Περίοδος Δ΄ • Τεύχος 29 • Δεκέμβριος 2018

φαινόμενον:::

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

ISSN: 2529-1874 · 2529-1882 (online)

ανακάλυψη από... τύχη

θερμική άνεση

πλανήτης 9

Νόμπελ φυσικής 2018

νοήμονες εξωγήινοι

Leon O. Chua

Σάκης Αρναούτογλου

η κληρονομιά του Majorana

πολυμορφισμός της σοκολάτας

επαναπροσδιορισμός μονάδων

http://phenomenon.physics.auth.gr

φαινόμενον::::

Περίοδος Δ΄ ·Τεύχος 29
Δεκέμβριος 2018
Περιοδική έκδοση του Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ. (προεδρία Α. Μπάη)

συντακτική ομάδα

Επιτροπή εκδόσεων, σεμιναρίων και προβολής του Τμήματος Φυσικής

Αναστάσιος Λιόλιος ·Μαρία Κατσικίνη · Ελένη Βίγκα · Στυλιανός Στούλος · Χαράλαμπος Σαραφίδης· Αργύρης Λασκαράκης · Ιωάννης Τσιαούσης · Κωνσταντίνος Λιακάκης

—

Μαρία Κρικέλη
Δημήτριος Ευαγγελινός

στο τεύχος αυτό συνεργάστηκαν

Κωνσταντίνα Αθανασακοπούλου
(φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)

Σωτήριος Βες
(ομότιμος καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Ραφαέλα Κούμπουλα
(φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)

Αναστάσιος Λιόλιος
(καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Βασίλειος Μαρουφίδης
(φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Δάφνη Παρλιάρη
(υποψήφια διδάκτορας Τμ. Φυσικής)

Νικόλαος Γ. Τσάβος
(Απόφοιτος Παντείου Πανεπιστημίου)

Μίλαν Τσομπάνογλου
(φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Νικόλαος Χατζαράκης
(απόφοιτος Τμ. Φυσικής)

εκτύπωση
COPYCITY Ε.Π.Ε.

ψηφιακή έκδοση

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

facebook: *Περιοδικό "Φαινόμενον"*

ISSN: 2529-1874 ·2529-1882 (online)

σημείωμα της σύνταξης

Το παρόν τεύχος του «ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ» περιέχει άρθρα για τη βήτα διάσπαση, την πιθανή ύπαρξη ενός νέου πλανήτη στο ηλιακό μας σύστημα, τη θερμική άνεση, τις αλλοτροπικές μορφές της σοκολάτας, ανακαλύψεις που έγιναν από τύχη αλλά και τι μορφή θα είχαν νοήμονες εξωγήινοι. Επίσης δημοσιεύονται συνεντεύξεις του προσφάτως αναγορευθέντα επιτίμου διδάκτορα του τμήματος Leon C. Chua και του μετεωρολόγου Σάκη Αρναούτογλου. Από το τεύχος δεν λείπουν τα επιστημονικά νέα σχετικά με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2018, τον πρόσφατο επαναπροσδιορισμό μονάδων στο SI, στιγμές από την ιστορία του τμήματος και τα νέα του τμήματος.

Η ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

περιεχόμενα

♦ Βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2018 **1**
♦ Ο επαναπροσδιορισμός των μονάδων του SI **3**
♦ Συνέντευξη: Leon O. Chua **5**
• Η κληρονομιά του Majorana **9**
• Ο πλανήτης 9 **12**
• Καλοκαίρι και θερμική άνεση **15**
• Συνέντευξη: Σάκης Αρναούτογλου **17**
• Ανακάλυψη από … τύχη **19**
• Σοκολάτα: ο ευγενέστερος πολυμορφισμός **23**
• Νοήμονες εξωγήινοι; αν υπάρχουν, πως θα μοιάζουν **26**
• Στιγμές από την ιστορία του τμήματος **29**
• Συνέβησαν στο Τμήμα **31**

φωτογραφίες

Πίσω εσώφυλλο: Γιάννης Τσουφλίδης

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.

Βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2018

για τις πρωτοποριακές ανακαλύψεις στο πεδίο της φυσικής των laser

Σωτήριος Βες
Ομότιμος Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής

Η φετινή απονομή των βραβείων Nobel τίμησε την επανάσταση που έφεραν στη φυσική οι εφαρμογές των laser. Εξαιρετικά μικρά αντικείμενα και απίστευτα ταχέα φαινόμενα τα «βλέπουμε» υπό άλλο πρίσμα. Προηγμένης ακρίβειας εργαλεία άνοιξαν νέες ανεξερεύνητες περιοχές έρευνας και προσέφεραν μεγάλο πλήθος από βιομηχανικές και ιατρικές εφαρμογές. Αποτελεί δε, κατά κάποιο τρόπο, συνέχιση της αναγνώρισης της σημαντικής συμβολής του πεδίου της Οπτικής που επιβραβεύθηκε πρόσφατα με βραβεία Nobel στα έτη:

1997: Μέθοδοι για την ψύξη και παγίδευση ατόμων με φως laser.

2009: Πρωτοποριακά επιτεύγματα σχετικά με τη μετάδοση φωτός σε ίνες για οπτική επικοινωνία.

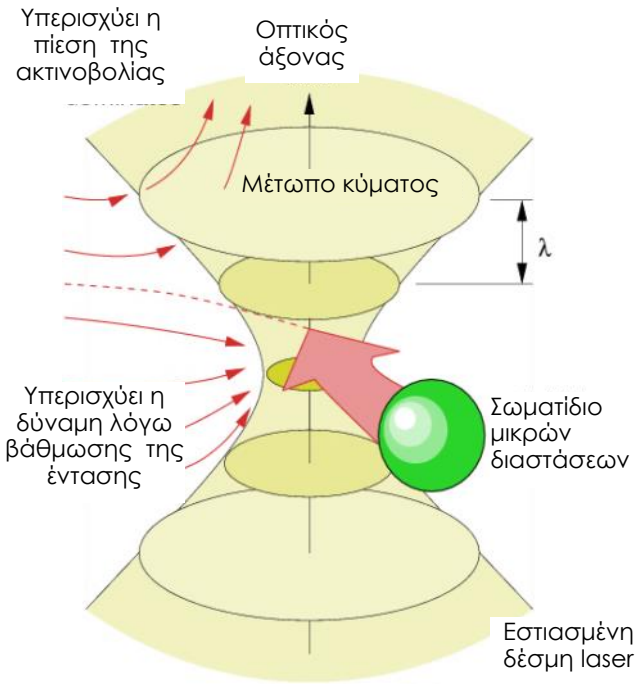
2014: Αποτελεσματικές δίοδοι εκπομπής μπλε φωτός που κατέστησαν δυνατή την υλοποίηση ισχυρών φωτεινών πηγών προς εξοικονόμηση ενέργειας.

Το φετινό βραβείο Νόμπελ απονεμήθηκε στους **Arthur Ashkin** (Bell Laboratories, Holmdel, USA), **Gérard Mourou** (École Polytechnique, Palaiseau, France & University of Michigan, Ann Arbor, USA) και **Donna Strickland** (University of Waterloo, Canada). Ο Arthur Ashkin εφηύρε τις οπτικές λαβίδες (Σχ. 1), οι οποίες «αρπάζουν» σωματίδια, άτομα, ιούς ή ακόμη και ζώντα κύτταρα με τα «δάκτυλά» τους αποτελούμενα από δέσμες laser. Το νέο εργαλείο του Askin επέτρεψε την υλοποίηση του παλαιού οράματος της επιστημονικής φαντασίας: με τη χρήση της πίεσης της ακτινοβολίας να μετακινούμε φυσικά αντικείμενα. Κατάφερε να ωθεί μικρά αντικείμενα στην εστία μιας δέσμης laser και εν συνεχεία να τα διατάσσει κατά βούληση! Η οπτική λαβίδα είχε εφευρεθεί! Ήδη το 1987 κατάφερε να «πιάσει» ζώντα βακτήρια χωρίς να τα βλάψει! Με αυτήν τη μέθοδο, οι επιστήμονες κατάφεραν να μετρήσουν τη μηχανική ανθεκτικότητα των κυττάρων καθώς και την

Arthur Ashkin, Gérard Mourou, Donna Strickland

ισχύ των δυνάμεων που επικρατούν σε βιολογικές διεργασίες! Οι οπτικές λαβίδες έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα πολύτιμες και στη μελέτη της κινητικής και της μηχανικής των μοριακών κινητήρων. Αυτοί οι κινητήρες μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε μεταφορική ή περιστροφική κίνηση. Η εξερεύνηση του μηχανισμού της ζωής έχει ξεκινήσει!

Οι Gérard Mourou και Donna Strickland, έστρωσαν τον δρόμο για όλο και πιο βραχείς

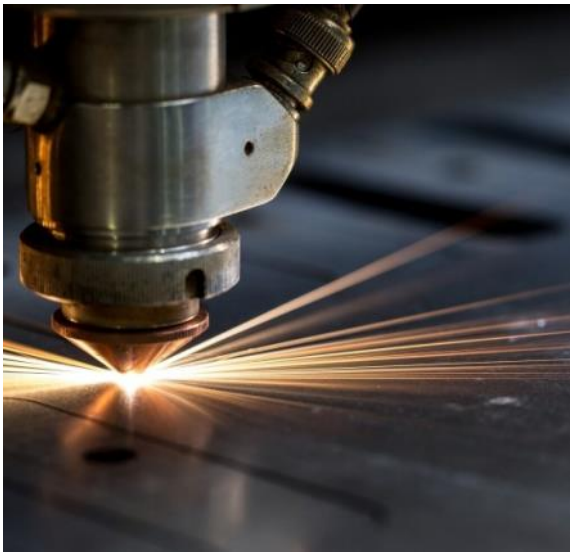


Σχήμα 1: Καθοδήγηση σωματιδίων μικρών διαστάσεων με τη χρήση δέσμης laser

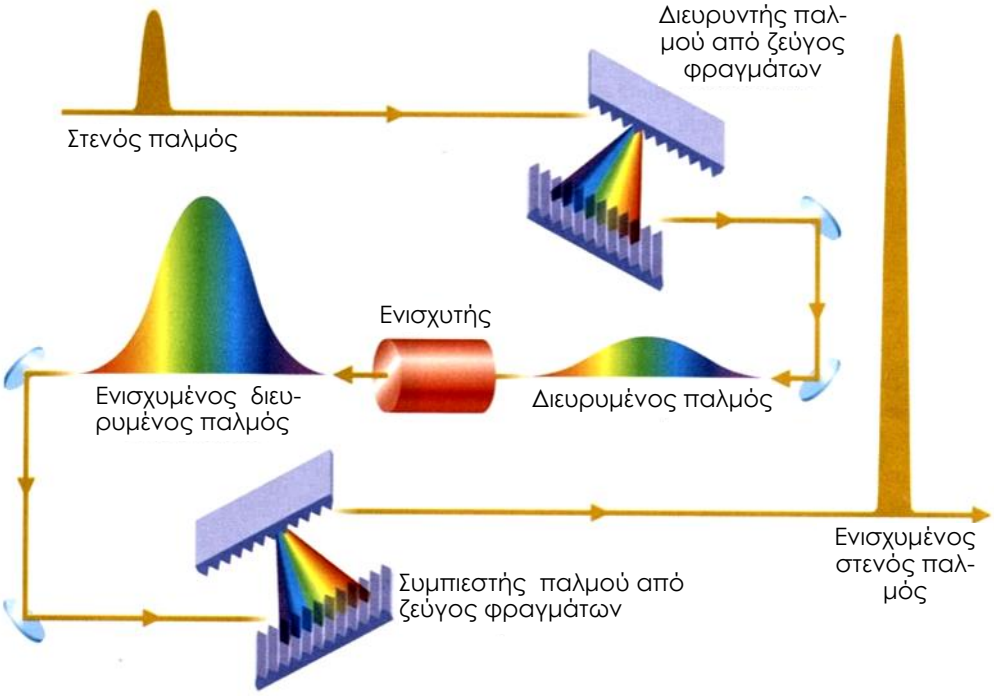
και όλο και πιο ισχυρούς παλμούς laser. Αξιοποιώντας τον ιδιοφυή μηχανισμό «τερέτισμα-chirping» που συνίσταται στη μεταβολή της στιγμιαίας συχνότητάς ενός παλμού με τον χρόνο (chirping pulse amplification, CPA), πέτυχαν να δημιουργήσουν παλμούς laser πολύ υψηλής ενέργειας, χωρίς να καταστρέψουν το ενισχύον μέσο (Σχ. 2). Πρώτα διεύρυναν τον παλμό χρονικά μειώνοντας το πλάτος του, μετά τον ενίσχυσαν και τέλος τον συμπίεσαν εκ νέου, καταφέρνοντας τη δημιουργία, σήμερα, απίστευτων τιμών έντασης ακτινοβολίας (~ 10^{22} W/cm^2). Αποτέλεσμα αυτής της τεχνικής είναι οι εκατομμύρια επιτυχείς εγχειρήσεις οφθαλμών. Τα αμέτρητα πεδία εφαρμογής της δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί πλήρως, φθάνοντας ακόμη και τα όρια της κοσμολογίας, καθόσον οι ενεργειακές πυκνότητες που επιτυγχάνονται είναι συγκρίσιμες με αυτές των αρχικών σταδίων δημιουργίας του κόσμου. Για παράδειγμα: Η φυσική υψηλού πεδίου (high field physics) θα μπορούσε να ανοίξει παράθυρο σε νέες ακραίες καταστάσεις της ύλης, π.χ. κυριαρχούμενες από την ακτινοβολία, τη κβαντική ύλη υψηλής πίεσης, τη θερμή πυκνή ύλη (WDM) και το υπερ-σχετικιστικό πλάσμα. Η φυσική υψηλής πυκνότητας ενέργειας (HEDP) έχει θεμελιώδη σημασία για την έρευνα στον τομέα της εργαστηριακής αστροφυσικής και της σύντηξης αδρανούς περιορισμού.

Η τεχνική CPA επέτρεψε ήδη τη δημιουργία υψηλών αρμονικών (HHG) (υψηλής ενέργειας φωτονίου), μια τεχνική η οποία, κατ' αναλογία με τη μέθοδο εγκλείδωσης ρυθμού, κατέστησε δυνατή την υπέρβαση του ορίου του 1 femtosec και σήμερα διαθέτουμε παλμούς της τάξεως των attosec. Αυτή η τάξη μεγέθους χρόνου είναι συγκρίσιμη με την «κίνηση» των ηλεκτρονίων περί τα άτομα, επιτρέποντάς μας να «δούμε» φαινόμενα αυτής της χρονικής διάρκειας, δηλαδή να μελετήσουμε τη δυναμική των ηλεκτρονίων εντός των ατόμων, μορίων και στερεών.

Ασφαλώς, όλες αυτές οι απίθανες εφαρμογές είναι αποτέλεσμα της σε βάθος γνώσης της λειτουργίας των laser, καθώς και των ιδιοτήτων του παραγόμενου φωτός, καθόσον, ανέκαθεν, η γνώση μας για το φως συμβάδιζε με τη γνώση μας για τον κόσμο.



Δέσμες laser υψηλής έντασης χρησιμοποιούνται για την κοπή και κατεργασία μετάλλων και άλλων υλικών.



Σχήμα 2: Αρχή λειτουργίας της chirped pulse amplification

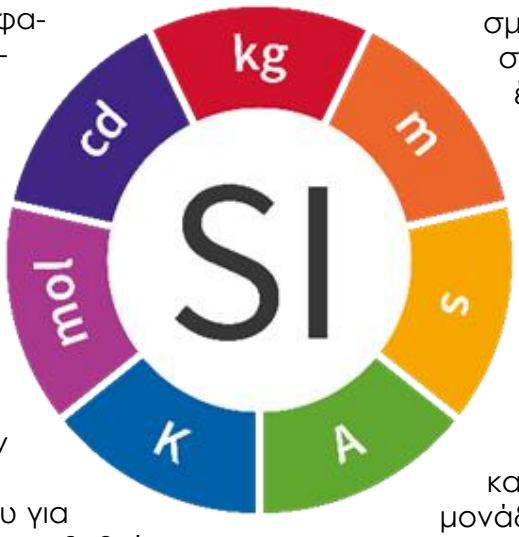
Πηγές:
[1] www.nobelprize.org
[2] www.tesolin.com

Ο επαναπροσδιορισμός των μονάδων του SI

Kilogram, Ampere, Kelvin και Mole

Αναστάσιος Λιόλιος
Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής

Με μια απόφαση ορόσημο στις 16 Νοεμβρίου 2018, εκπρόσωποι από 60 χώρες ψήφισαν για τον επαναπροσδιορισμό του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI), αλλάζοντας για πάντα τον παγκόσμιο ορισμό του κιλού, του αμπέρ, του κέλβιν και του mole. Η απόφαση που έλαβε χώρα στη Γενική Διάσκεψη Μέτρων και Σταθμών στις Βερσαλλίες της Γαλλίας που διοργανώθηκε από το αντίστοιχο Διεθνές Γραφείο (BIPM), σημαίνει ότι όλες οι μονάδες του SI θα ορίζονται στο εξής από σταθερές που περιγράφουν το φυσικό κόσμο. Αυτό θα διασφαλίσει τη μελλοντική σταθερότητα του SI και θα δώσει την ευκαιρία για τη χρήση νέων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των κβαντικών τεχνολογιών, για την εφαρμογή των ορισμών. Οι αλλαγές αυτές, οι οποίες θα τεθούν σε ισχύ στις 20 Μαΐου 2019, θα θέσουν τέρμα στη χρήση φυσικών αντικειμένων για τον ορισμό μονάδων μέτρησης.



Ο ορισμός του χιλιογράμμου για περισσότερο από 130 χρόνια, το διεθνές πρότυπο χιλιόγραμμο (IPK), ένας κύλινδρος από κράμα πλατίνας που είναι αποθηκευμένος στο BIPM στη Γαλλία, τώρα θα αποσυρθεί. Θα αντικατασταθεί από τη σταθερά Planck, την θεμελιώδη σταθερά της κβαντικής φυσικής. Ενώ η σταθερότητα του χιλιογράμμου IPK επιβεβαιώθηκε με συγκρίσεις με πανομοιότυπα αντίγραφα (μια διαδικασία δύσκολη και ενδεχομένως ανακριβής), η σταθερά Planck είναι έτοιμη για χρήση παντού και πάντα.

«Ο επαναπροσδιορισμός του SI είναι μια στιγμή ορόσημο στην επιστημονική πρόοδο» δήλωσε ο Martin Milton, διευθυντής του Διεθνούς Γραφείου Μέτρων και Σταθμών (BIPM). «Χρησιμοποιώντας τις θεμελιώδεις σταθερές που παρατηρούμε στη φύση ως θεμέλιο για σημαντικές έννοιες όπως η μάζα και ο χρόνος, σημαίνει ότι έχουμε ένα σταθερό υπόβαθρο με το οποίο προάγουμε την επιστημονική κατανόηση, αναπτύσσουμε νέες τεχνολογίες και αντιμετωπίζουμε μερικές από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της κοινωνίας».

«Η σημερινή απόφαση σηματοδοτεί το αποκορύφωμα δεκαετιών εργασίας σε όλο τον κόσμο, ειδικών επιστημόνων επί των μετρήσεων, η σημασία της οποίας είναι τεράστια», δήλωσε ο Barry Inglis, διευθυντής της Διεθνούς Επιτροπής Μέτρων και Σταθμών. «Δεν θα είμαστε πλέον δεσμευμένοι από τους περιορισμούς αντικειμένων για τη μέτρηση του κόσμου, αλλά θα έχουμε πια μονάδες παγκοσμίως προσβάσιμες που μπορούν να προετοιμάσουν το δρόμο για επίτευξη ακόμη μεγαλύτερης ακρίβειας ή ακόμη και να επιταχύνουν την επιστημονική πρόοδο».

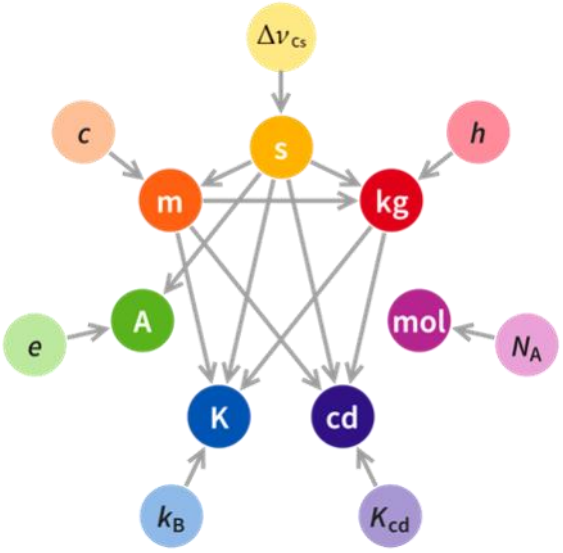
Οι νέοι προσδιορισμοί επηρεάζουν τέσσερις από τις επτά βασικές μονάδες του SI: το κιλό, το αμπέρ, το kelvin και το mole, καθώς και όλες τις μονάδες που προέρχονται από αυτές, όπως το βολτ, το ohm και το joule.

- Το κιλό (kilogram) - θα οριστεί από τη σταθερά Planck (h)
- Το Αμπέρ (ampere) - θα οριστεί από το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο (e)
- Το kelvin - θα οριστεί από τη σταθερά Boltzmann (k)
- Το mole - θα οριστεί από τη σταθερά Avogadro (N_A)

Αν και το μέγεθος αυτών των μονάδων δεν θα αλλάξει (ένα χιλιόγραμμο θα εξακολουθεί να είναι ένα χιλιόγραμμο), οι τέσσερις επανακαθορισμένες μονάδες θα συνδεθούν με το δευτερόλεπτο, το μέτρο και την candela (κηρίο, καντέλα), ώστε να διασφαλιστεί ότι το σύνολο των βασικών μονάδων του SI θα συνεχίσει να είναι σταθερό και χρήσιμο. Το αναθεωρημένο SI θα διατηρήσει τη σημασία του διευκολύνο-

ντας τις τεχνικές καινοτομίες. Ακριβώς όπως ο επαναπροσδιορισμός του δευτερολέπτου το 1967 παρείχε τη βάση για την τεχνολογία που έχει μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούμε σε ολόκληρο τον κόσμο, μέσω του GPS και του Διαδικτύου, οι νέες αλλαγές θα έχουν ευρύτατο αντίκτυπο στην επιστήμη, την τεχνολογία, το εμπόριο, την υγεία και το περιβάλλον, μεταξύ πολλών άλλων τομέων.

Πηγές:
[1] National Physical Laboratory (http://www.npl.co.uk/)
[2] "Kilogram, ampere, kelvin and mole redefined: International System of Units overhauled in historic vote", ScienceDaily, 16 November 2018 (www.sciencedaily.com)



Το διεθνές σύστημα μονάδων SI μετά τον επανακαθορισμό: φαίνεται η εξάρτηση καθορισμού των βασικών μονάδων από φυσικές σταθερές με καθορισμένες αριθμητικές τιμές καθώς και από άλλες βασικές μονάδες που παράγονται από το ίδιο σύνολο φυσικών σταθερών.

Τέλος εποχής για το πρότυπο χιλιόγραμμο που χρησιμοποιούνταν για τον ορισμό του κιλού και φυλάσσεται στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών στις Σέβρες της Γαλλίας.

- *Κατασκευάστηκε το 1889.*
- *Αποτελείται από 90% Pt και 10% Ir.*
- *Φυλάσσεται σε ένα θολωτό δοχείο στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών μαζί με 6 αντίγραφά του.*
- *Αποτέλεσε τη βάση για περισσότερα από 80 αντίγραφα που διανεμήθηκαν σε όλο τον κόσμο για να χρησιμοποιηθούν ως εθνικά πρότυπα.*
- *Καθαρίζεται τακτικά με ατμό ακολουθώντας συγκεκριμένη διαδικασία.*
- *Το κιλό ήταν η τελευταία μονάδα θεμελιώδους μεγέθους που ορίζεται με τη βοήθεια ενός αντικειμένου κατασκευασμένου από συγκεκριμένο υλικό.*

Ο φορέας που ασχολείται με τη μετρολογία στην Ελλάδα, είναι το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας (ΕΙΜ) που εδρεύει στη βιομηχανική περιοχή της Θεσσαλονίκης. Από τις 23-1-2013 το ΕΙΜ αποτελεί ανεξάρτητη υποδομή του Εθνικού Συστήματος Υποδομών Ποιότητας (ΕΣΥΠ).

