Έχει υψηλή ένταση, είναι έντονα παραλληλισμένη και έχει μικρή διατομή, χαρακτηριστικά που της προσδίδουν εξαιρετική λαμπρότητα.
- Είναι γραμμικά πολωμένη στο οριζόντιο επίπεδο (επίπεδο εκπομπής) και κυκλικά πολωμένη πάνω και κάτω από αυτό. Οι ιδιότητες πόλωσης μπορούν να τροποποιηθούν χρησιμοποιώντας κατάλληλες παρεμβαλλόμενες διατάξεις.
- Έχει παλμικό χαρακτήρα και υψηλό βαθμό συμφωνίας.

Τα περισσότερα πειράματα που πραγματοποιούνται σε μια εγκατάσταση παραγωγής ακτινοβολίας Σύγχροτρον χρησιμοποιούν κυρίως μαλακές ($\lambda > 1$Å) ή σκληρές ακτίνες Χ ($\lambda < 1$Å). Στην περίπτωση των μαλακών ακτίνων Χ, καθώς αυτές απορρο-

Από πάνω προς τα κάτω: Η πρώτη διάταξη για την παρατήρηση της εκπομπής ακτινοβολίας Σύγχροτρον το 1947 στα εργαστήρια της General Electric. Η πηγή Σύγχροτρον (δακτύλιος αποθήκευσης) Tantalus, ενέργειας 240 MeV, που τέθηκε σε λειτουργία το 1968 στο Πανεπιστήμιο του Wisconsin. Η ευρωπαϊκή εγκατάσταση ακτινοβολίας Σύγχροτρον (ESRF) χτισμένη στη συμβολή των ποταμών Drac και Isère στην Grenoble της Γαλλίας.

φώνται από τον αέρα, τα πειράματα πραγματοποιούνται σε συνθήκες υπερυψηλού κενού.

Οι κυριότεροι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης των ακτίνων Χ με την ύλη είναι η σκέδαση και η απορρόφηση. Συμβολή των σκεδαζόμενων δεσμών από περιοδικές δομές ατόμων οδηγούν σε περίθλαση. Σε αυτούς τους μηχανισμούς στηρίζονται και οι τεχνικές με ακτινοβολία Σύγχροτρον: XRD (περίθλαση), SAXS/WAXS (σκέδαση μικρής/μεγάλης γωνίας), XAFS (φασματοσκοπία απορρόφησης), XRF (φασματοσκοπία φθορισμού), XPS (φασματοσκοπία εκπομπής φωτοηλεκτρονίων), XMCD (μαγνητικός διχρωισμός), μικροσκοπία, τομογραφία, τοπογραφία και πολλές άλλες καθώς και παραλλαγές αυτών. Κάποιες από τις παραπάνω τεχνικές εφαρμόζονται σχεδόν αποκλειστικά σε εγκαταστάσεις παραγωγής ακτινοβολίας Σύγχροτρον, όπως για παράδειγμα οι φασματοσκοπίες απορρόφησης ακτίνων Χ που απαιτούν σάρωση της ενέργειας της προσπίπτουσας δέσμης. Άλλες τεχνικές όμως, όπως η XRD, η XRF κ.α., πραγματοποιούνται και με συμβατικές πηγές στο εργαστήριο. Όμως τα βελτιωμένα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας Σύγχροτρον παρέχουν περισσότερες δυνατότητες. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Η επιλογή της ενέργειας της προσπίπτουσας δέσμης παρέχει τη δυνατότητα επιλογής του βάθους διείσδυσης, ελαττώνει σημαντικά τα ελάχιστα όρια ανιχνευσιμότητας στοιχείων στα δείγματα και επιτρέπει τη μελέτη φαινομένων συντονισμού (π.χ. ανώμαλη περίθλαση, δηλαδή περίθλαση χρησιμοποιώντας μήκος κύματος ακτινοβολίας στο οποίο παρατηρείται έντονη απορρόφηση για κάποιο στοιχείο του δείγματος).
- Η υψηλή ένταση της δέσμης ελαττώνει τους χρόνους καταγραφής των δεδομένων και επιτρέπει τη μελέτη δειγμάτων με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε κάποια στοιχεία (diluted).
- Λόγω της εγγενούς μικρής διατομής της δέσμης, που μικραίνει ακόμη περισσότερο με κατάλληλες διατάξεις, είναι δυνατή η μελέτη ανομοιογενών δειγμάτων ή μικρής ποσότητας δείγματος, η χαρτογράφηση της χωρικής κατανομής στοιχείων κ.α. Η μικρή διατομή της δέσμης και ο έντονος παραλληλισμός επιτρέπει την καταγραφή δεδομένων σε εφαπτομενική πρόσπτωση προσδίδοντας μεγαλύτερη επιφανειακή ευαισθησία.
- Με κυκλικά πολωμένη δέσμη ακτίνων Χ μελετώνται μαγνητικές ιδιότητες υλικών ενώ με γραμμικά πολωμένη δέσμη προσδιορίζεται ο προσανατολισμός μορίων πάνω σε επιφάνειες. Η γραμμική πόλωση επίσης προκαλεί ελάττωση της έντασης της, σε κάποιες περιπτώσεις μη επιθυμητής, σκέδασης.

Γενικά τα πειράματα πραγματοποιούνται με καλύτερη ενεργειακή, χωρική και χρονική διακριτική ικανότητα. Το περιβάλλον του δείγματος μπορεί να είναι εξαιρετικά απλό, με το δείγμα να στερεώνεται απλά με κολλητική ταινία, έως πολύ σύνθετο, με πολλαπλούς θαλάμους κενού, ή με κατάλληλες διατάξεις για την μέτρηση υπό υψηλές πιέσεις, σε χαμηλή θερμοκρασία ή σε κατάλληλα «κελιά» για την παρακολούθηση της δράσης των καταλυτών (in operando). Η υψηλή ένταση της ακτινοβολίας Σύγχροτρον που επιτρέπει τη γρήγορη καταγραφή δεδομένων χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση δυναμικών φαινομένων, όπως για παράδειγμα για την εξέλιξη μιας χημικής αντίδρασης, για την μελέτη της αλλαγής φάσεων κ.α.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν τεχνικές που συναντά κανείς σε όλες τις εγκαταστάσεις παραγωγής ακτινοβολίας Σύγχροτρον. Εξειδικευμένες διατάξεις για μετρολογία, λιθογραφία ακτίνων Χ, μαστογραφία και άλλες ιατρικές εφαρμογές [4] μπορεί να βρει κανείς σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις. Από όλα τα παραπάνω είναι προφανές ότι πέραν από τις εφαρμογές της ακτινοβολίας Σύγχροτρον ως εργαλείο μελέτης της ύλης, η κατασκευή και η λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων είναι συνυφασμένη με νέα τεχνολογικά επιτεύγματα: πιο ισχυροί μαγνήτες για την καθοδήγηση και εστίαση της δέσμης ηλεκτρονίων στον επιταχυντή, πιο εξελιγμένα συστήματα ελέγχου της δέσμης ηλεκτρονίων, καλύτερα οπτικά ακτίνων Χ, καλύτεροι και πιο γρήγοροι ανιχνευτές, ανθεκτικές οπτικές διατάξεις στην υψηλή ένταση ακτινοβολίας, συστήματα ελέγχου της κίνησης του δείγματος, συστήματα διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων (big data) κ.α.

Σε μια εγκατάσταση παραγωγής ακτινοβολίας Σύγχροτρον «συμβιώνουν» 3 διαφορετικές ομάδες επιστημόνων/μηχανικών/τεχνικών: Η ομάδα της μηχανής που ασχολείται με τον επιταχυντή και ο κύριος σκοπός της είναι η παροχή σταθερής δέσμης ακτινοβολίας, η ομάδα των οπτικών ακτίνων Χ της οποίας κύριο μέλημα είναι καθοδήγηση και τροποποίηση των χαρακτηριστικών της ακτινοβολίας (π.χ. εστίαση, μονοχρωματισμός, φιλτράρισμα, ανίχνευση κλπ.) μέσα από κατάλληλους οδηγούς ακτινοβολίας (beamlines) και τέλος η ομάδα των χρηστών. Η τελευταία είναι και η πολυπληθέστερη και δεν αποτελεί μόνιμο προσωπικό της εγκατάστασης. Αποτελείται από επιστήμονες διαφόρων κλάδων (φυσικών, βιολόγων, χημικών, γεωλόγων, ιατρών, αρχαιολόγων κ.α.) που πραγματοποιούν πειράματα στα διάφορα beamlines ανάλογα με τις επιστημονικές τους ανάγκες. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ακτινοβολίας Σύγχροτρον παρέχουν δέσμη 24 ώρες το εικοσιτετράωρο για 7 ημέρες την εβδομάδα. Ένα τυπικό πείραμα μπορεί να διαρκεί από κάποιες ώρες (κρυσταλλογραφία μακρομορίων) έως και μια εβδομάδα (χαρτογράφηση φθορισμού, τοπογραφία, μετρήσεις υπό υψηλή πίεση ή σε χαμηλή θερμοκρασία). Η πρόσβαση γίνεται μετά από κρίση της πρότασης που υποβάλει η ερευνητική ομάδα συνήθως 2 φορές το χρόνο.

Το ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) είναι η Ευρωπαϊκή Εγκατάσταση Ακτινοβολίας Σύγχροτρον που βρίσκεται στην Grenoble της Γαλλίας [5]. Ξεκίνησε τη λειτουργία της το 1992 ενώ μία πρόσφατη αναβάθμιση που ξεκίνησε το 2019 την κατέστησε ως την πρώτη εγκατάσταση 4^{ης} γενιάς με δέσμη λαμπρότητας 15, 10 και 2 τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από τις συμβατικές πηγές ακτίνων Χ και τις διατάξεις Σύγχροτρον πρώτης και τρίτης γενιάς, αντίστοιχα.

