



ΦΥΣΙΚΗ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Γυμνάσιο Κολλεγίου
Αθηνών

Φοσική Σκέψη

Μαθηματική Σκέψη

Πληροφορική Σκέψη

2015-2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελ. 1	Περιεχόμενα
σελ. 2	Πρόλογος
σελ. 3	Επίσκεψη στην Πάτρα
σελ. 6	Άρθρα
σελ. 19.....	Εργασίες Φυσικής Σκέψης
σελ. 110	Εργασίες Μαθηματικής Σκέψης
σελ. 147.....	Ανέκδοτα
σελ. 148	Γρίφοι
σελ. 150.....	Προτάσεις Ταινιών
σελ. 151.....	Μαθητές
σελ. 158.....	Απολογισμός

ΑΡΘΡΑ

Ηλεκτρόνιο και Μαγνητισμός
Φθορισμός vs Φωσφορισμός
Οι καινοτόμοι

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Αβραντίνη Αθηνά
Αλτ Χέννες
Δημοπούλου Αγγελική

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ

Ζαφείρης Επαμεινώνδας
Ζήκος Κωνσταντίνος
Καράμπελάς Ανδρέας
Κωτσογιάννη Μαριάννα
Τζαβιδόπουλος Ηλίας
Τλα Βασιλική

ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Ραδιενέργεια
Δημιουργία και Είδη των Γαλαξιών
Κβαντική Μηχανική
Ήχος και Φράγμα του Ήχου
Ο Κομήτης του Χάλεϊ
Καιρός και Καιρικά Φαινόμενα
Φωτόνιο
Ο Δίας και οι Δορυφόροι Του
Ιονίζουσες Ακτινοβολίες

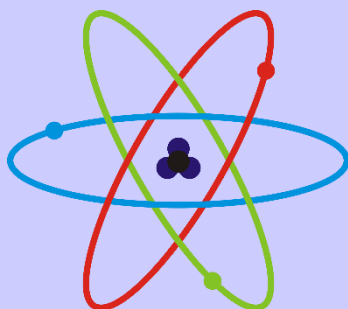
Πρώτοι Αριθμοί
Άλαν Τούρινγκ
Αριθμητικά Συστήματα
Πλακοστρώσεις
Δημήτριος Αιγινήτης
Hoverbike

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αγαπητέ αναγνώστη,

Η συντακτική επιτροπή σε καλωσορίζει στη φετινή έκδοση του περιοδικού «ΦΥΣΙΚΗ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ». Το περιοδικό αυτό περιέχει άρθρα, συνθετικές εργασίες μαθητών που πραγματεύονται θέματα φυσικής, μαθηματικών και πληροφορικής, γρίφους, ανέκδοτα, καθώς και την περιγραφή της επίσκεψής μας στην Εστία Επιστημών της Πάτρας. Απώτερος σκοπός μας είναι το περιοδικό αυτό να σταθεί ως αφορμή για περαιτέρω έρευνα σε ατομικό επίπεδο. Ακόμη, ευελπιστούμε να γίνει αντιληπτό ότι η φυσική, τα μαθηματικά και η πληροφορική είναι κάτι πολύ παραπάνω από τύπους, ορισμούς, εξισώσεις και σχήματα και απλώνονται πέρα από τους τοίχους της τάξης μας. Τις επιστήμες αυτές δεν πρέπει να τις φοβόμαστε, αλλά να τις αγαπάμε και να τις εξετάζουμε σε βάθος, καθώς είναι τρόπος σκέψης και ερμηνεία των πάντων γύρω μας. Κατά την ανάγνωση ελπίζουμε να ενδιαφερθείς, να προβληματιστείς, να διευρύνεις τους ορίζοντές σου και να αγαπήσεις την πληροφορική, τα μαθηματικά και τη φυσική.

Η συντακτική επιτροπή σου εύχεται καλή ανάγνωση και καλό καλοκαίρι!



Περιγραφή Επίσκεψης στην Εστία Επιστημών Πάτρας

Όπως κάθε χρόνο, έτσι και φέτος, οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου που συμμετέχουμε στη Φυσική, Μαθηματική και Πληροφορική Σκέψη είχαμε τη μοναδική ευκαιρία να επισκεφθούμε την Εστία Επιστημών Πάτρας.

Παρασκευή 17 Μαρτίου



Οι μαθητές γύρω από ένα έκθεμα

Στις 8:30 το πρωί, την ώρα που όλοι οι υπόλοιποι μαθητές ετοιμάζονται για μάθημα, εμείς βρισκόμαστε γεμάτοι ανυπομονησία έξω από το Μπενάκειο, με τις βαλίτσες στο χέρι, περιμένοντας να μπορούμε στα σχολικά που θα μας μεταφέρουν στην Πάτρα. Αν και η τρίωρη διαδρομή για κάποιους είναι κουραστική, η κούραση αμέσως αντικαθίσταται από ενθουσιασμό με το που φτάνουμε στον προορισμό μας. Τα εντυπωσιακά εκθέματα στην είσοδο τραβούν την προσοχή μας, ενώ παράλληλα μας κάνουν να σκεφτούμε και να προβληματιστούμε.

Μετά από λίγο, μαζευτήκαμε στο αμφιθέατρο, όπου οι καθηγητές μάς καλωσόρισαν και ξεκίνησαν να μας ενημερώνουν για τις δραστηριότητες που μας περίμεναν στο



Συγκέντρωση στο
αμφιθέατρο

Κέντρο Επιστημών, καθώς και τους στόχους του προγράμματος. Χωριστήκαμε ύστερα σε τρεις ομάδες, κάθε μια από τις οποίες θα ασχολούνταν είτε με Μαθηματικά είτε με Φυσική είτε με Πληροφορική.

Αμέσως μετά το τέλος της συγκέντρωσης αυτής, κατευθυνθήκαμε στις αίθουσες των διαδραστικών εκθέσεων της Εστίας, οι οποίες μας ενθουσίασαν αμέσως. Οι αίθουσες αυτές περιείχαν διάφορα εκθέματα-πειράματα μαθηματικών, φυσικής και πληροφορικής που στηρίζονταν στη δημιουργική σκέψη. Για αρκετή ώρα περιηγηθήκαμε στον χώρο προσπαθώντας να λύσουμε τους γρίφους και τα προβλήματα που μας παρουσιάζονταν. Έπειτα κατευθυνθήκαμε ανά ομάδα στις αίθουσες, όπου θα συζητούσαμε και θα προσπαθούσαμε να επιλύσουμε ομαδικά τα ενδιαφέροντα θέματα τα οποία μας ανατέθηκαν. Ακολούθησε ένα σύντομο διάλειμμα για πίτσα και αναψυκτικό και ύστερα επιστρέψαμε και πάλι στις ομάδες μας.

Αργότερα το απόγευμα έφτασε η ώρα να πάμε στο ξενοδοχείο. Καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής οι μαθητές συζητούσαν και συχνά διαφωνούσαν μεταξύ τους σχετικά με τις λύσεις των προβλημάτων της κάθε ομάδας. Η μέρα δεν τελείωσε έτσι όμως, καθώς αφού τακτοποιηθήκαμε στο ξενοδοχείο και ετοιμαστήκαμε, βγήκαμε για έναν χαλαρωτικό περίπατο το βράδυ στην Πάτρα. Κατά τις 11 επιστρέψαμε στο ξενοδοχείο, ενώ στις 12 έπρεπε όλοι να βρισκόμαστε στα δωμάτιά μας.

Σάββατο 18 Μαρτίου

Δεν θέλαμε να χάσουμε την μέρα μας, οπότε ξυπνήσαμε πρωί-πρωί, φάγαμε πρωινό και αναχωρήσαμε για την Εστία Επιστημών. Κατά τη δεύτερη μέρα της επίσκεψής μας μαζευτήκαμε ξανά στο αμφιθέατρο, όπου η κάθε ομάδα θα παρουσίαζε στις υπόλοιπες κάποια από τα θέματα με τα οποία ασχολήθηκε, καθώς και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε. Συγκεκριμένα, η ομάδα των μαθηματικών παρουσίασε το πρόβλημα του Θαλή, τον τρόπο δηλαδή με τον οποίο μπορεί κάποιος να υπολογίσει το ύψος της πυραμίδας του Χέοπα, με μοναδικά εργαλεία μια ράβδο, το φως του Ήλιου και την ευφυΐα του. Η ομάδα της φυσικής ασχολήθηκε με την πτώση των αντικειμένων και με το αν επηρεάζει η μάζα του αντικειμένου την ταχύτητα με την οποία φτάνει στο έδαφος. Τέλος, η ομάδα της πληροφορικής παρουσίασε προβλήματα που σχετίζονταν με τη λογική. Η διαδικασία αυτή των παρουσιάσεων μάς επέτρεψε να εμπλουτίσουμε τις γνώσεις μας, καθώς μάθαμε αρκετά πράγματα πάνω στα θέματα στα οποία εργάστηκαν οι άλλες ομάδες.

Δυστυχώς, όλα τα καλά έχουν και ένα τέλος, οπότε αποχαιρέτισαμε την Εστία Επιστημών. Η γεμάτη νέες εμπειρίες αυτή επίσκεψη έκλεισε με ένα γεύμα σε ταβέρνα του Ρίου, ύστερα από το οποίο επιστρέψαμε στο σχολείο. Η επίσκεψη αυτή θα μας μείνει αξέχαστη!



ΑΡΘΡΑ

Επιμέλεια: Παπασπυρίδης Κωνσταντίνος

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Το ηλεκτρόνιο είναι ένα από τα 3 σωματίδια που φτιάχνουν την ύλη των ατόμων. Αυτό είναι κυρίως υπεύθυνο για την χημική συμπεριφορά των στοιχείων. Σύμφωνα με την κλασική φυσική, αυτά τα απειροελάχιστα μικροσκοπικά σωματίδια, βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα του ατόμου, η οποία καταλαμβάνει μεγάλο όγκο του ατόμου. Το αρνητικό φορτίο του ηλεκτρονίου είναι ίσο και αντίθετο με το θετικό φορτίο του πρωτονίου οπότε, σε ένα ουδέτερο άτομο, ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι ακριβώς ίσος με τον αριθμό των πρωτονίων. Τα ηλεκτρόνια υπάρχουν σε συγκεκριμένες περιοχές, σε τροχιές, οι οποίες ξεκινούν από σχετικά κοντά στον πυρήνα και εκτείνονται προς τα έξω. Στην εσωτερική (κοντινή) τροχιά υπάρχουν θέσεις μόνο για 2 ηλεκτρόνια. Στην αμέσως επόμενη, οι θέσεις είναι 8, και στην τρίτη 18. Ο γενικός κανόνας για το πόσα ηλεκτρόνια μπορούν να χωρέσουν σε κάθε τροχιά είναι $2n^2$, όπου n είναι ο αριθμός της τροχιάς. Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι μόλις $1/1836$ της μάζας του πρωτονίου ή του νετρονίου, οπότε καταλαβαίνουμε ότι τα ηλεκτρόνια συνεισφέρουν πολύ λίγο στη συνολική μάζα του ατόμου, ακόμη κι όταν εξετάζουμε άτομα με μεγάλο αριθμό ηλεκτρονίων. Λόγω του ηλεκτρικού του φορτίου και της περιστροφής του γύρω από τον άξονά του, παράγει ένα μαγνητικό πεδίο.