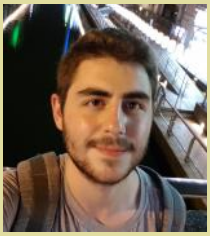
Οι βασικές αρμοδιότητες του ΕΙΜ είναι:

- *Η υλοποίηση των βασικών και παράγωγων μονάδων μέτρησης του διεθνούς συστήματος μονάδων (S.I.) με την τήρηση των αντίστοιχων προτύπων και διατάξεων.*
- *Η ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών μέτρησης.*
- *Η υποστήριξη του εθνικού μετρολογικού συστήματος της χώρας.*
- *Η λειτουργία εργαστηρίων διακρίβωσης και η έκδοση πιστοποιητικών διακρίβωσης.*
- *Η διάδοση της μετρολογίας και της μετρολογικής γνώσης.*
- *Η ανάπτυξη και διάθεση υλικών αναφοράς.*
- *Η εκπροσώπηση της χώρας στους διεθνείς οργανισμούς μετρολογίας.*

Στο ΕΣΥΠ υπάγεται και ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) που είναι ο μοναδικός φορέας που είναι υπεύθυνος για την εκπόνηση, έγκριση, έκδοση και διάθεση των Ελληνικών Προτύπων. Η τυποποίηση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας δημιουργούνται τα πρότυπα. Πρότυπα εκπονούνται για δραστηριότητες, διεργασίες και προϊόντα τα οποία μπορεί να είναι υλικά (π.χ. βιομηχανικά προϊόντα), άυλα (π.χ. υπηρεσίες, λογισμικό) ή συνδυασμός αυτών.

www.eim.gr, www.elot.gr

Leon O. Chua



Βασίλειος Μαρουφίδης
Φοιτητής
Τμήματος Φυσικής

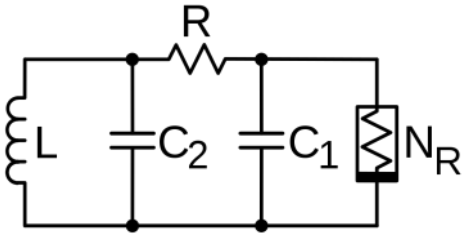
Ο Καθηγητής Leon O. Chua, ομότιμος καθηγητής του Πανεπιστημίου Καλιφόρνια-Μπέρκλεϊ, έχει μείνει στην ιστορία της ηλεκτρονικής ως ο επινοητής του «memristor». Το Τμήμα Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΑΠΘ αποφάσισε να τον αναγορεύσει Επίτιμο Διδάκτορά του, αφού σύμφωνα με το σκεπτικό της ομόφωνης απόφασης του Τμήματος Φυσικής, η προσφορά του Καθηγητή Chua στην επιστήμη είναι ιδιαίτερα σημαντική, ενώ ο ίδιος αποτελεί προσωπικότητα με διεθνή αναγνώριση και κύρος. Ο κ. Chua είναι ιδιαίτερα γνωστός στην επιστημονική κοινότητα, λόγω της επινόησης του memristor (1971), του κυκλώματος Chua (1983), των κυψελωτών νευρωνικών δικτύων (1988), καθώς και της μελέτης πληθώρας μη γραμμικών φαινομένων σε κυκλώματα. Αναγνωρίζεται από πολλούς ως ο «πατέρας» της θεωρίας των μη γραμμικών κυκλωμάτων, καθώς το κύκλωμα Chua ήταν το πρώτο και είναι το απλούστερο κατασκευασμένο κύκλωμα που παρουσιάζει χαοτική συμπεριφορά.

Για την Τελετή Αναγόρευσης, που πραγματοποιήθηκε την Δευτέρα 22 Οκτωβρίου 2018 στην Αίθουσα Τελετών της Παλαιάς Φιλοσοφικής Σχολής του ΑΠΘ, υπάρχουν περισσότερα στο πίσω εσώφυλλο του παρόντος τεύχους. Ο Καθηγητής Leon Chua, έδωσε επίσης διάλεξη για το κοινό, στις 23 Οκτωβρίου 2018, στο ΚΕΔΕΑ του ΑΠΘ, με θέμα «Five Non-Volatile Memristor Enigma Solved».

κ. Chua, καλώς ήρθατε στο τμήμα φυσικής του ΑΠΘ. Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να σας ενημερώσω ότι έχουμε ένα μάθημα ειδικής επιλογής στο πανεπιστήμιο μας, το οποίο ασχολείται κυρίως με το κύκλωμα σας, το κύκλωμα Chua. Με αφορμή αυτό, θα ήθελα να σας ρωτήσω πως σας προέκυψε η ιδέα του, όπως είναι πλέον γνωστό, κυκλώματος Chua και γιατί είναι τόσο σημαντικό;

► Αυτή είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα ερώτηση. Ας ξεκινήσουμε με μια μικρή ιστορική αναδρομή. Στις αρχές της δεκαετίας του '70 υπήρχε μεγάλο ενδιαφέρον, επειδή ο Lorenz δημοσίευσε ένα paper το οποίο έδινε ένα παράδειγμα εξισώσεων, που σήμερα ονομάζονται εξισώσεις Lorenz, οι οποίες παρήγαγαν χάος. Όταν άκουσα γι' αυτό, αρχικά δεν το πίστευα αλλά στη συνέχεια συνειδητοποίησα ότι πρέπει να είναι σωστός, μιας και ο Lorenz ήταν ένας διάσημος μαθηματικός από το MIT. Ωστόσο, δεν υπήρχαν έγκυρες προσομοιώσεις από τους υπολογιστές, αφού χαοτική σημαίνει πολύ ευαίσθητη στις αρχικές συνθήκες. Λοιπόν, πώς μπορούμε να πιστέψουμε πως ό,τι προσομοιώνεται από έναν υπολογιστή είναι πραγματικό αν είναι τόσο ευαίσθητο; Έτσι αποφάσισα ότι αυτό που χρειαζόμαστε είναι να δημιουργήσουμε ένα πραγματικό φυσικό σύστημα, δηλαδή ένα μηχανισμό, ώστε οι άνθρωποι να μπορούν να δουν και να κάνουν πολλά περισσότερα, επειδή δεν πίστευα ότι η προσομοίωση ήταν πραγματική (ακόμα και να ήταν πραγματική ήταν πολύ ευαίσθητη για να θεωρηθεί έγκυρη). Επομένως, αυτό που έπρεπε να κάνουμε εγώ και οι συνεργάτες μου ήταν να αφιερώσουμε χρόνο για να κατανοήσουμε τα φαινόμενα, διότι έπρεπε να είμαστε βέβαιοι για το πότε κάτι είναι πραγματικό. Αυτός ήταν ο βασικός λόγος για τον οποίο σκέφτηκα να οικοδομήσουμε ένα μηχανικό σύστημα όπως το εκκρεμές. Αλλά τότε συνειδητοποίησα ότι ήταν καλύτερο να φτιάξουμε ένα σύστημα που να έχει τις εξισώσεις Lorenz. Οι εξισώσεις Lorenz είναι στην πραγματικότητα μια απλούστευση της πολύ περίπλοκης εξίσωσης των Navier-Stokes για την περιγραφή του καιρού. Ο Lorenz λοιπόν έκανε πολλές υποθέσεις ώστε να απλοποιήσει την εξίσωση ελπίζοντας ότι θα συνεχίσει να έχει ενδιαφέρουσα και μη ντετερμινιστική συμπεριφορά. Και το πέτυχε! Αυτές είναι οι περίφημες εξισώσεις Lorenz. Αλλά αυτό, πρώτον προέρχεται από μια σημαντική

προσέγγιση και δεύτερον δεν ήταν αρκετά σωστό για την περιγραφή του καιρού, διότι ο καιρός είναι πολύ περίπλοκος. Έτσι σκέφτηκα, δεδομένου ότι οι εξισώσεις Lorenz έδειξαν αυτή την πολύ παράξενη συμπεριφορά, ότι πρέπει να βρούμε ένα μηχανικό σύστημα. Κάτι τέτοιο όμως αποδείχθηκε αδύνατο, τουλάχιστον στα χρόνια μου. Τότε σκέφτηκα ότι αφού δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα μηχανικό σύστημα, θα πρέπει να φτιάξουμε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που έχει μια παρόμοια εξίσωση. Αλλά αφού θέλαμε να παράξουμε την εξίσωση Lorenz, που έχει το γινόμενο x*y, έπρεπε να πολλαπλασιάσουμε δύο σήματα και για να το πετύχουμε αυτό χρειαζόμασταν έναν πολλαπλασιαστή. Στη δεκαετία του '70 θα μπορούσαμε να αγοράσουμε κάτι τέτοιο από μια εταιρεία, ωστόσο ήταν αρκετά ακριβό αλλά το πιο σημαντικό είναι ότι ακόμα και να είχαμε τα χρήματα για να το αγοράσουμε, το chip θα είχε πολύ στενό εύρος. Με λίγα λόγια, κάτι τέτοιο δεν ήταν δυνατό στην εποχή μου. Αυτή ήταν η αρχική μου προσπάθεια, να κατασκευάσω ένα κύκλωμα που παρήγαγε τις εξισώσεις Lorenz, επειδή η εξίσωση αυτή είχε ενθουσιάσει τους πάντες συμπεριλαμβανομένου και εμού. Ωστόσο δεν τα κατάφερα και ήμουν πολύ απογοητευμένος, διότι πίστευα ότι δεν ήταν εφικτό εκείνη την εποχή. Σήμερα μπορείτε να αγοράσετε ένα πολύ καλύτερο πολλαπλασιαστή και ίσως να το καταφέρετε. Ωστόσο, αυτή η δυναμική δημιουργούσε πρόβλημα. Έτσι, αποφάσισα ότι ο μόνος τρόπος είναι να βρούμε μια άλλη εξίσωση που δεν απαιτεί πολλαπλασιασμό. Ήδη για πολλά χρόνια πειραματιζόμουν με μη γραμμικά κυκλώματα, και έτσι ήξερα πώς να σχεδιάζω ένα κύκλωμα που είναι εξαιρετικά μη γραμμικό, αλλά τμηματικά γραμμικό. Αυτή ήταν η ειδικότητά μου, μπορούσα να κάνω οτιδήποτε τμηματικά γραμμικό και ήξερα πώς να το κατασκευάσω επειδή γνώριζα πώς να χρησιμοποιώ OpAmps (τελεστικούς ενισχυτές). Οι περισσότεροι άνθρωποι γνωρίζουν μόνο τη λειτουργία του ενισχυτή στη γραμμική περιοχή, αλλά εμένα με ενδιέφερε να φτάνει στον κορεσμό. Εάν πάρουμε έναν OpAmp και πέσουμε στον κορεσμό, παίρνουμε μια διαστρεβλωμένη γραμμή, με τρεις κλάδους-όχι μόνο έναν. Έτσι αποφάσισα ότι θα το χρησιμοποιήσω για τη μη γραμμικότητα, μιας και μπορούσα να το ελέγξω. Σχεδίασα λοιπόν αυτό το κύκλωμα και δημοσίευσα άρθρα σχετικά με τον τρόπο σύνθεσης μη γραμμικών καμπυλών I-V. Αυτή ήταν η βασική μου έρευνα. Αφού ήξερα πώς να σχεδιάσω και να φτιάξω κυκλώματα που είναι μη γραμμικά, το επόμενο πράγμα που έπρεπε να κάνω ήταν να βρω μια εξίσωση που είναι όσο το δυνατόν απλούστερη, γιατί όταν θέλουμε να καταλάβουμε κάτι προσπαθούμε να το κάνουμε όσο πιο απλό γίνεται. Και το απλούστερο κύκλωμα που θα χρειαζόμασταν ήταν με τρία στοιχεία αποθήκευσης ενέργειας. Θα μπορούσαμε λοιπόν να χρησιμοποιήσουμε είτε 3 πυκνωτές ή 3 πηνία ή 2 πυκνωτές και 1 πηνίο κτλ, και βεβαίως το πρακτικά καλύτερο ήταν να χρησιμοποιήσουμε πυκνωτές. Έτσι λοιπόν αποφάσισα ότι θα χρησιμοποιήσω 2 πυκνωτές και 1 πηνίο, γιατί πρώτον αν χρησιμοποιούσα τρεις πυκνωτές θα ήμουν πολύ περιορισμένος και θα ήταν δύσκολο να ελέγξω τη δυναμική του κυκλώματος και δεύτερον επειδή γνώριζα ότι ο παραπάνω συνδυασμός είναι το ελάχιστο που χρειαζόμουν για να παράξω χάος. Ωστόσο, χρειαζόμουν να προσθέσω τουλάχιστον μία μη γραμμικότητα, κάτι που να μοιάζει με μια δίοδο επαφής PN αλλά να είναι πιο περίπλοκο, γιατί η δίοδος δεν ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα. Έτσι, αποφάσισα να σχεδιάσω ένα δικό μου μη-γραμμικό στοιχείο και η απλούστερη μη-γραμμική, που θα ήταν τμηματικά γραμμική, ήταν με τρία τμήματα. Και αυτό ήταν τέλειο, επειδή μπορούσα να χρησιμοποιήσω OpAmps για να το πετύχω αυτό. Αυτή είναι η αρχή μας. Ήξερα τι ήθελα, και ο στόχος ήταν να βρω ποιο είναι το απλούστερο κύκλωμα που μπορεί να το κάνει αυτό (θυμηθείτε είναι εύκολο να κάνετε κάτι χαοτικό αν είναι πολύ περίπλοκο) και το απλούστερο που γνωρίζουμε είναι με 2 πυκνωτές, 1 πηνίο και μια μη γραμμική αντίσταση στην I-V χαρακτηριστική. Και η απλούστερη τέτοια καμπύλη I-V που έχει αυτές τις ιδιότητες είναι με 3 τμήματα. Αυτές με 2 τμήματα ήταν πολύ απλές και έμοιαζαν με τις επαφές PN που γνώριζα ότι δεν ταιριάζανε για αυτό που έψαχνα. Έτσι άρχισα να ψάχνω και προσπαθούσα να σχεδιάσω ένα κύκλωμα που έχει αυτή την ιδιότητα μόνο με αυτό το στοιχείο. Επομένως, ήξερα πώς να συνθέσω το κύκλωμα, ήξερα ποιες εξισώσεις θα δουλεύανε και ήλπιζα ότι το κύκλωμα μου θα δώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα, επειδή προφανώς δεν ήταν εγγυημένο ότι θα λειτουργήσει, αλλά τουλάχιστον καταλάβαινα την δυναμική του. Ζήτησα από τους συνεργάτες μου να το κατασκευάσουν και αμέσως λειτούργησε! Αυτή ήταν η πρώτη φορά που πίστεψα ότι το χάος είναι σημαντικό γιατί ένα απλό κύκλωμα ήταν αμέσως χαοτικό. Αυτή ήταν η ιστορία του κυκλώματος που έχετε



Το κύκλωμα Chua

μάθει. Αυτή ήταν η ιστορία πίσω από το κύκλωμα Chua.

Υπάρχουν χιλιάδες εξισώσεις που είναι μη γραμμικές και δίνουν χάος, ίσως εκατοντάδες χιλιάδες άρθρα σχετικά με το χάος και όλα έχουν από μια εξίσωση, αλλά μόνο πέντε τέτοιες εξισώσεις μπορούν πραγματικά να αποδειχθούν. Επομένως, είναι ένα πολύ δύσκολο αντικείμενο, μπορείς εύκολα να πεις ότι έχεις ένα παράδειγμα χάους και μια εξίσωση, αλλά για να αποδείξεις ότι είναι χαοτική με αυστηρό τρόπο, αυτό αποτελεί μια διδακτορική διατριβή. Αλλά για να ελπίζω ότι μπορώ να το κάνω αυτό, έπρεπε να το φτιάξω τμηματικά γραμμικό. Αυτός ήταν ο άλλος λόγος. Επομένως, αυτοί ήταν οι 2 λόγοι για τους οποίους χρησιμοποίησα τμηματικά γραμμικό: 1) είναι ότι μπορούσα να το κατασκευάσω και 2) ήλπιζα ότι μπορούσα να το αποδείξω. Έτσι αποδείχθηκε ότι το κύκλωμα Chua δεν είναι μόνο πολύ απλό, αλλά είναι και πολύ φθηνό μιας και μπορούμε να το φτιάξουμε σήμερα με λιγότερα από 10 ευρώ, χρησιμοποιώντας 2 πυκνωτές,1 πηνίο, έναν αντιστάτη και 2 OpAmps. Είναι πολύ απλό. Στην πραγματικότητα είναι το πρώτο κύκλωμα, το πρώτο φυσικό σύστημα που (α) είναι ένα πραγματικό σύστημα, (β) έχει μια εξίσωση που όταν τη βάζεις σε έναν υπολογιστή παράγει το ίδιο πράγμα και (γ) μπορώ να αποδείξω μαθηματικά ότι είναι χαοτικό, πράγμα που ήταν και το πιο δύσκολο, γιατί όπως προανέφερα χρειάστηκαν πολύ προηγμένα μαθηματικά. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι τόσο θεμελιώδες για σας να μελετήσετε το κύκλωμα Chua, επειδή έχει και τα τρία αυτά πράγματα οπότε με «ένα σμπάρο δυο τρυγόνια». Αυτή λοιπόν είναι η ιστορία του κυκλώματος Chua και γιατί είναι θεμελιώδης η μελέτη του.

Ο κ. Chua κατά την τελετή επιτιμοποίησής του από το Τμήμα Φυσικής μαζί με τους κκ. Σ. Σίσκο και Σ. Νικολαΐδη

Γιατί πιστεύετε ότι χρειάστηκαν 37 ολόκληρα χρόνια μέχρι την πρώτη υλοποίηση του memristor από το εργαστήριο της HP, μετά την θεωρητική του πρόβλεψη το 1971;

► Ο λόγος είναι ότι η μη-γραμμική δυναμική που θα μας δώσει το memristor όπως το γνωρίζουμε σήμερα απαιτεί νανοηλεκτρονική. Οι διαστάσεις πρέπει να είναι πολύ μικρές. Αν θέλαμε για παράδειγμα να κατασκευάσουμε μια διάταξη στερεάς κατάστασης ώστε να είναι memristor χρησιμοποιώντας την τεχνολογία που υπήρχε όταν δημοσίευσα το paper μου το 1971, έχει αποδειχθεί ότι κάτι τέτοιο δεν θα ήταν εφικτό. Επειδή τότε μιλούσαν για micro διαστάσεις, το οποίο είναι ήδη πολύ μικρό, σύμφωνα με αυτό που δημοσίευσε η HP στο περιοδικό Nature το 2008, αποδείχθηκε ότι δεν μπορούμε να πετύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα χρησιμοποιώντας micro διαστάσεις, πρέπει οι διαστάσεις να είναι nano. Έτσι το πρόβλημα ήταν η τεχνολογία, πρέπει να είμαστε σε θέση να φτάσουμε στο σημείο της νανομετρικής κλίμακας.

Κάποιοι υποστηρίζουν ότι το memristor θα μπορούσε να αντικαταστήσει το transistor. Ποια είναι η άποψη σας για αυτή τη δήλωση και γιατί πιστεύετε ότι κάτι τέτοιο δεν έχει συμβεί ακόμα;

► Όχι, αυτό δεν είναι αλήθεια. Το τρανζίστορ χρησιμοποιείται για διαφορετικές λειτουργίες. Το τρανζίστορ μπορεί να ενισχύσει το σήμα, ενώ το memristor είναι μια παθητική συσκευή, η οποία δεν χρειάζεται μπαταρία. Μπορεί ωστόσο να χρησιμοποιηθεί ως το βασικό συστατικό που θα αντικαταστήσει πολλά τρανζίστορ. Για παράδειγμα στα smartphone σας ή σε οποιαδήποτε χρήσιμη συσκευή, όπως οι υπολογιστές, πρέπει να μπορείτε να κάνετε πρόσθεση ώστε να έχετε τη δυνατότητα αριθμητικών υπολογισμών. Για να προσθέσετε δύο αριθμούς, ακόμα και με το πιο προηγμένο smartphone ή υπολογιστή, και να το πετύχετε αυτό με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο σήμερα πρέπει να χρησιμοποιήσετε CMOS τρανζίστορ. Αλλά χρειάζεστε περισσότερα από 50 CMOS τρανζίστορ για να είναι αυτή η πρόσθεση εφικτή. Μπορείτε όμως να κάνετε το ίδιο πράγμα, την πρόσθεση δηλαδή, μόνο με 10 memristors για παράδειγμα. Έτσι το memristor έχει πολλές ενδιαφέρουσες εφαρμογές.

Καθ. Chua, παρουσιάσατε επίσης την ιδέα των επεξεργαστών CNN. Μπορείτε να μας τους περιγράψετε με λίγα λόγια και να μας εξηγήσετε γιατί είναι τόσο σημαντικοί;

►Η δημοσίευση μου σχετικά με τα Κυψελωτά Νευρωνικά Δίκτυα (Cellular Neural Networks)

έγινε και αυτή στη δεκαετία του '80. Σήμερα υπάρχουν chips, φτιάχνουν CNN, αλλά απαιτείται μνήμη, εσωτερική μνήμη. Επομένως, τώρα με την κατασκευή των memristors θα είναι δυνατό να τα χρησιμοποιήσουμε ως μνήμη. Επειδή τα σημερινά CNN χρειάζονται πολλά τρανζίστορ, κάτι τέτοιο θα είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η περιοχή. Επομένως, ένα CNN που χρησιμοποιεί memristor ως συστατικό μνήμης είναι το επόμενη βήμα που πρέπει να γίνει, επειδή πλέον με αυτό μπορούμε να επεξεργαζόμαστε και να υπολογίζουμε ταυτόχρονα με μνήμη. Αυτή τη στιγμή όλοι οι υπολογιστές είναι φτιαγμένοι και βασίζονται σε αυτό που ονομάζεται αρχιτεκτονική Von Neumann. Ακόμη και σήμερα, από τους υπερυπολογιστές μέχρι τα smartphones, εφαρμόζεται η ίδια αρχιτεκτονική. Η αρχιτεκτονική αυτή είναι η εξής: έχετε μια ομάδα κυκλωμάτων που κάνει υπολογισμούς, αλλά έχετε και μια άλλη ομάδα κυκλωμάτων μνήμης. Έτσι, ακόμη και αν θέλετε να προσθέσετε δύο αριθμούς πρέπει να βρείτε ότι ο άλλος αριθμός αποθηκεύεται κάπου. Τοποθέτησέ το εκεί. Είναι σαν να έχετε μια αποθήκη και ένα εργοστάσιο. Αυτή τη στιγμή, για κάθε υπολογισμό που θέλετε να κάνετε, πρέπει να πηγαίνετε στην αποθήκη, να παίρνετε το υλικό που θέλετε να χρησιμοποιήσετε και στη συνέχεια να το μεταφέρετε στο εργοστάσιο οπού έπειτα θα γίνει η επεξεργασία του. Έτσι, έχουμε τη μνήμη και τον επεξεργαστή, ο οποίος ονομάζεται CPU στην επιστήμη της πληροφορικής και πολύ απλά σημαίνει κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit). Αυτή τη στιγμή, όλοι οι υπολογιστές και όλα τα smartphones χρησιμοποιούν την αρχιτεκτονική Von Neumann, που σημαίνει ότι έχουμε ξεχωριστό μέρος όπου αποθηκεύουμε μνήμη, έχουμε δηλαδή ξεχωριστή αποθήκη. Αποθηκεύουμε τα πάντα εκεί και στη συνέχεια έχουμε αυτή τη μονάδα επεξεργασίας που κάνει τους υπολογισμούς. Αλλά για να κάνουμε υπολογισμούς πρέπει κάθε φορά να πηγαίνουμε στην αποθήκη, να παίρνουμε τα υλικά που χρειαζόμαστε και να τα φέρνουμε πίσω. Στις παλιές εποχές κάτι τέτοιο ήταν εντάξει, επειδή τα ηλεκτρονικά δεν ήταν πολύ γρήγορα. Ωστόσο, σήμερα, η μονάδα επεξεργασίας είναι τόσο γρήγορη, που παίρνει περισσότερο χρόνο για να πάμε στην αποθήκη και να φέρουμε πίσω τις πληροφορίες από ότι μπορούν να γίνουν οι υπολογισμοί. Είναι γελοίο! Επομένως, κάτι τέτοιο είναι χρονοβόρο. Έτσι λοιπόν, όχι μόνο χάνουμε χρόνο για να πάρουμε οποιαδήποτε πληροφορία την οποία θέλουμε να επεξεργαστούμε, αλλά επίσης σπαταλάμε ενέργεια διότι σε αυτές τις διαδρομές υπάρχει αντίσταση. Αυτός είναι ο λόγος που θερμαίνονται τα smartphones. Έχετε ακούσει για το νόμο του Moore; Ο νόμος του Moore είναι ένας πολύ ισχυρός νόμος/πρόβλεψη, που λέει ότι κάθε χρόνο η υπολογιστική δύναμη θα διπλασιάζεται και τα τελευταία 50 χρόνια έχει αποδειχθεί σωστός. Ωστόσο σήμερα έχει πάψει να είναι σωστός. Ο λόγος είναι ότι συνεχίζαμε να φτιάχνουμε όλο και μικρότερου μεγέθους στοιχεία, όμως τώρα έχουμε φτάσει στο σημείο όπου μιλάμε για μεγέθη της τάξης των 15 nm. Και όταν βρισκόμαστε σε τόσο μικρό μέγεθος, τα φαινόμενα της κβαντομηχανικής γίνονται σημαντικά και αυτό σημαίνει ότι δεν είναι πλέον ακριβείς οι κατασκευές μας. Μπορούμε ίσως να φτάσουμε μέχρι και τα 10 nm, αλλά τέτοιου είδους διατάξεις είναι πολύ ακριβές. Όλοι γνωρίζουν πλέον ότι αυτό είναι το τέλος της αρχιτεκτονικής Von Neumann. Επομένως τι κάνουμε; Πρέπει να εφεύρουμε μια νέα αρχιτεκτονική στην οποία δεν θα διαχωρίζουμε τη μνήμη από τον CPU. Σήμερα, όλη η έρευνα έχει να κάνει με την αναζήτηση μιας τέτοιας νέας αρχιτεκτονικής η οποία χρειάζεται νέα στοιχεία. Και το θεμελιώδες στοιχείο που θα καθιστούσε κάτι τέτοιο εφικτό είναι τα memristors. Γι' αυτό είναι τόσο σημαντικό.