Επί του παρόντος, μέλη του ESRF είναι 22 χώρες (Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ρωσία, Βέλγιο, Ολλανδία, Δανία, Φινλανδία, Νορβηγία, Σουηδία, Ισπανία, Ελβετία, Αυστρία, Ισραήλ, Ουγγαρία, Τσεχία, Σλοβακία, Πολωνία Πορτογαλία, Ινδία και Ν. Αφρική) με διαφορετικό ποσοστό συμμετοχής η καθεμία. Η Ελλάδα και οι υπόλοιπες βαλκανικές χώρες λείπουν από αυτήν τη

λίστα. Στην Ελλάδα υπάρχει μια ισχυρή κοινότητα χρηστών της ακτινοβολίας Σύγχροτρον (στο Τμήμα μας η συγκεκριμένη δραστηριότητα ξεκίνησε λίγο πριν το 1990). Προσπάθειες για την συμμετοχή της Ελλάδας στο ESRF, έστω και με ένα μικρό ποσοστό συμμετοχής) ξεκίνησαν το 2003 από τη Θεσσαλονίκη. Ανεξάρτητες προσπάθειες έγιναν αργότερα και από συναδέλφους από την Πάτρα και την Αθήνα με ισχυρή παρακίνηση και συνεργασία με Ελληνες συναδέλφους του εργάζονταν/ται στο ESRF. Απέβησαν άκαρπες. Βέβαια, από μία άλλη οπτική γωνία θα μπορούσε κανείς να πει ότι έστρωσαν το δρόμο για μια πιο οργανωμένη προσπάθεια που ξεκίνησε στις αρχές του 2022. Ίσως να βοήθησε και η, αναγκαστική λόγω της πανδημίας COVID19, εξοικείωση όλων μας με τις δυνατότητες τηλεδιάσκεψης. Ξεκίνησε λοιπόν μια πανελλαδική προσπάθεια [6] η οποία έχει ως στόχο την υποβολή μιας εμπεριστατωμένης πρότασης στην Ελληνική Κυβέρνηση σχετικά με τα οφέλη (και το κόστος) της συμμετοχής της Ελλάδας στο ESRF. Τα οφέλη είναι πολλαπλά στους τομείς της έρευνας (δυνατότητα διεξαγωγής πειραμάτων με καλυμμένα τα έξοδα), της εκπαίδευσης (οι θέσεις υποψηφίων διδακτόρων και μεταδιδακτορικών στο ESRF είναι υψηλά αμειβόμενες) και τη βιομηχανία (εξειδικευμένες μετρήσεις και συμμετοχή στο πρόγραμμα προμηθειών). Με αυτήν την ευκαιρία, ένα νέο επιστημονικό κοινωνικό κεφάλαιο (social capital) δημιουργείται στη χώρα μας, αυτό της κοινότητας των χρηστών ακτινοβολίας Σύγχροτρον που στόχος μας είναι να επισημοποιηθεί ως το GrSUN (Greek Synchrotron Users Network).

Η πρόταση (white paper) με τίτλο "The Participation of Greece in the European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)" έχει ετοιμαστεί και θα υποβληθεί μέχρι το τέλος Ιουνίου 2022 στο Υπουργείο Ανάπτυξης και Επενδύσεων, το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων και τη Γενική Γραμματεία Ερευνας και Καινοτομίας. Προηγήθηκε η κατασκευή μιας ιστοσελίδας [6] πριν έξι, περίπου, μήνες και σχετικών συνδέσμων σε κοινωνικά δίκτυα. Στην ιστοσελίδα έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον για την προσπάθεια περισσότερα από 550 άτομα. Το δεύτερο βήμα ήταν να οριστεί ένα δίκτυο εκπροσώπων σε πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα όλης της χώρας. Έλαβαν χώρα τηλεδιασκέψεις του δικτύου με εκπροσώπους της πολιτείας ενώ ο Γενικός Διευθυντής του ESRF συναντήθηκε δια ζώσης με εκπροσώπους της Ελληνικής πολιτείας και του Συνδέσμου Ελλήνων Βιομηχάνων. Στις 4/5/22 πραγματοποιήθηκε σχετική ημερίδα στο Πανεπιστήμιο Πατρών ενώ στις 5-8/9/2022 θα διεξαχθεί στη Θεσσαλονίκη το 1st Greek Summer School: Properties & Applications.

Στην δεξιά στήλη παρατίθενται τα beamlines του ESRF με τις αντίστοιχες πειραματικές τεχνικές.

Ευχόμαστε η προσπάθεια αυτή να ευοδωθεί και η Ελλάδα να γίνει το 23ο μέλος του ESRF.

Πηγές:

[1] https://photon-science.desy.de/research/students__teaching/primers/storage_rings__beamlines/index_eng.html

[2] J. Schwinger, Phys. Rev. 75, 1912 (1949).

[3] D. W. Lynch, J Synchrotron Radiat 4, 334 (1997).

[4] P. Suortti and W. Thomlinson, Phys. Med. Biol. 48, R1 (2003).}

[5] www.esrf.fr

[6] www.esrf.gr

ESRF BEAMLINES

Electronic structure, magnetism, and dynamics

ID12: Circular polarisation
ID20 & ID28: Inelastic X-ray scattering I
ID26: X-ray absorption and emission spectroscopy (XAS-XES)
ID32: Soft X-ray spectroscopy beamline for polarisation-dependant studies

Complex systems and biomedical sciences

ID02: Time-Resolved Ultra Small-Angle X-Ray Scattering
ID03: Surface diffraction beamline
ID09: Time-resolved diffraction
ID10: Soft interfaces and coherent scattering beamline
ID17: Biomedical beamline

Structural biology

ID23-1 & ID30B: intense, tunable beamlines
ID30A-1: fully automatic data collection
ID23-2 & ID30A-3: protein crystallography using microbeam
BM29: protein solution scattering
CM01: a cryo-EM microscope

Structure of materials

ID11: Materials science, time-resolved diffraction
ID15A: High-energy beamline for materials chemistry and engineering
ID19: Microtomography beamline
ID22: Powder diffraction
ID31: High-energy beamline for buried interface structures and materials processing

Matter under extreme conditions

ID06LVP: Large volume press
ID15B: High pressure diffraction
ID18: Nuclear resonance
BM23: X-ray absorption spectroscopy
ID24: Energy dispersive X-ray absorption spectroscopy
ID27: time-resolved high-pressure studies

X-ray nanoprobe

ID01: Microdiffraction imaging
ID13: Microfocus beamline
ID16A: Nano-imaging
ID16B: Nano-analysis
ID21: X-ray microscopy & microanalysis

Collaborating Research Group (CRG) beamlines

SNBL-I: Switzerland -Norway [BM01]: high resolution single-crystal diffraction, small molecules, and for macromolecular crystallography.
D2AM: France [BM02]: In situ material characterization
FIP2: France [BM07]: Investigation of proteins
LISA: Italy [BM08]: -X-ray absorption spectroscopy
DUBBLE: The Netherlands & Belgium [BM14 & BM26]: Small/Wide X-ray Scattering & X-ray Absorption Fine Structure
FAME-UHD: France [BM16]: Absorption spectroscopy for materials and environmental sciences at ultra-high dilution
ROBL: Germany [BM20]: The Rossendorf beamline (X-ray Absorption Fine-Structure, X-ray emission spectroscopies and X-ray diffraction)
SpLine: Spain [BM25]: Diffraction and Spectroscopy
XMAS: UK [BM28]: High resolution and magnetic single crystal diffraction
FAME: France [BM30]: Absorption spectroscopy beamline in Material and Environmental science
Switzerland -Norway [BM31]: X-ray absorption and high-resolution X-ray diffraction
IF: France [BM32]: Interfaces and surface beamline

ημερολόγιο αποστολής

Το ταξίδι του Αρκτούρου: Αστρονομικές και ναυτικές ιστορίες στην άλλη μεριά της Γης

Παντελής Παπαδόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Φυσικής

1 Ο Αρκτούρος (Hokulea), στα ανοιχτά κάπου στην ακτή της Hamakua, Ειρηνικός Ωκεανός, Χαβάη.

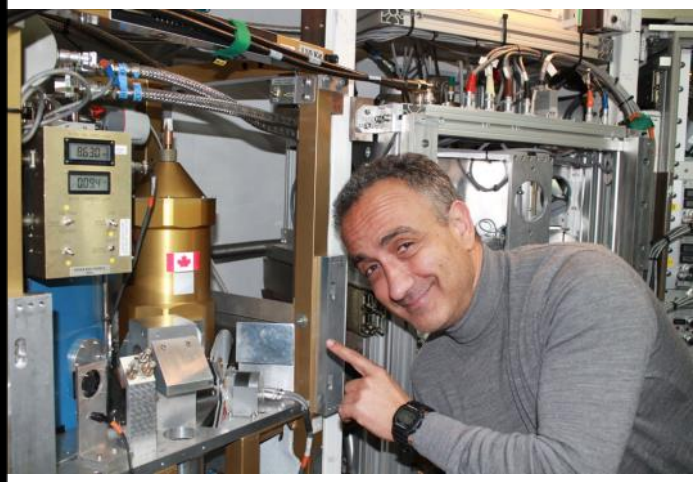
2 Ακτογραμμή από την μεριά της ακτής Hamakua.

3 Το τηλεσκόπιο JCMT σε υψόμετρο 4100 μέτρων στο Mauna Kea της Χαβάης. Μπροστά του φαίνεται, για λόγους σύγκρισης, το 4x4 με το οποίο μετακινούμαστε μεταξύ της προκεχωρημένης βάσης στα 3100 μέτρα στο Hale Pohaku, και στα Αστεροσκοπεία στο πλατώ της κορυφής. Η υπερκατασκευή περιέχει ένα ραδιοτηλεσκόπιο υψηλών συχνοτήτων διαμέτρου 15 μέτρων.

4 Το JCMT την νύχτα, με την χαρακτηριστική του μεμβράνη GorTex, διάφανη στα ραδιοκύματα, που το προστατεύει από τα στοιχεία της Φύσης (άνεμο, σκόνη, χιόνι).

5 Άλλο ένα από τα τηλεσκόπια του Mauna Kea, το περίφημο Keck, το πιο μεγάλο οπτικό τηλεσκόπιο του πλανήτη με 10 μέτρα αντικειμενικό κάτοπτρο.

6 Τμήμα του Telescope Operations Room, James Clerk Maxwell Telescope (JCMT), Hawaii



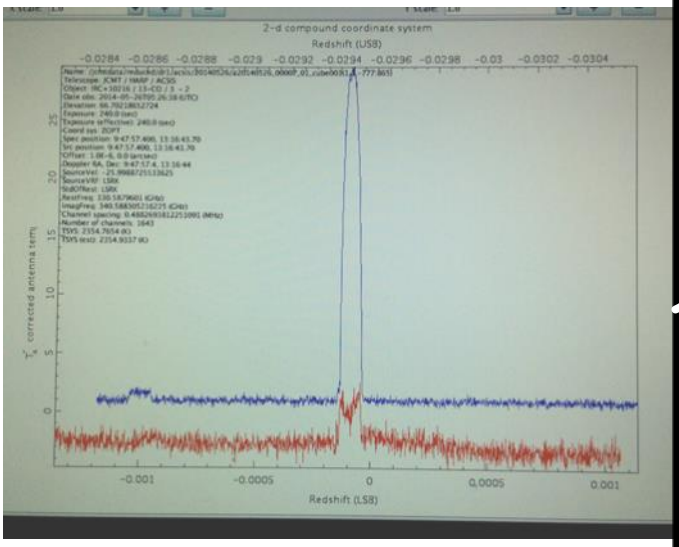
7 Τμήμα του κρυογενικά ψυχόμενου ραδιο-δέκτη HARP-B, εγκαταστημένου στο JCMT από το Herzberg Institute for Astrophysics (HIA) του Καναδά. Μοντέρνα τηλεσκόπια έρευνας έχουν πάντα μια μεγάλη συλλογή οργάνων τοποθετημένα εκεί τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικά επιστημονικά προγράμματα και στόχους, και κάποια αυτά μπορούν ακόμα και να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα. Την κατασκευή και τοποθέτησή τους συνήθως αναλαμβάνουν οι χώρες που έχουν συνεργαστεί για να κατασκευάσουν το συγκεκριμένο τηλεσκόπιο. Πολλές φορές όμως φιλοξενούνται και όργανα/δέκτες από ερευνητικές ομάδες που δεν ανήκουν στο αρχικό σύνολο των χωρών που κατασκεύασαν τα τηλεσκόπια, είναι τα λεγόμενα guest instruments, πολύτιμα για τα τηλεσκόπια πρώτης γραμμής που πρέπει συχνά να ανανεώνουν τις δυνατότητές τούς.