Ο μαγνητισμός συνδέεται άμεσα με τον ηλεκτρισμό. Όπως ένα ηλεκτρικό φορτίο περιβάλλεται από ηλεκτρικό πεδίο, το ίδιο φορτίο περιβάλλεται και από μαγνητικό πεδίο αν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια που κινούνται σχετίζονται άμεσα και με ηλεκτρικό και με μαγνητικό πεδίο, δηλαδή το μαγνητικό πεδίο παράγεται από την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων.

Οπότε έχουμε το ερώτημα: αν η κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων παράγει μαγνητισμό, πού ακριβώς βρίσκεται αυτή η κίνηση σε ήδη μαγνητισμένα αντικείμενα; Η απάντηση είναι, ότι βρίσκεται στα ηλεκτρόνια που υπάρχουν στον μαγνήτη: Ξέρουμε ότι τα

ηλεκτρόνια βρίσκονται σε αέναη κίνηση. Δυο είδη κίνησης των ηλεκτρονίων συνεισφέρουν στην μαγνητική συμπεριφορά τους: η περιστροφή τους γύρω από τον πυρήνα και το spin. Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα και γύρω από τον άξονά τους. Στους περισσότερους μαγνήτες, η δεύτερη κίνηση (spin) είναι αυτή που συμβάλει στον μαγνητισμό. Κάθε περιστρεφόμενο ηλεκτρόνιο είναι ένας μικροσκοπικός μαγνήτης. Όποτε ένα ζευγάρι περιστρεφόμενα ηλεκτρόνια δημιουργούν έναν ακόμη πιο ισχυρό μαγνήτη. Όμως, ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων που περιστρέφονται αντίθετα εξουδετερώνουν το μαγνητικό πεδίο το ένα του άλλου. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο τα περισσότερα αντικείμενα δεν είναι μαγνήτες. Αλλά σε στοιχεία όπως ο σίδηρος, το νικέλιο και το κοβάλτιο τα spin (οι περιστροφές των ηλεκτρονίων γύρω από τον άξονά τους), δεν ακυρώνουν η μια την άλλη. Κάθε άτομο σιδήρου έχει 4 ηλεκτρόνια των οποίων το spin δεν αλληλο-ακυρώνεται. Οπότε, κάθε άτομο σιδήρου είναι ένας μικροσκοπικός μαγνήτης. Το ίδιο ισχύει σε γενικές γραμμές και για τα άτομα του νικελίου και του κοβαλτίου. Οι πιο συνηθισμένοι μαγνήτες είναι φτιαγμένοι από κράματα που περιέχουν αυτά τα μέταλλα.

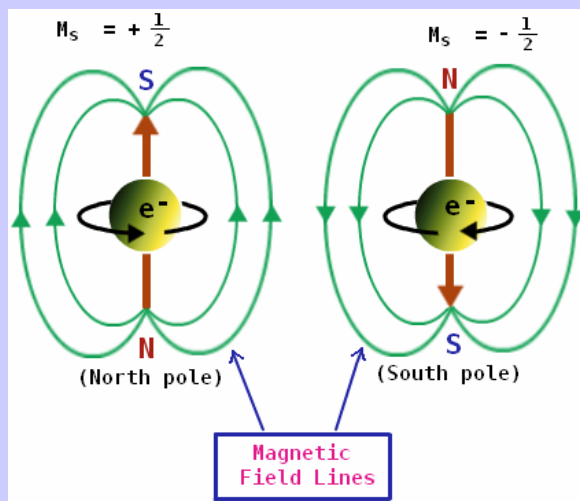
(Conceptual Physics, pages 481-482)

Κάτι ενδιαφέρον όμως. Αν ένας μαγνήτης δεν κολλάει στην πόρτα του ψυγείου σας (τα οποία συνήθως είναι φτιαγμένα από ανοξείδωτο ατσάλι, δηλαδή κράμα σιδήρου με άνθρακα), η πόρτα είναι φτιαγμένη από κράμα σιδήρου και νικελίου. Όμως οι μαγνήτες θα κολλήσουν μια χαρά στο ατσάλι αν, αντί για νικέλιο, το κράμα έχει χρώμιο!

(Conceptual Physics, page 480)

Το spin κάθε ηλεκτρονίου και οι μεγάλοι 25χρονοι φυσικοί

Στα χρόνια που ακολούθησαν, το περιφερόμενο ηλεκτρόνιο έπαψε να θεωρείται σημειακό αντικείμενο και άρχισε να κυριαρχεί η ιδέα μιας ιδιοπεριστροφής του – spin-, μιας κίνησης την οποία θα μπορούσε να περιγράψει η έννοια "στροφορμή". Η σχετική πρόταση υπεδείκνυε ότι η στροφορμή λόγω ιδιοπεριστροφής έπρεπε να είναι ίση ακριβώς με το μισό της στοιχειώδους στροφορμής $h/2\pi$ λόγω της περιφοράς του ηλεκτρονίου. Το 1925 ο Wolfgang Pauli (Βόλφγκανγκ Πάουλι) – τότε 25 ετών- πρότεινε έναν κβαντικό αριθμό $-m_s$ ο οποίος θα μπορούσε να περιγράψει την ιδιοπεριστροφή του ηλεκτρονίου. Ο αριθμός όμως αυτός θα ήταν δυνατόν να παίρνει μόνο τις τιμές $1/2$ και $-1/2$, γεγονός που εκφράζει τις δύο μόνο επιλογές προσανατολισμού που είχε το διάνυσμα της στροφορμής λόγω ιδιοπεριστροφής του ηλεκτρονίου.



(<http://users.sch.gr/kassetas/angmoment4.htm>)

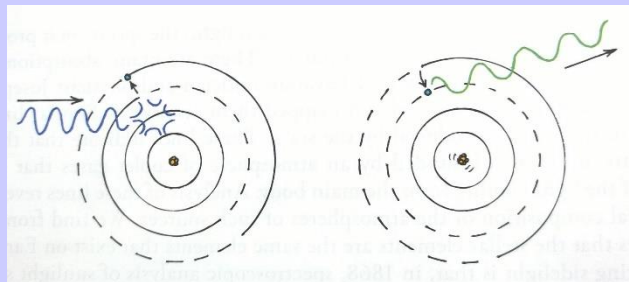
Το 1928 ο Άγγλος Paul Dirac, τότε 26 ετών, τροποποιώντας την εξίσωση του Schrödinger ώστε να την κάνει συμβατή με τη θεωρία της Σχετικότητας, -Dirac's relativistic wave equation- απέδειξε ότι η "εμμονή" του ηλεκτρονίου να έχει μόνο τις δύο επιλογές spin είναι φυσική συνέπεια της τροποποιημένης σχετικιστικής εξίσωσης.

(<http://jahschem.wikispaces.com/Electron+Address?responseToken=0df572764dd3b823628a8d1afb8d8bf7b>)

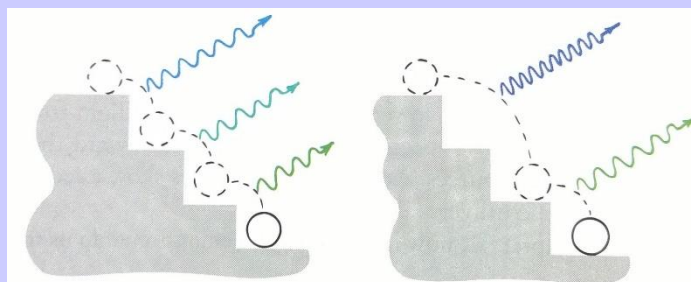
ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ VS ΦΩΣΦΟΡΙΣΜΟΣ

Φθορισμός

Ένα άτομο είναι δυνατόν να διεγερθεί απορροφώντας ένα φωτόνιο φωτός. Από την σχέση $E=hf$ (h είναι η σταθερά του Planck, και f είναι η συχνότητα του φωτονίου), βλέπουμε ότι φως υψηλής συχνότητας, όπως το υπεριώδες, που είναι πέρα από το ορατό φάσμα, έχει φωτόνια με μεγαλύτερη ενέργεια από ότι το φως με χαμηλότερη συχνότητα. Κάποιες ουσίες διεγείρονται όταν φωτιστούν με υπεριώδες φως. Αυτές εκπέμπουν ορατό φως όταν από-διεγερθούν. Η δράση αυτή λέγεται φθορισμός. Σε αυτές τις ουσίες, ένα φωτόνιο του υπεριώδους φωτός διεγείρει το άτομο, μετατοπίζοντας ένα ηλεκτρόνιο του σε υψηλότερη ενεργειακή θέση. Με αυτήν την κβαντική μετατόπιση, το άτομο μπορεί να πηδήσει μερικές ενδιάμεσες ενεργειακές θέσεις. Οπότε, όταν αυτό το άτομο από-διεγερθεί, μπορεί να το κάνει παίρνοντας και τις μικρότερες, ενδιάμεσες κβαντικές θέσεις, εκπέμποντας φωτόνια χαμηλότερης ενέργειας.



Η όλη διαδικασία διέγερσης και από-διέγερσης μοιάζει σαν να ανεβαίνει κάποιος μια σκάλα με ένα πήδημα, αλλά να την κατεβαίνει ένα ή δυο σκαλοπάτια την φορά, αντί να την ξανακατέβει με ένα πήδημα. Κάθε σκαλοπάτι που κατεβαίνει, εκπέμπει και ένα φωτόνιο χαμηλότερης συχνότητας. Οπότε, το υπεριώδες φως που φωτίζει την φθορίζουσα ουσία την κάνει να λάμπει με χρώμα (κόκκινο, κίτρινο, ή ότι χρώμα είναι χαρακτηριστικό του υλικού αυτού).



Οι φθορίζουσες χρωστικές χρησιμοποιούνται σε μπογιές και υφάσματα για να κάνουν να λάμπουν όταν πέφτουν πάνω τους υπεριώδη φωτόνια από το ηλιακό φως. Είναι εντυπωσιακά όταν φωτιστούν με υπεριώδη λάμπα! Τα απορρυπαντικά που διαφημίζονται ότι «κάνουν τα λευκά αστραφτερά» χρησιμοποιούν τις ιδιότητες του φθορισμού, διότι περιέχουν μια φθορίζουσα χρωστική, η οποία μετατρέπει το υπεριώδες φως του ήλιου σε μπλε ορατό φως, και άρα τα ρούχα που έχουν πλυθεί με αυτό αντανakλούν περισσότερο μπλε από ότι κανονικά. Έτσι τα άσπρα φαίνονται λευκότερα.