Πληροφορήθηκα ότι θέλετε να επισκεφθείτε το Άγιο Όρος. Πώς αποφασίσατε να επισκεφθείτε αυτό το μέρος;

► Έχω ακούσει πολλά για το Άγιο Όρος, οπότε είμαι πολύ περίεργος για αυτό. Λένε ότι μερικοί από τους μοναχούς εκεί έχουν διδακτορικό. Συνεπώς είμαι πολύ περίεργος να μάθω τι είναι αυτό που τους κάνει να αποφασίσουν ότι θέλουν να γίνουν μοναχοί. Είναι ένα πολύ μοναδικό μέρος. Ξέρω ότι είναι δύσκολο να το επισκεφθείς, πρέπει να γνωρίζεις τους ανθρώπους. Οπότε, αυτός είναι ο λόγος.

Και για το τέλος της συνέντευξης μας θα ήθελα να σας ρωτήσω το εξής: Έχετε ξαναέρθει στην Ελλάδα; Ποιες είναι οι εντυπώσεις σας για την χώρα μας μέχρι στιγμής;

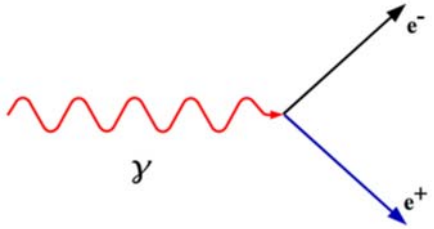
► Όχι, δεν έχω ξαναέρθει στην Ελλάδα. Αυτή είναι η πρώτη φορά που την επισκέπτομαι. Ο καθηγητής Σπύρος Νικολαΐδης με έφερε χθες με το αυτοκίνητό του και είδαμε δύο ναούς, ο Άγιος Δημήτριος ήταν ένας από αυτούς. Ήταν πολύ ενδιαφέρον και νομίζω ότι η Θεσσαλονίκη είναι μια πολύ ωραία και εντυπωσιακή πόλη. Έχετε επίσης τα τείχη και είναι πολύ δυσάρεστο που η ελληνική κυβέρνηση δεν δίνει αρκετά χρήματα για την συντήρηση τους, επειδή χρειάζεται να τα επιδιορθώσετε και να τα επισκευάσετε ώστε να προσελκύσετε πολλούς τουρίστες. Αυτή τη στιγμή δεν είναι σε καλή κατάσταση και έτσι οι τουρίστες δεν ενδιαφέρονται. Πιστεύω, λοιπόν, ότι η Θεσσαλονίκη έχει πολλές προοπτικές, είναι ένα θαυμάσιο μέρος.

Η κληρονομιά του Majorana

Νικόλαος Χατζαράκης
Απόφοιτος
Τμήματος Φυσικής

Ας υποθέσουμε ότι ένα φωτόνιο μεγάλης ενέργειας, ανώτερης των 1,022 MeV (δηλαδή της περιοχής των ακτινών γάμμα), πλησιάζει ένα μεγάλο πυρήνα και έρχεται αντιμέτωπο με το ισχυρό δυναμικό του. Τι αναμένουμε να συμβεί; Το φωτόνιο «εκρήγνυται» αφήνοντας πίσω του δύο στοιχειώδη σωματίδια. Με τη γνωστή εξίσωση του Einstein $E=mc^2$, μπορούμε να υπολογίσουμε ότι η μάζα των δύο σωματιδίων που αντιστοιχεί στα 1,022 MeV είναι συνολικά $18{,}22\times10^{-31}$ kg ή $9{,}11\times10^{-31}$ kg για το κάθε σωματίδιο. Η μάζα αυτή μας είναι γνωστή και αντιστοιχεί στο ηλεκτρόνιο. Εφαρμόζοντας ένα μαγνητικό πεδίο στην περιοχή του πειράματος, παρατηρούμε ότι το μεν ένα σωματίδιο στρέφεται προς μια κατεύθυνση, ενώ το άλλο προς την άλλη. Άρα τα δύο σωματίδια έχουν διαφορετικά ηλεκτρικά φορτία και επομένως το ένα θα είναι αρνητικό, δηλαδή θα είναι ηλεκτρόνιο, ενώ το άλλο θα είναι θετικό. Έχουμε λοιπόν στα χέρια μας ένα ηλεκτρόνιο και ένα άγνωστο σωματίδιο με την ίδια μάζα με αυτή του ηλεκτρονίου και φορτίο αντίθετο, το οποίο γεννάται μαζί με το ηλεκτρόνιο από ένα φωτόνιο. Παρατηρείται επίσης πειραματικά ότι όταν αυτό το θετικό σωματίδιο συναντά εκ νέου ένα ηλεκτρόνιο, εξαφανίζεται μαζί του δίνοντας πάλι φωτόνια! Η ύπαρξη του σωματιδίου αυτού είχε προβλεφθεί από τον P.A.M. Dirac το 1928 και επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τον C.D. Anderson το 1932 με τη χρήση ενός θαλάμου φυσαλίδων. Το όνομα που του δόθηκε, εξαιτίας της ομοιότητάς του με τον ηλεκτρόνιο και του θετικού του φορτίου, ήταν ποζιτρόνιο (από τις λέξεις «positive electron» που δεν σημαίνουν παρά «θετικό ηλεκτρόνιο»). Το ποζιτρόνιο ήταν μόνο το πρώτο από μία σειρά σωματιδίων με αντίστοιχες ιδιότητες, δηλαδή ίδια μάζα, ίδιο spin και αντίθετο φορτίο με ένα από τα γνωστά μας στοιχειώδη σωματίδια (πρωτόνιο, νετρόνιο, μιόνιο, πιόνιο, ...). Τα σωματίδια αυτά ονομάστηκαν για λόγους προφανείς, «αντισωματίδια» και η ύλη που κατασκευάζεται έχοντας αυτά ως δομικούς λίθους, ονομάστηκε «αντιύλη».

Ας αναλογιστούμε τι μπορούμε να συνάγουμε από το πείραμα αυτό και από τη φυσική που μέχρι τώρα ξέρουμε. Από την ισοδυναμία μάζας-ενέργειας, καταλαβαίνουμε ότι η ύλη μπορεί να «δημιουργηθεί» από φωτόνια υψηλής ενέργειας (επαρκούς για να φτάσουν τη μάζα των σωματιδίων που γεννώνται από τη διαδικασία). Η δημιουργία όμως ύλης –και για να είμαστε ακριβείς, στοιχειωδών σωματιδίων από τα οποία θα προκύψουν άτομα, άρα ύλη– προϋποθέτει τη δημιουργία ίσης ποσότητας αντιύλης, ή πιο σωστά, στοιχειωδών αντισωματιδίων από τα οποία θα προκύψουν αντι-άτομα, άρα



Παραγωγή ζεύγους σωματιδίων ηλεκτρονίου-ποζιτρονίου από ένα φωτόνιο γάμμα

Ο Ettore Majorana γεννήθηκε στην Κατάνια της Σικελίας το 1906. Αν και ακολούθησε αρχικά σπουδές για να γίνει μηχανικός, μετά στράφηκε σε σπουδές Θεωρητικής Φυσικής και πήρε το πτυχίο του το 1929. Το θέμα της διατριβής του ήταν: «Η κβαντική θεωρία των ραδιενεργών πυρήνων». Το 1938, ξεκινά από το Παλέρμο της Σικελίας ένα ταξίδι με φέρυ μποτ για τη Νάπολη, όπου όμως δεν θα φτάσει ποτέ. Οι έρευνες για την τύχη του δεν κατέληξαν πουθενά και η υπόθεση μπήκε τελικά στο αρχείο. Ο Μαγιοράνα, στα 32 του χρόνια, εξαφανίστηκε με αινιγματικό τρόπο!

αντιύλη. Κοιτώντας όμως τον εαυτό μας, τα αντικείμενα γύρω μας, ολόκληρο τον πλανήτη, ακόμη και τους μακρινούς γαλαξίες, συνειδητοποιούμε αυτό που εξ αρχής θα φαινόταν παράλογο: αν μαζί με την ύλη δημιουργείται ίσης ποσότητας αντιύλη, που είναι όλη αυτή η αντιύλη;

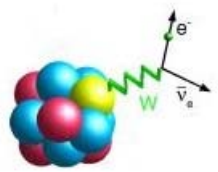
Το σύμπαν όπως το βλέπουμε –από αρχαιοτάτων χρόνων– είναι κατασκευασμένο από ύλη. Και σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, δεν θα υπήρχε, διότι η ταυτόχρονη ύπαρξη ύλης και αντιύλης, αργά ή γρήγορα, οδηγείται στην εκμηδένιση ή εξαΰλωση (annihilation) και των δύο. Ωστόσο, η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης, που είναι η βάση της εξήγησής μας για την προέλευση του σύμπαντος, και το Καθιερωμένο Πρότυπο των Στοιχειωδών Σωματιδίων, που είναι η βάση της γνώσης μας για τη θεμελιώδη φυσική της ύλης, δεν μπορούν να μας εξηγήσουν γιατί το σύμπαν είναι κατασκευασμένο από ύλη και σχεδόν αποκλειστικά από αυτήν. Αν δεχτούμε ότι η ύλη προήλθε από αρχέγονα φωτόνια υψηλής ενέργειας, ακολουθώντας την διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω στις αρχικές στιγμές του σύμπαντος, οπότε και οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας ήταν οι κατάλληλες, κανένα σημείο της «κοινά αποδεκτής» φυσικής δεν μπορεί να μας εξηγήσει γιατί η αντιύλη που αναγκαστικά εμφανίστηκε μαζί με την ύλη εξαφανίστηκε αφήνοντας την ύλη πίσω της, άρα όχι ακολουθώντας το δρόμο της εξαΰλωσης που περιγράψαμε παραπάνω.

Το 1964 ο James Cronin και ο Val Fitch πρότειναν ένα θεωρητικό μοντέλο για να εξηγήσουν αυτό το παράδοξο –και χάρη σε αυτό κέρδισαν το 1980 το βραβείο Nobel Φυσικής. Η ιδέα τους ήταν να διαρρήξουν τη CP συμμετρία. Η συμμετρία CP, ή συμμετρία Φορτίου-Ομοτιμίας, είναι αποτέλεσμα του γινομένου δύο συμμετριών, της Αρχής Διατήρησης Φορτίου, που μετατρέπει κάθε σωματίδιο στο αντισωματίδιό του, και της Αρχής Διατήρησης της Ομοτιμίας, που δημιουργεί την κατοπτρική εικόνα κάθε φυσικού συστήματος. Η ισχύς αυτής της συμμετρίας απαγορεύει την «προτίμηση» της φύσης προς τα σωματίδια ή τα αντισωματίδια. Ωστόσο, ο Cronin και ο Fitch έδειξαν ότι κατά τις αποσυνθέσεις των καονίων, η συμμετρία αυτή δεν ισχύει, με αποτέλεσμα τα σωματίδια να προτιμώνται κατ' ελάχιστον έναντι των αντισωματιδίων. Άρα, υπό συγκεκριμένες συνθήκες, η συμμετρία CP δεν ισχύει και η φύση κάνει διακρίσεις μεταξύ της ύλης και της αντιύλης.

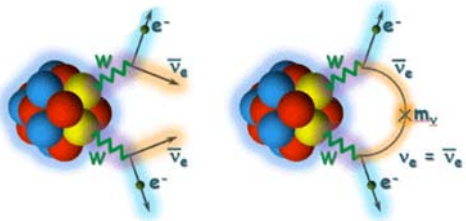
Για να καταλάβουμε βέβαια το μέγεθος αυτής της προτίμησης, οφείλουμε να πούμε ότι σε ένα μεγάλης κλίμακας φαινόμενο δίδυμης Γένεσης (δημιουργία ζευγών σωματιδίων-αντισωματιδίων, όπως την περιγράψαμε στην αρχή), θα παρατηρηθεί μόνον ένα επιπλέον σωματίδιο στα ένα δισεκατομμύριο ζεύγη σωματιδίων-αντισωματιδίων. Ωστόσο, η αναλογία αυτή ίσως είναι αρκετή για να επιλύσει το πρόβλημα. Αν σκεφτεί κανείς ότι στις πρώτες στιγμές του σύμπαντος –μετά τη Μεγάλη Έκρηξη και ενώ οι συνθήκες ήταν κατάλληλες– δημιουργήθηκαν πεντάκις, εξάκις ή και επτάκις εκατομμύρια ζεύγη σωματιδίων-αντισωματιδίων, είναι πιθανό αρκετά δισεκατομμύρια σωματίδια να δημιουργήθηκαν χωρίς κατοπτρικό αντισωματίδιο και να απέμειναν μετά την εξαΰλωση των ζευγών.

Η απάντηση αυτή είναι η καλύτερη που έχουμε μέχρι σήμερα πριν το «δεν ξέρω!» στην ερώτηση «γιατί το σύμπαν είναι φτιαγμένο κυρίως από ύλη;». Για πολλούς, όμως, δεν είναι πειστική. Ακόμη κι αν δεχτεί κανείς την ύπαρξη αυτής της ρήξης των νόμων της φύσης υπό συγκεκριμένες συνθήκες, δεν μπορεί να εξηγήσει τη φυσική διεργασία στην οποία οφείλουμε αυτή τη συμπεριφορά. Παραμένει ως εκ τούτου ένα φαινόμενο εν πολλοίς ανερμήνευτο.

Το πρόγραμμα MAJORANA και η διπλή β-διάσπαση μπορούν ίσως να δώσουν μία απάντηση στο πρόβλημα, αν όσα ξέρουμε για το νετρίνο –το πλέον συχνό μα δυσεύρετο και μυστηριώδες σωματίδιο– είναι αληθινά. Τα νετρίνα είναι τα λεπτόνια με τη μικρότερη δυνατή μάζα (μικρότερη των 0,12 eV), μηδενικό φορτίο και, υποθετικά, μηδενική ακτίνα. Ως λεπτόνια εμφανίζονται σε τρεις καταστάσεις, καθεμία από τις οποίες σχετίζεται με τις αντιδράσεις ενός εκ των τριών φορτισμένων λεπτονίων: του ηλεκτρονίου, του μιονίου και του ταυ. Ως σωματίδια χωρίς φορτίο, με πολύ μικρή μάζα και μηδενική



Απλή διάσπαση βήτα (συνήθης)



Διπλή διάσπαση βήτα: με εκπομπή δύο νετρίνων, σπάνια παρατηρούμενη (αριστερά), χωρίς εκπομπή νετρίνων (η αναζητούμενη «0νββ-decay»)

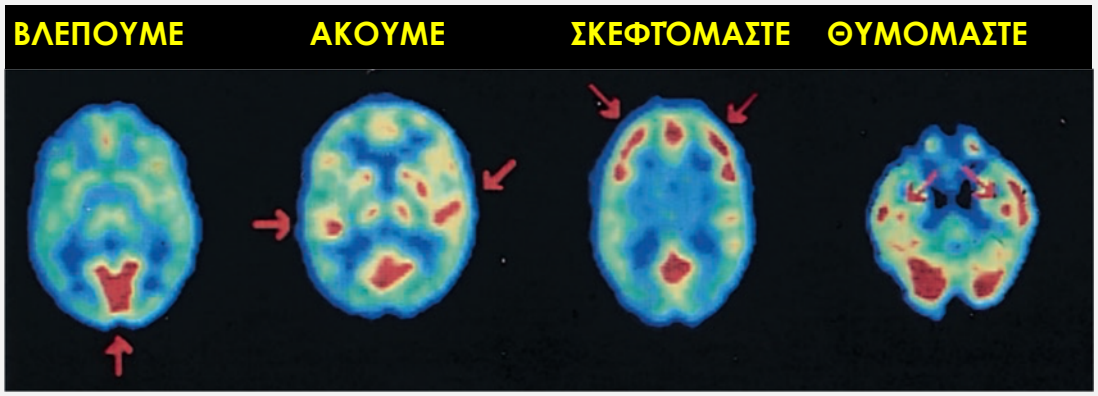
ακτίνα, αντιδρούν εξαιρετικά σπάνια με τα υπόλοιπα σωματίδια και μπορούν να διασχίσουν έναν πλανήτη όπως η Γη χωρίς να συναντήσουν εμπόδιο στην ατομική δομή της. Τέλος, και αυτό είναι το σημαντικότερο, όντας ουδέτερα τα νετρίνο και τα αντινετρίνο, φαίνονται εκ πρώτης να μην έχουν καμία διαφορά, παρότι το Καθιερωμένο Πρότυπο της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων, προβλέπει την ύπαρξη και των δύο. Ουσιαστικά, το νετρίνο είναι το ίδιο το αντισωματίδιό του.

Η διπλή β-διάσπαση, με την οποία ασχολείται το πρόγραμμα MAJORANA, είναι η ταυτόχρονη διάσπαση δύο νουκλεονίων σε έναν πυρήνα, κατά την οποία δύο ηλεκτρόνια και δύο ηλεκτρονικά αντινετρίνο, ή δύο ποζιτρόνια και δύο ηλεκτρονικά νετρίνο απελευθερώνονται. Με τη διάσπαση αυτή ένα πυρήνας αποτελούμενος από πολλά νουκλεόνια πλησιάζει πιο κοντά στην ιδανική αναλογία πρωτονίων-νετρονίων. Στην περίπτωση που το νετρίνο και το αντινετρίνο είναι ένα και το αυτό σωματίδιο, όπως πρότεινε ότι μπορεί να συμβαίνει ο Ettore Majorana, η β-διάσπαση παραμένει αναλλοίωτη και ο W.H. Fury απέδειξε, το 1939, ότι η διπλή β-διάσπαση μπορεί να συμβεί χωρίς να εκπεμφθούν τα δύο νετρίνα ή αντινετρίνα. Αυτό θα είναι η επιβεβαίωση της υπόθεσης ότι ένα σταθερό σωματίδιο μπορεί να είναι ύλη και αντιύλη, ένα σωματίδιο που αποκαλείται «σωματίδιο Majorana».

Αν η διπλή β-διάσπαση χωρίς την εκπομπή νετρίνο ή αντινετρίνο, όπως την προέβλεψαν ο Majorana και ο Fury, παρατηρηθεί θα είμαστε πιο κοντά στην ανακάλυψη του μηχανισμού που διέπει τη διάρρηξη της CP ασυμμετρίας και στην κυριαρχία του σύμπαντος από ύλη. Τούτη η διάσπαση είναι πολύ δύσκολο να παρατηρηθεί και κανένα πείραμα μέχρι τώρα δεν έχει καταφέρει να την εντοπίσει. Ωστόσο, οι υπεύθυνοι του προγράμματος MAJORANA δήλωσαν πως έχουν πλέον διαθέσιμη την τεχνολογία για να παρατηρήσουν τα σωματίδια αυτά.

Ίσως, λοιπόν, η απάντηση στο ερώτημα «γιατί το σύμπαν αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από ύλη;» να μην είναι τόσο μακριά όσο μέχρι τώρα.

Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (Positron Emission Tomography-PET) είναι μια τεχνική απεικόνισης με εφαρμογές στην ιατρική, που στηρίζεται στην εξαΰλωση ενός ζεύγους ηλεκτρονίου-ποζιτρονίου. Για την απεικόνιση PET, χορηγείται στον ασθενή ένα ραδιοϊσότοπο με πολύ μικρό χρόνο ημιζωής, όπως το O^{15}, ο C^{11}, το N^{13}. Τα άτομα αυτών των ισοτόπων υποκαθιστούν τα μη ραδιενεργά άτομα του O, C ή N στις ενώσεις τους όπως το νερό (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) ή πιο περίπλοκα βιομόρια όπως η γλυκόζη. Κατά την διάσπαση ενός ραδιενεργού πυρήνα εκπέμπεται ένα ποζιτρόνιο, το οποίο πολύ σύντομα συναντά ένα ηλεκτρόνιο στους ιστούς του σώματος και το ζεύγος εξαϋλώνεται. Η μάζα αμφοτέρων των σωματιδίων μετατρέπεται σε ενέργεια σύμφωνα με την εξίσωση $E = mc^2$. Προκειμένου να διατηρηθεί η ορμή, εκπέμπονται δύο φωτόνια ακτίνων-γ ενέργειας 511 keV, τα οποία κινούνται προς αντίθετες κατευθύνσεις. Για την καταγραφή του τομογραφήματος PET χρησιμοποιούνται συστοιχίες ανιχνευτών ακτίνων-γ που είναι τοποθετημένοι γύρω από τον ασθενή. Ηλεκτρονικά κυκλώματα αναγνωρίζουν τα ζεύγη ακτίνων-γ τα οποία εκπέμπονται ταυτόχρονα. Κάθε ζεύγος ορίζει μια γραμμή, πάνω στην οποία πραγματοποιήθηκε η εκπομπή και η οποία συνδέει δύο ανιχνευτές. Η εξέταση πολλαπλών ζευγών καθορίζει το σημείο στο οποίο συνέβη η εκπομπή. Δεδομένου ότι κάθε ποζιτρόνιο διανύει αμελητέα απόσταση πριν συναντήσει ένα ηλεκτρόνιο, οι ακτίνες-γ εκπέμπονται από την περιοχή όπου βρίσκονται τα ραδιοϊσότοπα. Επιλέγοντας ουσίες που έχουν ιχνηθετηθεί με ραδιενεργά ισότοπα και συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένους ιστούς, οι γιατροί μπορούν να απεικονίσουν συγκεκριμένες φυσιολογικές διεργασίες. Η εικόνα δείχνει τομογραφήματα PET του μεταβολισμού της γλυκόζης για τη χαρτογράφηση ενός ανθρώπινου εγκεφάλου κατά την εκτέλεση διαφόρων λειτουργιών.



Πηγές:
*[1] M. E. Phelps, PNAS, **97**, 9226 (2000).*
[2] R. Wolfson, Essential University Physics.

Ο Πλανήτης 9

Κωνσταντίνα Αθανασακοπούλου
Φοιτήτρια
Τμήματος Φυσικής

Τον Ιανουάριο του 2016, δέκα χρόνια μετά τον «υποβιβασμό» του Πλούτωνα σε νάνο πλανήτη και συνεπώς τη μείωση του αριθμού των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος σε οχτώ, μια πρόταση ήρθε να ταράξει τα όχι και τόσο ήρεμα νερά της αστρονομικής κοινότητας· η πιθανή ύπαρξη ενός πλανήτη, του Πλανήτη Εννέα (Planet Nine), στα όρια του Ηλιακού Συστήματος.

Οι πρώτες ενδείξεις

Τα πρώτα ενδεικτικά στοιχεία για τον «Πλανήτη 9» παρουσιάστηκαν το 2014 από τους Scott Sheppard και Chadwick Trujillo (Carnegie Institution for Science) οι οποίοι εντόπισαν ομοιότητες στις τροχιές των νάνων πλανητών Sedna και 2012 VP113. Οι αστρονόμοι είχαν παρατηρήσει, μελετώντας τη ζώνη Edgeworth-Kuiper, ορισμένα αντικείμενα τα οποία διαγράφουν εξαιρετικά επιμήκεις τροχιές. Το πιο πρόσφατο εύρημα που εντοπίστηκε με το τηλεσκόπιο Subaru στη Χαβάη, ο 2015 TG387 («The Goblin»)[1] είναι ένας νάνος πλανήτης διαμέτρου 300 km, πιθανότατα αποτελούμενος από πάγο. Αυτό που κίνησε το ενδιαφέρον των ερευνητών είναι το γεγονός ότι το συγκεκριμένο αντικείμενο δεν πλησιάζει τους γίγαντες πλανήτες (Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας) σε απόσταση ικανή ώστε να επηρεαστεί από το βαρυτικό τους πεδίο, ωστόσο η τροχιά του υποδηλώνει ότι αλληλεπιδρά βαρυτικά με κάτι άλλο.