8 Μερικά από τα ραδιοτηλεσκόπια του συμβολομέτρου υψηλών συχνοτήτων SMA (Smithsonian Millimeter Array). Σε αντίθεση με τα οπτικά, τα ραδιοτηλεσκόπια μπορούν να παρατηρούν και κατά την διάρκεια της ημέρας, επεκτείνοντας τις τυπικές βάρδιες σε αυτά από 15-16 ώρες (για τις υψηλές συχνότητες) μέχρι και για όλη την διάρκεια του 24ώρου για τις χαμηλές.

9 Το βουνό Mauna Kea με όλη την αίγλη των 4100 μέτρων χιονισμένων κορυφών του υψώνεται πάνω από την μικρή πόλη του Hilo (όπου βρίσκονται οι βάσεις σε επίπεδο θαλάσσης των περισσότερων Αστεροσκοπείων εκεί πάνω). Η δραματική αλληλουχία κλιματικών ζωνών φαίνεται με μία ματιά, από το τροπικό κλίμα ενός νησιού του Ειρηνικού στους πρόποδές του, μέχρι και τα χιόνια στα συχνά παγωμένα υψίπεδα των κορυφών του όπου αχνοφαίνονται και κάποιοι θόλοι τηλεσκοπίων (με το μεγαλύτερο που φαίνεται να είναι το CFHT Canada France Hawaii Telescope).

10

Πανοραμική εικόνα των Αστεροσκοπείων του Mauna Kea, μετά από μία τυπική χιονοθύελλα στα 4000 μέτρα υψόμετρο, ενώ ο καιρός στο επίπεδο Θαλάσσης παραμένει σταθερά τροπικός (30-35 C), όπως σε ένα τυπικό νησί του Ειρηνικού κοντά στον Ισημερινό.



11 Φάσμα του μορίου CO από το πλούσιο σε C άστρο IRC 10216, ~300 έτη φωτός μακριά

12 Το τέλος μιας μεγάλης βάρδιας στο JCMT, (αρκετά αργότερα από όλα τα υπόλοιπα οπτικά και υπέρυθρα τηλεσκόπια του Mauna Kea) είναι πάντα μια ωραία στιγμή ειδικά αν έχεις συλλέξει μοναδικά δεδομένα την προηγούμενη βραδιά. Μας χωρίζουν μόνο 40 λεπτά οδήγησης πίσω στην βάση μας στα 3100 μετρα στο Hale Pohaku, και τις θρυλικές ομελέτες του αρχι-μάγειρου Steve Garcia (τις οποίες παραγγέλνουμε με τα υλικά που θέλουμε ήδη πριν κατέβουμε στην βάση μέσω του συστήματος ενδο-επικοινωνίας τηλεσκοπίων και Hale Pohaku) και ύπνο στα δωμάτια μας. Την επόμενη νύχτα θα είμαστε πάλι εκεί πάνω...

13 Τέλος αποστολής.

30 χρόνια «Φαινόμενον»

Τάσος Λιόλιος
Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής

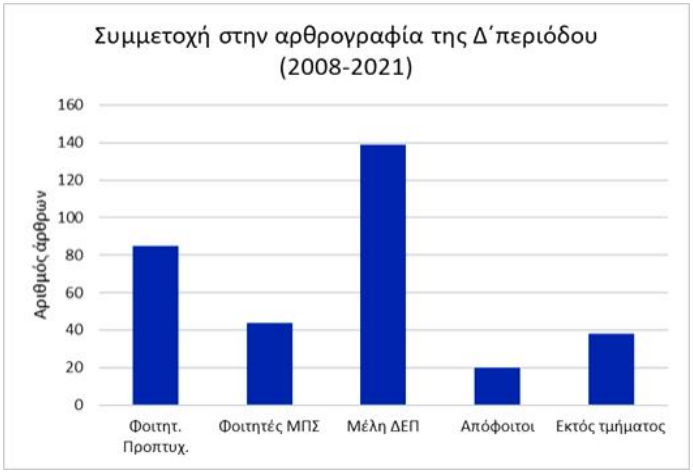
Στο πρώτο τεύχος του περιοδικού, ένα απλό τετρασέλιδο που κυκλοφόρησε τον Ιούλιο του 1992, στο κύριο άρθρο του, διαβάζει κανείς τα εξής: *«Δεν ήταν μόνον η ανάγκη για μια καλύτερη και άμεση ενημέρωση αυτό που οδήγησε στην απόφαση για την έκδοση του "Φαινόμενον". Εξίσου σημαντικά επέδρασε και η σκέψη ότι αυτό ίσως θα συντελέσει στο να ισχυροποιηθούν οι δεσμοί ανάμεσά μας και να αισθανθούμε όλοι ότι εξυπηρετούμε έναν κοινό σκοπό, δηλαδή τη βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας του τμήματός μας. Ο τίτλος που επελέγη από την συντακτική επιτροπή δεν είναι ενδεικτικός μόνο της σχέσης του φυλλαδίου με τη Φυσική επιστήμη, αλλά υποδεικνύει και τη μοναδικότητά του στο χώρο του ΑΠΘ…».*

Το περιοδικό, αν και ξεκίνησε ως ένα φοιτητικό ενημερωτικό δελτίο, εξελίχθηκε βαθμιαία σε ένα ενδιαφέρον επιστημονικό, επικοινωνιακό και ένα -όπως αντιλαμβανόμαστε σήμερα- ιστορικό περιοδικό, με πλούσια και εικονογραφημένη ύλη για όλα τα επιστημονικά πεδία και τις εκδηλώσεις του τμήματος. Από το ξεκίνημά του, έγινε επίμονη προσπάθεια να συμβάλλουν αρθρογραφώντας στο περιοδικό όλες οι συνιστώσες του τμήματος: φοιτητές, υποψήφιοι διδάκτορες, μέλη ΔΕΠ, ομότιμοι καθηγητές, απόφοιτοι, ακόμη και επιστήμονες εκτός τμήματος, ή και άλλων επιστημών εκτός της φυσικής. Σύντομα, όλα τα τεύχη ψηφιοποιήθηκαν και έκτοτε διατίθενται ελεύθερα στην ιστοσελίδα του τμήματος.

Η ιστορική διαδρομή του περιοδικού είναι χωρισμένη σε 4 περιόδους. Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει δύο μόνο δελτία που εκδόθηκαν το 1992. Η δεύτερη περίοδος, από το έτος 1994 μέχρι το 1997 επί προεδρίας του αειμνήστου Γιάννη Αντωνόπουλου, αποτελείται από 18 τεύχη. Στην τρίτη περίοδο κυκλοφόρησαν 22 τεύχη, από τον Σεπτέμβριο του 1996 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2006. Στην περίοδο αυτή, το «Φαινόμενον» είχε την επίβλεψη του κ. Κωνσταντίνου Καμπά και το τμήμα τις προεδρίες των Γ. Κανελλή, Δ. Κυριάκου και Σ. Λογοθετίδη.

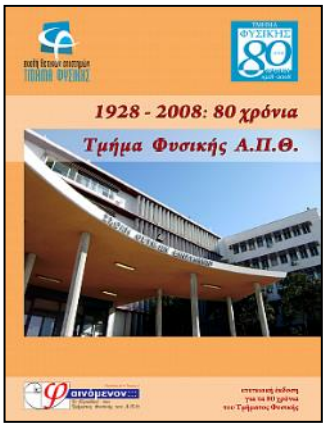
Το 2006, η συνταξιοδότηση του κ. Κωνσταντίνου Καμπά που ήταν η ψυχή του περιοδικού για μια δεκαετία, άφησε μετέωρη την όλη προσπάθεια και το «Φαινόμενον» βρέθηκε σε μια κρίσιμη καμπή. Ευτυχώς όμως όχι για πολύ. Το νέο ξεκίνημα του περιοδικού, ανέθεσε ο Πρόεδρος του Τμήματος Στέργιος Λογοθετίδης στον υπογράφοντα, ο οποίος είδε ότι η έκδοση πρέπει να γίνει στο εξής πιο θεσμοθετημένα, στα πλαίσια της Επιτροπής Εκδόσεων του Τμήματος. Η νέα αυτή Επιτροπή ορίσθηκε το Νοέμβριο του 2007 και την αποτελούσαν οι *Αναστάσιος Λιόλιος, ως πρόεδρος της επιτροπής, και τα μέλη Κ. Ευθυμιάδης, Χ. Ελευθεριάδης, Ι. Στούμπουλος, Μ. Αγγελακέρης και Γ. Θεοδωρίδης*. Έτσι, τον Μάιο του 2008, ξεκίνησε η περίοδος Δ΄ και το περιοδικό πήρε τη σημερινή του μορφή ως περιοδικό του Τμήματος Φυσικής. Άρχισε να εκδίδεται με 32 εσωτερικές σελίδες στο κάθε τεύχος και έχοντας 4 έγχρωμα εξώφυλλα-οπισθόφυλλα.

Από το ακαδημαϊκό έτος 2011-12 μπήκε νέα συντακτική ομάδα με επικεφαλής τον Γιώργο Δημητρακόπουλο (επί προεδρίας του Θ. Λαόπουλου), η οποία συνεχίζει μέχρι το 2015 (προεδρία του Κων. Χρυσάφη). Από το 2016 αλλάζει και πάλι η συντακτική ομάδα με επικεφαλής ξανά τον κ. Α. Λιόλιο (προεδρίες Κ. Χρυσάφη και Α. Μπάη), η οποία παραδίδει τα ηνία στο τέλος το 2019, στη σημερινή συντακτική ομάδα, της οποίας επικεφαλής είναι η κ. Μαρία Κατσικίνη (προεδρία του Δημήτρη Μελά). Την συντακτική ομάδα αποτελούν τώρα τα μέλη της Επιτροπής Εκδόσεων Σεμιναρίων και Προβολής του Τμ. Φυσικής, που είναι οι εξής: Μ. Κατσικίνη, Ε. Βίγκα, Σ. Κασσαβέτης, Χ. Σαραφίδης, Ν. Χαστάς, Π. Πατσαλάς, Α. Λασκαράκης και Ι. Τσιαούσης. Στην συντ. ομάδα περιλαμβάνεται επίσης και ο κ. Δ. Ευαγγελινός. Έτσι, η περίοδος Δ΄ του περιοδικού που ξεκίνησε τον Μάιο του 2008, συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