Φωσφορισμός

Εκτός των περιπτώσεων εκείνων που παρατηρείται το φαινόμενο του φθορισμού, υπάρχει και περίπτωση κατά την οποία οι, ουσίες που απορροφούν ακτινοβολία να εξακολουθούν να ακτινοβολούν και μετά την απομάκρυνση αυτής. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φωσφορισμός.

Όταν διεγερθούν, κάποιοι κρύσταλλοι ή μεγάλα οργανικά μόρια παραμένουν σε κατάσταση διέγερσης για αρκετό χρόνο. Αντίθετα με ότι συμβαίνει με τον φθορισμό, τα ηλεκτρόνια τους παραμένουν «κολλημένα» στο ανώτερο ενεργειακό επίπεδο. Αυτό έχει αποτέλεσμα να καθυστερεί η διαδικασία από-διέγερσης. Τα υλικά που έχουν αυτήν την παράξενη συμπεριφορά έχουν την ιδιότητα του φωσφορισμού.

Το στοιχείο Φώσφορος χρησιμοποιείται σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων που λάμπουν στο σκοτάδι. Τα άτομα ή τα μόρια των υλικών αυτών διεγείρονται και από ορατό φως. Αντί να από-διεγερθούν αμέσως, όπως τα υλικά φθορισμού, πολλά από τα άτομα παραμένουν σε μια μετά-σταθερή κατάσταση (metastable state), μια παρατεταμένη κατάσταση διέγερσης δηλαδή. Αυτό μπορεί να κρατήσει έως και μερικές ώρες, αλλά συνήθως από-διεγείρονται αρκετά γρήγορα. Το έχουμε παρατηρήσει όλοι, όταν, αφού σβήσουμε το φως, μένει για λίγη ώρα μια λάμψη, όπου εκατομμύρια άτομα από-διεγείρονται σταδιακά και ταυτόχρονα. Το έχουμε δει σε διακόπτες φωτός στο σπίτι, στους δείκτες ρολογιών, σε αυτοκόλλητα κ.ά. Σε παλιά ρολόγια σπιτιών μπορεί οι δείκτες να έλαμπαν συνεχώς, αλλά αυτό δεν οφείλεται σε φωσφορισμό, αλλά επειδή είχαν Ράδιο ή κάποιο άλλο ραδιενεργό υλικό, το οποίο προμήθευε συνεχώς τα άτομα

με ενέργεια, ώστε να διατηρεί συνέχεια την διαδικασία διέγερσης και από-διέγερσης. Αυτά τα ρολόγια ευτυχώς πια δεν χρησιμοποιούνται, λόγω των πιθανών επιβαρύνσεων στην υγεία των ιδιοκτητών τους.

Πολλοί ζωντανοί οργανισμοί, από βακτήρια και πυγολαμπίδες ως και μεγαλύτερα ζώα, όπως μέδουσες και ψάρια της αβύσσου μπορούν να διεγείρουν άτομα στο σώμα τους με χημικό τρόπο, ώστε να παράγουν φως. Λέμε ότι αυτά τα ζώα έχουν βιοφωταύγεια. Αυτός ο μηχανισμός δεν έχει κατανοηθεί εντελώς, και είναι ακόμα από τα θέματα που ερευνώνται.

Τα γνωστότερα φωσφορίζοντα σώματα είναι τα καλούμενα φωσφορίζοντα θειούχα γαιαλκάλια, που αποτελούνται από μίγματα θειούχων ενώσεων των αλκαλικών γαιών με θειούχες ενώσεις των βαρέων μετάλλων (σε ίχνη). Οι χημικές ενώσεις αυτές έλαβαν τελευταία μεγάλη τεχνική σημασία καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φωσφορίζοντα διαφράγματα στους σωλήνες καθοδικών ακτίνων (οθόνες TV, Παντάρ κ.λπ.).

Hewitt, Paul G. "Light." *Conceptual Physics*. 12th ed. Reading, MA: Pearson Education, 2015. 596-98. Print.

Όλες οι εικόνες βρίσκονται στη σελίδα 596 του ίδιου βιβλίου

ΟΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΙ

Πώς μια ομάδα από hacker, ιδιοφυίες και σπασίγκλες δημιούργησαν την ψηφιακή επανάσταση

Οι υπολογιστές και το ίντερνετ είναι από τις σπουδαιότερες εφευρέσεις της εποχής μας, κι όμως ελάχιστοι άνθρωποι γνωρίζουν ποιοι τα εφηύραν. Σίγουρα δεν δημιουργήθηκαν από έναν μόνο εφευρέτη όπως έγινε με τους Έντισον ή Μορς. Αντίθετα, οι περισσότερες από τις καινοτομίες της ψηφιακής εποχής έγιναν με συνεργασίες. Πολλοί συναρπαστικοί άνθρωποι συμμετείχαν, οι περισσότεροι ιδιαίτερα ευφυείς, κάποιοι ακόμα και ιδιοφυΐες. Το internet δημιουργήθηκε αρχικά για να διευκολύνει τη συνεργασία ανάμεσα σε ανθρώπους. Αντίθετα, ο προσωπικός υπολογιστής δημιουργήθηκε σαν εργαλείο ατομικής χρήσης. Αυτό που συμβαίνει όμως σαν σύνολο, είναι ότι αυτή η «ψηφιακή επανάσταση» δημιουργήθηκε από κοινή εργασία όχι μόνον συνεργατών σε ομάδες, αλλά και συνεργασία γενεών, μέσω της χρησιμοποίησης των πρωτότυπων ιδεών τους.

- 1843** Η Ada, κόμισσα Lovelace, δημοσιεύει τις «Σημειώσεις» για την Αναλυτική Μηχανή του Babbage.
- 1847** Ο George Boole δημιουργεί ένα σύστημα, χρησιμοποιώντας άλγεβρα για λογικό συλλογισμό
- 1980** Η απογραφή έγινε για πρώτη φορά με μηχανές του Herman Hollerith που διάβαζαν τρυπημένα χαρτιά
- 1931** Ο Vannevar Bush φτιάχνει τον «Διαφορικό Αναλυτή», ένα αναλογικό ηλεκτρομηχανικό υπολογιστή

- 1935** Ο Tommy Flowers πρωτοπορεί χρησιμοποιώντας σωλήνες κενού ως διακόπτες on/off σε κυκλώματα
- 1937** Ο Alan Turing δημοσιεύει το “On Computable Numbers”, περιγράφοντας έναν παγκόσμιο υπολογιστή
- Ο Claude Shannon περιγράφει με ποιόν τρόπο κυκλώματα διακοπών μπορούν να πραγματοποιήσουν πράξεις άλγεβρας Boole (Boolean algebra)
- Ο Howard Aiken προτείνει την κατασκευή ενός μεγάλου ψηφιακού υπολογιστή και ανακαλύπτει μέρη της «Διαφορικής Μηχανής» του Babbage στο Harvard.
- Ο John Vincent Atanasoff, οδηγώντας μια κρύα χειμωνιάτικη νύχτα, συνδέει τις απαραίτητες έννοιες για την δημιουργία ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- 1938** Οι William Hewlett και David Packard ιδρύουν την εταιρεία τους σε ένα γκαράζ στο Palo Alto, Καλιφόρνια
- 1939** Ο Atanasoff ολοκληρώνει το μοντέλο του ηλεκτρονικού υπολογιστή, φτιαγμένο με mechanical storage drums
- Ο Turing πηγαίνει στο Bletchley Park για να δουλέψει στην αποκωδικοποίηση των Γερμανικών κωδικών
- 1941** Ο Konrad Zuse ολοκληρώνει το Z3, έναν απολύτως λειτουργικό, ηλεκτρομηχανικό, προγραμματίσιμο ψηφιακό υπολογιστή.
- Ο John Mauchly επισκέπτεται τον Atanasoff στην Iowa, όπου ο Atanasoff του επιδεικνύει τον υπολογιστή του
- 1942** Ο Atanasoff ολοκληρώνει έναν μερικά λειτουργικό υπολογιστή με 300 σωλήνες κενού, και φεύγει για το Ναυτικό
- 1943** Στο Bletchley Park δημιουργούν το Colossus, έναν υπολογιστή με σωλήνες κενού, για να «σπάνε» τους γερμανικούς κωδικούς.
- 1944** Λειτουργεί ο υπολογιστής Mark 1 στο Harvard
- Ο John von Neumann πηγαίνει στο Penn να δουλέψει στο ENIAC

1945 Ο von Neumann γράφει το «Πρώτη παρουσίαση του EDVAC», περιγράφοντας τον υπολογιστή με αποθηκευμένα προγράμματα

Έξι γυναίκες προγραμματίστριες του ENIAC στέλνονται στο Aberdeen για εκπαίδευση.

Ο Vannevar Bush δημοσιεύει το “As we may think”, περιγράφοντας τον προσωπικό υπολογιστή.

Ο ENIAC γίνεται πλήρως λειτουργικός

1947 Εφεύρεση του transistor στα εργαστήρια Bell.

1950 Ο Turing δημοσιεύει άρθρο που περιγράφει δοκιμή για τεχνητή νοημοσύνη

1952 Η Grace Hopper κατασκευάζει τον πρώτο compiler υπολογιστή.

Ο von Neumann ολοκληρώνει τον σύγχρονο υπολογιστή στο Institute for Advanced Study

Ο υπολογιστής UNIVAC προβλέπει σωστά την εκλογή του Eisenhower στις προεδρικές εκλογές.

1954 Αυτοκτονεί ο Turing.

Η εταιρεία Texas instruments παρουσιάζει το silicon transistor και συμμετέχει στο λανσάρισμα του Regency radio

1956 Ίδρυση του Shockley semiconductor

Πρώτο συνέδριο τεχνητής νοημοσύνης.

1957 Ίδρυση του Fairchild Semiconductor από τους Robert Noyce, Gordon Moore και άλλους

Η Σοβιετική Ένωση εκτοξεύει τον Sputnik.

1958 Ανακοινώνεται το ARPA (Advanced Research Projects Agency)

Ο Jack Kilby παρουσιάζει το ενσωματωμένο κύκλωμα, ή microchip.