Μια πιθανή εξήγηση

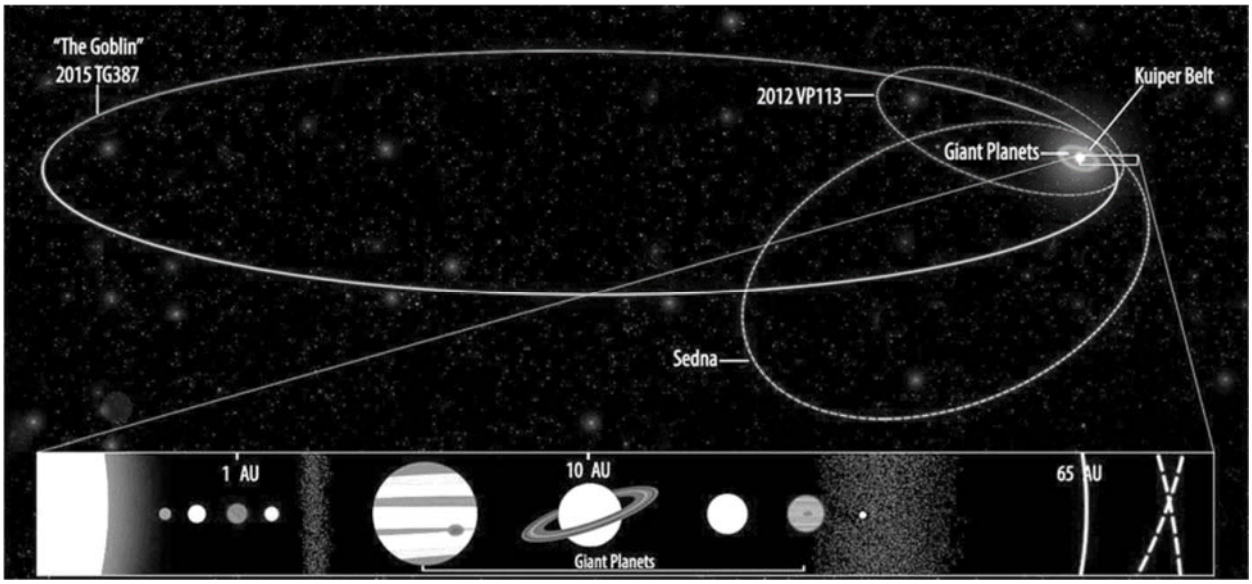
Οι Michael E. Brown και Konstantin Batygin (Caltech) ταυτοποίησαν έξι ακόμα υπερ-ποσειδώνια αντικείμενα (Sedna, 2012 VP113, 2004 VN112, 2010 GB174, 2000 CR105, 2010 VZ98)[2] των οποίων οι τροχιές είναι ελλειπτικές με μεγάλη εκκεντρότητα και μεγάλο ημιάξονα a>250 AU - απόσταση συγκριτικά μεγάλη αν αναλογιστούμε ότι η αντίστοιχη τιμή για τον Ποσειδώνα είναι 39 AU (Σχ. 1).

Μελετώντας το Σχ. 2, παρατηρούμε ότι οι μικρές κουκκίδες έχουν μια τυχαία κατανομή, οι τροχιές τους δηλαδή δεν εντοπίζονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή του Ηλιακού Συστήματος. Αντιθέτως, από την κατανομή των μεγαλύτερων κουκκίδων εξάγεται ένα πολύ σημαντικό συμπέρασμα: οι τροχιές τους έχουν παρόμοια κλίση ως προς την εκλειπτική. Η πιθανότητα να συμβεί αυτό κατά τύχη είναι 1%. Η αντίστοιχη πιθανότητα το εκλειπτικό μήκος να περιορίζεται σε ένα μικρό φάσμα τιμών είναι 0,7%. Συνδυαστικά, η πιθανότητα τα έξι αντικείμενα να απέκτησαν αυτές τις ιδιότητες με τυχαίο τρόπο προκύπτει ίση με 0,007%.

Η ομάδα του Caltech συμπέρανε πως τα δεδομένα αυτά μπορούν να ερμηνευθούν με την ύπαρξη ενός πλανήτη στα «όρια» του Ηλιακού Συστήματος. Επιπλέον, το σενάριο του «Πλανήτη 9» παρέχει ικανές εξηγήσεις για τις τροχιές υπερ-ποσειδώνιων αντικειμένων που είναι σχεδόν κάθετες ως προς αυτές των εσωτερικών πλανητών καθώς και για τη λόξωση του Ήλιου. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένας πλανήτης ως εξήγηση των παρατηρήσεων ήταν η τελευταία τους επιλογή αφού, προηγουμένως, είχαν εξετάσει κάθε πιθανό ενδεχόμενο.

[1] *Η ανακάλυψη του 2015 TG387 πραγματοποιήθηκε στις 13/10/15. Οι αστρονόμοι, υπό το κλίμα του προσεχούς Halloween, έδωσαν στον αστεροειδή αυτό το παρατσούκλι που σημαίνει «Καλικάντζαρος».*

[2] *Η ανακάλυψη αυτών των αντικειμένων προέκυψε από έξι διαφορετικές έρευνες οι οποίες διεξήχθησαν από έξι διαφορετικά τηλεσκόπια αποκλείοντας έτσι το ενδεχόμενο να οφείλεται σε σφάλμα το παρατηρούμενο φαινόμενο.*



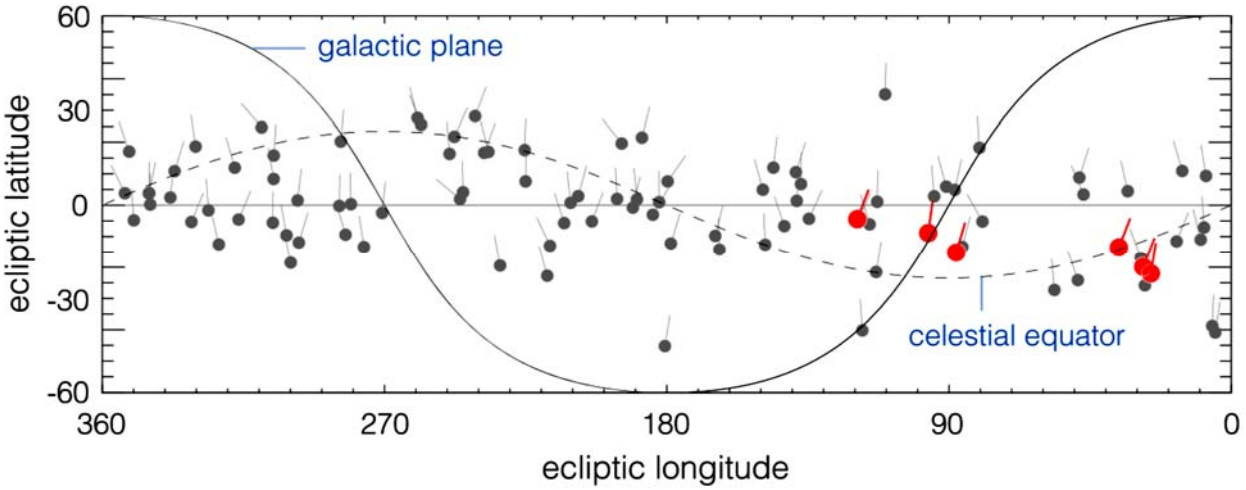
Σχήμα 1: Οι τροχιές των υπερ-ποσειδώνιων αντικειμένων 2015 TG387, Sedna και 2012 VP113. Το περιήλιο και το αφήλιο του 2015 TG387 βρίσκονται σε απόσταση 65 AU και 2300 AU αντίστοιχα

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του;

Τα κύρια χαρακτηριστικά του «Πλανήτη 9» όπως αυτά προέκυψαν από προσομοιώσεις είναι τα εξής:

- Η τροχιά του είναι ελλειπτική με εκκεντρότητα $e \simeq 0{,}6$ και το επίπεδό της σχηματίζει κλίση $i \simeq 30^{\circ}$ με το επίπεδο της εκλειπτικής. Ο μεγάλος ημιάξονάς της ισούται με $a \simeq 700$ AU, ενώ το περιήλιό της βρίσκεται στις 180° σε σχέση με το περιήλιο της τροχιάς των έξι υπερ-ποσειδώνιων αντικειμένων.
- Η περίοδος περιφοράς του γύρω από τον Ήλιο υπολογίζεται ότι είναι $P \simeq 18520$ yrs .
- Η μάζα του εκτιμάται ότι είναι πολύ μεγαλύτερη της Γης (περίπου 5-10 $M_{\oplus}$), ενώ η ακτίνα του μεγαλύτερη της ακτίνας της Γης (2-4 $R_{\oplus}$).
- Η ενεργός θερμοκρασία του είναι περίπου 35 - 50 K. Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του, εικάζεται ότι το μεθάνιο της ατμόσφαιράς του συμπυκνώθηκε μεταβάλλοντας έτσι την ανακλαστικότητα του πλανήτη.

Οι Brown και Batygin υποστηρίζουν ότι ο «Πλανήτης 9» αποτελούσε τον πυρήνα ενός «υπό κατασκευή» γίγαντα πλανήτη ο οποίος όμως δεν πρόλαβε να λάβει την τελική του μορφή καθώς «εκσφενδονίστηκε» σε μεγάλη απόσταση ύστερα από αλληλεπίδραση με το Δία ή τον Κρόνο κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του Ηλιακού Συστήματος. Άλλοι επιστήμονες υποθέτουν ότι ήταν ένας ορφανός πλανήτης που ωθήθηκε σε αυτή την τροχιά λόγω του βαρυτικού πεδίου ενός άλλου αστέρα.



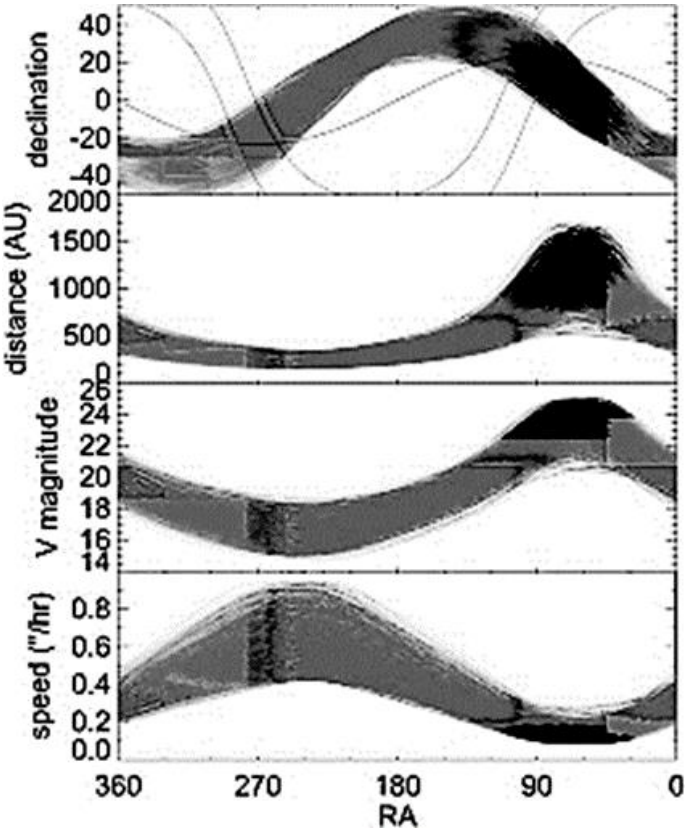
Σχήμα 2: Το περιήλιο της τροχιάς των έξι υπερ-ποσειδώνιων αντικειμένων (μεγάλες κουκκίδες) βρίσκεται κάτω από την εκλειπτική και έχουν εκλειπτικό μήκος μεταξύ 20° και 130°

Υπάρχει τελικά ο «Πλανήτης 9»;

Μέχρι στιγμής, κανένα άμεσο παρατηρησιακό δεδομένο δεν επιβεβαιώνει την παρουσία ή μη ενός πλανήτη με αυτά τα χαρακτηριστικά. Για να παρατηρηθεί οπτικά και να καταγραφεί, το φως από τον Ήλιο πρέπει να «ταξιδέψει» μέχρι τον πλανήτη και από εκεί να διανύσει απόσταση μέχρι ένα τηλεσκόπιο στη Γη. Ο «Πλανήτης 9», ανάλογα με τη θέση στην οποία βρίσκεται στην τροχιά του, είναι μεταξύ δύο και δώδεκα φορές πιο μακριά από το πιο μακρινό γνωστό αντικείμενο του Ηλιακού Συστήματος. Λαμβάνοντας υπόψιν και το γεγονός ότι η λαμπρότητα ενός αντικειμένου είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης ($L \propto 1/r^2$), γίνεται εύκολα κατανοητό ότι οι επικρατούσες συνθήκες καθιστούν την ανακάλυψη του πλανήτη με άμεση παρατήρηση εξαιρετικά δύσκολη.

Ένας άλλος τρόπος ανίχνευσης του πολυσυζητημένου πλανήτη βασίζεται στις παλιρροϊκές δυνάμεις που ασκούν τα ουράνια σώματα το ένα στο άλλο. Με στόχο τη μέτρηση αυτών των δυνάμεων που ασκεί ο «Πλανήτης 9» στους κοντινούς γείτονές του, ο Makan Mohageg (NASA's JPL), πρότεινε να χρησιμοποιηθούν αισθητήρες, η αρχή λειτουργίας των οποίων βασίζεται σε άτομα χαμηλής θερμοκρασίας τα οποία δρώντας ως κύματα, εκδηλώνουν φαινόμενα συμβολής. Η συμβολή μεταξύ δύο τέτοιων υλοκυμάτων είναι εξαιρετικά ευαίσθητη στη μετακίνηση του αισθητήρα. Αν τεθούν 3-4 τέτοιοι αισθητήρες σε τροχιά, υποστηρίζει ο Mohageg, θα είναι δυνατή η ανακάλυψη της τοποθεσίας των αγνώστων βαρυτικών διαταραχών.

Τέλος, σημαντικό ρόλο για την εύρεση του «Πλανήτη 9» θα έχει το Large Synoptic Survey Telescope (LSST) στη Χιλή το οποίο θα τεθεί σε λειτουργία το 2022 και στοχεύει στη λήψη φωτογραφιών του ουράνιου θόλου συνολικού όγκου δεδομένων 20 Terabytes. Οι επιστήμονες πιστεύουν πως τα δεδομένα που θα συλλεχθούν από το LSST θα αποτελέσουν μια ανεκτίμητη πηγή πληροφοριών που θα αποκαλύψουν την ύπαρξη ή μη του εν λόγω πλανήτη, αν φυσικά δεν έχει ανακαλυφθεί μέχρι τότε με άλλον τρόπο.



Σχήμα 3: Οι γκρι περιοχές των διαγραμμάτων αντιπροσωπεύουν τις περιοχές όπου θα είχε ή θα εντοπισθεί ο «Πλανήτης 9» από προηγούμενες ή μελλοντικές έρευνες, ενώ οι μαύρες περιοχές έχουν αποκλειστεί ως πιθανές για την εύρεσή του.

Πηγές:

[1] K. Batygin and M. E. Brown, Evidence for a distant giant planet in the solar system, The Astronomical Journal, 151, 2 (2016)

[2] K. Batygin, M. E. Brown, Observational constraints on the orbit and location of planet nine in the outer solar system, The Astrophysical Journal, 824, 2 (2016)

[3] solarsystem.nasa.gov/planets/hypothetical-planet-x/in-depth/

[4] aasnova.org/2016/06/24/an-update-on-planet-nine/

[5] carnegiescience.edu/news/new-extremely-distant-solar-system-object-found-during-hunt-planet-x

[6] www.quantamagazine.org/why-cant-we-find-planet-nine-20180703/

[7] www.extremetech.com/extreme/278026-new-discovery-strengthens-the-case-for-elusive-planet-9

[8] www.washingtonpost.com/science/2018/10/02/new-dwarf-planet-spotted-very-fringe-our-solar-system/?noredirect=on&utm_term=.7f9e2d3937ff

[9] www.forbes.com/sites/jillianscudder/2016/03/26/astroquizzical-ninth-planet-exist/#5d5fcda69c31

[10] www.scientificamerican.com/article/looking-for-planet-nine-astronomers-gaze-into-the-abyss/

καλοκαίρι και θερμική άνεση

δύο άσπονδοι εχθροί

Δάφνη Παρλιάρη
Υποψ. Διδάκτορας
Τμήματος Φυσικής

Έφτασε λοιπόν η πρώτη σοβαρή μέρα του χειμώνα. Ο αέρας λυσσομανά έξω απ' το παράθυρό μας, η θερμοκρασία πέφτει με εντυπωσιακό ρυθμό και έχουμε ήδη πακετάρει τα καλοκαιρινά μας στο πατάρι. Οι πιο ρομαντικοί από εμάς θα νοσταλγούν ήδη το καλοκαιράκι με τις παραλίες του, τα μοχίτο του και τα σωσίβια φλαμίνγκο του.

Αν όμως είστε κάτοικοι μεγάλης πόλης θα θυμάστε και τις περιόδους καύσωνα. Τη στιγμή που πατάμε το πόδι μας όμως έξω από την είσοδο της πολυκατοικίας, νιώθουμε να μας τυλίγει ένα ευχάριστο αεράκι θερμοκρασίας κόλασης, με κάτι από την αναζωογονητική υγρασία θερμοκηπίου και την ανάλαφρη μυρωδιά των συνηθέστερων ατμοσφαιρικών ρύπων να εισέρχεται στα ρουθούνια μας.

Τι μεσολαβεί λοιπόν ανάμεσα στην ειδυλλιακή εικόνα που έχουμε στο μυαλό μας για το καλοκαίρι και τη σκληρή πραγματικότητα που αντιμετωπίζουμε, όσοι μένουμε σε μεγάλα αστικά κέντρα;

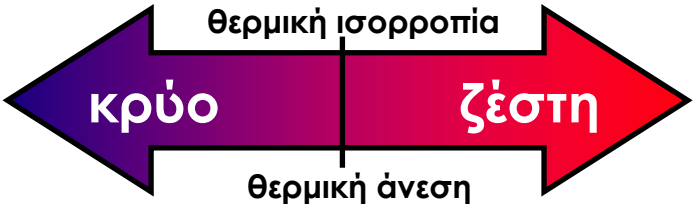
Η απάντηση στο επίκαιρο αυτό ερώτημα ονομάζεται *θερμική άνεση*. Ως θερμική άνεση (thermal comfort και θερμική επιβάρυνση, thermal stress) ορίζεται εκείνη η κατάσταση του μυαλού που αντιπροσωπεύει την ικανοποίηση του ατόμου ως προς το θερμικό περιβάλλον του. Αποτελεί μια καθαρά ψυχοσωματική κατάσταση και περιγράφει τον τρόπο που εκλαμβάνει ο άνθρωπος την επίδραση των καιρικών φαινομένων στον οργανισμό του. Με απλά λόγια, θερμική άνεση είναι η απάντηση του κάθε ανθρώπου ξεχωριστά στην ερώτηση «Κρυώνεις;» ή «Ζεσταίνεσαι;».

Για να υπάρχει το αίσθημα της θερμικής άνεσης θα πρέπει ο ρυθμός απώλειας θερμότητας από το σώμα προς το περιβάλλον να είναι τέτοιος ώστε η ανθρώπινη θερμοκρασία να διατηρείται σταθερή και ίση με 37 ˚C. Όταν αυτό δεν επιτυγχάνεται υπάρχει θερμική δυσφορία που εκφράζεται με δύο καταστάσεις:

- Αίσθημα κρύου: ο ρυθμός απώλειας θερμότητας προς το περιβάλλον είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής θερμότητας στο σώμα από το μεταβολισμό.
- Αίσθημα ζέστης: ο ρυθμός απώλειας θερμότητας προς το περιβάλλον είναι μικρότερος από το ρυθμό παραγωγής θερμότητας από το μεταβολισμό.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση είναι περιβαλλοντικοί και ατομικοί. Στους πρώτους ανήκει η θερμοκρασία και η ταχύτητα αέρα, η σχετική υγρασία, η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των επιφανειών και η ποιότητα αέρα, ενώ στους δεύτερους συγκαταλέγονται η ανθρώπινη δραστηριότητα, η ένδυση, το είδος εργασίας, ο ρυθμός μεταβολισμού και η ιδιοσυγκρασία του κάθε ατόμου. Από πλευράς φυσιολογίας το αίσθημα της άνεσης στον άνθρωπο δημιουργείται όταν οι ρυθμιστικές ενέργειες του σώματος λειτουργούν με την μικρότερη δαπάνη ενέργειας.

Η θερμική ουδετερότητα, η κατάσταση δηλαδή όπου το άτομο δεν επιθυμεί ούτε θερμότερο ούτε ψυχρότερο περιβάλλον, είναι μία αναγκαία συνθήκη για τη θερμική άνεση. Η επίτευξη της εξισορρόπησης του ανθρώπινου ισοζυγίου ενέργειας, η ισορροπία δηλαδή του οργανισμού στο ευμετάβλητο περιβαλλοντικό και μεταβολικό περιβάλλον, ελέγχεται από ένα πολύ αποτελεσματικό αυτόνομο θερμορυθμιστικό σύστημα. Το σύστημα υποστηρίζεται περαιτέρω από τη συμπεριφορική προσαρμοστικότητα (διατροφή, ξεκούραση, έντονη δραστηριότητα, ρουχισμός) η οποία πυροδοτείται από τη συνειδητή αίσθηση της θερμικής δυσφορίας. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τυπικά σε ένα υγιή ανθρώπινο οργανισμό να ζήσει και να δραστηριοποιηθεί σε οποιαδήποτε κλιματική ζώνη της Γης, με διαφορετικά επίπεδα θερμικής δυσφορίας.



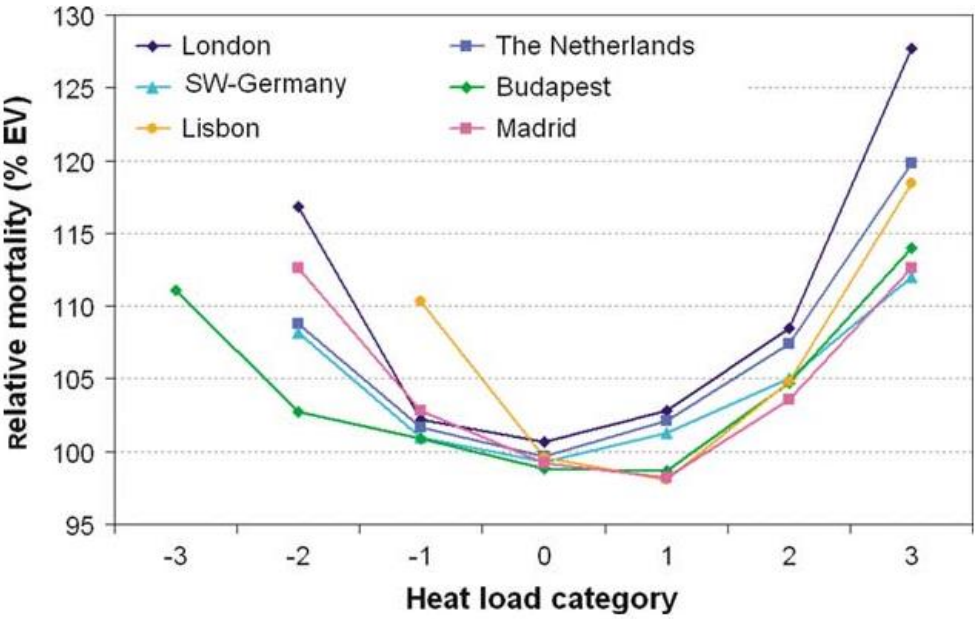
Εκτός από την επιστημονική πλευρά του θέματος βέβαια, μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα η πρακτική του οπτική. Και λέγοντας «πρακτική οπτική» εννοούμε τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η στατιστική σχέση ανάμεσα στη θνησιμότητα και το θερμικό στρες έχει γίνει αντικείμενο μελέτης από πολλές έρευνες. Για παράδειγμα, κοιτώντας το διάγραμμα του Σχ. 1 βλέπουμε τον αντίκτυπο διάφορων κατηγοριών θερμικού στρες στη σχετική θνησιμότητα, σε 5 περιοχές της Ευρώπης. Κατά τη διάρκεια ημερών χωρίς θερμικό στρες ή με μικρές θετικές τιμές (συνθήκες θερμικής άνεσης), παρατηρούνται μικρές αποκλίσεις της σχετικής θνησιμότητας από το αναμενόμενο 100%. Όσο το θερμικό στρες αυξάνεται προς τις δύο πλευρές των καμπυλών (θερμή ή ψυχρή καταπόνηση), η θνησιμότητα αυξάνεται αγγίζοντας ως και το 130% στην περιοχή του Λονδίνου. Η αύξηση των επιπέδων θνησιμότητας φυσικά, είναι μια ακραία επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία. Συνηθέστερα, παρατηρείται να δυσχεραίνουν οι συνθήκες διαβίωσης για ευπαθή τμήματα του πληθυσμού. Σοβαρά νοσήματα όπως το εγκεφαλικό, η εξάντληση, η υποθερμία, η θερμοπληξία, καρδιαγγειακά και αναπνευστικά προβλήματα έχουν συσχετιστεί με τη θερμική δυσφορία. Εκτός όμως, από τις επιπτώσεις στην υγεία, είναι πολύ πιθανό το θερμικό περιβάλλον να επηρεάζει την ευημερία και την αποδοτικότητα των υγιών ατόμων.