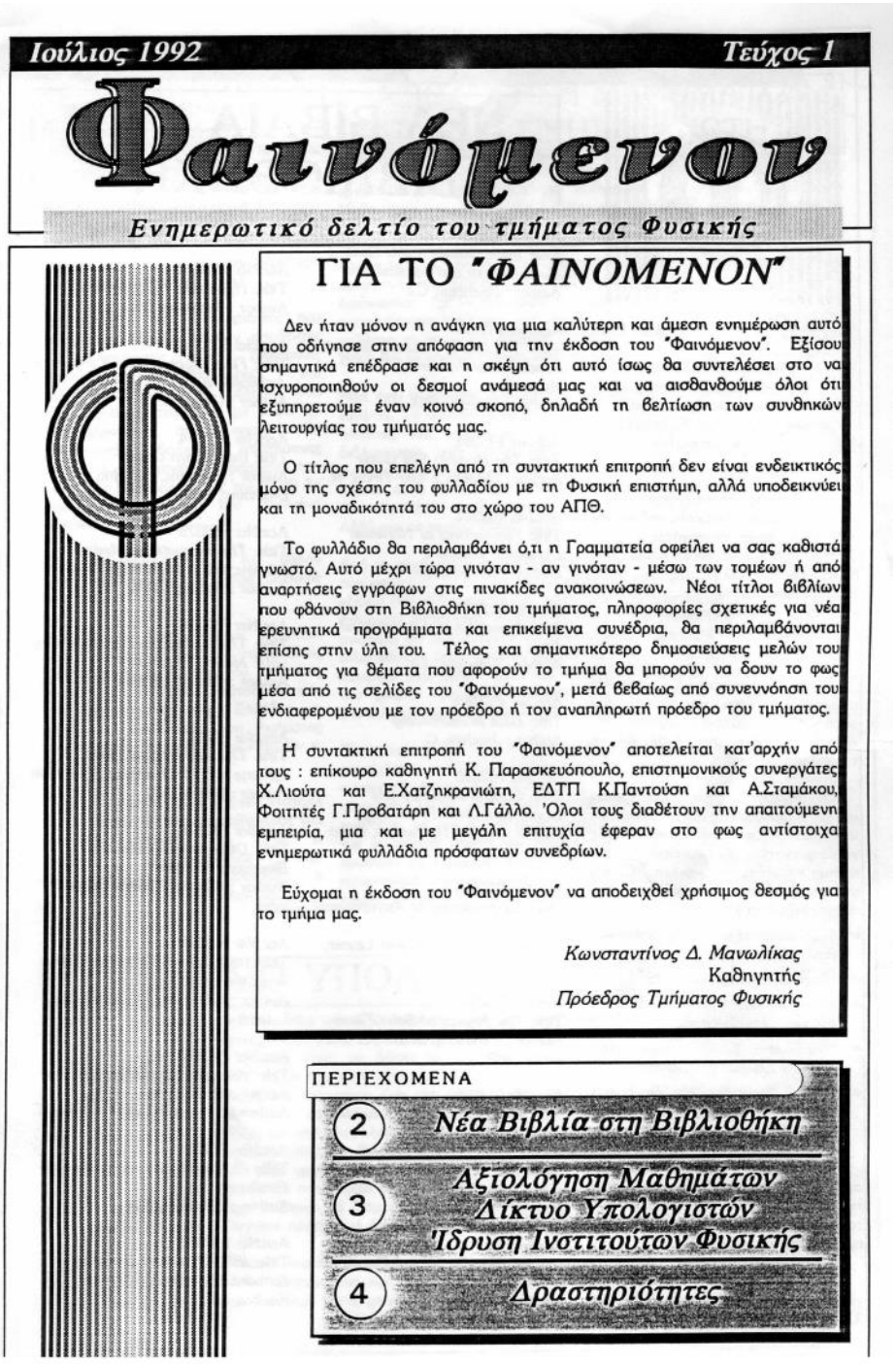


Για την ύλη του περιοδικού και τους συντάκτες της αξίζει να παρατηρήσει κανείς ότι σε μεγάλο βαθμό επετεύχθη η αρχική επιδίωξη που ήταν να καλύπτονται όλα τα επιστημονικά πεδία και οι εκδηλώσεις του τμήματος και να συνεισφέρουν με άρθρα, μικρά ή μεγάλα, όλες οι συνιστώσες του τμήματος: φοιτητές, υποψήφιοι διδάκτορες, μέλη ΔΕΠ, ομότιμοι καθηγητές, απόφοιτοι, αλλά ακόμη και επιστήμονες εκτός τμήματος, ή και άλλων επιστημών εκτός της φυσικής. Έτσι, εκτός από το καθιερωμένο "editorial" και τα περιεχόμενα στο 1ο εσώφυλλο του κάθε τεύχους, περνάμε σε άρθρα με Επιστημονικά Νέα-Επικαιρότητα, Θέσεις-Απόψεις, Ειδικά Θέματα Φυσικής, την Ιστορία του Τμήματος, Επιστημολογία, Φιλοσοφία και Ιστορία της Επιστήμης, Εκδηλώσεις του Τμήματος και Σεμινάρια, Συνέδρια, Δράση των Φοιτητικών Ομάδων - Ομίλων, Επιτροπές του Τμήματος, Ορκωμοσίες των Πτυχιούχων και των νέων Διδακτόρων κλπ. Μια καταγραφή των συγγραφέων των άρθρων στα τεύχη της περιόδου Δ΄ δίνει την

κατανομή που φαίνεται στο γράφημα. Παρατηρούμε ότι στην ύλη του περιοδικού έχουν κυρίως συνεισφέρει οι φοιτητές/τριες προ ή μετά το πτυχίο τους (αθροιστικά 39%), και τα μέλη ΔΕΠ του τμήματος (43%).



Το εξώφυλλο του πρώτου τεύχους του περιοδικού «Φαινόμενον» (Ιούνιος 1992) και ένα άρθρο στην 3η σελίδα σχετικό με το δίκτυο υπολογιστών του πανεπιστημίου που τότε είχε αρχίσει να δημιουργείται.



Ιούλιος 1992 Τεύχος 1

Φαινόμενον

Ενημερωτικό δελτίο του τμήματος Φυσικής

ΓΙΑ ΤΟ "ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ"

Δεν ήταν μόνον η ανάγκη για μια καλύτερη και άμεση ενημέρωση αυτό που οδήγησε στην απόφαση για την έκδοση του "Φαινόμενον". Εξίσου σημαντικά επέδρασε και η σκέψη ότι αυτό ίσως θα συντελέσει στο να ισχυροποιηθούν οι δεσμοί ανάμεσά μας και να αισθανθούμε όλοι ότι εξυπηρετούμε έναν κοινό σκοπό, δηλαδή τη βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας του τμήματός μας.

Ο τίτλος που επελέγη από τη συντακτική επιτροπή δεν είναι ενδεικτικός μόνο της σχέσης του φυλλαδίου με τη Φυσική επιστήμη, αλλά υποδεικνύει και τη μοναδικότητά του στο χώρο του ΑΠΘ.

Το φυλλάδιο θα περιλαμβάνει ό,τι η Γραμματεία οφείλει να σας καθιστά γνωστό. Αυτό μέχρι τώρα γινόταν - αν γινόταν - μέσω των τομέων ή από αναρτήσεις εγγράφων στις πινακίδες ανακοινώσεων. Νέοι τίτλοι βιβλίων που φθάνουν στη Βιβλιοθήκη του τμήματος, πληροφορίες σχετικές για νέα ερευνητικά προγράμματα και επικείμενα συνέδρια, θα περιλαμβάνονται επίσης στην ύλη του. Τέλος και σημαντικότερο δημοσιεύσεις μελών του τμήματος για θέματα που αφορούν το τμήμα θα μπορούν να δουν το φως μέσα από τις σελίδες του "Φαινόμενον", μετά βεβαίως από συνεννόηση του ενδιαφερομένου με τον πρόεδρο ή τον αναπληρωτή πρόεδρο του τμήματος.

Η συντακτική επιτροπή του "Φαινόμενον" αποτελείται κατ'αρχήν από τους : επίκουρο καθηγητή Κ. Παρασκευόπουλο, επιστημονικούς συνεργάτες Χ.Λιούτα και Ε.Χατζηκρανιώτη, ΕΔΤΠ Κ.Παντούση και Α.Σταμάκου, Φοιτητές Γ.Προβατάρη και Λ.Γάλλο. Όλοι τους διαθέτουν την απαιτούμενη εμπειρία, μια και με μεγάλη επιτυχία έφεραν στο φως αντίστοιχα ενημερωτικά φυλλάδια πρόσφατων συνεδρίων.

Εύχομαι η έκδοση του "Φαινόμενον" να αποδειχθεί χρήσιμος θεσμός για το τμήμα μας.

Κωνσταντίνος Δ. Μανωλίκας
Καθηγητής
Πρόεδρος Τμήματος Φυσικής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

2 Νέα Βιβλία στη Βιβλιοθήκη
3 Αξιολόγηση Μαθημάτων
Δίκτυο Υπολογιστών
Ίδρυση Ινστιτούτων Φυσικής
4 Δραστηριότητες

ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΤΟΥ Α.Π.Θ.

Το δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών του ΑΠΘ είναι ένα έργο που βρίσκεται τώρα σε εξέλιξη και που σύντομα θα προσφέρει τις υπηρεσίες του στην πανεπιστημιακή κοινότητα. Σκοπός του έργου αυτού, που έχει προϋπολογισμό δρχ. 300.000.000, είναι να δώσει τη δυνατότητα σε κάθε χρήστη υπολογιστών (από τους προσωπικούς υπολογιστές PC μέχρι τον πανεπιστημιακό υπέρ-υπολογιστή) να μπορεί να έχει πρόσβαση από το γραφείο του σε όλα τα συστήματα, στα οποία έχει την άδεια, καθώς επίσης και σε όλα τα ηλεκτρονικά δίκτυα, εθνικά και παγκόσμια, στα οποία συμμετέχει το ΑΠΘ. Έτσι θα δημιουργηθεί ένας σκελετός οπτικής ίνας τελευταίας τεχνολογίας (FDDI) και πολύ μεγάλης ταχύτητας (100 Mb/sec), ο οποίος θα περάσει και θα φθάσει σε όλα τα κτίρια της πανεπιστημιούπολης και θα περιλάβει όλες τις σχολές, τα τμήματα, τη διοίκηση, βιβλιοθήκες κ.λ.π. Για τον σκοπό αυτό σε κάθε γραφείο/δωμάτιο θα τοποθετηθεί μπρίζα του δικτύου για την άμεση πρόσβαση σε αυτό από τον κάθε χρήστη. Θα περιληφθεί βέβαια όλος ο απαραίτητος ηλεκτρονικός εξοπλισμός, ανάλογα με τις απαιτήσεις κάθε σχολής. Το δίκτυο θα διαχειρίζεται από την Επιτροπή Ηλεκτρονικού Υπολογιστή και από το απαραίτητο εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό που πρόκειται να προσληφθεί.

Έχει ήδη ξεκινήσει η διαδικασία του διαγωνισμού για την ανάθεση του έργου αυτού. Αναμένεται ότι στις αρχές Ιουλίου θα έχει κατακυρωθεί ο διαγωνισμός, και τις επόμενες εβδομάδες θα αρχίσει η υλοποίηση του έργου. Η ολοκλήρωσή του θα γίνει σε διάστημα εννέα μηνών.