- 1959** Οι συνεργάτες των Noyce και Fairchild εφευρίσκουν ανεξάρτητα το microchip.
- 1960** Ο J.C.R. Licklider δημοσιεύει το «Η συμβίωση ανθρώπου και υπολογιστή»
Ο Paul Baran στο RAND επινοεί το packet switching
- 1961** Ο πρόεδρος Kennedy προτείνει την επανδρωμένη αποστολή στο φεγγάρι
- 1962** Μερικοί hackers στο MIT φτιάχνουν το παιχνίδι Spacewars.
Ο Licklider διορίζεται ιδρυτικός διευθυντής στο γραφείο επεξεργασίας πληροφοριών στο ARPA.
Ο Doug Engelbart δημοσιεύει το “Augmenting Human Intellect” (Αυξάνοντας την ανθρώπινη ευφυΐα)
- 1963** Ο Licklider προτείνει το «δίκτυο διαγαλαξιακού υπολογιστή» (Intergalactic computer network).
Οι Engelbart και Bill English εφευρίσκουν το *mouse*.
- 1965** Ο Ted Nelson δημοσιεύει το πρώτο άρθρο για το “*hypertext*”.
Ο νόμος του Moore προβλέπει ότι η ισχύς των microchip θα διπλασιάζεται περίπου κάθε χρόνο.
- 1966** Ο Bob Taylor πείθει τον διευθυντή του ARPA, Charles Herzfeld να χρηματοδοτήσει το ARPANET
Ο Donald Davies εισάγει τον όρο *packet switching*.
- 1967** Ξεκινούν οι συζητήσεις για τον σχεδιασμό του ARPANET στο Ann Arbor και στο Gatlinburg.
- 1968** Ο Larry Roberts ζητά προσφορές για να φτιαχτεί το IMP του ARPANET.
Οι Noyce και Moore ιδρύουν την Intel και προσλαμβάνουν τον Andy Grove.
Ο Brand δημοσιεύει το πρώτο *Whole Earth Catalog*.
Ο Engelbart παρουσιάζει το *Mother of All Demos* με τη βοήθεια του Brand.

- 1969** Εγκατάσταση των πρώτων κόμβων του ARPANET.
- 1971** Ο Don Hoefler ξεκινάει την δημοσιογραφική στήλη «Silicon Valley USA» στα *Electronic News* (Ηλεκτρονικά Νέα).
- Αποκαλυπτήρια του μικροεπεξεργαστή 4004 της Intel.
- Ο Ray Tomlinson εφευρίσκει το email.
- 1972** Ο Nolan Bushnell δημιουργεί το Pong στο Atari, μαζί με τον Al Alcorn.
- 1973** Ο Alan Kay συνεισφέρει στην δημιουργία του Alto στο Xerox PARC.
- Δημιουργείται το Ethernet από τον Bob Metcalfe στο Xerox PARC.
- Στήνεται το Community Memory shared terminal στο Leopold's Records, Berkeley.
- Οι Vint Cerf και Bob Kahn ολοκληρώνουν τα πρωτόκολλα TCP/IP για το Internet.
- 1975** Βγαίνει στην αγορά ο επεξεργαστής Intel 8080.
- 1975** Εμφανίζεται ο προσωπικός υπολογιστής Altair από το MITS.
- Οι Paul Allen και Bill Gates γράφουν τη γλώσσα BASIC για τον Altair, και ιδρύουν τη Microsoft.
- Πρώτη συνάντηση του Homebrew Computer Club.
- Οι Steve Jobs και Steve Wozniak λανσάρουν τον υπολογιστή Apple I.
- 1977** Λανσάρεται ο Apple II.
- 1978** Πρώτο Internet Bulletin Board System.
- 1979** Εφεύρεση του Usenet newsgroups.
- Ο Jobs επισκέπτεται το Xerox PARC.
- 1980** Η IBM αναθέτει στη Microsoft να φτιάξει ένα λειτουργικό σύστημα για PC.

- 1981** Το μόντεμ του Hayes προωθείται για οικιακούς χρήστες.
- 1983** Η Microsoft ανακοινώνει τα Windows.
- Ο Richard Stallman αρχίζει να φτιάχνει το GNU, ένα δωρεάν λειτουργικό σύστημα.
- 1984** Η Apple ανακοινώνει το Macintosh.
- 1985** Οι Steward και Brand Larry Brilliant ιδρύουν το WELL.
- Η CVC ιδρύει το Q-Link, το οποίο εξελίσσεται στο AOL.
- 1991** Ο Linus Torvalds λανσάρει την πρώτη έκδοση του λογισμικού Linux.
- Ο Tim Berners-Lee ανακοινώνει το World Wide Web.
- Ο Marc Andreessen ανακοινώνει το Mosaic browser.
- Η AOL του Steve Case προσφέρει απευθείας πρόσβαση στο Internet.
- 1994** Ο Justin Hall λανσάρει το Web log και το directory.
- Το Pathfinder του Time Inc.'s και το Hot Wired γίνονται τα πρώτα περιοδικά ευρείας κυκλοφορίας στο Web.
- 1995** Το "Wiki Wiki Web" του Ward Cunningham ανεβαίνει online.
- 1997** Ο υπολογιστής Deep Blue της IBM νικά τον πρωταθλητή στο σκάκι Garry Kasparov.
- 1998** Οι Larry Page και Sergey Brin ιδρύουν την Google.
- 1999** Ο Ev Williams ξεκινά το Blogger.
- 2001** Οι Jimmy Wales και Larry Snager παρουσιάζει το Wikipedia.
- 2011** Ο υπολογιστής IBM Watson νικά το τηλεοπτικό παιχνίδι γνώσεων *Jeopardy!*

Χάρη σε όλους αυτούς, σήμερα έχουμε την ευκαιρία να απολαμβάνουμε τα βίντεο - παιχνίδια, τα κινητά, τους πλέον ισχυρότατους προσωπικούς υπολογιστές, το διαδίκτυο και κατά επέκταση όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές, οι οποίες έχουν απλοποιήσει σημαντικά την καθημερινότητα μας. Εργασίες που στα τέλη του 19ου αιώνα θα απαιτούσαν χρόνια για να πραγματοποιηθούν, όπως η στατιστική ανάλυση της απογραφής μιας ηπείρου, ή ιδέες που θα φάνταζαν ιστορία επιστημονικής φαντασίας στα μέσα του 20ου, όπως η ήττα ενός επαγγελματία σκακιστή από μια ηλεκτρονική μηχανή, είναι μόνο μερικά παραδείγματα των αποτελεσμάτων της ψηφιακής επανάστασης. Όλα τα παραπάνω που αναφέρθηκαν θεωρούνται δεδομένα ή και ίσως αυτονόητα, ιδίως στις νέες γενιές και περνούν απαρατήρητα από μπροστά μας καθημερινά. Αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας και σχεδόν κανένας νέος δε θα μπορούσε να φανταστεί μια μέρα χωρίς ίντερνετ ή κινητό.

Τέλος, αυτός ο τομέας αναπτύσσεται συνεχώς, όπως θα μπορούσε κάποιος να παρατηρήσει. Κάθε ημέρα, παρουσιάζεται ένα νεοπαγές προϊόν, μια καινούρια τεχνολογία. Μια μικρή αλλαγή μπορεί να προσφέρει εκατομμύρια χρήματα και να δημιουργήσει μια νέα εποχή. Σίγουρα θα υπάρξουν επιπλέον καινοτόμοι. Όμως, χωρίς του προαναφερθέντες σήμερα δεν θα βρισκόμασταν εκεί που είμαστε. Αυτοί έθεσαν τις βάσεις, και δημιούργησαν την ψηφιακή επανάσταση.

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΚΑΛΗΨΗ ΤΗΣ ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ

Σαλτερή Μυρτώ
Σκάγιαννη-Λαμπράκη Βασιλεία



Διεθνές σήμα ραδιενεργούς περιοχής

Εισαγωγή

Η ραδιενέργεια αποτελεί μία μορφή ενέργειας, η οποία ανακαλύφθηκε αργότερα σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αυτό όμως δεν εμπόδισε τη σημαντική συμβολή της σε σημαντικές ανακαλύψεις και γεγονότα της ανθρωπότητας. Ραδιενέργεια ορίζεται ως η αυθόρμητη σχάση του πυρήνα του ατόμου, με την επακόλουθη εκπομπή σωματιδίων και ενέργειας από το άτομο. Η ραδιενέργεια επηρεάζει τον οργανισμό του ανθρώπου καθημερινά. Αυτή η μορφή ενέργειας σε μερικές περιπτώσεις είναι τεχνητή, δηλαδή δημιουργείται από τον άνθρωπο για την επίτευξη συγκεκριμένων σκοπών του, ενώ σε άλλες προκύπτει φυσικά από το περιβάλλον γύρω μας. Η ακόλουθη ερευνητική εργασία θα αναφερθεί στην ιστορία, τη φύση, τις θετικές και αρνητικές επιδράσεις της ραδιενέργειας.

Τι είναι η ραδιενέργεια;

Η ραδιενέργεια είναι η μορφή ενέργειας, η οποία εμφανίζεται όταν από ένα ραδιενεργό άτομο αυθόρμητα εκπέμπονται σωματίδια ή κύματα. Αυτή η εκπομπή ονομάζεται ραδιενεργή ακτινοβολία και συμβαίνει είτε στην περίπτωση που ένας ασταθής, ραδιενεργός πυρήνας μετατραπεί σε άλλο είδος πυρήνα είτε όταν η ποσότητα ενέργειάς του αλλάζει. Τα περισσότερα άτομα είναι σταθερά, όμως υπάρχουν στοιχεία, όπως το ράδιο, το ουράνιο, το πολώνιο και το ρουβίδιο, το ακτίνιο και το θόριο, τα οποία είναι ραδιενεργά.

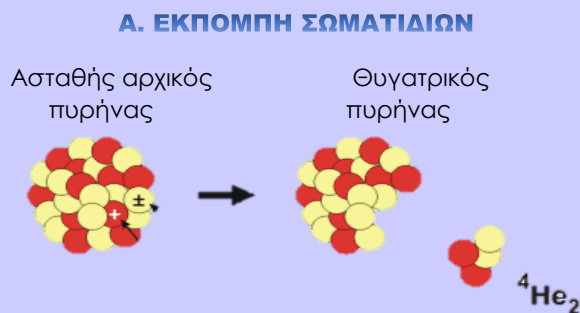
Γενικότερα όλα τα στοιχεία τα οποία έχουν ατομικό αριθμό μεγαλύτερο του 82, τον οποίο έχει ο μόλυβδος, είναι ραδιενεργά. Τα στοιχεία αυτά έχουν βαρύτερους πυρήνες και έτσι διασπώνται αυθόρμητα. Αυτό συμβαίνει διότι σε αυτά τα πρωτόνια, τα οποία βρίσκονται στα άκρα του πυρήνα απέχουν πολύ μεταξύ τους. Άρα, η ελκτική δύναμη, που ασκείται από τον πυρήνα για να συγκρατεί τα μέρη του στοιχείου μεταξύ τους, είναι ασθενέστερη από την απωστική και έτσι αυτού του είδους οι πυρήνες δεν είναι τόσο σταθεροί και διασπώνται ευκολότερα με αποτέλεσμα τη ραδιενεργή ακτινοβολία.