Σημαντικό, τέλος, είναι να θυμόμαστε τα πιο συνηθισμένα μέτρα ανακούφισης σε περιόδους που η θερμική καταπόνηση είναι αυξημένη:

- Αποφυγή της απευθείας έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία, κυρίως κατά τη διάρκεια των μεσημεριανών ωρών και νωρίς το απόγευμα.
- Παραμονή είτε σε κλιματιζόμενους εσωτερικούς χώρους, είτε σε υπαίθριους χώρους με βλάστηση που μπορεί να προσφέρει σκίαση.
- Αποφυγή της έντονης σωματικής δραστηριότητας (άσκηση ή εργασία).
- Επιλογή ανοιχτόχρωμων ρούχων τα οποία περιορίζουν την απορρόφηση της ακτινοβολίας.
- Κατανάλωση άφθονου νερού και φρούτων.
- Αποφυγή κατανάλωσης αλκοόλ και μεγάλων γευμάτων τα οποία επιβαρύνουν τον μεταβολισμό, δυσχεραίνοντας την ισορροπία του ενεργειακού ισοζυγίου του σώματος.

Τώρα λοιπόν που γνωρίζουμε μερικά πράγματα παραπάνω, ίσως δε φαίνεται και τόσο δυσβάσταχτος ο χειμώνας με τις χαμηλές του θερμοκρασίες, τα χοντρά μπουφάν και τα χιονοδρομικά του.

Και δεν ξεχνάμε τα Χριστούγεννα!



Σχήμα 1: Συσχέτιση θερμικού στρες και σχετικής θνησιμότητας (Jendritzky et al., 2009).

Πηγές:
[1] Jendritzky G., Haveninth G., Weihs P., Batchvarova E., 2009. "Towards a universal thermal climate index UTCI for assessing the thermal environment of the human being". Final Report Cost Action 730.
[2] Thomson et al., 2008. "Seasonal forecasts, climatic change and human health".
[3] Άρθρο Θοδωρή Μ. Γιάννάρου «Θερμική άνεση και επιβάρυνση - Μέτρα ανακούφισης» (www.meteo.gr)

Σάκης Αρναούτογλου

Ραφαέλα Κούμπουλα
Φοιτήτρια
Τμήματος Φυσικής

Πως ξεκίνησε η αγάπη σας για την μετεωρολογία και ποιο το σημείο κλειδί που σας έκανε να πάρετε την απόφαση να αφιερωθείτε σε αυτήν;

► Όλο αυτό ξεκίνησε από τη μεγάλη μου λατρεία για το χιόνι αλλά και από την απορία που είχα γιατί στο χωριό της μητέρας μου, την ορεινή Μεγάλη Παναγία Χαλκιδικής όταν χιόνιζε -και μάλιστα πολύ- την ίδια μέρα με το ζόρι βλέπαμε νιφάδα στη Θεσσαλονίκη! Πολύ μεγάλο ρόλο έπαιξε και ο παππούς μου ο Δημήτρης από την πλευρά της μητέρας μου, ο οποίος ήταν μέγας... καιρόφιλος και συνήθιζε να μου εξηγεί –μ' εμένα ανεβασμένο σ' ένα γαϊδουράκι πηγαίνοντας για το κτήμα του– πότε και με ποιον άνεμο βρέχει ή χιονίζει στην περιοχή. Επίσης μου έδειχνε όλα εκείνα τα τοπικά σημάδια της φύσης, αυτά που ξέρουν μόνο οι ντόπιοι, αναλύοντας παράλληλα και τη συμπεριφορά κάποιων ζώων ή φυτών πριν από κάθε έντονο καιρικό φαινόμενο.

Πόσα χρόνια ασχολείστε με τη Μετεωρολογία;

► Θα έλεγα από μικρό παιδί!

Έχετε ξεχωρίσει κάποια καιρικά συμβάντα που θα σας μείνουν αξέχαστα;

► Το μπουρίνι που σημειώθηκε στη Χαλκιδική και σε μεγάλο τμήμα της βόρειας Ελλάδας το απόγευμα της 21ης Ιουλίου 1983, με ριπές ανέμου που όπως έμαθα μετέπειτα είχαν ταχύτητα 150 χιλιόμετρα την ώρα, καθώς και ο χιονιάς του 1988 στη Θεσσαλονίκη όπου για πρώτη φορά είδα σνόου μόμπιλ και σκιέρ να κατεβαίνουν την Αγγελάκη!

Αν δούμε το θέμα ιστορικά, είναι εμφανής η αλλαγή στο κλίμα της Ελλάδας;

► Εμφανέστατη κατά τη γνώμη μου κι αυτό το αποδεικνύουν περίτρανα όλα τα μετεωρολογικά δεδομένα των τελευταίων ετών.

Κάποιοι ισχυρίζονται ότι η κλιματική αλλαγή είναι μια φάρσα. Ποια η άποψή σας για αυτό;

► Αδιαμφισβήτητη είναι η αύξηση της παγκό-

Ο Σάκης Αρναούτογλου είναι προγνώστης και παρουσιαστής δελτίων καιρού. Ήταν ο πρώτος που έφερε, κυρίως από το 2003, καινοτόμες ιδέες στην παρουσίαση των δελτίων καιρού στην Ελλάδα, παρουσιάζοντας για πρώτη φορά, αρχικά μέσα από την συχνότητα της ΕΡΤ3, χάρτες και υψόμετρα χιονόπτωσης, σήματα προειδοποίησης επικίνδυνων καιρικών φαινομένων και άλλα.

(Από την ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)

σμιας θερμοκρασίας από το 1850 έως και το 2017 σε σχέση με τη μέση τιμή σύμφωνα με τη NASA καθώς και από ερευνητές απ' όλο τον κόσμο!

Πρόσφατα μονοπώλησε το καιρικό ενδιαφέρον ο κυκλώνας «Ζορμπάς». Τι είναι «κυκλώνας» και πόσο συνηθισμένο είναι να εμφανίζονται τέτοιου είδους φαινόμενα στην Μεσόγειο και ειδικά στην χώρα μας;

► Σύμφωνα με τον ερευνητή και φίλο πολλά υποσχόμενο μετεωρολόγο του Αστεροσκοπείου Αθηνών Σταύρο Ντάφη που εξειδικεύεται σ' αυτούς, δημιουργούνται κατά μέσο όρο μία με δύο φορές το χρόνο και πρόκειται για ένα είδος κλασικού βαρομετρικού χαμηλού που έχει και τροπικά χαρακτηριστικά!

Γιατί ήταν δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια η πορεία του; Είναι θέμα τεχνολογίας;

► Πρωτίστως, πιστεύω, εξαιτίας της τρομερά αργής κίνησής τους συγκριτικά με άλλες ατμοσφαιρικές διαταραχές καθώς μια πολύ αργή κίνηση εμπεριέχει τον κίνδυνο να βρεθεί οπουδήποτε σε σύγκριση με άλλες πιο γρήγορα κινούμενες και η τροχιά των οποίων είναι σχετικά πιο σταθερή και πιο εύκολα προβλέψιμη από τα προγνωστικά μοντέλα.

Πιστεύετε ότι ο ρόλος του μετεωρολόγου θα περιοριστεί και την δουλειά του θα την αναλάβουν στο μέλλον οι υπολογιστές;

► Αυτό είναι σίγουρο! Ήδη όπως μαθαίνω ξεκίνησαν και απολύσεις από μεγάλες εταιρίες του εξωτερικού αφού πολλοί βλέπουν ότι τα προγνωστικά μοντέλα γίνονται ολοένα και καλύτερα.

Υπάρχουν άνθρωποι –ειδικά οι παλιοί που προβλέπουν εμπειρικά τον καιρό (τα γνωστά μερομήνια). Ποια η γνώμη σας για αυτά; Τα χρησιμοποιείτε στις προβλέψεις σας; Πόσο έγκυρα μπορεί να είναι;

► Δεν τα πιστεύω. Δεν έχουν καμία επιστημονική βάση!

Τι είναι η αναλογική εκτίμηση που βγάζετε σχεδόν κάθε μήνα και σε τι χρησιμεύει; Πόσο έγκυρη μπορεί να είναι;

► Αποτελεί εκτίμηση βασισμένη στη σύγκριση της διάταξης των βαρομετρικών συστημάτων τα τελευταία 100 χρόνια στην Ευρώπη. Είναι σε πειραματικό στάδιο αλλά μέχρι στιγμής τα αποτελέσματα της είναι πολύ ενθαρρυντικά.

Πόσο έγκυρες είναι οι μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις (εποχιακές); Θα υπάρξει βελτίωσή τους στο μέλλον;

► Δεν νομίζω ότι είναι έγκυρες και θα προτιμούσα να μείνουν έτσι γιατί όποιος καταφέρει να προβλέπει τον καιρό για τόσο μεγάλα χρονικά διαστήματα θα καταφέρει να ελέγχει και τις οικονομίες των χωρών του κόσμου!

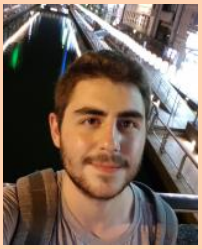
Ποια είναι τα στοιχεία τα οποία συγκροτούν έναν καλό μετεωρολόγο;

► Καταρχήν το μεράκι και μετά να μην βλέπει τον καιρό ως οχτάωρο.

Από την πείρα σας στον χώρο, τι θα συμβουλεύατε τους νέους και τις νέες που θέλουν να ασχοληθούν με την μετεωρολογία;

► Θα πρέπει να το θέλουν πολύ! Και να ασχοληθούν με πάθος! Ο καιρός δεν έχει ωράριο.

ανακάλυψη από... τύχη



Βασίλειος Μαρουφίδης
Φοιτητής
Τμήματος Φυσικής

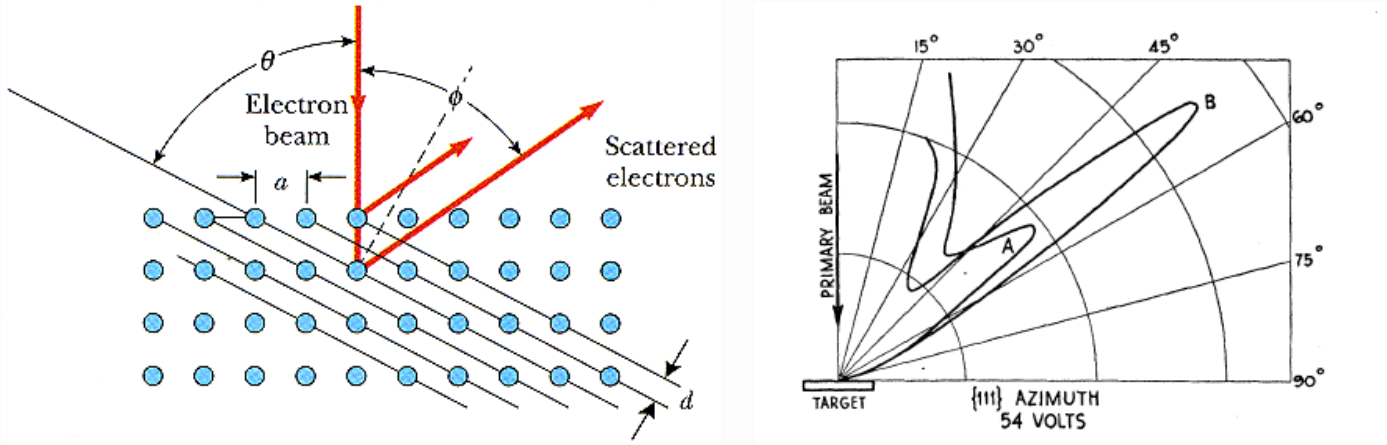
Οι τυχαίες ανακαλύψεις αποτέλεσαν θέμα συζήτησης ιδιαίτερα από τον 20ο αιώνα και μετά. Οι Kevin Dunbar και Jonathan Fugelsang ισχυρίζονται ότι περίπου 33% - 45% όλων των επιστημονικών ανακαλύψεων είναι απροσδόκητες. Αυτό εξηγεί γιατί οι επιστήμονες συχνά αποκαλούν τις ανακαλύψεις τους «τυχερές». Ωστόσο, πιστεύουν ότι οι επιστημονικές ανακαλύψεις δεν είναι μόνο αποτέλεσμα προσεκτικά προετοιμασμένων πειραμάτων, αλλά και «προετοιμασμένων μυαλών». Δηλαδή, η επιστήμη μπορεί να χρησιμοποιήσει και να επωφεληθεί από το χάος του πραγματικού κόσμου. Η λέξη «serendipity» συχνά θεωρείται απλά ως ένα ευτυχές ατύχημα, αλλά ο Horace Walpole χρησιμοποίησε τη λέξη αυτή για να αναφερθεί στο είδος του ατυχήματος που μπορεί να εκμεταλλευτεί μόνο ένας έξυπνος άνθρωπος. Η διαδικασία της ανακάλυψης αρχίζει συχνά όταν ένας ερευνητής βρίσκει σφάλματα στο πείραμά του. Αυτά τα απροσδόκητα αποτελέσματα οδηγούν συνήθως έναν ερευνητή στην αυτό-αμφιβολία, προσπαθώντας τότε να διορθώσει αυτό που νομίζει ότι είναι ένα δικό του λάθος στη μεθοδολογία. Τελικά, ο ερευνητής αποφασίζει ότι το λάθος είναι πολύ επίμονο και συστηματικό για να είναι σύμπτωση. Έτσι, ο ερευνητής αρχίζει να σκέφτεται θεωρητικές ερμηνείες για το σφάλμα, αναζητώντας μερικές φορές τη βοήθεια συναδέλφων από διαφορετικούς τομείς. Τα ιδιαίτερα ελεγχόμενα και προσεκτικά πειράματα είναι αυτά που επιτρέπουν τον εντοπισμό τέτοιων επίμονων συστηματικών λαθών (ανωμαλιών). Ωστόσο, πολλές φορές δεν είναι απαραίτητο να είναι τα σφάλματα αυτά που οδηγούν σε μια ανακάλυψη, όσο μια παρατήρηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος που δεν έχει άμεση σχέση με το πείραμα που διεξάγει ο επιστήμονας. Στη συνέχεια του άρθρου θα αναφερθούμε σε μερικές τέτοιες ανακαλύψεις που έγιναν στον τομέα της φυσικής.

Σχήμα 1: Οι C. Davisson και L. Germer

Το πείραμα Davisson-Germer

Στη σημερινή εποχή είναι πλήρως αποδεκτή η αρχή του κυματοσωματιδιακού δυϊσμού της ύλης. Η αρχή αυτή λέει πολύ απλά ότι τόσο το φως όσο και τα σωματίδια έχουν διπή φύση, δηλαδή συμπεριφέρονται είτε ως κύματα είτε ως σωματίδια. Ας πάμε τώρα 100 περίπου χρόνια πίσω στο χρόνο, όταν οι επιστήμονες είχαν αντιληφθεί ότι η διχοτόμηση του κόσμου σε σωματίδια και πεδία δεν ήταν σωστή και αναζητούσαν πειράματα για να καταρρίψουν την μέχρι τότε λανθασμένη αντίληψη. Ένα πείραμα που συντέλεσε σε αυτή τη προσπάθεια ήταν και αυτό των Davisson-Germer (Σχ. 1). Το πείραμα αυτό αποτέλεσε την πειραματική επιβεβαίωση της υπόθεσης de Broglie, ωστόσο η ιστορία πίσω από την συγκεκριμένη ανακάλυψη είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα καθώς ο αρχικός στόχος του πειράματος ήταν διαφορετικός.

Οι Davisson και Germer πραγματοποίησαν το 1927 ένα πείραμα που έμελλε να αποδειχθεί



Σχήμα 2: (Αριστερά) Σκέδαση δέσμης ηλεκτρονίων από ένα κρυσταλλικό στερεό. θ και φ είναι οι γωνίες πρόσπτωσης και σκέδασης, αντίστοιχα. (Δεξιά) Γωνιακή κατανομή της έντασης της σκεδαζόμενης δέσμης ηλεκτρονίων από ένα κρυσταλλικό στερεό πριν (A) και μετά (B) την ανόπτηση του κρυστάλλου.

ιστορικό από μια απροσδόκητη εύνοια της τύχης. Αρχικός στόχος του πειράματος ήταν να μελετήσουν τη διάταξη των ατόμων στην επιφάνεια ενός πολυκρυσταλλικού δείγματος νικελίου. Βομβάρδισαν την επιφάνεια του δείγματος τους με μια δέσμη ηλεκτρονίων χαμηλής ενέργειας (μερικές δεκάδες eV) και μέτρησαν τον βαθμό της σκέδασης τους σε διάφορες γωνίες (Σχ. 2). Τα πειραματικά αποτελέσματα ήταν αρχικά πολύ αδιάφορα, διότι η τυχαία πολυκρυσταλλική σύνθεση του δείγματος δεν επέτρεπε στα ηλεκτρόνια να εκδηλώσουν την κυματική τους φύση. Όταν όμως έσπασε κατά λάθος ο σωλήνας κενού στον οποίο ήταν εγκλεισμένη η διάταξη (αφενός ώστε να μην υπάρχει σκέδαση των ηλεκτρονίων από τα μόρια του αέρα και αφετέρου για να αποφεύγεται η αλλοίωση της επιφάνειας του δείγματος από τις αναπόφευκτες οξειδωτικές αντιδράσεις), η επιφάνεια του μετάλλου υπέστη άμεση οξείδωση. Για να αποκατασταθεί το δείγμα χρειάστηκε μια διαδικασία καθαρισμού του μετάλλου η οποία απαιτούσε την θέρμανσή του (ανόπτηση). Αυτό είχε ως αθέλητη παρενέργεια την επανακρυσταλλοποίηση το νικελίου, δημιουργώντας μεγάλες μονοκρυσταλλικές περιοχές στην επιφάνεια του. Αφού ετοίμασαν πάλι την διάταξη, επανέλαβαν το πείραμα και αυτό που παρατήρησαν προς μεγάλη τους έκπληξη ήταν ότι η γωνιακή κατανομή των σκεδαζόμενων ηλεκτρονίων είχε μεταβληθεί ριζικά. Τα ανακλώμενα ηλεκτρόνια έδειχναν ισχυρή προτίμηση σε μια ορισμένη γωνία που εξαρτιόταν μόνο από την ενέργειά τους. Εκείνη τη στιγμή δεν ήξεραν πώς να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα του πειράματος τους, σημείωσαν όμως αυτή τους την παρατήρηση και συνέχισαν να ασχολούνται με άλλα ερευνητικά αντικείμενα. Λίγο αργότερα, ο Davisson παρέστη σε ένα σεμινάριο στην Αγγλία όπου έκπληκτος άκουσε τον Max Born να μιλάει για τα περίεργα αποτελέσματα του ως συνέπεια της παλαβής ιδέας του Louis de Broglie σχετικά με το ότι τα ηλεκτρόνια συμπεριφέρονται ως κύματα. Ο Davisson δεν είχε ακούσει για το έργο του de Broglie προηγουμένως και αφότου άκουσε την ομιλία του Born, οι Davisson και Germer επέστρεψαν στο πείραμα τους και κατάφεραν να αποδείξουν ότι, στην πραγματικότητα, η μεγάλη ανεξήγητη κορυφή που λάμβαναν στο πείραμά τους προερχόταν από την συμβολή των ηλεκτρονικών κυμάτων που σκεδάζονταν από τον εκτεταμένο μονοκρύσταλλο του οποίου τα άτομα ήταν τοποθετημένα σε περιοδική διάταξη.

Αν δεχτούμε τώρα την υπόθεση de Broglie, τότε η ανάλυση του πειράματος είναι πολύ απλή. Το προσπίπτον ηλεκτρονικό κύμα (δέσμη ηλεκτρονίων) ανακλάται στις θέσεις των ατόμων του Ni υπό μορφή σφαιρικών κυματιδίων του ίδιου μήκους κύματος όπως και το αρχικό. Τα κυματίδια αυτά συμβάλλουν ενισχυτικά μόνο προς εκείνες τις κατευθύνσεις θ για τις οποίες η διαφορά δρόμου AB μεταξύ δύο γειτονικών ανακλώμενων ακτίνων είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος λ των ηλεκτρονίων. Δηλαδή όταν ισχύει η σχέση: $d\sin\theta = n\lambda$. Αυτό το ευτυχές ατύχημα οδήγησε τον Davisson στο να μοιραστεί το βραβείο Nobel με τον George Thomson για την πειραματική τους ανακάλυψη της περίθλασης των ηλεκτρονίων από κρυστάλλους.

Η ανακάλυψη των ακτινών X

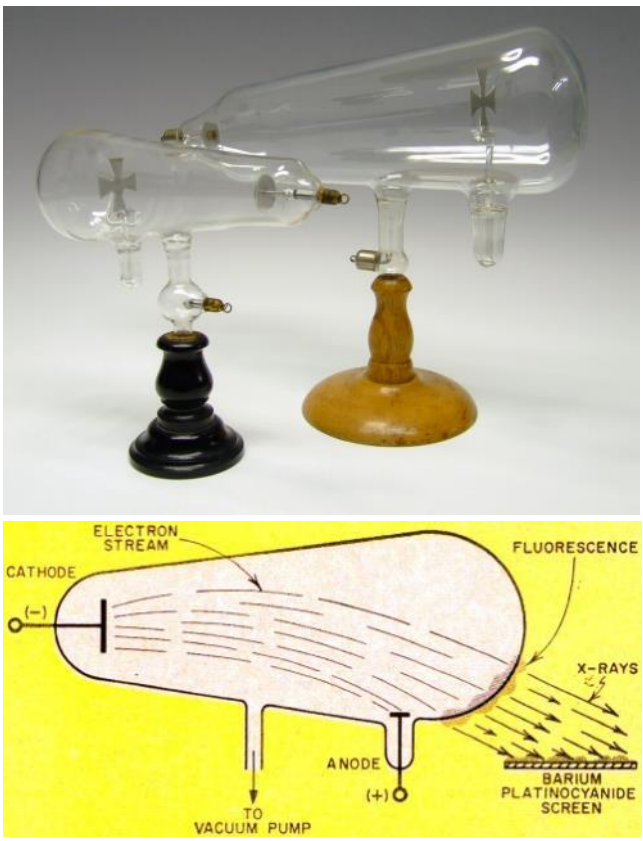
Το 1895, ο Wilhelm Röntgen (Σχ. 3) ήταν ένας γνωστός και θαυμαστός καθηγητής φυσικής. Οι νεότεροι του τον κοιτούσαν με θαυμασμό. Τον θεωρούσαν προσεκτικό πειραματιστή, με

Σχήμα 3: Ο W. Röntgen

πλούσια εμπειρία στο εργαστηριακό έργο. Όμως πέρα από τη φήμη, ο Röntgen ήταν 50 ετών - και σε αυτή την ηλικία, είναι σπάνιο για έναν επιστήμονα να επιτύχει μια σημαντική συμβολή στον τομέα του.