Π. Αργυράκης
Αν. Καθηγητής

20 χρόνια «Φαινόμενον»

Γεώργιος Π. Δημητρακόπουλος
Επίκ. Καθηγητής του Τμήματος Φυσικής

Τη φετινή χρονιά συμπληρώνονται 20 χρόνια ζωής του περιοδικού μας. Το «Φαινόμενον» κυκλοφόρησε για πρώτη φορά υπό τη μορφή ενημερωτικού δελτίου τον Ιούλιο του 1992. Όπως ανέφερε τότε στο μήνυμά του ο Πρόεδρος του Τμήματος, καθηγητής *Κ. Μανωλίκας*, ο τίτλος του περιοδικού *«δεν είναι ενδεικτικός μόνο της σχέσης του με τη Φυσική επιστήμη, αλλά υποδεικνύει και τη μοναδικότητά του στο χώρο του ΑΠΘ»*.

Την πρώτη συντακτική επιτροπή αποτελούσαν, μεταξύ άλλων, ο τότε επίκουρος καθηγητής και νυν καθηγητής του Τμήματος *Κ. Παρασκευόπουλος* και οι τότε επιστημονικοί συνεργάτες και νυν αναπληρωτές καθηγητές *Ε. Χατζηκρανιώτης* και *Χ. Λιούτας*. Στο πρώτο αυτό ιστορικό τεύχος, ενδιαφέρον προκαλεί το άρθρο για την καθιέρωση θεσμού αξιολόγησης μαθημάτων και διδακτικής ικανότητας, γεγονός που καταδεικνύει το έντονο ενδιαφέρον του Τμήματος, εδώ και 20 χρόνια, για την αξιολόγηση και τη συνεχή βελτίωση της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Επίσης γίνεται αναφορά στη δημιουργία του δικτύου υπολογιστών του ΑΠΘ που τότε ήταν σε εξέλιξη και στην οποία το Τμήμα μας είχε πολύ σημαντική συνεισφορά.

Τέλος, την εποχή εκείνη πραγματοποιήθηκε στην πόλη μας το 6ο Διεθνές Συνέδριο με τίτλο «Ενδοεπιφάνειες κρυσταλλιτών και φασικών καταστάσεων στα υλικά» (6th International Congress on Intergranular and Interphase Boundaries in Materials – iib92). Το συνέδριο αυτό συμπεριελάμβανε, ήδη από την εποχή εκείνη, ειδικό συμπόσιο αφιερωμένο στα σύγχρονα υλικά με νανο-δομή. Πρόεδρος της οργανωτικής επιτροπής του συνεδρίου ήταν ο αείμνηστος καθηγητής *Γ. Μπλέρης* και στην οργανωτική επιτροπή συμμετείχαν πολλά μέλη του Τομέα Φυσικής Στερεάς Κατάστασης *(σημειώνεται ότι το 2013 το iib επιστρέφει στην πόλη μας με πρόεδρο της οργανωτικής επιτροπής την καθηγήτρια Φ. Κομνηνού, και το «Φαινόμενον» επιφυλάσσεται για ένα εκτενές αφιέρωμα)*.

Στην ιστορία του περιοδικού μπορούμε να διακρίνουμε 4 χρονικές περιόδους. Η πρώτη περίοδος αφορά τα δύο δελτία που εκδόθηκαν το 1992. Η δεύτερη περίοδος διαρκεί από το 1994 μέχρι το 1996 (προεδρία *Γ. Αντωνόπουλου*). Η συντακτική επιτροπή αποτελούνταν αρχικά πάλι από τους κ.κ. Παρασκευόπουλο, Χατζηκρανιώτη, και Λιούτα, μαζί με τους *Μ. Αγγελακέρη* και *Δ. Ευαγγελινό*, τους οποίους διαδέχθηκε το ακαδ. έτος 1996-1997 ο αναπλ. καθηγητής *Κ. Καμπάς*. Στην τρίτη περίοδο, το «Φαινόμενον» συνεχίζει υπό την επίβλεψη του Κ. Καμπά μέχρι το ακαδ. έτος 2006-07 (προεδρίες *Γ. Κανελλή, Δ. Κυριάκου, Σ. Λογοθετίδη*), ενώ, εν τω μεταξύ, το Δεκέμβριο του 1998 μετασχηματίστηκε σε «περιοδικό των φοιτητών του Τμήματος Φυσικής». Το Μάιο του 2008 (προεδρία Σ. Λογοθετίδη), μετά τη συνταξιοδότηση του Κ. Καμπά, τα ηνία αναλαμβάνει η Επιτροπή Εκδόσεων του Τμήματος, και το «Φαινόμενον» παίρνει τη σημερινή του μορφή ως περιοδικό του Τμήματος Φυσικής. Πρόεδρος της συντακτικής επιτροπής μέχρι και το 2011 ήταν ο αναπλ. καθηγητής *Α. Λιόλιος* ενώ συμμετείχαν οι *Κ. Ευθυμιάδης, Χ. Ελευθεριάδης, Ι. Στούμπουλος, Μ. Αγγελακέρης, Χ. Πολάτογλου, Α. Ιωαννίδου, Γ. Θεοδωρίδης, και Δ. Ευαγγελινός*. Τέλος, η σημερινή συντακτική ομάδα ανέλαβε το περιοδικό το ακαδ. έτος 2011-12. Από τους επιστημονικούς συνεργάτες, υποψήφιους διδάκτορες, και φοιτητές που ασχολήθηκαν κατά καιρούς με την έκδοση του περιοδικού, πολλοί είναι σήμερα μέλη ΔΕΠ σε διάφορα ιδρύματα.

Τις 4 σελίδες του πρώτου ιστορικού δελτίου του 1992 αναδημοσιεύουμε και ξαναθυμόμαστε στο παρόν τεύχος. Το τεύχος αυτό, μαζί με (σχεδόν) όλα τα υπόλοιπα, είναι διαθέσιμο σε ψηφιακή μορφή στην ιστοσελίδα του περιοδικού (http://phenomenon.physics.auth.gr).

Στο κείμενο-αναδρομή που ακολουθεί καταθέτουν τις εμπειρίες τους εκπρόσωποι των συντακτικών ομάδων του «Φαινόμενον» όλων των περιόδων. Εκ μέρους όλης της σημερινής συντακτικής ομάδας, ευχαριστώ θερμά αυτούς που συνεισέφεραν σε αυτό το αφιέρωμα, και συγκεκριμένα τον Επίκουρο Καθηγητή Ι. Μποτετζάγια και τους Αναπληρωτές Καθηγητές Κ. Καμπά, Ε. Χατζηκρανιώτη, και Α. Λιόλιο. Τους ευχαριστούμε επίσης για τις ευχές και τις παρατηρήσεις τους.

Στόχος της αναδρομής είναι να φέρει στη μνήμη μας την *μακρόχρονη πορεία αυτού του εντύπου που έγινε «περιοδικό φαινόμενο» στη ζωή μας και κόσμημα της ακαδημαϊκής κοινότητας του ΑΠΘ*. Θα πρέπει όμως και να μας προβληματίσει και για το μέλλον του «Φαινόμενον». Σε μία οικονομικά σκληρή εποχή, είναι πιθανόν η διαφαινόμενη διακοπή χρηματοδότησης να δυσκολέψει την πορεία του περιοδικού σε έντυπη μορφή. Είναι κάτι που απευχόμαστε όλοι όσοι πιστεύουμε στη ζεστασιά και αμεσότητα του έντυπου περιοδικού απέναντι στο απρόσωπο ηλεκτρονικό αρχείο.

Το περιοδικό ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ κατά τη Β΄ περίοδο

Ιωσήφ Α. Μποτετζάγιας*

Επίκ. Καθηγητής του Τμ. Περιβάλλοντος - Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Σκεφτείτε μια εποχή που το internet είχε μόλις ξεκινήσει και δεν υπήρχε ο Παγκόσμιος Ιστός, δεν υπήρχαν κινητά τηλέφωνα και ψηφιακές φωτογραφικές, τα Windows ήταν στην έκδοση 3.1x, οι περισσότεροι εκτυπωτές ήταν… με ακίδες, το Acrobat pdf δεν είχε ακόμα εφευρεθεί και τα γραφικά που έβλεπες στην οθόνη δεν ήταν απαραίτητα ίδια με αυτά που εκτυπωνόταν στο χαρτί.

Τώρα, προσπαθήστε να φανταστείτε, στο πλαίσιο αυτών των τεχνικών δυνατοτήτων, τη δημιουργία ενός εντύπου το οποίο θα έπρεπε να είναι ελκυστικό, ενημερωμένο και –ει δυνατόν- εκδοτικά άρτιο, αφού αντιπροσώπευε το ενημερωτικό δελτίο του Τμήματος Φυσικής.

Τέλος, υποθέστε ότι αυτό το έργο, υπό αυτές τις συνθήκες, το υποστήριζε μια ομάδα προπτυχιακών φοιτητών οι οποίοι δεν είχαν την παραμικρή εμπειρία από το στήσιμο ενός εντύπου, τα μυστικά της σύνταξης και επιμέλειας ενός κειμένου ή τις τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις της έκδοσης.

Ερώτημα: δεδομένων των ανωτέρω, τι προβλέπετε να συμβεί;

Η απάντηση βρίσκεται στο περιοδικό το οποίο κρατάτε στα χέρια σας και το οποίο συμπληρώνει είκοσι χρόνια παρουσίας. Οι τεχνικές δυσκολίες οι προσωπικές ελλείψεις, τα διαδικαστικά προβλήματα δεν στάθηκαν ικανά να εμποδίσουν την έκδοση του «Φαινόμενον». Τουναντίον, ήταν η αφορμή για πολλές, ευχάριστες εμπειρίες.

Όπως όταν αφιερώσαμε δύο μέρες για να καταλάβουμε πώς μπαίνουν αυτόματα οι αριθμοί σελίδων στον Publisher (το πρόγραμμα στο οποίο μορφοποιούταν το «Φαινόμενον») . Αποτέλεσμα: δεν το καταλάβαμε … και βάλαμε τους αριθμούς έναν προς ένα, ανά σελίδα. Ή όταν ψάχναμε να βρούμε ζυγό ακριβείας για να ζυγίσουμε τα ριζόχαρτα πάνω στα οποία θα εκτυπωνόταν τα masters του τεύχους πριν πάει στο τυπογραφείο (τα ριζόχαρτα έπρεπε να έχουν συγκεκριμένο βάρος). Ή όταν προσπαθούσαμε να εξηγήσουμε στον τυπογράφο πως «Όχι! Αφού γράφει 'τεύχος Οκτωβρίου' πάνω, *δεν μπορεί να μας παραδοθεί αρχές Νοέμβρη*!». Ή όταν γιορτάσαμε την έκδοση του έκτου τεύχος, έκπληκτοι και εμείς οι ίδιοι από το γεγονός σε γνωστό ρεμπετάδικο, μέχρι πρωίας.