Τα ραδιενεργά αυτά στοιχεία εκπέμπουν τρία είδη ιονιζόμενων ακτινοβολιών. Αυτά είναι η α , η β και η γ ακτινοβολία.

Ακτινοβολία α

Η ακτινοβολία α ονομάστηκε έτσι διότι ήταν η πρώτη που ανακαλύφθηκε. Σε αυτού του είδους την ακτινοβολία εκπέμπονται από το ραδιενεργό στοιχείου σωματίδια τύπου α . Αυτά τα

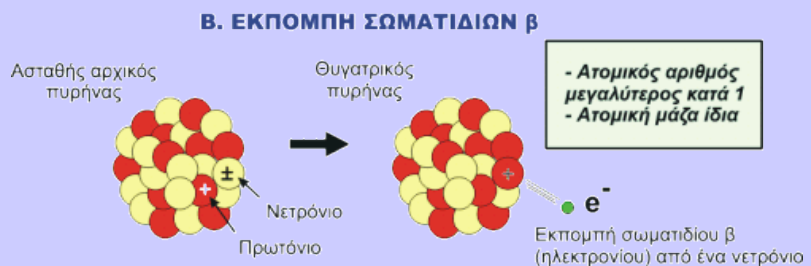
σωματίδια αποτελούνται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια. Σε αυτήν την περίπτωση ο ατομικός αριθμός του στοιχείου, από το οποίο αποσπάστηκε το σωματίδιο, ελαττώνεται κατά δύο εξαιτίας της απομάκρυνσης δύο πρωτονίων και ο μαζικός αριθμός ελαττώνεται κατά τέσσερα. Όντας σχετικά μεγάλα και θετικά φορτισμένα, αυτά τα ιόντα δεν διαπερνούν την ύλη ιδιαίτερα εύκολα. Έτσι ακόμα και ένα λεπτό φύλλο χαρτί μπορεί να σταματήσει σχεδόν όλα τα σωματίδια τύπου α . Τα σωματίδια προκαλούν σημαντικές καταστροφές στα υλικά από τα οποία ακινητοποιούνται. Για παράδειγμα ένα κομμάτι χαρτί υπό ακτινοβολία α θα αλλοιωνόταν. Η ακτινοβολία α έχει φορτίο $+2$.



Ακτινοβολία β

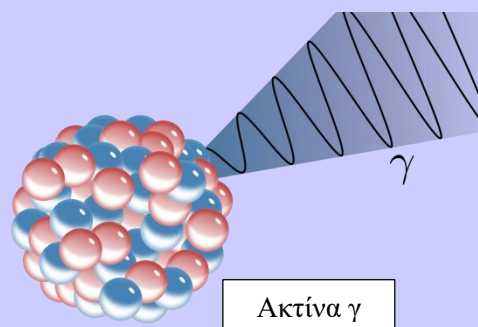
Η ακτινοβολία β προκαλείται από την εκπομπή σωματιδίων β από το ραδιενεργό στοιχείο. Τα σωματίδια β είναι ηλεκτρόνια, τα οποία

εκπέμπονται από το άτομο. Δημιουργούνται όταν ένα νετρόνιο μετατρέπεται σε πρωτόνιο. Αυτός είναι ο λόγος που τα σωματίδια β είναι ηλεκτρόνια, αφού το νετρόνιο δεν έχει φορτίο και το πρωτόνιο είναι θετικά φορτισμένο χρειάζεται να αποβληθεί ένα ηλεκτρόνιο για την επίτευξη της μετατροπής. Κάποια στοιχεία διασπώνται ενεργώντας με τον αντίθετο τρόπο, δηλαδή μετατρέποντας ένα πρωτόνιο σε νετρόνιο και αποβάλλουν ένα ποζιτρόνιο, το οποίο σύμφωνα με τη θεωρία της αντιύλης συνιστά το αντισωματίδιο του ηλεκτρονίου (ένα αντιηλεκτρόνιο και έχει θετικό ηλεκτρικό φορτίο $+1$). Αυτού του τύπου η διάσπαση συμβαίνει σπάνια στη φύση αλλά συχνότερα σε τεχνητά ραδιενεργά άτομα. Τα σωματίδια β είναι λιγότερα ιονίζοντα από τα α και άρα διαπερνούν την ύλη περισσότερο από ότι αυτά. Συγκεκριμένα, τα σωματίδια β μπορούν να διανύσουν απόσταση μεγαλύτερη των 30 εκατοστών δια μέσου του αέρα και απαιτούνται αρκετά χιλιοστά αλουμινίου για να τα σταματήσουν. Η ακτινοβολία β παράγει ακτίνες τύπου β , οι οποίες είναι αρνητικά φορτισμένες με φορτίο -1 και αποτελούν κύματα ηλεκτρονίων.



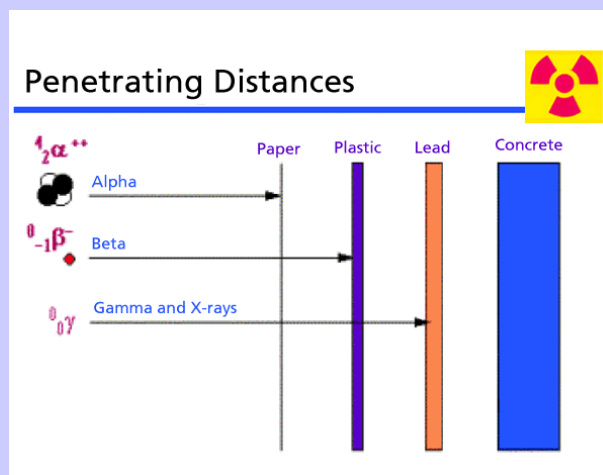
Ακτινοβολία γ

Η ακτινοβολία γ διαφέρει από τις προηγούμενες αναφερόμενες α και β . Το σημείο διαφοράς τους είναι ότι αντί για σωματίδια από το ραδιενεργό στοιχείο εκπέμπονται φωτόνια. Η εκπομπή των φωτονίων γίνεται με κύματα και για αυτό ονομάζεται ακτίνα γ . Οι ακτίνες γ μοιάζουν με τις ακτίνες x και τα κύματα φωτός με τη διαφορά ότι έχουν συνήθως μεγαλύτερη συχνότητα και άρα είναι πιο



ενεργές. Τα φωτόνια ιονίζουν την ύλη που διαπερνούν και έτσι ένα ηλεκτρόνιο αποβάλλεται από κάποιο άτομο παράγοντας ζεύγη ιόντων καθώς συναντά άλλα άτομα.

Αφού ένα φωτόνιο γ ιονίσει ένα άτομο, ο αριθμός των φωτονίων ελαττώνεται αλλά τα εναπομείναντα φωτόνια δεν αλλάζουν. Συχνά, άτομα τα οποία βρίσκονται σε διεγερμένη κατάσταση επανέρχονται στη θεμελιώδη κατάσταση με την εκπομπή ακτίνας γ . Αυτού του τύπου η ακτινοβολία δεν έχει ηλεκτρικό φορτίο και διαπερνά την ύλη ευκολότερα από τις προηγούμενες δύο, ενώ απαιτείται υλικό από μόλυβδο για την προστασία από αυτήν.



Διείσδυση α , β και γ ακτινοβολίας στην ύλη

Η ραδιενέργεια βρίσκεται γύρω μας πάντα, στο περιθώριο. Κυρίως υπάρχει λόγω της φύσης αλλά ένα μέρος της οφείλεται επίσης στις δράσεις του ανθρώπου. Στη φύση δημιουργούνται ραδιοϊσότοπα, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου, τα οποία συμβάλλουν στην ακτινοβολία του υποβάθρου. Σημαντικότερη αιτία για αυτό το γεγονός είναι οι ποσότητες ουρανίου στο έδαφος, οι οποίες παράγουν ισότοπα, που διασπώνται. Ένα από τα πιο συνηθισμένα αποτελεί το αέριο ραδόνιο, το οποίο εξαπλώνεται στο έδαφος και είναι μέρος του αέρα. Άλλη αιτία για την ακτινοβολία αυτού του είδους είναι οι κοσμικές ακτινοβολίες, οι οποίες προέρχονται από το διάστημα και εκπέμπουν σωματίδια στην επιφάνεια της Γης. Η ραδιενέργεια που

παράγεται από τον άνθρωπο ευθύνεται για λιγότερο από το 1% της ακτινοβολίας του υποβάθρου, αλλά είναι πολύ χρήσιμη, ιδιαίτερα στην ιατρική, όπου χρησιμοποιείται για τη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών.

Η ραδιενέργεια της ύλης έχει την ιδιότητα κατά τη διάρκεια του χρόνου να μειώνεται διότι καθώς τα άτομα διασπώνται ο αριθμός τους μειώνεται. Ο αριθμός των ατόμων τα οποία χάνουν τη ραδιενεργή τους δράση ονομάζεται “activity”, συμβολίζεται A και είναι το μέτρο της ραδιενέργειας ενός ραδιενεργού στοιχείου, το οποίο μετράται σε Becquerel, $1\text{Bq}=1$ διάσπαση/s. Αυτό το μέγεθος είναι ανάλογο με το συνολικό αριθμό N ατόμων και με το λ , το οποίο είναι η σταθερά διάσπασης και αναπαριστά τον αριθμό των ατόμων που διασπώνται ανά ένα δευτερόλεπτο. Ο μαθηματικός τύπος για τον ρυθμό της διάσπασης είναι:

$$A = \lambda N$$

Το N , δηλαδή ο αριθμός των ατόμων είναι μικρότερος κάθε διαδοχική φορά που το στοιχείο διασπάται, έτσι η A , δηλαδή το μέτρο διάσπασης μικραίνει όλο και περισσότερο όσο προχωρά η διάσπαση. Ενώ, η σταθερά της διάσπασης λ είναι διαφορετική για κάθε ραδιενεργό ισότοπο, καθώς το κάθε ισότοπο διασπάται με διαφορετικό ρυθμό. Το λ δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια της διάσπασης.

Ο ρυθμός της ραδιενεργού διάσπασης ενός ραδιοϊσοτόπου αποδίδεται με την ημιπερίοδο ζωής του στοιχείου αυτού. Ημιπερίοδος ζωής θεωρείται ο χρόνος που απαιτείται για τη διάσπαση των μισών πυρήνων ενός ραδιενεργού ισότοπου σε ένα δείγμα. Δηλαδή όταν αυτός ο χρόνος της ημιπεριόδου περάσει τότε τα μισά από άτομα του στοιχείου θα έχουν διασπαστεί.