Αλλά σαν τυπικός περίεργος επιστήμονας ο Röntgen, συνέχισε να διεξάγει πειράματα φυσικής στο εργαστήριο του. Ξόδευε πολύ χρόνο στο εργαστήριό του, δουλεύοντας μόνος του. Το επίκεντρο της περιέργειάς του ήταν μια ιδιαίτερη συσκευή που, παρόλο που ήταν πολύ γνωστή στους φυσικούς, δεν είχε κατανοηθεί καλά. Το όνομα της συσκευής ήταν «Σωλήνας Crookes». Εξέπεμπε μια ανεξήγητη, χλωμή κιτρινωπή λάμψη που αποτέλεσε μυστήριο που προβλημάτισε πολλά από τα μεγάλα μυαλά στα τέλη του 19ου αιώνα. Κανείς δεν μπορούσε να εξηγήσει γιατί αυτός ο σωλήνας έλαμπε με αυτόν τον τρόπο. Η λύση στο μυστήριο του σωλήνα του Crookes θα αποδειχθεί ότι είναι ένα από τα σημαντικότερα επιστημονικά ευρήματα που έγιναν ποτέ: μια ανακάλυψη που θα επηρέαζε εκατομμύρια ζωές και θα έκανε τον Wilhelm Röntgen γνωστό σε ολόκληρο τον κόσμο.

Όπως πολλοί από τους συναδέλφους του στη φυσική, έτσι και ο Röntgen γοητεύτηκε από τον μυστηριώδη σωλήνα Crookes. Είχε ανακαλυφθεί το 1870 από τον Βρετανό μηχανικό William Crookes και ήταν ένας σφραγισμένος γυάλινος κύλινδρος (Σχ. 4), κενός από αέρα, που περιείχε 2 ηλεκτρόδια: μια άνοδο και μια κάθοδο. Ο σωλήνας έδειξε ένα ενδιαφέρον φαινόμενο: όταν η διαφορά δυναμικού μεταξύ της θετικής ανόδου και της αρνητικής καθόδου ήταν πολύ υψηλή, εμφανιζόταν μια περίεργη λάμψη μέσα στο σωλήνα και στο γυάλινο τοίχωμα εμφανιζόταν ένα πράσινο-κιτρινωπό φως πίσω από τη θετικά φορτισμένη άνοδο. Αυτή η περίεργη λάμψη προβλημάτισε τους επιστήμονες, οι οποίοι προσπαθούσαν να καταλάβουν την πηγή της. Ορισμένοι νόμιζαν ότι ήταν ένα «εκτόπλασμα». Εάν σας έρχονται στο μυαλό οι Ghostbusters, δεν είστε πολύ μακριά. Το εκτόπλασμα είναι η μυθική ουσία που αφήνουν τα φαντάσματα. Άλλοι είκαζαν ότι η λάμψη είχε σχέση με τον αιθέρα, ένα υποθετικό, διαφανές υλικό που υποτίθεται ότι γέμιζε το κενό ανάμεσα στα αστέρια στους ουρανούς. Το μόνο στοιχείο σχετικά με την πηγή της περίεργης λάμψης ήταν ότι μπορούσες να δεις καθαρά τη σκιά της ανόδου στο γυάλινο τοίχωμα του σωλήνα, σαν η κάθοδος, στην άλλη πλευρά του σωλήνα, να εξέπεμπε ένα είδος αόρατου φωτός στην άνοδο, δημιουργώντας μια σκιά. Οι φυσικοί αποκάλεσαν το αόρατο αυτό φως που εκπεμπόταν από την κάθοδο «Καθοδικές Ακτίνες». Ο Röntgen πέρασε πολύ χρόνο, δουλεύοντας μόνος στο εργαστήριό του, προσπαθώντας να αποκαλύψει τη φύση αυτών των αόρατων καθοδικών ακτινών. Μια μέρα, το 1895, ο Röntgen βρισκόταν στο εργαστήριό του και εργαζόταν στο σωλήνα Crookes που κατείχε. Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί ισχυρισμοί για το τι συνέβη εκείνη την ημέρα, αλλά οι περισσότεροι συμφωνούν ότι ενώ ένα ηλεκτρικό ρεύμα έρρεε μέσα από το σωλήνα, ο Röntgen ξαφνικά διαπίστωσε ότι μια σανίδα που ήταν καλυμμένη με φώσφορο και είχε αφεθεί τυχαία λίγα πόδια πίσω του, άρχισε να φωτοβολεί. Εντυπωσιασμένος, ο Röntgen κάλυψε τον σωλήνα με παχύ, μαύρο χαρτόνι, εμποδίζοντας κάθε ίχνος της εξασθενημένης λάμψης που εκπεμπόταν από το σωλήνα, αλλά ακόμα και έτσι, η φωσφορούχος σανίδα συνέχισε να αναβοσβήνει, ακόμη και



Σχήμα 4: (Επάνω) Σωλήνες Crookes. (Κάτω) Αρχή λειτουργίας της λυχνίας παραγωγής ακτίνων Χ.

Σχήμα 5: Η πρώτη ακτινογραφία στην ιστορία της ανθρωπότητας –το χέρι της συζύγου του W. Röntgen.

όταν ο σωλήνας Crookes ήταν πλήρως καλυμμένος. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι μερικοί επιστήμονες είχαν ήδη συναντήσει αυτά τα ιδιαίτερα φαινόμενα τα περασμένα χρόνια: όταν πλησίαζαν το σωλήνα, φωσφορικές πλάκες άρχισαν να αναβοσβήνουν αυθόρμητα και φωτογραφικές πλάκες που βρισκόταν σε σκοτεινά συρτάρια αμαυρώνονταν, σαν να είχαν εκτεθεί σε φως. Όμως, κανένας από αυτούς τους επιστήμονες δεν διερεύνησε αυτά τα φαινόμενα: όλοι ανησυχούσαν για το τι συνέβαινε *μέσα* στο σωλήνα, με τις καθοδικές ακτίνες, αλλά όχι για ό,τι συνέβαινε *έξω* από αυτόν. Όμως ο Röntgen, χάρη στην τεράστια εμπειρία του ή ίσως λόγω της έντονης διαίσθησης του, κατάλαβε αμέσως ότι είχε σκοντάψει σε κάτι πολύ σημαντικό. Οι επιστήμονες είχαν υποθέσει ότι ο σωλήνας Crookes έβγαζε μόνο έναν τύπο ακτινοβολίας –τις μυστηριώδεις καθοδικές ακτίνες. Ο Röntgen συνειδητοποίησε ότι ο σωλήνας εξέπεμπε επίσης ένα δεύτερο και μέχρι τότε άγνωστο είδος ακτινοβολίας, που μπορούσε να ταξιδέψει πολύ μακρύτερα έξω από το σωλήνα από ότι μπορούσαν οι καθοδικές ακτίνες. Ονόμασε αυτή την άγνωστη ακτινοβολία «Ακτίνες Χ».

Ο Röntgen ήταν πιθανώς ενθουσιασμένος με αυτή του την ανακάλυψή, αλλά ήταν αρκετά έξυπνος για να συνειδητοποιήσει ότι το ρολόι έτρεχε –ο σωλήνας Crookes ήταν πάνω σε εκατοντάδες εργαστηριακούς πάγκους σε Ευρώπη και ΗΠΑ– ήταν μόνο θέμα χρόνου πριν κάποιοι άλλοι επιστήμονες κάνουν την ίδια ανακάλυψη, αυτή των ακτίνων Χ. Έτσι ο Röntgen άρχισε να πειραματίζεται κρυφά με τις ακτίνες Χ στο εργαστήριό του. Διεξήγαγε όσα πειράματα μπορούσε να σκεφτεί, προσπαθώντας να καταλάβει τα χαρακτηριστικά αυτής της άγνωστης ακτινοβολίας. Έγραψε για τα πειράματά του σε μια μεταγενέστερη αναφορά:

«Το χαρτί είναι πολύ διαφανές: πίσω από ένα βιβλίο περίπου χιλίων σελίδων, είδα ότι η λάμπα φθορισμού φωτίζεται έντονα, καθώς το μελάνι του εκτυπωτή δεν αποτελεί καθόλου αξιοσημείωτο εμπόδιο (στις αόρατες ακτίνες). Με τον ίδιο τρόπο, ο φθορισμός εμφανίστηκε πίσω από ένα διπλό πακέτο καρτών: μια κάρτα τοποθετημένη μεταξύ της συσκευής και της οθόνης είναι σχεδόν απαρατήρητη στο μάτι. Ένα μόνο φύλλο κασσίτερου είναι επίσης ελάχιστα αντιληπτό: μόνο αφού τοποθετηθούν περισσότερα στρώματα το ένα πάνω στο άλλο φαίνεται η σκιά τους ξεκάθαρα στην οθόνη. Τα παχιά κομμάτια από ξύλο είναι επίσης διαφανή: σανίδες πεύκου πάχους ενός ή δύο ιντσών απορροφούν μόνο λίγο. Μια πλάκα αλουμινίου με πάχος περίπου μία ίντσας, αν και αποδυνάμωσε σοβαρά τη δράση, δεν προκάλεσε την πλήρη εξαφάνιση του φθορισμού. Τα φύλλα σκληρού καουτσούκ πάχους πολλών ιντσών εξακολουθούν να επιτρέπουν στις ακτίνες να περάσουν μέσα από αυτά. Αν το χέρι τοποθετηθεί μεταξύ του σωλήνα εκκένωσης και της οθόνης, η σκοτεινότερη σκιά των οστών φαίνεται μέσα στην ελαφρώς σκοτεινή εικόνα σκιάς του ίδιου του χεριού.»

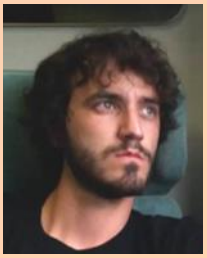
Αυτή η τελευταία ανακάλυψη –ότι οι ακτίνες Χ θα μπορούσαν να δώσουν μια ματιά στο ανθρώπινο σώμα– έδωσαν στον Röntgen μια ιδέα. Ζήτησε από τη σύζυγό του να τοποθετήσει το χέρι της μπροστά από μια φωτογραφική πλάκα και ενεργοποίησε το σωλήνα Crookes. Οι σκοτεινές σκιές των οστών της παλάμης της, συμπεριλαμβανομένης της ξεχωριστής σκιάς του γαμήλιου δακτυλιδιού της, είχαν αποτυπωθεί στην πλάκα. Εδώ υπήρχε μια σαφής απόδειξη ότι ο Röntgen βρήκε ένα μέσο να κοιτάξει μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Αυτή ήταν η πρώτη ακτινογραφία!

Το 1901, απονεμήθηκε στο Wilhelm Conrad Röntgen το πρώτο βραβείο Nobel φυσικής ως «αναγνώριση των εξαιρετικών υπηρεσιών που έχει προσφέρει με την ανακάλυψη των αξιοσημείωτων ακτίνων που ακολούθως πήραν το όνομα του.»

Πηγές
[1] Σύγχρονη Φυσική, Arthur Beiser
[2] Κβαντομηχανική Ι- Στέφανος Τραχανάς
[3] en.wikipedia.org/wiki/X-ray
[4] Wilhelm Röntgen- Wikipedia

σοκολάτα

ο ευγενέστερος πολυμορφισμός



Μίλαν Τσομπάνογλου
Φοιτητής
Τμήματος Φυσικής

Η σοκολάτα προέρχεται από τα κακαόδεντρα που ευδοκιμούν σε τροπικό κλίμα κυρίως της νότιας και της κεντρικής Αμερικής. Η συστηματική κατανάλωση των σπόρων τους χρονολογείται πολύ παλιά, πιθανότατα στον πολιτισμό των Μάγια οι οποίοι ήταν οι πρώτοι που καλλιέργησαν κακαόδεντρα. Η επιστημονική ονομασία του είδους, σύμφωνα με τη διωνυμική ονοματολογία της βιολογίας, είναι κακάο του γένους θεοβρώμα (theobroma → θεός + βρώση) που σημαίνει «τροφή των θεών», καταδεικνύοντας έτσι το θρησκευτικό και μυθολογικό υπόβαθρο που είχε κτιστεί γύρω από τη χρήση των σπόρων από τους ιθαγενείς της Αμερικής. Σύμφωνα με αρχαίο μύθο των Αζτέκων, ο θεός της γεωργίας Κετζακοάτλ (Quetzacoatl), ήρθε στη Γη με ένα κακαόδεντρο διδάσκοντας στους θνητούς πως να το καλλιεργούν και να καταναλώνουν τους σπόρους του σε μορφή ποτού. Το γεγονός αυτό εξόργισε τους υπόλοιπους θεούς και τον έδιωξαν από τον παράδεισο. Ο ίδιος υποσχέθηκε στους Αζτέκους να γυρίσει κάποια μέρα. Ο μύθος αυτός είχε ολέθριες συνέπειες για τον πολιτισμό των Αζτέκων καθώς ο ερχομός του κατακτητή Κορτές στην Αμερική ήταν μια εκπληρωμένη προφητεία στα μάτια των ιθαγενών, καθιστώντας την κατάκτησή τους πολύ ευκολότερη. Το ποτό ωστόσο που παραγόταν τότε ήταν πολύ διαφορετικό από την σημερινή μας εμπειρία με τα προϊόντα κακάο.

Με τα υπερατλαντικά ταξίδια και την ανακάλυψη της Αμερικής, η ευρωπαϊκή κουλτούρα συνάντησε το κακάο, το οποίο επέστρεψε στην Ευρώπη και εισήχθη στις αγορές με τη μορφή υγρού κακάο. Αρχικά, το προϊόν αυτό δε γνώρισε επιτυχία λόγω της μεγάλης λιπαρότητας και της πικρής του γεύσης. Με το πέρασμα των αιώνων, η έρευνα και ανάπτυξη των προϊόντων κακάο δημιούργησε την πολύ ελκυστική και δημοφιλή, σημερινή τους μορφή. Σημείο σταθμός στην εξέλιξή τους αποτέλεσε ο διαχωρισμός του λίπους των σπόρων κακάο, το λεγόμενο βούτυρο κακάο, και της σκόνης κακάο, το 1828 από τον νεαρό Ολλανδό Coenraad J. Van Houten. Έτσι ο διαφορετικός συνδυασμός σκόνης κακάο, βουτύρου κακάο, ζάχαρης και αργότερα γάλακτος άνοιξε το δρόμο για μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων κακάο και σοκολάτας.

Το βασικότερο συστατικό της σοκολάτας είναι το βούτυρο κακάο και η επιτυχία της οφείλεται στη σωστή επεξεργασία του. Στη στερεή του μορφή, είναι κρυσταλλικό και στο πλέγμα του παρεμβάλλονται και άλλα συστατικά όπως η ζάχαρη, η σκόνη κακάο και ενίοτε το γάλα, συνθέτοντας μακροσκοπικά τη σοκολάτα. Το βούτυρο κακάο έχει έξι διαφορετικά πολύμορφα, δηλαδή έξι διαφορετικές διατάξεις του πλέγματός του, και οι ιδιότητες της στερεής σοκολάτας επηρεάζονται άμεσα από αυτά. Για παράδειγμα, τα πλέον διάσημα πολύμορφα, αυτά του άνθρακα, προσδίδουν θεαματικά διαφορετικές ιδιότητες στο στερεό καθώς η μορφή του μπορεί να είναι αυτή του γραφίτη, του διαμαντιού, του γραφένιου κτλ.

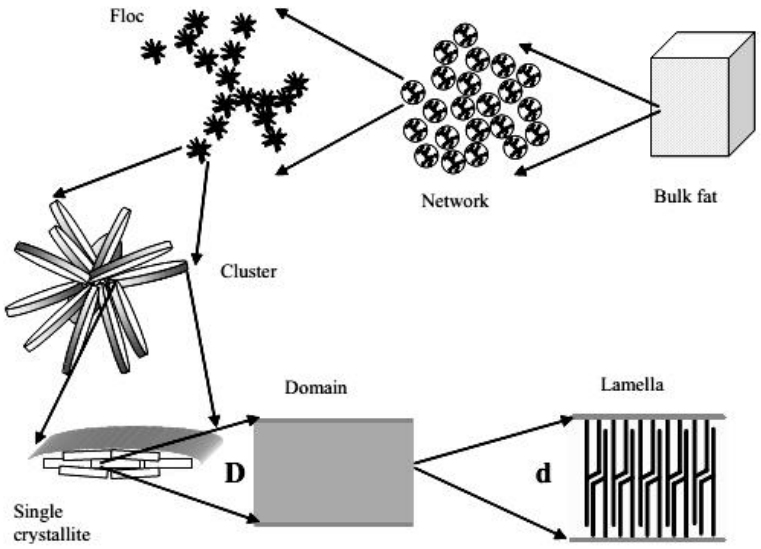
Αλλοτροπικές μορφές του βούτυρου κακάο		Σημείο τήξης (°C)
Τύπος I	γ	17,3
Τύπος II	α	23,2
Τύπος III	β'_2	25,5
Τύπος IV	β'_1	27,5
Τύπος V	β_2	33,9
Τύπος VI	β_1	36,3

Το βούτυρο κακάο είναι φυτικό λίπος και τα πολύμορφά του είναι ουσιαστικά πολύμορφα των τριγλυκεριδίων που το απαρτίζουν. Οι τρεις υδροξυλομάδες της οργανικής ένωσης της γλυκερόλης, συνδέονται μέσω δεσμών εστέρα με λιπαρά οξέα, συνθέτοντας τα τριγλυκερίδια. Αυτά διατάσσονται περιοδικά σχηματίζοντας στιβάδες σε διαφορετικές περιοχές ενός μονοκρύσταλλου όπου κάθε ένας

συνδέεται με ένα πλήθος άλλων μονοκρυστάλλων, σχηματίζοντας ένα σύμπλεγμα (cluster). Γειτονικά συμπλέγματα συνδέονται ασθενώς δημιουργώντας συσσωματώματα (flocs) και τέλος, τα λίπη αποτελούνται από ένα πλήθος τέτοιων συσσωματωμάτων (Σχ. 1).

Τα πολύμορφα του βουτύρου κακάο χαρακτηρίζονται από τους πρώτους έξι λατινικούς αριθμούς (I-VI) όπου κατατάσσονται με αύξουσα τη θερμοκρασία τήξης των κρυστάλλων που αντιστοιχούν στο εκάστοτε πολύμορφο (βλ. Πίνακα). Η σοκολάτα με το πρώτο πολύμορφο (τύπου I) έχει κρυστάλλους με το χαμηλότερο σημείο τήξης στους 17,3 °C. Οι κρύσταλλοι αυτού του τύπου ονομάζονται κρύσταλλοι γ και μπορούν να παραχθούν ψύχοντας απότομα λιωμένη σοκολάτα, τοποθετώντας την για παράδειγμα στην κατάψυξη. Κατόπιν, δίνεται η δυνατότητα να παραχθεί σοκολάτα με πολύμορφα τύπου II θερμαίνοντας την τύπου I στον 1 °C για περίπου μία ώρα όπου αρχίζουν να σχηματίζονται κρύσταλλοι α εξαγωνικής συμμετρίας, με υψηλότερο σημείο τήξης. Οι δύο αυτοί τύποι είναι μαλακή σοκολάτα με εύθρυπτα κομμάτια και η όψη της διακρίνεται από μια αλλοίωση στην επιφάνειά της. Είναι γενικά ανεπεξέργαστη και κακής ποιότητας, με πολύ χαμηλό σημείο τήξης για καθημερινή κατανάλωση, καθώς λιώνει σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία παράγεται η σοκολάτα με πολύμορφα τύπου III και IV με σχετικά καλύτερη ποιότητα αυτής των προηγούμενων τύπων και με αντίστοιχους κρυστάλλους β_2' και β_1'. Θερμαίνοντας λοιπόν τη σοκολάτα τύπου II στους 8 °C για δύο ώρες έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σοκολάτας τύπου III με κρυστάλλους β_2' και σημείο τήξης τους 25,5 °C. Στη συνέχεια, θερμαίνοντας την τύπου III στους 22 °C για έξι ώρες δημιουργείται η σταθερότερη σοκολάτα τύπου IV.

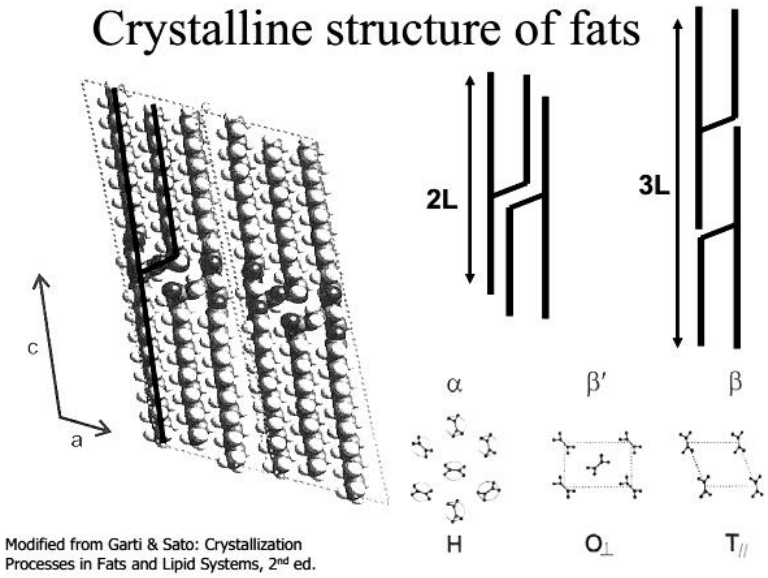
Οι κρύσταλλοι β' κρυσταλλώνονται στο ορθορομβικό σύστημα (Σχ. 2). Οργάνωση τέτοιων κρυστάλλων παρατηρείται μερικώς στη δομή των γ όπου οι τελευταίοι βρίσκονται σε φάση υγρού κρυστάλλου. Για το λόγο αυτό, υπάρχει διαφωνία μεταξύ ερευνητών για το αν θα πρέπει να θεωρείται ξεχωριστό πολύμορφο αυτό του τύπου I. Διαφωνία επίσης υπάρχει και για την φύση του τρίτου πολύμορφου καθώς σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, είναι μια μίξη κρυστάλλων των πολύμορφων τύπου II και IV. Οι σοκολάτες με τα πολύμορφα τύπου III και IV έχουν σχετικά ικανοποιητική όψη, σημείο τήξης και υφή, αλλά δεν πλησιάζουν σε ποιότητα τη σοκολάτα με πολύμορφα τύπου V.



Σχήμα 1: Χωρική διευθέτηση των τριγλυκεριδίων.

Η σοκολάτα τύπου V είναι η πιο εμπορική μορφή σοκολάτας, άριστης ποιότητας, με πολύ βολικό σημείο τήξης τέτοιο που λιώνει στο στόμα του καταναλωτή. Η ιδιαίτερη υφή και γεύση της, η γυαλιστερή όψη της και το αργό λιώσιμο στο στόμα, την καθιστά ένα από τα δημοφιλέστερα, αν όχι το δημοφιλέστερο, γλύκισμα παγκοσμίως. Η παρασκευή της ωστόσο, απαιτεί μια πιο περίπλοκη διαδικασία, το λεγόμενο «στρώσιμο» της σοκολάτας (tempering).

Όταν στερεοποιείται απότομα η σοκολάτα οι επιθυμητοί κρύσταλλοι β_2, που χαρακτηρίζουν το πολύμορφο τύπου V, απουσιάζουν. Στην προσπάθεια λοιπόν να επικρατήσει το πολύμορφο του βουτύρου κακάο τύπου V, ακολουθείται η διαδικασία του στρωσίματος. Ξεκινώντας το στρώσιμο, η σοκολάτα θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία, συνήθως γύρω στους 50 °C, προκειμένου να λιώσει πλήρως. Κατόπιν, ψύχεται στους 22 °C ώστε να σχηματιστούν μόνο οι επιθυμητοί κρύσταλλοι β_2 του V πολύμορφου, δεδομένου ότι οι υπόλοιποι σχηματίζονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στη συνέχεια, η σοκολάτα ξαναθερμαίνεται στους 31 °C προκειμένου να λιώσουν τυχόν κρύσταλλοι χαμηλότερων τύπων που έχουν σχηματιστεί, με σκοπό τον επανασχηματισμό τους ως β_2. Επαναλαμβάνοντας τη διαδοχική ψύξη και θέρμανση της σοκολάτας στις κατάλληλες θερμοκρασίες επιτυγχάνεται ένα στερεό με μεγαλύτερη καθαρότητα σε κρυστάλλους β_2. Οι σοκολατοποιοί ενίοτε προσθέτουν κομμάτια ήδη «στρωμένης» σοκολάτας στο μίγμα (seeding) προκειμένου να παρακινήσουν το σχηματισμό τέτοιων κρυστάλλων.



Σχήμα 2: Κρυσταλλική δομή των τριγλυκεριδίων.