Το «Φαινόμενον» οφείλει την ύπαρξή του σε έναν άνθρωπο ο οποίος είχε τη θεσμική θέση αλλά και την προσωπική διορατικότητα να το υποστηρίξει από την αρχή: *τον αείμνηστο Ομότιμο Καθηγητή κ. Γιάννη Αντωνόπουλο*, τότε Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικής. Για τους περισσότερους από εμάς, η μεγαλύτερη έκπληξη εκείνης της εποχής ήταν όταν ο κ. Αντωνόπουλος δέχθηκε να υποστηρίξει και να θέσει υπό την αιγίδα του Τμήματος την πρόταση έκδοσης ενός μηνιαίου εντύπου από μια ομάδα άπειρων, άγνωστων και εμφανώς «τρακαρισμένων» νέων φοιτητών. *Αρχή άνδρα δείκνυσι*…

Τι ήταν όμως εκείνο που έκανε μια ομάδα φοιτητών να δουλέψει εθελοντικά, τον Πρόεδρο του Τμήματος να υποστηρίξει, τους καθηγητές και τους υποψήφιους διδάκτορες να πλαισιώσουν τη Συντακτική Ομάδα του «Φαινόμενον»; Πιστεύουμε ότι η απάντηση βρίσκεται σε ένα απόσπασμα από τα πρώτα editorial του περιοδικού.

«Επειδή, ο κόσμος των Φυσικών, δεν είναι ούτε άοσμος, ούτε άχρωμος, ούτε άγευστος, πόσο μάλλον ούτε… ανέραστος»

Αυτό το απόσπασμα συμπυκνώνει το «στοίχημα» που θέσαμε με τους εαυτούς μας, όλοι εμείς που συνεισφέραμε στην αρχική δημιουργία του περιοδικού «Ενημερωτικού Δελτίου του Τμήματος Φυσικής- ΑΠΘ».

Στοιχηματίσαμε ότι πολλοί μέσα στο Τμήμα μας δεν ήθελαν απλώς «το χαρτί» - και γι' αυτό έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος ώστε να «πάρουν μυρωδιά» ότι σπουδές δεν είναι μόνο παραδόσεις, εργαστήρια και εξετάσεις.

Στοιχηματίσαμε ότι οι πάρα πολλοί θα έμεναν έκπληκτοι αν μάθαιναν για την ποικιλομορφία και την πολυχρωμία της έρευνας που συντελούνταν πίσω από τις πόρτες των εργαστηρίων- άρα έπρεπε όλη αυτή η πληροφορία να κοινοποιηθεί.

Στοιχηματίσαμε ότι αρκετοί θα ενδιαφέρονταν να πάρουν μια γεύση των πρακτικών εφαρμογών της επιστήμης μας ώστε να δουν που επιτέλους χρησιμεύουν όλοι αυτοί οι μαθηματικοί τύποι και οι θεωρίες – συνεπώς χρειαζόταν ένας τόπος παρουσίασης αυτών των εφαρμογών.

Στοιχηματίσαμε ότι οι περισσότεροι από εμάς βρεθήκαμε σε αυτό το Τμήμα από επιλογή, και από αγάπη για την επιστήμη της Φυσικής και η αγάπη είναι, πάντα, μια δημιουργική δύναμη.

Έτσι ξεκίνησε το «*Φαινόμενον*». Εκ μέρους όλων εκείνων που είχαν την αρχική ιδέα, ένα μεγάλο «εύγε» σε όλους αυτούς οι οποίοι, εδώ και είκοσι χρόνια, συνεισέφεραν το χρόνο, το πάθος, τη γνώση και το μεράκι τους ώστε να κερδίζονται όλα τα παραπάνω «στοιχήματα», τεύχος με το τεύχος.

** Ο Ιωσήφ Μποτετζάγιας είναι Επίκουρος Καθηγητής του Τομέα Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών στο Τμήμα Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Είναι πτυχιούχος του Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ, κάτοχος Μάστερ στην Αξιολόγηση και Έλεγχο Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από το University of East Anglia (U.E.A.) - Norwich (UK), και Διδάκτορας Πολιτικών Επιστημών από το Keele University (UK). Ο κ. Μποτετζάγιας ερευνητικά ασχολείται με θέματα Περιβαλλοντικής Πολιτικής, Πολιτικής Οικολογίας, Μη Κυβερνητικές Περιβαλλοντικές Οργανώσεις, Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων.*

(http://www3.aegean.gr/environment/botetzagias/site/start.html)

Το «Φαινόμενον» και ο κύκλος του (20 χρόνια), οι μαθητές και οι δάσκαλοί τους, ο Καβάφης και ο Επίκουρος

Κων. Καμπάς

Πρώην δάσκαλος Φυσικής

Το «ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ» με το τεύχος του Μαΐου 2007 έκλεισε έναν κύκλο, ένα μεγάλο μέρος της ιστορίας του. Ήταν το 1996 όταν ο αείμνηστος καθηγητής Γιάννης Αντωνόπουλος, τότε πρόεδρος του Τμήματος Φυσικής μου ανέθεσε την ευθύνη και την επιμέλεια της έκδοσης. Ευτύχησα τότε στο ξεκίνημα να έχω συνεργάτες μια αρκετά μεγάλη ομάδα φοιτητών (περίπου δέκα), παιδιά με όρεξη, καλλιέργεια και οράματα. Δούλεψαν πολύ, και γρήγορα το περιοδικό από 8 έφτασε τις 16 σελίδες και αργότερα τις 32, όπως είναι σήμερα, με 1000 τεύχη κυκλοφορία. Εκείνα όμως τα παιδιά άρχισαν σιγά-σιγά να φεύγουν (λόγω πτυχίου) και έβλεπα ότι παρά τις επίμονες ανακοινώσεις και αναζητήσεις δεν έρχονταν καινούργια.

Η συρρίκνωση της συντακτικής ομάδας ήταν ταχύτατη και ακμάζουσας απόγνωσης.

Για μένα, η αρχική έκπληξη γρήγορα βρήκε την εξήγηση της. Οι νέες φουρνιές φοιτητών (πράγμα που ισχύει και σήμερα ακόμη πιο έντονα) ήταν γεννήματα του πιο πρωτότυπα άθλιου, και παγκόσμιας αποκλειστικότητας πατέντας, εκπαιδευτικού μας συστήματος που από το νηπιαγωγείο ακόμα σταλάζει στις συνειδήσεις των παιδιών (και των γονιών τους), ότι ο μοναδικός σκοπός της ζωής τους είναι η εισαγωγή τους στο Πανεπιστήμιο. Έτσι η καλύτερη, η τρυφερότερη και δημιουργικότερη περίοδος της ζωής τους, που έπρεπε να διαμορφώνει χαρακτήρες και προσωπικότητες, μεταβλήθηκε σε ένα συνεχές φροντιστήριο. Τα παιδιά, στερημένα από κάθε επαφή με άλλες αξίες παιδείας όπως τέχνη, λογοτεχνία, άθληση, αρχαία ελληνική γραμματεία, κλπ. μεταβάλλονται σε απομνημονευτές και φωτογράφους κειμένων εν πολλοίς αχρήστων και φθάνουν στο Πανεπιστήμιο στεγνά, χωρίς καμιά καλλιέργεια, χωρίς πνεύμα ευρύτερων αναζητήσεων, φανερά κουρασμένα, χωρίς πολλά ενδιαφέροντα, παρά μόνο ίσως ένα. Πώς να πάρουν το πτυχίο, διατηρώντας το Λυκειακό σύνδρομο της στείρας απομνημόνευσης. Η πλειοψηφία των φοιτητών μας δεν έχει και δεν μπορεί να έχει επαφή με τις έννοιες γνώση, κριτικό πνεύμα και επιστήμη. Και πώς να μπορέσει; Αυτά τα παιδιά είναι τα μόνα που δεν φταίνε. Βαθύτατη είναι η πεποίθηση μου ότι ακρογωνιαίος λίθος της σωστής παιδείας είναι ο δάσκαλος. Ποιος δάσκαλος λοιπόν; Πώς να λειτουργήσει μέσα στο δημοσιοϋπαλληλίκι της μέσης και κατώτερης παιδείας με μισθούς πείνας, και στο σφιχτό αγκάλιασμα του αναλυτικού προγράμματος, ιδιαίτερα στη Μέση Εκπαίδευση, από το οποίο δεν μπορεί και δεν πρέπει να ξεφύγει; Αλλά και στα ΑΕΙ, τι δυνατότητες αφήνει η paper-ομανία. η paper-οσυλλογή, το αφεντιλίκι και το αμόκ της βελτίωσης των βιογραφικών; Τα παιδιά δεν φταίνε σίγουρα. Ο Διογένης- ο κυνικός, στην Αρχαιότητα γυρνούσε με το φανάρι αναμμένο μέρα μεσημέρι, ψάχνοντας να βρει άνθρωπο. Σήμερα θα έψαχνε να βρει δάσκαλο. Και θέλω να εξηγηθώ. Αυτά δεν αφορούν όλους. Η ασημαντότητα των πολλών είναι: ένα σημαντικό σύνολο.

Ας ξαναγυρίσω στο "Φαινόμενον". Έτσι λοιπόν, μ' αυτά και μ' αυτά φθάσαμε στο 2007. Παρ' ότι θέλω να πιστεύω ότι κάναμε καλή δουλειά, η προσέλευση νέων φοιτητών-συνεργατών έπεσε ταχύτατα στο μηδέν και τυπικά το άγγιξε. Η κατανομή Gauss έγινε κατανομή ψευδομονοχρωματικότητας, μέχρι να γίνει συνάρτηση Dirac. Τις χρονιές 2000-2002 η συντακτική ομάδα είχε τρία μέλη. Από τότε- και μέχρι το 2007 έμεινα μόνος μου. Ήταν καιρός να τελειώνουμε λοιπόν. Όταν κανείς κάνει μια δουλειά δεν την παινεύει βεβαίως. Αυτό ανήκει σ' άλλους. Δικαιούται όμως να τη θεωρεί παιδί του και να αισθάνεται τη φόρτιση και τη συγκίνηση αναπολώντας την. Η ηλικία βαραίνει, η ψυχική κούραση βαραίνει, η απογοήτευση κάποιων ελπίδων βαραίνει. Κι όπως λέει η Αλεξανδρινή λατρεία μου: "Κι αν δεν μπορείς να κάνεις τη ζωή σου όπως τη θες, τούτο προσπάθησε τουλάχιστον όσο μπορείς: μην την εξευτελίζεις μες την πολλή συνάφεια....".

Άνιση η κατανόηση και η συνειδητοποίηση των άγριων και ήμερων της ανθρώπινης ψυχής, τόσο στην ατομική όσο και στη συλλογική διάσταση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. "Λάθε βιώσας" λοιπόν σεβαστέ μου Επίκουρε, "Λάθε βιώσας". **Τότε** ευχήθηκα στο «Φαινόμενον», καλή συνέχεια.

Εδώ και τρείς μήνες, έλαβα με μεγάλη έκπληξή μου τα δύο τελευταία τεύχη του «Φαινόμενον». Είπα δεν με ξέχασαν τελικά… Το νέο «Φ» εμφανίζεται πάρα πολύ καλό. Έχει μια μεγάλη και εκλεκτή συντακτική επιτροπή, ενδιαφέροντα άρθρα και ωραία χρώματα. Άρα η ευχή μου έπιασε. Όμως θέλω να επισημάνω ότι εγώ τότε είχα δώσει την ευκαιρία στους φοιτητές κυρίως να γράφουν και κείμενα έξω από τη Φυσική, εκφράζοντας έτσι τις όποιες κρυμμένες καλλιτεχνικές τους ανησυχίες. Σήμερα αυτό λείπει. Θα μπορούσε όμως να υπάρχει έστω μία σελίδα. Κατά τα άλλα, επαναλαμβάνω ότι το νέο «Φ» είναι πάρα πολύ καλό. Να πληροφορήσω επίσης ότι στη βιβλιοθήκη του τμήματος υπάρχουν δεμένοι τόμοι όλων των τευχών, του «Φ» από το πρώτο ως το τελευταίο των ημερών μου.