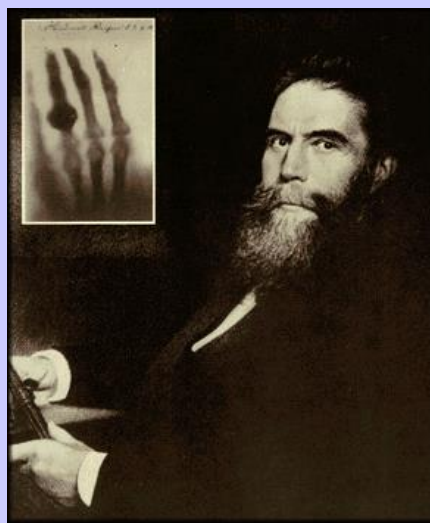
Συμπερασματικά, η ραδιενέργεια είναι η μορφή ενέργεια που εμφανίζεται με τη ραδιενεργό διάσπαση ενός εκ των ραδιενεργών στοιχείων.

Ιστορία

Όλα ξεκίνησαν το 1895 όταν ένας Γερμανός επιστήμονας ο Wilhelm Röntgen (1845-1923) τυχαία ανακάλυψε ότι συγκεκριμένα υλικά παρήγαγαν ακτίνες ενέργειας που μπορούσαν να διαπεράσουν μαλακά υλικά αλλά όχι σκληρά, όπως μέταλλο ή κόκκαλο. Παρακολουθώντας το φαινόμενο κατέληξε στο ότι ο «φωσφορισμός», που διαπερνούσε αδιαφανές μαύρο χαρτί το οποίο χρησιμοποιούσε για τη μελέτη καθοδικών ακτινών. Ο Röntgen ονόμασε τις ακτίνες αυτές X, διότι το X χρησιμοποιείται συνήθως για κάτι το οποίο είναι

ακόμα άγνωστο για τους επιστήμονες. Καθοδηγώντας και ελέγχοντας τις ακτίνες X μέσα από φωτογραφικό φιλμ προς ένα στερεό αντικείμενο, αποτελούμενο τόσο από μαλακά όσο και από σκληρά σημεία, όπως είναι το ανθρώπινο σώμα, ο επιστήμονας μπόρεσε να απεικονίσει τα σκληρά, ακόμα και σε περίπτωση που ήταν εντελώς καλυμμένα από τα μαλακά. Με αυτόν τον τρόπο ο Röntgen παρήγαγε την πρώτη ακτινογραφία, πειραματιζόμενος με το χέρι της συζύγου του την ίδια χρονιά. Για αυτό το επίτευγμα απέσπασε και το Νόμπελ Φυσικής το 1901. Αν και οι ακτίνες χ διαφέρουν από τη ραδιενέργεια, η ανακάλυψη αυτού του φαινομένου ήταν αυτό που οδήγησε σε αυτήν.

Ένα χρόνο μετά το 1896 ένας Γάλλος ερευνητής, ο Antoine Henri Becquerel έμαθε για την ανακάλυψη του Röntgen και πειραματίστηκε με φωτογραφικές πλάκες, μαύρο χαρτί και φωσφορίζοντα άλατα για την πρόοδο των ακτινών X. Όμως αναγκάστηκε να περιμένει μέχρι ο ουρανός να είναι καθαρός για την πραγματοποίηση του πειράματος του. Έτσι τοποθέτησε τις καλυμμένες πλάκες σε ένα σκουρόχρωμο συρτάρι. Μετά από μερικές ημέρες ο Becquerel έβγαλε και ξετύλιξε τις πλάκες, περιμένοντας να δει απλά ένα αχνό ίχνος από τα



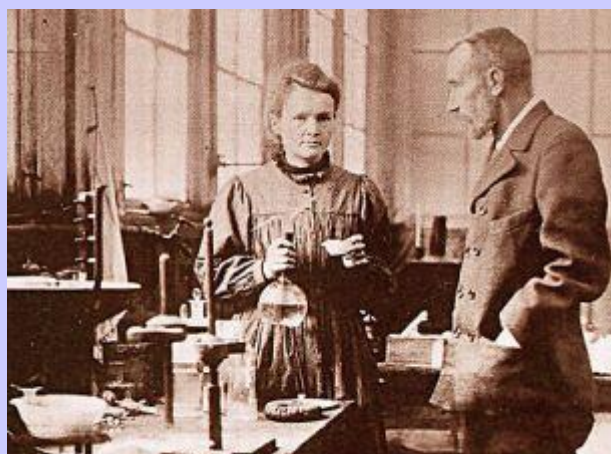
Wilhelm Röntgen



Antoine Henri Becquerel

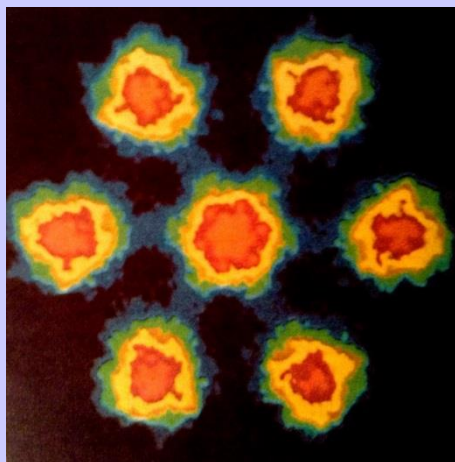
άλατα. Όμως, αντίθετα με τις προβλέψεις του τα άλατα είχαν σχηματίσει πολύ έντονα περιγράμματα στο φωτογραφικό χαρτί. Έτσι, ο Becquerel υπέθεσε ότι τα άλατα, ακόμα και με έλλειψη κάποιας πηγής ενέργειας, φωσφόριζαν συνεχώς. Προχωρώντας αυτήν την υπόθεση βρήκε ότι ένα σπάνιο στοιχείο, το ράδιο εξέπεμπε ακτίνες οι οποίες έμοιαζαν πολύ με τις ακτίνες X που ο Röntgen είχε περιγράψει. Το μόνο που δεν κατανόησε εκείνη την περίοδο ο Becquerel ήταν το ότι με αυτόν τον τρόπο ανακάλυψε τη ραδιενέργεια. Αργότερα απέσπασε το Νόμπελ Φυσικής για τη σαφή περιγραφή της ραδιενέργειας ως φαινόμενο που διέφερε από τις ακτίνες X και για την καταγραφή των διαφορών μεταξύ τους.

Αν και ο Becquerel ήταν αυτός που την ανακάλυψε το όνομα στη ραδιενέργεια έδωσε η πολωνέζα-γαλλίδα επιστήμονας Marie Curie (1867-1934). Όταν έμαθε για την ανακάλυψη αυτή επιδόθηκε στο να ερευνήσει ποια από τα τότε γνωστά στοιχεία ήταν ραδιενεργά. Από όλα τα στοιχεία ανακάλυψε ότι τα μόνα τα οποία εξέπεμπαν ακτίνες, όπως τις είχε περιγράψει ο Becquerel, ήταν το ουράνιο και το θόριο. Τότε ήταν και η στιγμή που αυτή η ιδιότητα εκπομπής ακτινών ονομάστηκε



Η Marie και ο Pierre Curie στο εργαστήριο

ραδιενέργεια. Η Curie τότε ανακάλυψε και ένα μέταλλο, ονομαζόμενο πισσουρανίτης, μία μαύρη ουσία που περιείχε ελάχιστες ποσότητες ουρανίου. Αν και αυτό το υλικό δεν είχε καθόλου θόριο, εξέπεμπε οκτώ φορές περισσότερες ακτίνες από την ποσότητα ουρανίου. Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε ήταν ότι αυτό το υλικό πρέπει να περιείχε και κάποιο άλλο στοιχείο, το οποίο ήταν επίσης ραδιενεργό, αλλά δεν είχε ακόμα ανακαλυφθεί. Ο σύζυγός της Pierre (1856-1906) ενθουσιάστηκε με την ανακάλυψή της και έτσι παράτησε τη δική του εργασία με σκοπό να τη βοηθήσει να βρουν το νέο στοιχείο το οποίο βρήκαν και ονόμασαν ράδιο (Ra). Επιπλέον η Marie συμπέρανε ότι λόγω του ότι δεν είχε ανακαλυφθεί ακόμα το ράδιο θα πρέπει να υπήρχε μόνο σε πολύ μικρές ποσότητες. Έτσι, χρησιμοποιώντας μεγάλες ποσότητες πισσουρανίτη κατάφερε να αποσπάσει τα διάφορα στοιχεία από τα οποία αποτελούνταν και τα οποία έπαιρνε ο Pierre για να τα αναλύσει. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας



Αρχή πειραμάτων των Curie:
Ουράνιο κάτω από το
μικροσκόπιο και χρωματισμένο
για να είναι εμφανής η δομή του

αυτής η Curie ανακάλυψε ένα ακόμα ραδιενεργό στοιχείο που το ονόμασε πολώνιο (Po). Με αυτόν τον τρόπο απομόνωσε και το ράδιο για να το μελετήσει. Ένα απόγευμα του 1902 και ενώ η Marie είχε περάσει καιρό ανακατεύοντας τον πισσουρανίτη και τέσσερα χρόνια εξαντλητικής εργασίας, οι προσπάθειες των Curie ανταμείφθηκαν καθώς εισερχόμενοι στο χώρο των πειραμάτων τους για να τα ελέγξουν μέσα στο σκοτάδι είδαν μία αχνή μπλε λάμψη, το ράδιο. Ο Pierre και η Marie βραβεύθηκαν το 1903 με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής για τη δουλειά τους στη ραδιενέργεια. Επιπροσθέτως, η Marie έγινε το

1911, για την ανακάλυψη του πολωνίου και του ραδίου, η πρώτη γυναίκα που απέσπασε βραβείο Νόμπελ και ο πρώτος άνθρωπος με δύο βραβεία Νόμπελ. Αν και η ζωή της ήταν γεμάτη επιστημονικές επιτυχίες η Curie πέθανε το 1934 από απλαστική αναιμία ή αλλιώς μυελική δυσπλασία, η οποία το πιθανότερο προέκυψε από τη μεγάλης διάρκειας έκθεση της στην ακτινοβολία.

Το 1909 στο πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ ένας Άγγλος επιστήμονας ο Ernest Rutherford (1871-1937) πειραματίστηκε «βομβαρδίζοντας» φύλλα χρυσού με σωματίδια τύπου α. Κατέγραψε ότι ενώ τα περισσότερα σωματίδια το διαπερνούσαν κάθε οκτώ χιλιάδες σωματίδια ένα γύριζε πίσω. Έτσι κατέληξε στο ότι ένα άτομο αποτελείται κυρίως από άδειο χώρο, το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας του είναι συγκεντρωμένο σε μία πολύ μικρή σε μέγεθος θετικά φορτισμένη περιοχή η οποία ονομάζεται πυρήνας. Επίσης, ο Rutherford ανακάλυψε ότι τα ραδιενεργά στοιχεία υποβάλλονταν σε διάσπαση κατά τη διάρκεια του χρόνου, αυτός ο χρόνος όμως διέφερε από στοιχείο σε στοιχείο. Το 1919 χρησιμοποίησε σωματίδια α για να μεταλλάξει ένα στοιχείο, συγκεκριμένα το οξυγόνο, σε ένα άλλο, το άζωτο. Αυτό ονομάστηκε από τον τύπο χωρισμός του ατόμου. Για αυτήν την ανακάλυψη του ο Rutherford θεωρείται ο πατέρας της πυρηνικής φυσικής και μάλιστα απέσπασε το βραβείο Νόμπελ χημείας το 1908.