Τα πολύμορφα του βουτύρου κακάο έχουν έναν ασταθή χαρακτήρα και τείνουν να μετατρέπονται σε σταθερότερα πολύμορφα. Έτσι, με το πέρασμα του χρόνου σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, ο τύπος μιας σοκολάτας ενδέχεται να αλλάξει με την εμφάνιση του αντίστοιχου πολύμορφου. Αυτός είναι και ο μόνος τρόπος να εμφανιστεί η σοκολάτα τύπου VI. Αφήνοντας τη σοκολάτα τύπου V σε θερμοκρασία δωματίου για περίπου τέσσερεις μήνες, αυτή θα υποστεί μετατροπή φάσης και θα γίνει τύπου VI. Η σοκολάτα αυτή είναι πιο σκληρή από την τύπου V και όπως και οι σοκολάτες χαμηλότερου τύπου παρουσιάζει κάποιες αλλοιώσεις στην επιφάνειά της. Έχει την καλύτερη ποιότητα μετά την σοκολάτα τύπου V και διαφέρει από αυτή κυρίως στην υφή και την όψη παρά στη γεύση. Η αλλαγή φάσης με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται και στους προηγούμενους τύπους σοκολάτας όπου η τύπου I γίνεται τύπου II και αντίστοιχα η τύπου III γίνεται τύπου IV με τη διαφορά ότι αυτή η αλλαγή από τύπου I σε II γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες ενώ η αλλαγή III σε IV λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασία δωματίου.

Το πολύμορφο του βουτύρου κακάο τύπου VI χαρακτηρίζεται από τους κρυστάλλους β_1. Όπως και οι β_2, κρυσταλλώνονται στο τρικλινές σύστημα και έχουν γενικότερα μεγαλύτερες πλεγματικές σταθερές. Ένα ακόμα κοινό γνώρισμα που δε παρατηρείται στους υπόλοιπους κρυστάλλους είναι η μεγάλη απόσταση κατά μήκος των αλυσίδων δυο διαδοχικών τριγλυκεριδίων (long-spacing). Αυτό συμβαίνει επειδή κρυσταλλώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε η απόσταση αυτή να ισοδυναμεί με τρεις αλυσίδες (3L) έναντι δύο (2L) που παρατηρούνται στους άλλους κρυστάλλους (Σχ. 2).

Οι αλλοιώσεις που παρατηρούνται στις επιφάνειες της σοκολάτας, εκτός αυτής του τύπου V, είναι ένα χαρακτηριστικό άσπρισμα (blooming). Οι αλλοιώσεις αυτές οφείλονται αφενός στη ζάχαρη που περιέχεται στη σοκολάτα και αφετέρου στις ιδιότητες του βουτύρου κακάο. Η ζάχαρη ερχόμενη σε επαφή με νερό, πιθανώς από υγρασία, διαλύεται και στερεοποιείται δημιουργώντας κρυστάλλους στην επιφάνεια του προϊόντος, δίνοντας το χαρακτηριστικό άσπρο χρώμα. Στην περίπτωση του blooming λόγω του βουτύρου κακάο, συμβαίνει μια πιο περίπλοκη διαδικασία. Συνοπτικά, το πιο σύνηθες φαινόμενο, αφορά την εξώθηση κρυστάλλων στην επιφάνεια της σοκολάτας λόγω κακών συνθηκών αποθήκευσης της σοκολάτας σε ακατάλληλες θερμοκρασίες. Πολλές φορές το ατελές στρώσιμο της σοκολάτας ευθύνεται για τις επιφανειακές αλλοιώσεις. Παρόλα αυτά η σοκολάτα παραμένει βρώσιμη και οι επιφανειακές αυτές αλλοιώσεις δεν επηρεάζουν σημαντικά την γεύση της.

Η επιστήμη λοιπόν, υπηρετεί για ακόμα μια φορά τις καταναλωτικές ανάγκες και προτιμήσεις του ανθρώπου μέσα από αιώνες έρευνας και βελτίωσης των προϊόντων σοκολάτας. Θα μπορούσαμε να πούμε πως η σοκολάτα αποτελεί ένα επίτευγμα της χημείας και της επιστήμης υλικών και δικαίως χαρακτηρίζεται ως ο ευγενέστερος πολυμορφισμός.

Πηγές:
[1] foodprocessing.com.au, Blooming chocolate
[2] compoundchem.com, The polymorphs of chocolate
[3] jameskennedymonash.wordpress.com, Polymorphs of chocolate
[4] el.wikipedia.org/wiki/-Polymorphism of CB, Κακαόδεντρο
*[5] The history and science of chocolate, R. Verna- Maleysian J. Pathol., **35**, 111 (2013)*
[6] godivachocolates.co.uk, The history of chocolate: The Mayans and Aztecs
[7] sciencefriday.com,
*[8] R. L. Wille and E.S. Lutton, Chocolate Crystal Concoctions, Journal of the American Oil Chemists Society, **43**, 491 (1966).*
*[9] K. Van Malssen, A. Van Langevelde, R. Peschar, and H. Schenk, Phase behavior and extended phase scheme of static cocoa butter investigated with real-time X-ray powder diffraction, Journal of the American Oil Chemists Society, **76**, 669 (1999).*

νοήμονες εξωγήινοι

αν υπάρχουν ..., πως θα μοιάζουν;

Νικόλαος Γ. Τσάβος
Απόφοιτος Παντείου Πανεπιστημίου
nikostsavos@yahoo.gr

Πολλά έχουν γραφεί επάνω στο ζήτημα της ύπαρξης ή μη εξωγήινων νοημόνων όντων μέσα στο αχανές σύμπαν, εκτός της Γης, τώρα ή στο παρελθόν, δεδομένου ότι το σύμπαν αριθμεί ιστορία 14 δισεκατομμυρίων ετών περίπου. Αυτό είναι πολύ δύσκολο έως εντελώς αδύνατο να απαντηθεί, τουλάχιστον προς το παρόν. Μόνον υποθέσεις μπορούν να γίνουν. Αποδείξεις δεν υπάρχουν ούτε καν περί της ύπαρξης μικροβιακής ζωής παρ' όλη την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο. Για την μικροβιακή ζωή ίσως οι επιστήμονες να είναι κοντά στην απόδειξη της ύπαρξής της και μάλιστα μέσα στο δικό μας ηλιακό σύστημα. Επομένως για την ύπαρξη νοημόνων εξωγήινων όντων ή μη μόνον φιλοσοφικά μπορεί να τεθεί το όλο ζήτημα με την ερώτηση: *είναι δυνατόν σε όλο το απέραντο σύμπαν να υπάρχουν νοήμονα όντα μόνο στη Γη;* Είναι προφανές ότι η απάντηση φιλοσοφικά δεν μπορεί να είναι ότι μόνον στη Γη υπάρχουν τέτοια όντα. Όμως δεν υπάρχουν απτές αποδείξεις.

Η δική μου προσέγγιση σε αυτό το ζήτημα συνοψίζεται στην ερώτηση: Εφ' όσον αποδείξεις δεν υπάρχουν, τουλάχιστον είναι δυνατόν να εικάσουμε πως μπορεί να μοιάζουν αυτοί οι νοήμονες εξωγήινοι εάν πράγματι υπάρχουν; Θα έχουν στον κάθε πλανήτη που θα ζουν διαφορετική μορφή ή σε όλους τους πλανήτες θα έχουν την ίδια μορφή; Η δική μου απάντηση είναι ότι εάν υπάρχουν ή υπήρχαν αναγκαστικά θα μοιάζουν με εμάς τους ανθρώπους όλοι όπου και να υπάρχουν.

Οι λόγοι για τους οποίους το πιστεύω αυτό είναι κυρίως οι κάτωθι.

1. Οι πιθανόν υπάρχοντες νοήμονες εξωγήινοι, εφ' όσον οι νόμοι στο σύμπαν των τριών διαστάσεων είναι παντού οι ίδιοι, δεν θα πρέπει να είναι τυφλοί. Θα πρέπει να βλέπουν όπως και εμείς. Επειδή λοιπόν οι νόμοι που διέπουν το φως είναι οι ίδιοι παντού αναγκαστικά θα πρέπει να έχουν μάτια σαν τα δικά μας τα οποία θα πρέπει να ευρίσκονται στο κεφάλι τους στην θέση που είναι τα δικά μας και να είναι μόνο δύο. Εάν ευρίσκονται σε άλλο μέρος του σώματός τους δεν θα μπορούν να έχουν καλή εποπτεία του περιβάλλοντός τους. Εάν είναι περισσότερα θα υπάρχει πρόβλημα συντονισμού. Εφ' όσον ο τρόπος για να βλέπει κάποιο ον είναι παντού ο ίδιος, δηλαδή τα μάτια, αυτά πρέπει να είναι φτιαγμένα σύμφωνα με τους νόμους που διέπουν το φως. Αλλιώς δεν γίνεται. Και η φωτογραφική μηχανή με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί. Όπως και εμείς είναι πολύ πιθανόν, ανάλογα με την περίπτωση, να αντιμετωπίζουν και προβλήματα οράσεως, δηλαδή μυωπίας, πρεσβυωπίας, αστιγματισμού κλπ.

2. Ο πλανήτης στον οποίο θα ζουν θα πρέπει ανάλογα με το μέγεθος του ήλιου που τον φωτίζει να ευρίσκεται στην κατάλληλη απόσταση ώστε να έχει ανεκτές για τη ζωή θερμοκρασίες. Θα πρέπει να περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του για να υπάρχει ημέρα και νύχτα με λογική διάρκεια. Εάν φωτίζεται από την μία πλευρά μόνο, μόνιμα εκεί οι θερμοκρασίες θα είναι ανυπόφορες ενώ η άλλη πλευρά θα έχει συνεχώς σκοτάδι και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Θα υπάρχει επίσης πολύ μεγάλο πρόβλημα έως αδυναμία ύπαρξης ζωής για να ζουν νοήμονες εξωγήινοι εάν η διάρκεια της ημέρας και της νύχτας είναι για παράδειγμα τριών, τεσσάρων ή και πάρα πάνω γήινων μηνών.

3. Ανεξάρτητα από το εάν εκεί η ζωή θα βασίζεται στον άνθρακα ή σε κάτι άλλο θα πρέπει η σύστασή της να είναι τέτοια που να τους επιτρέπει να έχουν σκελετό, μαλακά μόρια κλπ.

4. Ο πλανήτης ή οι πλανήτες των νοημόνων εξωγήινων δεν θα πρέπει να είναι καθ' ολοκληρίαν καλυμμένοι από νερό αλλά να διαθέτουν και εκτεταμένες επίπεδες επιφάνειες στις οποίες θα εκτελούν όλες τις δραστηριότητές τους. Επομένως θα πρέπει και να περπατούν και να τρέχουν έχοντας και την κατάλληλη ανατομική κατασκευή του σώματός τους, ούτως ώστε το περπάτημα ή το τρέξιμο να γίνεται άνετα. Θα πρέπει να μπορούν να σκύβουν και να έχουν χέρια κλπ. Χάριν συντομίας δεν θα αναφερθώ σε ένα-ένα από τα μέλη του σώματός τους και γιατί θα πρέπει να μοιάζουν με τα δικά μας. Θα γράψω ενδεικτικά μόνο για το κάτω μέρος των ποδιών τους τα οποία θα πρέπει να είναι μόνον δύο. Εφ' όσον θα περπατούν ή θα τρέχουν, επάνω σε επίπεδες

επιφάνειες όπως εμείς δεν υπάρχει άλλος τρόπος να το κάνουν παρά μόνο εάν τα πέλματά τους, τα δάκτυλα των ποδιών τους, και γενικά το όλο τους κάτω πόδι είναι σαν το ανθρώπινο. Δεν μπορώ να φανταστώ την περίπτωση της μετακίνησής τους επάνω σε επίπεδες επιφάνειες με ρόδες. Αυτός ο τρόπος κίνησης θα ήταν πολύ προβληματικός και με πολλά μειονεκτήματα.

5. Για τα χέρια που πρέπει και αυτοί να έχουν, ισχύουν όσα έγραψα για τα ανθρώπινα. Ένα νοήμον εξωγήινο ον θα πρέπει, εκτός των άλλων, να μπορεί να κάνει και λεπτές εργασίες. Αλλιώς δεν μπορεί να αναπτύξει πολιτισμό. Άρα θα πρέπει να διαθέτει χέρια σαν τα δικά μας.

6. Τα νοήμονα εξωγήινα όντα εκτός από το να βλέπουν θα πρέπει και να ακούν. Χωρίς ακοή θα αντιλαμβάνονταν ελλιπώς το περιβάλλον τους και θα ήταν και κάτι επικίνδυνο για εκείνους. Για να μπορούν όμως να ακούν θα πρέπει να έχουν αφτιά, να είναι δύο, και να βρίσκονται στην ίδια θέση του κεφαλιού τους όπως και τα δικά μας. Ο πλανήτης τους ή οι πλανήτες τους, αν βρίσκονται σε πολλά μέρη, θα πρέπει να διαθέτουν και ατμόσφαιρα. Οι νόμοι που ισχύουν για την ακοή είναι παντού οι ίδιοι στο σύμπαν. Μόνον με αφτιά σαν τα δικά μας θα μπορούν να ακούν. Διαφορετικά δεν γίνεται. Ένα μόνον αφτί ή περισσότερα των δύο θα τους δημιουργούσαν προβλήματα ακοής.

7. Οπωσδήποτε θα χρειάζεται να έχουν την αίσθηση της αφής, της γεύσης και της όσφρησης. Σε διαφορετική περίπτωση η αντίληψη του περιβάλλοντός τους θα ήταν πάλι ελλιπής. Δεν διακινδυνεύω να κάνω υποθέσεις για το πώς θα λειτουργούν αυτές οι αισθήσεις στους εξωγήινους. Το μόνο που θεωρώ βέβαιο είναι ότι θα πρέπει να τις έχουν.

8. Βεβαίως θα πρέπει να έχουν ένα κώδικα επικοινωνίας μεταξύ τους. Χωρίς συνεργασία δεν θα μπορούσαν να επιτύχουν πολλά πράγματα έστω και εάν ο κάθε ένας χωριστά είχε την δική του νοήμονα αντίληψη. Εμείς οι άνθρωποι έχουμε τη γλώσσα. Είναι ένας κώδικας άμεσος και λειτουργεί πάρα πολύ καλά. Υπάρχει και ο κώδικας της νοηματικής γλώσσας αλλά χρησιμοποιείται για αυτούς που έχουν προβλήματα ακοής. Υπάρχουν και κάποιοι άλλοι για ειδικές περιπτώσεις αλλά ο κώδικας της γλώσσας είναι αξεπέραστος. Δεν μπορώ να υπολογίσω εάν για τους νοήμονες εξωγήινους μπορεί να υπάρχει κάτι καλύτερο που δεν το έχουμε επινοήσει εμείς. Το μόνο που ακούω και έχω διαβάσει είναι ότι οι εξωγήινοι μπορούν και επικοινωνούν μέσω της σκέψης. Όμως κατά την δική μου γνώμη ένας τέτοιος τρόπος επικοινωνίας έχει μειονεκτήματα. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι ότι εφ' όσον ο κάθε ένας θα μπορεί να μπαίνει στην σκέψη του άλλου πως θα προστατεύονται οι προσωπικές σκέψεις του καθενός; Επίσης πως θα είναι δυνατόν να μπορούν δύο άτομα να επικοινωνούν μεταξύ τους την στιγμή που άλλες σκέψεις άλλων θα μπαίνουν ταυτόχρονα στο μυαλό τους; Μάλλον θα υπάρχει μεγάλη σύγχυση.

9. Ισχυρίζομαι ότι εάν υπάρχουν νοήμονες εξωγήινοι θα πρέπει ως ενήλικες να έχουν κατά μέσο όρο ύψος από ένα μέτρο και εξήντα πόντους μέχρι το πολύ δύο μέτρα. Είναι αδύνατο να υπάρχουν γίγαντες νοήμονες εξωγήινοι οι οποίοι να έχουν αναπτύξει ανώτερο πολιτισμό και μάλιστα να έχουν κάνει διαπλανητικά ταξίδια. Μπορεί να υπάρχουν γίγαντες εξωγήινοι όπως εδώ υπάρχουν ελέφαντες ή στο παρελθόν τεράστιοι δεινόσαυροι αλλά αυτοί οι γίγαντες δεν θα είναι νοήμονες για να αναπτύξουν πολιτισμό. Για παράδειγμα γίγαντες εξωγήινοι, με ύψος δέκα μέτρα θα έχουν αναλογικά κάπου πέντε ή έξι φορές μεγαλύτερα μέλη. Κατά συνέπεια τα δάκτυλά τους θα είναι πολύ χονδρά για να μπορούν να κάνουν λεπτές εργασίες, οπότε ποτέ δεν θα τις επινοήσουν. Η μεγάλη απόσταση που θα υπάρχει του κεφαλιού και των χεριών τους από το έδαφος θα τους εμποδίζει να κάνουν εργασίες όπως τις κάνουμε εμείς και το μεγάλο βάρος τους θα τους δημιουργεί προβλήματα. Κάποια προβλήματα θα παρουσιάζονται και με τα μάτια τους όταν θα κοιτάζουν στο έδαφος και με τα αφτιά τους γιατί θα ακούν καλύτερα ήχους ψηλά και όχι χαμηλά. Δεν μπορώ να απαριθμήσω όλα τα μειονεκτήματα που θα έχουν. Αναφέρω μόνο αυτά τα λίγα. Ακόμη και να έχουν ύψος τρία μέτρα πάλι θα υπάρχουν τα ανωτέρω προβλήματα έστω και σε μικρότερη κλίμακα. Υπάρχουν και εδώ στην Γη, έστω και αν είναι πολύ λίγες οι περιπτώσεις ανθρώπων που το ύψος τους είναι επάνω από δύο μέτρα έως πιθανολογώ δύο και τριάντα πόντους, ίσως δύο και σα-

Ο εξωγήινος ET (Extra-Terrestrial) της κλασσικής ταινίας του Steven Spielberg (1982). Ο συμπαθής και φιλικός ET από έναν μακρινό πλανήτη είχε ξεμείνει στη Γη, όπου εμπιστεύθηκε τη ζωή του σε μια παρέα παιδιών.

ράντα, εάν υπάρχουν κάποιοι. Αυτοί είναι βεβαίως νοήμονες αλλά αντιμετωπίζουν κάποια προβλήματα, όχι μόνον διότι τα διάφορα αντικείμενα γύρω τους είναι δυσανάλογα προς το ύψος τους αλλά ακόμη και αν τα αντικείμενα ήταν φτιαγμένα σύμφωνα με το ύψος τους πάλι θα αντιμετώπιζαν προβλήματα που δεν τα έχουν οι άνθρωποι κάτω από δύο μέτρα έως ένα μέτρο και εξήντα πόντους περίπου. Εάν τώρα υπάρχουν εξωγήινοι και οι ενήλικες έχουν ύψος πενήντα ή σαράντα ή τριάντα εκατοστά ή και λιγότερο δεν νομίζω ότι θα είχαν την δύναμη και την ικανότητα να ερευνήσουν και να κατακτήσουν τον πλανήτη τους και να κάνουν κατασκευές που να αντέχουν σε καιρικά φαινόμενα και ένα σωρό άλλα πράγματα. Όσο για τις λεπτές εργασίες που θα μπορούσαν να κάνουν τα δάκτυλά τους δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν. Ο λόγος είναι ότι με τόσο πολύ λεπτά δάκτυλα και κυρίως τόσο πολύ κοντά είναι αδύνατο να κάνει κανείς λεπτές εργασίες ανάλογες με εκείνες που κάνουμε εμείς. Σε γενικές γραμμές τόσο μικρά πλάσματα θα αντιμετώπιζαν και αυτά ανυπέρβλητα προβλήματα για να αναπτυχθούν σε νοήμονες εξωγήινους και να δημιουργήσουν πολιτισμό και διαπλανητικά ταξίδια.

10. Ισχυρίζομαι επίσης ότι οι πλανήτες που ίσως ζουν εξωγήινοι θα πρέπει να έχουν το μέγεθος της Γης και βεβαίως να είναι πετρώδεις και να διαθέτουν και εκτεταμένες επίπεδες επιφάνειες, όπως ήδη έγραψα για αυτό το τελευταίο. Δεν θα μπορούν να είναι παρά μόνο περίπου δέκα τοις εκατό μικρότεροι ή μεγαλύτεροι και με πυκνότητα περίπου σαν αυτή της Γης. Σε ένα πετρώδη πλανήτη με μέγεθος δύο ή τρεις φορές μεγαλύτερο από αυτό της Γης είναι αδύνατο να υπάρχουν εξωγήινοι και μάλιστα νοήμονες διότι η βαρύτητα σε αυτούς τους πλανήτες θα ήταν δύο ή τρεις φορές μεγαλύτερη. Ενήλικες εξωγήινοι που να ζυγίζουν σε ένα πλανήτη διπλάσιο από τον δικό μας κατά μέσο όρο εκατό πενήντα κιλά θα ήταν πολύ δυσκίνητοι για να έχουν δραστηριότητες τέτοιες που να αναπτύξουν πολιτισμό. Ακόμη περισσότερο αδύνατο θα ήταν εάν ο μέσος όρος του βάρους τους ήταν διακόσια τριάντα κιλά ή περισσότερο σε ένα πλανήτη με μέγεθος τριπλάσιο της Γης. Εάν ο πλανήτης έχει μέγεθος το μισό ή λιγότερο από αυτό της Γης, ο εξωγήινος δεν θα μπορεί να ελέγξει τις κινήσεις του. Θα πρέπει πάντοτε να κάνει μετρημένα βήματα ή άλλες κινήσεις και πολύ περισσότερο δεν θα μπορεί να τρέξει διότι αυτό θα ήταν άκρως επικίνδυνο. Συνεπώς πάλι θα αντιμετώπιζε πολλά προβλήματα κινητικότητας και πληθώρα άλλων.

Εφ' όσον οι άνθρωποι είναι οι τελευταίοι στην εξελικτική αλυσίδα των θηλαστικών, όπως το βλέπουμε εμείς το θέμα και είναι προϊόν γενικότερης εξέλιξης από τότε που εμφανίσθηκε η ζωή στη Γη και συνάμα διαφόρων αλλαγών και τυχαίων γεγονότων που αν συνέβαιναν διαφορετικά οι άνθρωποι δεν θα υπήρχαν, γεννιέται ένα πολύ μεγάλο ερώτημα. Για να υπάρχουν νοήμονες εξωγήινοι θα πρέπει, εκτός από τις προϋποθέσεις που έθεσα εγώ στην δική μου προσέγγιση, να έχουν επί πλέον συμβεί στους πλανήτες τους οι ίδιες αλλαγές και τα ίδια τυχαία γεγονότα όπως στην Γη για να υπάρξουν; Το πράγμα περιπλέκεται. Βεβαίως υπάρχουν εκατοντάδες δισεκατομμύρια γαλαξίες στο σύμπαν που έχουν εκατοντάδες δισεκατομμύρια άστρα ο κάθε ένας, άλλοι μικρότεροι και άλλοι μεγαλύτεροι. Όμως είναι φυσικό να σκεφθεί κάποιος ότι, ναι μεν υπάρχουν τρισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων πλανητικά συστήματα αλλά αν οι προϋποθέσεις για να υπάρξουν νοήμονα όντα και αλλού είναι οι ίδιες όπως και στη Γη τότε πόσες πιθανότητες υπάρχουν να συμβούν τα πράγματα όπως και εδώ για να υπάρχουν και αλλού νοήμονες εξωγήινοι; Το όλον ζήτημα μετατίθεται στον νόμο των πιθανοτήτων. Υπάρχουν ειδικοί οι οποίοι μπορούν να κάνουν τους σχετικούς υπολογισμούς. Από την σκοπιά τη δική μου επειδή εξακολουθώ να επιθυμώ να υπάρχουν και σε πολλά άλλα μέρη μέσα στο σύμπαν νοήμονες εξωγήινοι, πολλές φορές προσπαθώ να βρω λάθη και μειονεκτήματα σε όσα ανέφερα ως γνωστά σε σχέση με την εξέλιξη της ζωής στη Γη. Δηλαδή, μήπως η εξέλιξη της ζωής στην Γη και τα τυχαία γεγονότα που την επηρέασαν με αποτέλεσμα να προκύψει ο άνθρωπος δεν είναι ο μόνος τρόπος για να εμφανισθούν νοήμονα όντα και αλλού, χωρίς όμως να παραβιάζονται οι φυσικοί νόμοι. Τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξα είναι ότι η εξέλιξη των ειδών στη Γη όπως την περιγράφει ο Δαρβίνος μαζί με τις συμπληρώσεις που έγιναν από μεταγενέστερους επιστήμονες είναι πειστική. Άραγε μάλλον μάταια προσπαθώ να βρω λάθη. Έχω σταθεί όμως σε κάτι που έχουν επισημάνει αρκετοί επιστήμονες που πιθανόν έχει κάποια λογική βάση. Αυτό είναι ότι οι μεταλλάξεις που γίνονται και που κάθε φορά διαφοροποιούν τα χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών όταν αλλάζει το περιβάλλον χρειάζονται πάρα πολύ καιρό για να γίνουν και που όλες μαζί ξεπερνούν κατά πολύ την ηλικία του ηλιακού μας συστήματος. Εάν αυτή η επισήμανση είναι αληθινή τότε πάλι περιπλέκονται τα πράγματα προς την κατεύθυνση ότι αυτά γίνονται δυσκολότερα.