Έτσι μετά από αυτά και άλλα πολλά αποφάσισα να σταματήσω το «αενάως κωμωδείν»…

Και να το κι ήλθε παρά τις κατά καιρούς αντίθετες διαβεβαιώσεις. Διότι όπως και να το κάνουμε, οι Φυ-

σικοί νόμοι είναι άτεγκτοι. Ο ίσκιος σου είναι αποτέλεσμα της ύπαρξής σου, υπάρχει όσο υπάρχεις κι εσύ, και το να καταφέρεις να πηδήξεις από πάνω του, σημαίνει αυτόματα και το πέρασμα σου στην ανυπαρξία. Ματαιόδοξο λοιπόν ή όχι είπα να μαζέψω όλα όσα νόμιζα καλό να τα σημειώνω, για να τα δείξω (;) κάποια μέρα. Αλλά προς τι αυτό; Αδυναμία ανθρώπινη μάλλον, ίσως όμως και για να 'χουν να λένε κάτι τα εγγόνια μου για τον παππού τους.

Από το 1971 ως το 2007, Φυσικός στο ΑΠΘ έκανα μια διαδρομή, 36 χρόνια μια όποια διαδρομή. Δεν θεωρώ ότι ήλθε η ώρα του απολογισμού και της μέτρησης. Έχει νόημα; Τι έχει νόημα; Η απουσία οποιασδήποτε σημασίας ή νοήματος της ζωής είναι άλλωστε προφανής. Από μια ηλικία, κι ύστερα προτιμά κανείς τα όνειρα από τις εξαρτήσεις, τη φαντασία από την πραγματικότητα, το μύθο από την επιστήμη. Προτιμά να ζει τη ζωή αντί να την ξοδεύει, να θαυμάζει το τοπίο αντί να το κατακτά. Στο κάτω κάτω η γαλήνη και η ομορφιά βρίσκεται στα ακροδάχτυλα της ψυχής του καθενός μας. Αλλά και η οδύνη, οδύνη που είναι πάντα εκεί. Μήπως ότι έκανα ως τα τώρα, δεν είχε καμιά διαφορά από τους Ιπποκένταυρους, τις χίμαιρες και τις Γοργόνες κι όλα τα άλλα πλάσματα των ονείρων των ποιητών και των ζωγράφων που είναι ελεύθεροι να πλάθουν πράγματα που ούτε υπήρξαν ποτέ, ούτε και μπορούν να υπάρξουν,

Τι αυτό τόλμησα να σύρω στη θάλασσα το βαρκάκι που χρόνια το 'χα παρατημένο έξω στη στεριά, και μετά από μια πρόχειρη επισκευή να ανοιχτώ στο πέλαγος, πέντε χρόνια πρόωρα πριν από την υποχρεωτική μου συνταξιοδότηση. Δεν είχα τη φιλοδοξία να περάσω σαν ποιητής ή συγγραφέας (γραφιάς καλλίτερα) μιας και αυτά ήταν τα πρώτα και τα τελευταία. Απλά είναι ο δικός μου τρόπος για να μπορώ να είμαι μόνος.

*"Κι όταν πεθάνω δεν θα λείψω σχεδόν από κανέναν. Δεν θα πουν: Από χθες η πόλη έχει αλλάξει" **

Εύχομαι στο «Φαινόμενον» και πάλι καλή συνέχεια και συγχαρητήρια.

** Φερνάντο Πεσόα, «Πίσω από τις μάσκες».*

το περιοδικό σήμερα

Μαρία Κατσικίνη
Αναπλ. Καθηγήτρια
Τμήματος Φυσικής

Ενεπλάκην στην έκδοση του περιοδικού το 2013. Για μικρό χρονικό (έκδοση ενός τεύχους) επικεφαλής της συντακτικής επιτροπής ήταν ο Χ. Σκόκος και μετά ανέλαβε ο Γ. Δημητρακόπουλος έως τον Δεκέμβριο του 2015. Το επόμενο διάστημα και μέχρι τον Δεκέμβριο του 2019 υπεύθυνος ήταν ο Α. Λιόλιος τον οποίο διαδέχτηκα ως επικεφαλής της συντακτικής επιτροπής. Για την ακρίβεια, από τότε έως σήμερα η έκδοση του περιοδικού είναι στην ευθύνη της Επιτροπής Εκδόσεων, Σεμιναρίων και Προβολής του Τμήματος Φυσικής. Η συγκεκριμένη επιτροπή έχει στην ευθύνη της και άλλες δράσεις οι οποίες επιμερίστηκαν στα μέλη της. Στην έκδοση του περιοδικού, εκτός από την υπογράφουσα, συμμετέχουν και οι Ε. Βίγκα και Σ. Κασσαβέτης, με τον Α. Λιόλιο να το στηρίζει πάντα ενεργά.

Όπως πολλές άλλες δραστηριότητες έτσι και το περιοδικό του τμήματος επηρεάστηκε σημαντικά από την οικονομική κρίση. Μέχρι τον Οκτώβριο του 2012 κάθε τεύχος τυπωνόταν σε 1000 αντίτυπα τα οποία μοιραζόταν σε μέλη ΔΕΠ και φοιτητές του Τμήματος Φυσικής, σε βιβλιοθήκες της Σχολής Θετικών Επιστημών, στο Τελλόγλειο Ίδρυμα Τεχνών του ΑΠΘ, στο Νόησις και σε εκδηλώσεις του Τμήματος Φυσικής. Σταδιακά ο αριθμός των αντιτύπων ελαττώθηκε, με το προηγούμενο τεύχος (Φεβρουάριος 2022) να τυπώνεται σε 220 αντίτυπα και μετά και την τελευταία αύξηση στην τιμή του χαρτιού το παρόν τεύχος να τυπωθεί σε 150 αντίτυπα. Για να κρατηθεί χαμηλό το κόστος του περιοδικού, το «στήσιμό» του μαζί με το εξώφυλλο, οπισθόφυλλο κλπ. γίνεται από εμάς (από το τεύχος 19, Ιούλιος 2013) με το τυπογραφείο να αναλαμβάνει μόνο την εκτύπωση του. Έτσι συνεχίζει μέχρι σήμερα, με τον σχεδιασμό του εξωφύλλου από το τεύχος 31 (Δεκέμβριος 2019) να γίνεται από τον φοιτητή του τμήματος Αλέξανδρο Μυλωνά.

Σε αυτό το διάστημα και λόγω της συνεχώς ελαττούμενης χρηματοδότησης των πανεπιστημίων, υπήρχαν περίοδοι που γινόταν συζητήσεις για της διακοπή της έκδοσής του ή για την μετατροπή του σε αμιγώς ηλεκτρονικό περιοδικό. Επίσης υπήρξαν σκέψεις για το αν θα πρέπει να περιλαμβάνει διαφημίσεις προκειμένου να καλύπτονται τα έξοδα της έκδοσής του, αλλά απορρίφθηκαν. Το περιοδικό άντεξε. Άντεξε με τη στήριξη συναδέλφων και φοιτητών.

Τον Ιούλιο του 2016 το περιοδικό απέκτησε σελίδα στο facebook που ενημερωνόταν από την Μ. Κρικέλη, φοιτήτρια τότε του τμήματος, και τον Α. Λιόλιο. Από το Δεκέμβριο του 2018 την ευθύνη της σελίδας στο facebook έχει ο Χ. Σαραφίδης. Η σελίδα περί το τέλος του 2021 είχε περισσότερους από 1000 ακολούθους και μετεξελίχθηκε στη σελίδα: Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ και περιοδικό «Φαινόμενον».

Αρχείο με όλα τα τεύχη του περιοδικού υπάρχει στην ιστοσελίδα **phenomenon.physics.auth.gr** που είχε στηθεί αρχικά από τον Μ. Αγγελακέρη και ανανεώνεται συνεχώς. Αν περιηγηθεί κανείς μπορεί να δει την εξέλιξη στην αισθητική και τη θεματολογία του. Αντίτυπα τευχών του (από το τ. 15, Μάρτιος 2012) υπάρχουν στην Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος. Τέλος, τον Φεβρουάριο του 2017 το περιοδικό καταχωρήθηκε με τους αριθμούς ISSN 2529-1874 (για το έντυπο) και 2529-1882 (για την online έκδοση) στο Διεθνές Κέντρο με την επωνυμία "International Standard Serial Number" (διεθνής μοναδικός αριθμός σειρών, ο οποίος είναι ο μηχαναγνώσιμος ραβδοκώδικας-αριθμός που χρησιμοποιείται για την καταγραφή των περιοδικών εκδόσεων (https://portal.issn.org/resource/ISSN-L/2529-1874).

Το περιοδικό «Φαινόμενον» είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το πρόσφατο 1/3 της ιστορίας του Τμήματος Φυσικής. Χρειάζεται και έχει τη στήριξη των ανθρώπων του Τμήματος, φοιτητών και συναδέλφων, που συνεισφέρουν σε εθελοντική βάση. Έχει και «fans» που αναζητούν κάθε φορά το τεύχος που κυκλοφορεί για να συμπληρώσουν τη συλλογή τους.

Χρόνια Πολλά, λοιπόν, στο περιοδικό μας!

ορκωμοσίες

συνέβησαν στο τμήμα

Στις 11/4/2022 πραγματοποιήθηκε η ορκωμοσία των νέων πτυχιούχων του Τμήματος.

ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ • ΑΠΕΛΙΔΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ • ΑΤΑΚΤΙΔΟΥ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ • ΓΑΖΕΤΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ • ΓΑΛΛΟΥ ΝΙΚΗ • ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ ΣΕΒΑΣΤΗ • ΓΙΑΝΚΟ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ • ΓΙΑΝΝΕΛΟΣ ΙΑΣΩΝ • ΓΙΟΜΠΛΙΑΚΗ ΜΑΛΑΜΑΤΗ • ΓΚΑΤΖΟΥΛΗΣ ΘΩΜΑΣ • ΓΚΟΥΔΙΝΑΚΗ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ • ΓΚΡΕΜΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ • ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ • ΔΟΜΠΟΥΔΗΣ ΠΑΣΧΑΛΗΣ • ΔΟΥΚΑ ΜΑΡΙΑ • ΔΟΥΛΚΕΡΟΓΛΟΥ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ • ΔΡΟΥΓΚΑΣ ΑΓΓΕΛΟΣ • ΘΕΜΕΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ • ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΕΣΤΗΣ • ΚΑΡΑΔΑΓΛΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ • ΚΑΤΣΑΒΟΥ ΙΩΑΝΝΑ • ΚΑΤΣΙΚΑΡΗ ΚΥΡΙΑΚΗ • ΚΑΨΑΛΗ ΕΛΙΑΝΑ • ΚΕΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ • ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΚΟΣΜΑ ΦΙΛΙΠΠΟΣ • ΚΥΠΡΙΑΝΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ • ΛΑΒΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ • ΛΑΙΝΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΛΑΠΟΥΔΗ ΑΝΤΙΓΟΝΗ • ΜΑΚΡΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ • ΜΕΚΡΑ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ • ΜΟΥΣΤΡΑΣ ΜΑΤΘΑΙΟΣ • ΜΠΑΛΑΜΠΑΝΙΔΟΥ ΕΥΤΥΧΙΑ • ΝΑΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ • ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ • ΠΑΠΑΧΑΡΙΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΠΛΩΜΑΡΙΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΡΑΠΤΗ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ • ΡΟΥΜΠΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΣΑΒΒΑ ΑΘΗΝΑ • ΣΑΜΑΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ • ΣΑΡΜΑΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ • ΣΙΤΑΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ • ΣΟΡΩΝΙΑΤΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ • ΣΠΥΡΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΣΤΑΘΩΡΗ ΕΛΕΝΗ • ΣΤΑΜΑΤΑΤΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ • ΤΣΙΩΡΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΖΩΗ • ΦΥΛΑΧΤΟΥ ΣΟΦΙΑ • ΦΩΤΙΑΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ • ΧΑΔΟΛΙΑΣ ΜΙΧΑΗΛ

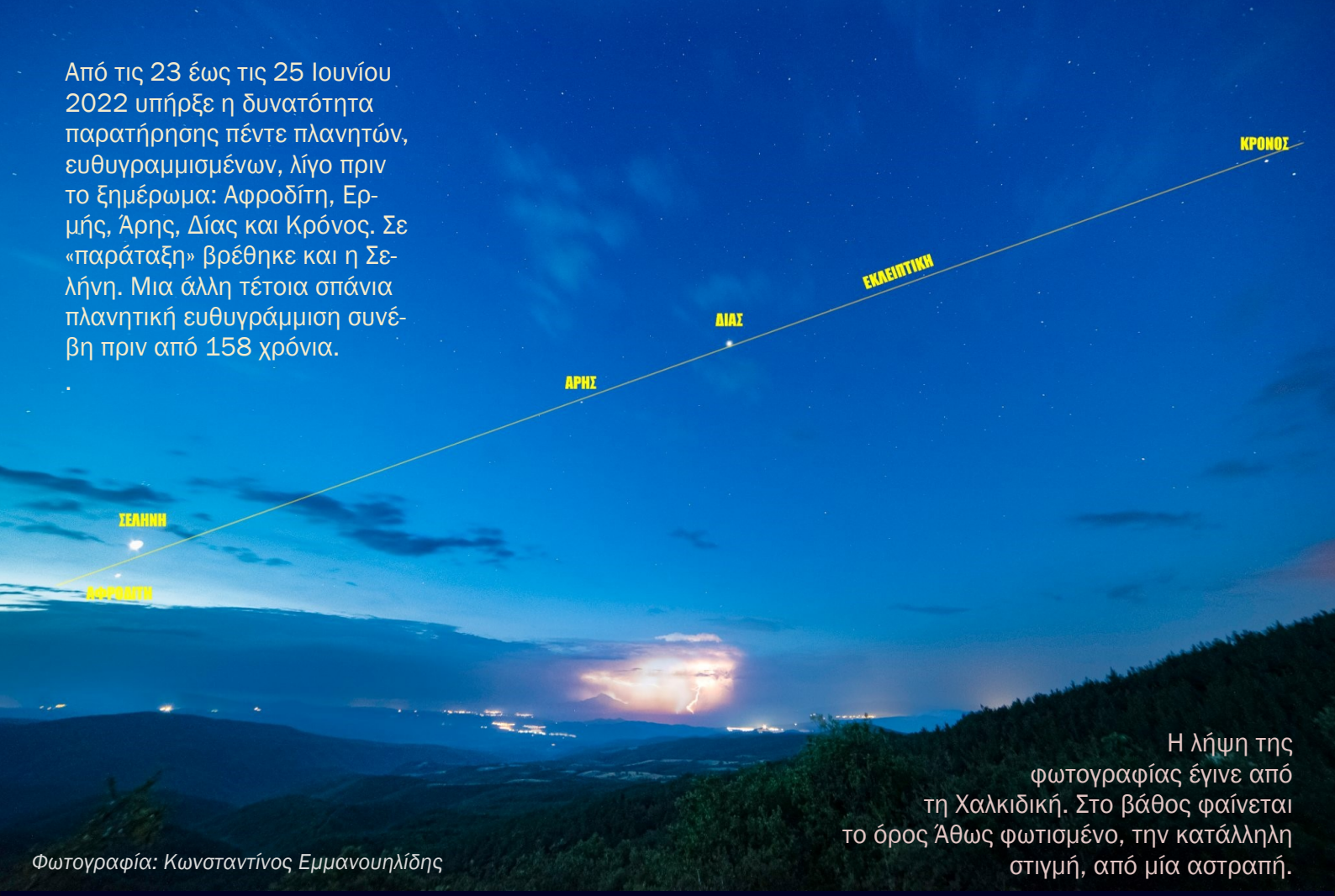
** παρατίθενται μόνο τα ονόματα αυτών που συναίνεσαν*

Την Τρίτη 14/6/2022 ορκίστηκαν οι νέοι διδάκτορες του τμήματος

- **Μιλτιάδης Καδιλτζόγλου** (επιβλ. Χ. Τσάγκας): «Ρόλος και επιπτώσεις των ιδίων κινήσεων μεγάλης κλίμακας στην παράμετρο επιβράδυνσης του σύμπαντος».
- **Ιωάννης Μάζνας** (επιβλ. Χ. Ελευθεριάδης): «Μελέτη παραγωγής δύο μποζονίων Z από τη σκέδαση διανυσματικών μποζονίων στο πείραμα ATLAS στο LHC, για τον έλεγχο του Καθιερωμένου Προτύπου και την αναζήτηση Νέας Φυσικής».
- **Ιωάννης Μανιάτης** (επιβλ. Δ. Σαμψωνίδης): «Έρευνα και Ανάπτυξη Ανιχνευτών Micromegas για την αναζήτηση Νέας Φυσικής».
- **Ιωάννης Καρκανιάς** (επιβλ. Χ. Πετρίδου): «Εφαρμογές στατιστικών μεθόδων με έμφαση στην Μηχανική Μάθηση».
- **Δήμητρα Κουρτίδου** (επιβλ. Κ. Χρυσάφης): «Μελέτη νανοσύνθετων πολυμερικών υλικών με γραφένια».
- **Ιωάννα Σκουλίδου** (επιβλ. Δ. Μπαλής): «Ανάπτυξη μεθοδολογίας εκτίμησης εκπομπών αερίων ρύπων με τη συνέργεια δορυφορικών και επίγειων μετρήσεων και μοντέλων ποιότητας του αέρα».

Από τις 23 έως τις 25 Ιουνίου 2022 υπήρξε η δυνατότητα παρατήρησης πέντε πλανητών, ευθυγραμμισμένων, λίγο πριν το ξημέρωμα: Αφροδίτη, Ερμής, Άρης, Δίας και Κρόνος. Σε «παράταξη» βρέθηκε και η Σελήνη. Μια άλλη τέτοια σπάνια πλανητική ευθυγράμμιση συνέβη πριν από 158 χρόνια.

.

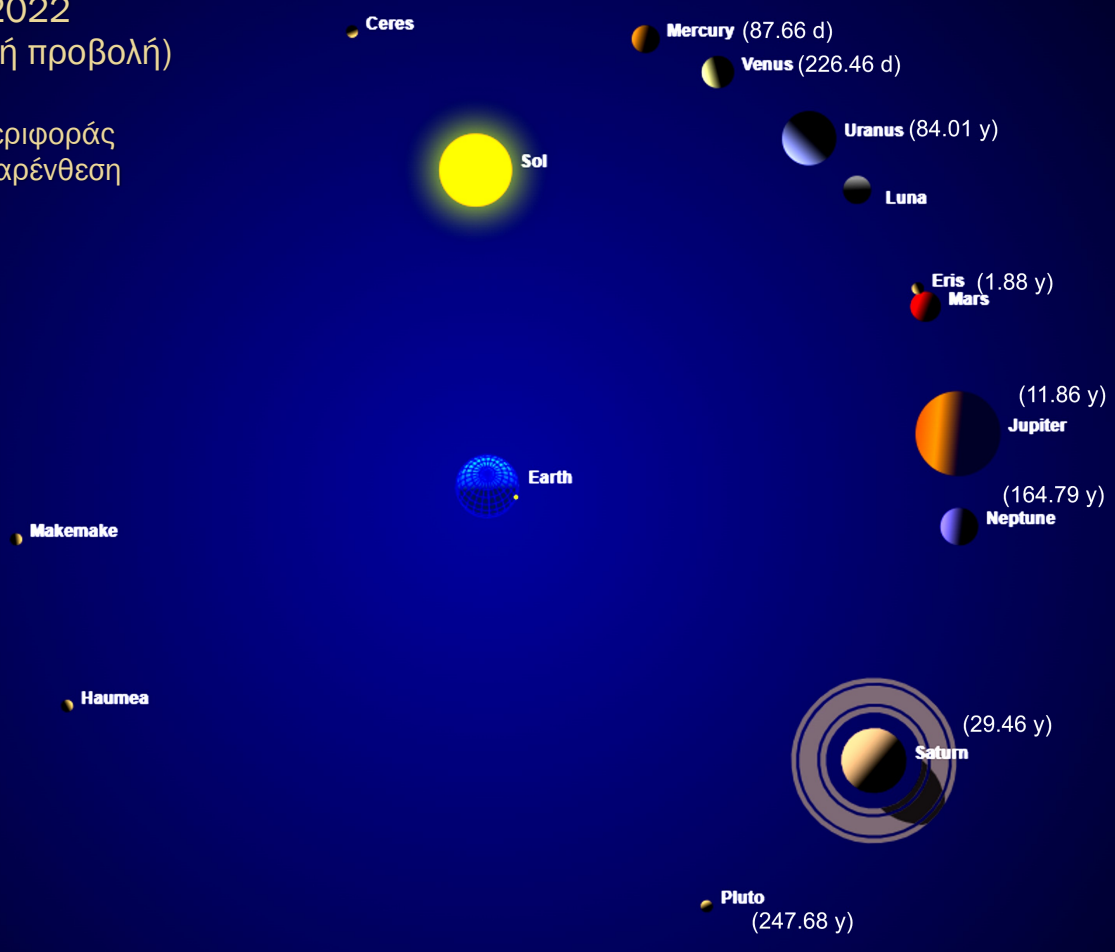


Η λήψη της φωτογραφίας έγινε από τη Χαλκιδική. Στο βάθος φαίνεται το όρος Άθως φωτισμένο, την κατάλληλη στιγμή, από μία αστραπή.

Φωτογραφία: Κωνσταντίνος Εμμανουηλίδης

Οι θέσεις των πλανητών στις 24/6/2022 (γεωκεντρική προβολή)

Η περίοδος περιφοράς φαίνεται σε παρένθεση



www.theplanetstoday.com