Ανακεφαλαιώνοντας ο Röntgen μας έδωσε τις ακτίνες X, ο Becquerel ανακάλυψε την ραδιενέργεια, το ζεύγος Curie ανακάλυψε τα ραδιενεργά στοιχεία και ο Rutherford έφερε τη μετάλλαξη στοιχείων και τη σχάση του ατόμου. Όλα αυτά όμως είχαν ως τίμημα την υγεία των επιστημόνων καθώς υπέστησαν βλάβες στο σώμα τους λόγω της υπερέκθεσης τους σε ραδιενεργά υλικά στο όνομα της επιστήμης και της προόδου της ανθρωπότητας.

Εφαρμογές της ραδιενέργειας στην καθημερινή ζωή

Η ραδιενέργεια παρουσιάζει αρκετές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου. Κάποιες από τις σημαντικότερες χρήσεις της ακτινοβολίας είναι οι παρακάτω:

Ανιχνευτές καπνού

Πρόκειται για τη χρήση της ραδιενέργειας στις συσκευές που δίνουν συναγερμό όταν ανιχνεύουν καπνό. Οι συσκευές αυτές περιέχουν μια ασθενή ραδιενεργό πηγή από το στοιχείο Αμερίκιο-241. Τα σωμάτια α που εκπέμπονται από την πηγή αυτή ιονίζουν τον αέρα με αποτέλεσμα εκείνος να γίνεται αγωγίμος και άρα να επιτρέπει τη διέλευση ενός μικρού ρεύματος. Έτσι, όταν ο καπνός εισέλθει στο συναγερμό, απορροφά τα σωμάτια α , το ρεύμα ελαττώνεται και η ελάττωσή του κάτω από ένα όριο κάνει τον συναγερμό να ηχεί.



Ανιχνευτής καπνού

Αποστείρωση

Οι ακτίνες γ χρησιμοποιούνται για να αποστειρώσουν τα τρόφιμα ακόμα και αν αυτά έχουν ήδη πακεταριστεί. Η διαδικασία αυτή μεγαλώνει το χρόνο μέσα στον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τρόφιμα αυτά. Ωστόσο συχνά αλλοιώνει τη γεύση. Εκτός από την αποστείρωση τροφίμων οι ακτίνες γ χρησιμοποιούνται και για την αποστείρωση ιατρικών συσκευών και εργαλείων (π.χ. συρίγγων).



Αποστείρωση εργαλείων

Ραδιενέργεια και ιατρική

Η ραδιενέργεια χρησιμοποιείται αρκετά στον τομέα της ιατρικής. Συγκεκριμένα, οι ακτίνες γ έχουν τη δυνατότητα να νεκρώνουν καρκινικά κύτταρα. Η μέθοδος αυτή λέγεται ραδιοθεραπεία και είναι αποτελεσματική καθώς τα καρκινικά κύτταρα δεν μπορούν να «αυτοεπισκευαστούν» όταν πάθουν κάποιες ζημιές από τις ακτίνες γ , όπως μπορούν να κάνουν τα υγιή κύτταρα. Δηλαδή, πολλές φορές συνιστάται σε κάποιον ασθενή αγωγή μέσω ακτινοβολίας : χρησιμοποιούνται υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας για να εξολοθρευτούν καρκινογόνα κύτταρα, π.χ. του καρκίνου του μαστού ή του προστάτη. Παρά όμως τη δυνατότητα αυτή που παρουσιάζει η ραδιενέργεια όσον αφορά στην αντιμετώπιση του καρκίνου, πολύ σημαντική είναι η ποσότητα ακτινοβολίας στην οποία θα υποβληθεί ο ασθενής. Δηλαδή, μεγάλη δόση ακτινοβολίας θα καταστρέψει πάρα πολλά υγιή κύτταρα, ενώ πολύ μικρή δεν θα καταφέρει να σταματήσει την εξάπλωση των καρκινικών κυττάρων με την πάροδο του χρόνου.

Επιπτώσεις Ραδιενέργειας

Η έκθεση στην ιονίζουσα ακτινοβολία έχει σοβαρές επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου, οι οποίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες : τις άμεσες και τις μακροπρόθεσμες.

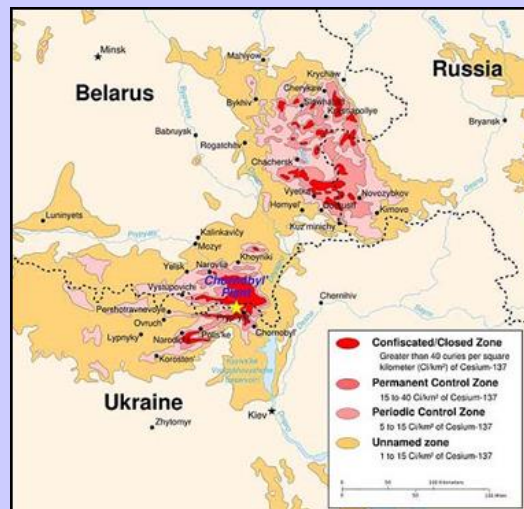
Η ιονίζουσα ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από τα ραδιενεργά ισότοπα διαπερνά τον ανθρώπινο οργανισμό και επιδρά στους ιστούς και στα όργανά του. Συγκεκριμένα διασπά τους χημικούς δεσμούς σε μόρια (DNA, πρωτεΐνες) των κυττάρων μας μεταφέροντας ενέργεια στα κύτταρα και προκαλώντας ιονισμό των ατόμων. Ο οργανισμός μας αρχικά ανταποκρίνεται θέτει σε λειτουργία τους μηχανισμούς επιδιόρθωσης που διαθέτει. Ωστόσο, σε περίπτωση που δεχθεί μεγάλη δόση ακτινοβολίας η οποία μάλιστα διασκορπίζεται σε ολόκληρο το σώμα, οι μηχανισμοί επιδιόρθωσης δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν. Τα κύτταρα και οι ιστοί στους οποίους η ιονίζουσα ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη επίδραση είναι εκείνοι που πολλαπλασιάζονται σχετικά γρήγορα. Μεταξύ αυτών είναι τα αιμοποιητικά κύτταρα του μυελού των οστών, αλλά και τα επιθηλιακά κύτταρα του γαστρεντερικού συστήματος. Έτσι λοιπόν η ναυτία και οι εμετοί είναι τα πρώτα συμπτώματα της

έκθεσης σε ραδιενέργεια, ενώ στη συνέχεια την εμφάνισή τους κάνουν συμπτώματα όπως πυρετός και πονοκέφαλοι. Ισχυρές δόσεις ακτινοβολίας οδηγούν σε πολυοργανική ανεπάρκεια και θάνατο.

Εκτός όμως από τις παραπάνω άμεσες επιπτώσεις, η ιονίζουσα ακτινοβολία διαθέτει και μακροπρόθεσμες συνέπειες για ανθρώπινο οργανισμό. Οι μεταλλάξεις που υφίσταται το DNA από την ακτινοβολία, πολύ συχνά οδηγούν σε εμφάνιση καρκίνου. Το γενετικό υλικό, αφού κληροδοτείται από τη μια γενιά στην επόμενη, συχνά είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση των επιπτώσεων της έκθεσης σε ραδιενέργεια και στους απογόνους του ήδη προσβεβλημένου ατόμου. Φαινόμενα όπως η ανάπτυξη καρκίνου ή η εμφάνιση κληρονομήσιμων ανωμαλιών ονομάζονται στοχαστικά αποτελέσματα και η συχνότητα εμφάνισής τους εξαρτάται από τη δόση της ακτινοβολίας που τα προκάλεσε.

Τσέρνομπιλ 1986

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της ραδιενέργειας στον ανθρώπινο οργανισμό είναι το πυρηνικό ατύχημα που έλαβε χώρα στις 26 Απριλίου του 1986 στο Τσέρνομπιλ. Το βράδυ της Παρασκευής της 25 Απριλίου 1986, ο διοικητής του ατομικού σταθμού «Β. Ι. Λένιν» διέταξε την διεξαγωγή ενός πειράματος που στη συνέχεια θα προέβαινε μοιραίο όχι μόνο για τον ίδιο αλλά και χιλιάδες ανθρώπους στην Ουκρανία (που άνηκε τότε στη Σοβιετική Ένωση) και την Ευρώπη.



Χάρτης της μόλυνσης με ραδιενέργεια, 10 χρόνια μετά

Στόχος του πειράματος, ήταν η αύξηση της ασφάλειας του αντιδραστήρα 4, στην περίπτωση που εμφανιζόταν πρόβλημα στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας προς το σύστημα. Μερικοί όμως λανθασμένοι χειρισμοί και λανθασμένες εκτιμήσεις οδήγησαν σε πτώση της ισχύος του αντιδραστήρα, μέχρι που αυτή έφτασε στα 30MW. Τελικά τα ξημερώματα της 26ης Απριλίου έλαβε χώρα η έκρηξη του αντιδραστήρα που έμεινε στην ιστορία για τις καταστροφικές συνέπειες που επέφερε και επιφέρει τόσα χρόνια μετά. Μέχρι και σήμερα πολλοί από τους κατοίκους της περιοχής υποφέρουν από βλάβες στο ανοσοποιητικό και το ενδοκρινικό σύστημα, αντιμετωπίζουν πρόωρη γήρανση, καρδιαγγειακές ασθένειες, καρκίνο, αιματολογικές και ψυχολογικές παθήσεις και αύξηση των παραμορφώσεων και των νοητικών προβλημάτων. Μάλιστα συμπτώματα έκθεσης σε ραδιενέργεια εμφανίζουν και εκείνοι που κατοικούν σε κοντινές χώρες, όπως στη καθώς το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ δεν επέφερε επιπτώσεις μόνο στην τοπική περιοχή αλλά και σε άλλες χώρες.

Η ιονίζουσα όμως ακτινοβολία δεν επιφέρει επιπτώσεις μόνο στον άνθρωπο, αλλά και στο περιβάλλον. Τόσο στην πανίδα όσο και τη χλωρίδα, παρατηρούνται αρκετές γενετικές ανωμαλίες όπως κακοσχηματισμένα άκρα ζώων και γενετικές μεταλλάξεις στα φυτά. Η ακτινοβολία επιφέρει επιπτώσεις και στο γενικότερο φυσικό περιβάλλον καθώς μετά από ένα πυρηνικό ατύχημα η ραδιενέργεια περνάει στον υδροφόρο ορίζοντα, μολύνοντας το νερό και προκαλώντας τη μόλυνση και τον θάνατο των υδρόβιων οργανισμών.