Τελειώνοντας αυτή την μικρή εργασία θα ήθελα να τερματίσω αισιόδοξα. Η αισιοδοξία μου, χωρίς να μπορώ να την τεκμηριώσω, έγκειται εις το ότι μου είναι αδύνατο να πιστέψω ότι είμαστε μόνοι μας μέσα στο απέραντο σύμπαν.

στιγμές από την ιστορία του τμήματος

το Έτος Θαυμάτων του Αϊνστάιν, ο νομπελίστας t'Hooft και το Τμήμα Φυσικής

Αναστάσιος Λιόλιος
Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής

Το έτος 2005 είναι πια μακρινό *παρελθόν* για εμάς που ζούμε στο 2018, όμως το 2005 ήταν μακρινό *μέλλον* για τον νεαρό Αϊνστάιν όταν, σε ηλικία μόλις 26 ετών, δημιουργούσε, το έτος 1905, την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας! Μια θεωρία που έμελλε να αλλάξει τον ρου της ιστορίας της επιστήμης και της φιλοσοφίας.

Η νέα αυτή θεωρία μοιρασμένη σε δύο άρθρα τα οποία σηματοδοτούν την είσοδο της ανθρωπότητας στην εποχή της σχετικότητας, δημοσιεύτηκε στο επιστημονικό περιοδικό *Annalen der Physik:*

1. *On the Electrodynamics of Moving Bodies Annalen der Physik* **17**, 891-921(1905).
2. *Does the Inertia of a Body Depend upon its Energy Content? Annalen der Physik* **18**, 639-641 (1905).

Και σαν να μην έφτανε αυτό, μέσα στο ίδιο έτος, το 1905, ο Αϊνστάιν δημοσίευσε άλλες δύο σημαντικές εργασίες, η μία εκ των οποίων, αυτή για το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και τα φωτόνια, του έδωσε και το βραβείο Νόμπελ Φυσικής του 1921, ενώ η άλλη είναι για την κίνηση Brown και την κινητική θεωρία των αερίων:

3. *Concerning an Heuristic Point of View toward the Emission and Transformation of Light, Annalen der Physik* **17**, 132-148 (1905).
4. *On the Movement of Small Particles Suspended in Stationary Liquids Required by the Molecular-Kinetic Theory of Heat, Annalen der Physik* **17**, 549-560 (1905).

Αποτέλεσμα αυτής της δημιουργικής έκρηξης που συντάραξε τον επιστημονικό κόσμο, ήταν να ονομαστεί από τους ιστορικούς της Επιστήμης το έτος 1905 «Έτος των Θαυμάτων του Άλμπερτ Αϊνστάιν» - *The Annus Mirabilis of Albert Einstein.*

Εκατό χρόνια μετά, όταν η επίδραση του επιστημονικού έργου του Αϊνστάιν είχε φανεί πια αδιαμφισβήτητα σε κάθε σχεδόν πτυχή της ανθρώπινης δραστηριότητας, το έτος 2005 πήρε το όνομα «Παγκόσμιο Έτος της Φυσικής» (World Year of Physics**)**, ή «Έτος Αϊνστάιν», δίνοντας το έναυσμα για τον εορτασμό της συμπλήρωσης της εκατονταετηρίδας από το Έτος Θαυμάτων του Αϊνστάιν. Η ανακήρυξη αυτή του 2005 ως "the World Year of Physics" έγινε με πρόταση του World Congress of Physical Societies και της International Union of Pure and Applied Physics, πρόταση που έγινε αποδεκτή και υποστηρίχθηκε από την UNESCO.

Σε όλο τον κόσμο λοιπόν εορτάσθηκε το 2005 από τους φυσικούς και τα ιδρύματα στα οποία αυτοί ανήκουν, με μεγάλη επισημότητα και ποικιλία εκδηλώσεων. Το τμήμα Φυσικής του ΑΠΘ ανέθεσε τις σχετικές ενέργειες για τον εορτασμό σε μια επιτροπή από μέλη ΔΕΠ, η οποία πρότεινε και πραγματοποίησε εκδηλώσεις καθ' όλο το έτος με μεγάλη συμμετοχή του προσωπικού του καθώς και των φοιτητών του. Για την κεντρική εκδήλωση αποφασίστηκε να προσκληθεί ένας από τους κορυφαίους σύγχρονους φυσικούς με διεθνή αναγνώριση και σημαντικό έργο, ο νομπελίστας θεωρητικός φυσικός στοιχειωδών σωματιδίων Gerard 't Hooft!

Ο Gerard 't Hooft, γεννημένος το 1946, ήταν και είναι καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης (Utrecht University), στην Ολλανδία. Έγινε παγκόσμια γνωστός για το έργο του στην Θεωρητική Φυσική και πιο συγκεκριμένα για την επιτυχή επανακανονικοποίηση των θεωριών βαθμίδας, η οποία ήταν απαραίτητη για την πραγματοποίηση των θεωρητικών υπολογισμών. Ο 't Hooft τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1999, μαζί με τον επιβλέποντα της διδακτορικής διατριβής του, τον καθηγητή Martinus Veltman, «for elucidating the quantum structure of electroweak interactions", δηλαδή «για την αποσαφήνιση της κβαντικής δομής των ηλεκτρασθενών αλληλεπιδράσεων». Εργάσθηκε επίσης σε θέματα σχετικά με τις μελανές οπές και την κβαντική βαρύτητα.

Στην πανηγυρική Τελετή για το Παγκόσμιο Έτος Φυσικής 2005 που πραγματοποιήθηκε στην αίθουσα τελετών του Αριστοτελείου Πανε-

Ο Gerard 't Hooft λίγο πριν την έναρξη της ομιλίας του στην αίθουσα τελετών του ΑΠΘ.

πιστημίου Θεσσαλονίκης, στις 11 Οκτωβρίου 2005, η κεντρική ομιλία ήταν του καθηγητή Gerard 't Hooft.

Ο ομιλητής, παρά το ότι η ομιλία του είχε αντικείμενο την σύγχρονη Φυσική και τις εξελίξεις της, άρχισε με κάποιες προτάσεις σε αρχαία ελληνικά (!), τονίζοντας κατόπιν το πόσο σημαντική ήταν γι' αυτόν η κλασσική παιδεία που έλαβε στα μαθητικά του χρόνια, με τη μελέτη των αρχαίων ελληνικών και των λατινικών και πόσο υπερήφανος νοιώθει που έτυχε μιας τέτοιας παιδείας. Προέβλεψε μάλιστα ότι, επειδή στην πατρίδα του έχει αρχίσει να ατονεί πια το ενδιαφέρον για τον αρχαίο κλασσικό πολιτισμό, ίσως να επηρεαστεί η επιστημονική παραγωγή ακόμη και στις θετικές επιστήμες και ίσως να μην υπάρξουν στο μέλλον άλλοι Ολλανδοί επιστήμονες που θα καταφέρουν να φτάσουν στο βραβείο Νόμπελ Φυσικής!

Τα μέλη του Τμήματος Φυσικής είχαν την ευκαιρία να ακούσουν το νομπελίστα καθηγητή και σε μια συζήτηση χωρίς χρονικό περιορισμό και συγκεκριμένο πρωτόκολλο, σε αίθουσα του 4ου ορόφου της Σ.Θ.Ε., το πρωί της ημέρας του επίσημου εορτασμού. Ο προσκεκλημένος εντυπωσίασε με την ευρύτητα των γνώσεών του, την ευστοχία στις απαντήσεις του, τον ήπιο χαρακτήρα του και την αμεσότητά του.

Το ενδιαφέρον και το εντυπωσιακό είναι για εμάς είναι ότι ο Gerard 't Hooft προσπαθεί και σήμερα να συμβάλλει στην εισαγωγή των νέων ανθρώπων σε αυτό που λέμε Θεωρητική Φυσική, όχι μόνον με την διδασκαλία των φοιτητών του, αλλά και με έναν πιο ευρύ τρόπο μέσω του διαδικτύου. Κατασκεύασε λοιπόν μια ιστοσελίδα για να δείξει στους νέους φοιτητές ή και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας (που δεν έχουν την δυνατότητα να σπουδάσουν), ποια βήματα πρέπει να ακολουθήσουν ώστε να γίνουν καλοί θεωρητικοί φυσικοί ή τουλάχιστον να κατανοήσουν την σύγχρονη φυσική. Προτείνει ένα πλήθος άρθρων και βιβλίων που πρέπει να διαβάσουν, τα περισσότερα από τα οποία διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο. Σχετικό άρθρο γι' αυτό έχει δημοσιευθεί στο physics-gg με τον τίτλο «Πώς να γίνετε ένας ΚΑΛΟΣ θεωρητικός φυσικός» (How to become a GOOD Theoretical Physicist).

Στο τμήμα Φυσικής έγιναν και άλλες εκδηλώσεις εκτός της κεντρικής εκδήλωσης στην αίθουσα τελετών. Έτσι, μάλλον για πρώτη φορά στο ΑΠΘ και πολύ πριν εισαχθεί ο θεσμός «ΑΠΘ την Κυριακή», έγινε η εκδήλωση «Ανοικτές Θύρες» και η οποία κράτησε τρεις ημέρες και έδωσε την ευκαιρία σε μεγάλο πλήθος νέων ανθρώπων, κυρίως μαθητών, να επισκεφθούν τους χώρους του τμήματος και να συνομιλήσουν για επιστημονικά θέματα με τα μέλη του Τμήματος.

Άλλη σημαντική εκδήλωση ήταν η δι-ημερίδα για τις «Ερευνητικές δραστηριότητες στο Τμήμα Φυσικής», που πραγματοποιήθηκε στην αίθουσα Α31 της ΣΘΕ, 6-7 Δεκεμβρίου 2005. Η εκδήλωση αυτή απευθυνόταν κυρίως στους φοιτητές του Τμήματος Φυσικής με σκοπό να τους ενημερώσει για την πρωτότυπη γνώση που παράγει το Τμήμα μας μέσω της έρευνας αλλά και να τους βοηθήσει, ενδεχομένως, στις επιλογές τους π.χ. για τα θέματα πτυχιακής εργασίας. Τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος Φυσικής είχαν τη δυνατότητα να παρουσιάσουν κατά την ημερίδα, με μία δεκαπεντάλεπτη ομιλία ο καθένας, την ερευνητική δραστηριότητα που είχαν μόνοι τους ή στα πλαίσια ερευνητικών ομάδων.

Ας σημειωθεί τέλος ότι κατά το 2005 έγινε επίσης το συνέδριο Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων της Ελληνικής Εταιρείας Φυσικής Υψηλών Ενεργειών «Recent Advances in Particle Physics and Cosmology», στο Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ., 21-24 Απριλίου 2005, ενώ δόθηκε ομιλία για το πλατύ κοινό από τον διεθνούς φήμης καθηγητή Ι. Ηλιόπουλο.

Το 2005 ήταν μια χρονιά αξιομνημόνευτη για τους φυσικούς του ΑΠΘ, από κάθε άποψη!

ορκωμοσίες πτυχιούχων

οι νέοι πτυχιούχοι του Τμήματος Φυσικής

την Παρασκευή 27/7/2018 πραγματοποιήθηκε στην Αίθουσα Τελετών του Α.Π.Θ. ορκωμοσία νέων πτυχιούχων του τμήματος.

• ΑΓΓΕΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ • ΑΓΓΕΛΙΤΣΗ ΣΩΤΗΡΙΑ • ΑΓΡΙΔΟΣ ΠΕΤΡΟΣ • ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΠΟΛΥΚΑΡΠΟΣ • ΑΛΜΑΛΟΓΛΟΥ ΕΛΕΝΑ ΙΩΑΝΝΑ ΕΛΕΑΝΑ • ΒΑΣΙΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ • ΒΕΡΓΙΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ • ΒΛΑΧΟΥΔΗ ΕΙΡΗΝΗ ΚΥΡΙΑΚΗ • ΓΑΛΛΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ • ΓΙΑΛΑΒΟΥΖΙΔΟΥ ΠΕΡΙΣΤΕΡΑ • ΓΙΡΓΩΛΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ • ΓΚΑΝΟΥΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ • ΓΡΙΒΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ • ΔΑΓΚΟΥ ΠΑΣΧΑΛΙΑ • ΔΟΥΛΙΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ • ΘΕΟΛΟΓΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ • ΚΑΡΑΒΑΓΓΕΛΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ • ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ • ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΗΣ ΠΑΥΛΟΣ • ΚΑΡΑΝΑΣΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ • ΚΙΟΣΕΟΓΛΟΥ ΕΛΙΣΑΒΕΤ • ΚΙΟΣΕΟΓΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ • ΚΟΛΙΤΣΙΔΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ • ΚΟΥΓΙΟΥΜΤΖΟΓΛΟΥ ΦΙΛΙΤΣΑ ΡΑΦΑΗΛΙΑ • ΚΟΥΜΙΔΗΣ ΦΩΤΙΟΣ • ΚΟΧΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ • ΚΩΝΣΤΑΝΤΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ • ΛΑΣΗΘΙΩΤΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΣ • ΜΑΥΡΙΔΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΜΙΣΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ • ΜΟΛΟΧΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ • ΜΠΑΛΑΣΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΜΠΑΝΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ • ΜΠΑΡΔΑΝΙΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΜΠΑΡΜΠΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ • ΜΠΑΤΣΙΟΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΝΙΚΟΛΑΙΔΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ • ΟΚΚΑΛΙΔΗΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ • ΠΑΓΩΝΗΣ ΟΡΕΣΤΗΣ • ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ • ΠΑΠΑΜΗΝΑΣ ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ • ΠΑΡΑΣΧΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ • ΠΡΙΜΙΚΥΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ • ΠΡΩΙΟΥ ΕΛΕΝΗ • ΣΑΡΡΗ ΜΑΡΙΑ • ΣΤΥΛΙΑΝΙΔΗΣ ΕΥΓΕΝΙΟΣ • ΣΦΑΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΤΣΑΓΚΑΡΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ • ΤΣΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΤΣΑΠΡΑΖΗ ΕΛΕΝΗ • ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ • ΧΑΤΖΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ • ΧΟΥΡΖΑΜΑΝΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

την Παρασκευή 23/11/2018 πραγματοποιήθηκε στην Αίθουσα Τελετών του Α.Π.Θ. ορκωμοσία νέων πτυχιούχων του τμήματος.

• ΑΚΡΙΤΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΑΛΑΚΙΟΖΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ • ΒΟΥΤΣΑ ΒΕΝΕΤΙΑ • ΓΙΑΛΑΜΠΟΥΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΖΕΛΤΣΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ • ΖΙΩΓΟΥ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ • ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ • ΚΑΝΔΥΛΑ ΘΕΟΔΩΡΑ • ΚΑΡΕΤΣΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ • ΚΑΡΛΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ • ΚΟΥΜΠΟΥΛΑ ΡΑΦΑΕΛΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ • ΛΑΣΚΑΡΙΔΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ • ΛΕΒΕΝΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ •ΛΕΩΝΙΔΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ • ΛΙΑΡΤΣΗ ΤΑΝΙΑ • ΜΑΧΑΙΡΑΣ ΗΛΙΑΣ • ΜΗΤΣΙΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ • ΜΟΥΖΑ ΕΛΕΝΗ • ΜΟΥΝΤΖΟΥΡΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ • ΜΟΥΝΤΖΟΥΡΙΔΟΥ ΕΙΡΗΝΗ ΝΕΦΕΛΗ • ΜΠΑΣΛΗΣ ΠΑΛΛΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ • ΜΠΙΖΙΟΥΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΜΠΟΥΦΙΔΟΥ ΦΙΛΟΘΕΗ • ΜΩΡΙΑΤΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ • ΠΑΝΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ • ΠΑΠΑΒΡΑΜΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΠΑΠΑΔΟΓΙΑΝΝΑΚΗ ΣΟΦΙΑ • ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ • ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ • ΠΑΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ • ΡΕΝΤΗ ΑΝΝΑ • ΡΟΥΝΗ ΜΑΡΙΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ • ΣΑΜΑΝΗΣ ΜΑΡΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ • ΣΑΡΑΝΤΟΥΔΑ ΣΜΑΡΑΓΔΑ • ΣΟΦΟΚΛΕΟΥΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ • ΤΖΑΝΕΤΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ • ΤΟΥΜΑΝΙΔΟΥ ΟΛΓΑ • ΤΣΑΚΙΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ • ΤΣΑΛΟΥΚΙΔΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ • ΤΣΑΤΣΑΝΗΣ ΜΕΝΕΛΑΟΣ • ΤΣΕΛΕΠΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ • ΦΥΣΕΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ • ΧΑΔΟΥΛΗΣ ΡΙΖΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

** παρατίθενται μόνο τα ονόματα αυτών που συναίνεσαν*

ορκωμοσίες διδακτόρων

οι νέοι διδάκτορες του Τμήματος Φυσικής

την Πέμπτη 12/7/2018 ορκίστηκαν οι νέοι διδάκτορες του τμήματος

Διδάκτορας	Επιβλέπων	Θέμα
ΓΕΝΤΣΟΣ ΧΡΙΣΤΟΣ	Σ. Νικολαΐδης	Υψηλών-επιδόσεων υλοποίηση αλγορίθμων σε επαναδιαρθρώσιμο υλικό
ΔΙΝΤΣΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Χ. Πολάτογλου	Μελέτη και ανάλυση της εξ αποστάσεως εργαστηριακής εκπαίδευσης στη Φυσική με πραγματικά πειράματα
ΚΑΖΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Γ. Κίτης	Δοσιμετρία υψηλών δόσεων με έμφαση στην βιομηχανική αποστείρωση και δοσιμετρία ατυχημάτων ακτινοβολίας
ΠΛΙΑΤΣΙΚΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Π. Πατσαλάς	Ανάπτυξη και αυτο-οργάνωση πλασμονικών σωματιδίων με εφαρμογές τους σε μοριακούς αισθητήρες

σεμινάριο του τμήματος

εισαγωγή στην υγεία και ασφάλεια στην εργασία

Στο πλαίσιο των σεμιναρίων του τμήματος Φυσικής, δόθηκε την Τετάρτη 12 Δεκεμβρίου 2018, στην αίθουσα Α31 της ΣΘΕ, σεμινάριο με θέμα «Εισαγωγή στην υγεία και ασφάλεια στην εργασία». Η χρησιμότητα του σεμιναρίου για την υγεία του προσωπικού του Τμήματος και της Σχολής και των φοιτητών/φοιτητριών ήταν μεγάλη, παρά τη χαμηλή προσέλευση, αφού για πρώτη φορά τέθηκε το θέμα της εκπαίδευσης για την αποφυγή ατυχημάτων ή επαγγελματικών ασθενειών όλων όσων με τον ένα ή τον άλλο τρόπο περνούν ένα μεγάλο μέρος της ζωής τους στη Σχολή. Ο Δρ. Αντώνης Ταργουτζίδης, μηχανολόγος μηχανικός, συντονιστής παραρτημάτων και υπεύθυνος του παραρτήματος Θεσσαλονίκης του Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (Ελ.ΙΝ.Υ.Α.Ε), περιέγραψε τους βασικούς όρους για τα θέματα ασφάλειας έναντι ατυχημάτων κατά την εργασία και την εκπαίδευση, τις βασικές γραμμές του νομικού πλαισίου και τις υποχρεώσεις των υπευθύνων φορέων.

Σαν συμπέρασμα προκύπτει ότι η ενημέρωση όλων των εργαζομένων του Τμήματος και της Σχολής και των φοιτητών/φοιτητριών για την πρόληψη ατυχημάτων είναι κάτι το οποίο πρέπει απαραίτητα να γίνεται και μάλιστα σε τακτική βάση, όπως συμβαίνει σε όλα τα ευρωπαϊκά ιδρύματα.

ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ & ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Η προαγωγή της υγείας στο χώρο εργασίας είναι μία συντονισμένη προσπάθεια των εργοδοτών, των εργαζομένων και της κοινωνίας, με στόχο τη βελτίωση της υγείας και της ευεξίας των ανθρώπων στο εργασιακό περιβάλλον»

Απόσπασμα από τη Διακήρυξη του Λουξεμβούργου για την προαγωγή της υγείας στο χώρο εργασίας

αναγόρευση επίτιμου διδάκτορα

Leon O. Chua

Τη Δευτέρα 22 Οκτωβρίου 2018 ο καθηγητής Leon O. Chua αναγορεύτηκε επίτιμος διδάκτορας του Τμήματος Φυσικής κατά τη διάρκεια τελετής που πραγματοποιήθηκε στην αίθουσα τελετών του παλαιού κτιρίου της Φιλοσοφικής Σχολής του ΑΠΘ. Στα πλαίσια της τελετής, ο τιμώμενος έδωσε ομιλία με θέμα «Local Activity Principle: A New Law of Thermodynamics».

Στη σελ. 5 αυτού του τεύχους υπάρχει η συνέντευξη που παραχώρησε ο τιμώμενος στον φοιτητή του τμήματός μας Β. Μαρουφίδη. Ο κ. Leon O. Chua είναι ομότιμος καθηγητής στον τομέα των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια.

Είναι ιδιαίτερα γνωστός στην επιστημονική κοινότητα λόγω της επινόησης του memristor και του κυκλώματος Chua και θεωρείται ως ο «πατέρας» της θεωρίας των μη γραμμικών κυκλωμάτων. 37 χρόνια μετά την μνημειώδη δημοσίευσή του "Memristor – The missing circuit element" το 1971, το memristor κατασκευάστηκε στα εργαστήρια της Hewlett Packard (2008), επαληθεύοντας την θεώρηση του κ. Chua και ενεργοποιώντας μια έντονη ερευνητική δραστηριότητα ως προς την αναζήτηση εφαρμογών του νέου στοιχείου, με έμφαση στα κυκλώματα μνήμης και στην τεχνητή νοημοσύνη, όπου προβλέπεται ότι θα αντικαταστήσει το τρανζίστορ λόγω των βελτιώσεων που θα επιφέρει στον απαιτούμενο χώρο, στην κατανάλωση ενέργειας και στην ταχύτητα. Ο κ. Leon O. Chua είναι συγγραφέας ή συν-συγγραφέας σε περίπου 630 δημοσιεύσεις σε περιοδικά και συνέδρια και το έργο του έχει λάβει πάνω από 30.500 ετεροαναφορές με h-index=79. Διαθέτει επίσης 7 πατέντες στις ΗΠΑ. Η ερευνητική του συνεισφορά έχει αναγνωριστεί διεθνώς μέσω πλήθους βραβείων και διακρίσεων, ενώ του απονεμήθηκε ο τίτλος του Επίτιμου Διδάκτορα από 16 αναγνωρισμένα πανεπιστήμια στην Ευρώπη, την Ιαπωνία και την Κίνα.

Ο καθηγητής κ. Leon O. Chua παραλαμβάνει την τιμητική πλακέτα του από τον Πρύτανη του ΑΠΘ, καθηγητή κ. Περικλή Μήτκα, κατά την τελετή αναγόρευσής του σε επίτιμο διδάκτορα του τμήματος Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΑΠΘ .

Τα προγράμματα μεταπτυχιακών σπουδών του Τμήματος Φυσικής

- Ηλεκτρονική Φυσική (Ραδιοηλεκτρολογία)
  E-mail: elecom@physics.auth.gr
  Τηλ: 2310 998430

- Φυσική και Τεχνολογία Υλικών
  E-mail: materials@physics.auth.gr
  Τηλ: 2310 998027

- Φυσική Περιβάλλοντος
  E-mail: msc-env@physics.auth.gr
  Τηλ: 2310 998191

- Υπολογιστική Φυσική
  E-mail: glalazis@auth.gr
  Τηλ: 2310 998352

- Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία
  E-mail: evris@physics.auth.gr
  Τηλ: 2310 998216

- Υποατομική Φυσική και Τεχνολογικές Εφαρμογές
  E-mail: tzamarias@auth.gr
  Τηλ: 2310 998154

- Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες
  (Διατμηματικό ΠΜΣ)
  E-mail: nninfo@physics.auth.gr
  Τηλ: 2310 998952

ISSN: 2529-1874 · 2529-1882 (online)