Μεταλλαγμένα Λουλούδια

Συμπεράσματα

Η ραδιενέργεια, συνεπώς, ωφελεί και συνιστά ευεργέτη για τον άνθρωπο και τον πολιτισμό του, αποτελώντας ταυτόχρονα επικίνδυνη απειλή για την ανθρωπότητα. Ωστόσο, εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε-όπως άλλωστε συμβαίνει με πλήθος ανακαλύψεων- ότι δεν είναι αυτή καθ' αυτή η μορφή ενέργειας που προάγει ή ανακόπτει την πορεία του ανθρώπινου πολιτισμού. Ο κύριος υπεύθυνος παραμένει ο άνθρωπος και η χρήση που επιφυλάσσει στα επιτεύγματά του. Ανάλογα με τη χρήση τους αυτά ευεργετούν και εξελίσσουν τον πολιτισμό ή ανακόπτουν την ανάπτυξή του.

Βιβλιογραφία

- "Discovery of Radioactivity." *Chemwiki*. UC Davis ChemWiki, 02 Οκτ. 2013. Διαδίκτυο. 06 Ιαν. 2016. <http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Nuclear_Chemistry/Radioactivity/Discovery_of_Radioactivity>.
- Ellse, Mark and Honeywill, Chris. *Mechanics and Radioactivity*. Cheltenham: Nelson, 2000. Έντυπο.
- "Gamma Ray." *Wikipedia*. Wikimedia Foundation, Inc., 27 Φεβ. 2016. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/Gamma_ray>.
- Hewitt, Paul. *Conceptual Physics*. Lebanon, Indiana, U.S.A.: Addison-Wesley, 2009. Έντυπο.
- "Marie Curie." *Biography: For Kids*. Technological Solutions, Inc., Φεβ. 2016. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016. <http://www.ducksters.com/biography/women_leaders/marie_curie.php>.
- "Radiation Basics." *Radiation Basics*. Environmental Management, χ.χ. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016. <<http://gtcceis.anl.gov/guide/rad/index.cfm>>.
- "Roentgen." *Roentgen*. Web.calstatela, χ.χ. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016. <http://web.calstatela.edu/faculty/kaniol/f2000_lect_nuclphys/lect1/roentgen.htm>.
- Tames, Richard. *Marie Curie*. New York: Franklin Watts, 1990. Έντυπο.
- "TRAINING." *BECQUEREL*. Ecole des Ponts, χ.χ. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016. <<http://www.enpc.fr/en/node/8376>>.
- "What Is Radiation? What Is Radioactivity?" *What Is Nuclear? / Radioactivity*. Whatisnuclear, 2015. Web. 06 Ιαν. 2016. <<https://whatisnuclear.com/articles/radioactivity.html>>.
- "Έκθεση της Greenpeace για τις επιπτώσεις του Τσερνομπίλ στην ανθρώπινη υγεία." *Ελλάδα*. GREENPEACE, 18 Απρ. 2006. Διαδίκτυο. 23 Ιαν. 2016. <<http://www.greenpeace.org/greece/el/news/118508/118517/greenpeace-17/>>.
- Μπούστα, Σταυρούλα. "Μεταλλαγμένα λουλούδια φυτρώνουν στην Φουκοσίμα: Γίνονται ορατές οι επιπτώσεις της ραδιενέργειας." *Iefimerida.gr*. Iefimerida, 24 Ιουλ. 2015. Διαδίκτυο. 30 Ιαν. 2016. <<http://www.iefimerida.gr/news/218894/metallagmena-loyloydia-fytronoun-stin-foykosima-ginontai-orates-oi-epiptoseis-tis>>.

Καλαμάρας, Δημήτρης. "Πώς ένα πείραμα οδήγησε στην τραγωδία του Τσερνομπίλ." *Iefimerida*. STORIES, 26 Απρ. 2014. Διαδίκτυο. 23 Ιαν. 2016.

<<http://www.iefimerida.gr/news/47431/%CF%80%CF%89%CF%82-%CE%AD%CE%BD%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B1%CE%BF%CE%B4%CE%AE%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%84%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B4%CE%AF%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%84%CF%83%CE%B5%CF%81%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CF%80%CE%AF%CE%BB>>.

"Οι χρήσεις της ραδιενέργειας." *Physics4u*. Ιουλ. 2003. Διαδίκτυο. 23 Ιαν. 2016.
<<http://www.physics4u.gr/faq/radioactivities.html>>.

"Ραδιενέργεια." *ΠΑΛΙΕΝΕΡΓΕΙΑ*. Geo.auth, χ.χ. Διαδίκτυο. 06 Ιαν. 2016.
<<http://www.geo.auth.gr/106/theory/radioactivity.htm>>.

Σούφλερη, Ιωάννα. "Η ζωή με τη ραδιενέργεια." *TO BHMA Science*. Science, 20 Μαρ. 2011. Διαδίκτυο. 23 Ιαν. 2016.
<<http://www.tovima.gr/science/article/?aid=390406>>.

Σούφλερη, Ιωάννα. "Τι προκαλεί στην υγεία μας η ραδιενέργεια." *TO BHMA*. N.p., 14 Μαρ. 2011. Διαδίκτυο. 23 Ιαν. 2016.
<<http://www.tovima.gr/science/medicine-biology/article/?aid=389712>>.

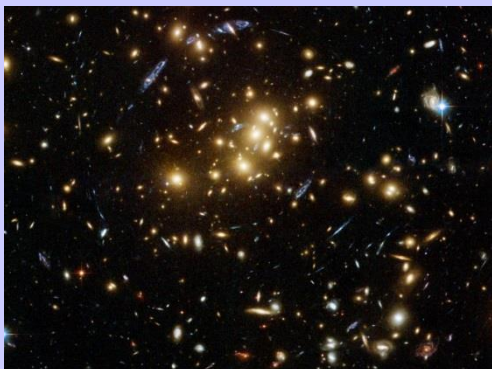
Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΓΑΛΑΞΙΩΝ

Στρατοπούλου Δήμητρα
Φιλίππου Ναυσικά



Εισαγωγή

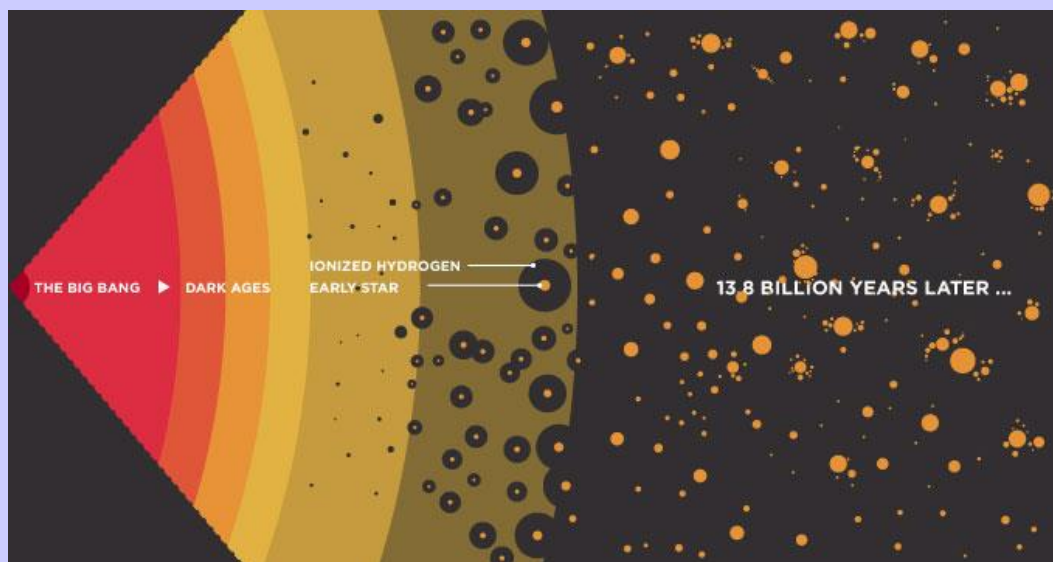
Οι γαλαξίες είναι πάρα πολύ μεγάλα συστήματα αστερών που εκτός από τους αστέρες περιέχουν αέρια και σκόνη σε ποικίλες συγκεντρώσεις. Τα συστήματα αυτά τις περισσότερες φορές ανήκουν σε ομάδες ή σμήνη γαλαξιών διάσπαρτα σε όλο το Σύμπαν. Πώς δημιουργήθηκαν όμως όλοι αυτοί οι γαλαξίες; Αυτό είναι ένα ερώτημα που δεν έχει απαντηθεί ακόμα από τους επιστήμονες, καθώς δεν υπάρχει τρόπος να δούμε και να μάθουμε τι έγινε ακριβώς τα πρώτα 300.000 χρόνια του Σύμπαντος. Ωστόσο αυτό δεν εμπόδισε τους επιστήμονες να αναπτύξουν θεωρίες για αυτό το θέμα.



Σμήνη Γαλαξιών

Η Δημιουργία των Γαλαξιών

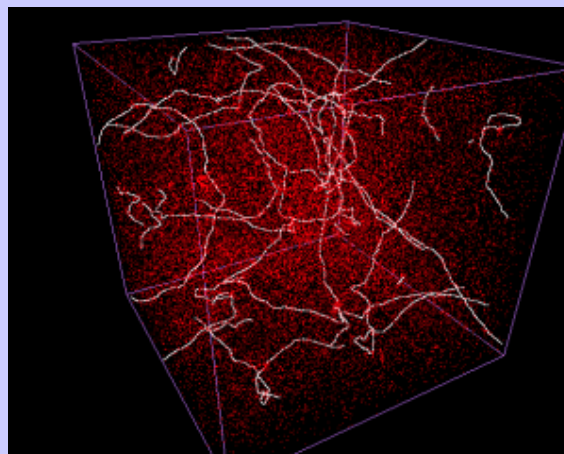
Μια από τις επικρατέστερες θεωρίες για τη γένεση των γαλαξιών είναι η εξής:



Η Πορεία Εξέλιξης του Σύμπαντος από το Big Bang και Μετά

Ένα εκατομμύριο χρόνια μετά το Big Bang το ομογενές Σύμπαν αρχίζει πια να «διασπάται» εξαιτίας της πίεσης της βαρύτητας που δέχεται, ενώ παράλληλα τμήματα αερίου υδρογόνου αρχίζουν να συμπυκνώνονται, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν «σπόροι» οι οποίοι στη συνέχεια θα γίνουν γαλαξίες. Ακόμη και στις μέρες μας όμως δεν είναι ξεκάθαρος ο τρόπος με τον οποίο έγινε η διάσπαση των αερίων που αποτελούσαν το πρωτογενές Σύμπαν. Μια από της κυρίαρχες απόψεις που έχουν σχηματιστεί υποστηρίζει ότι στη διάσπαση αυτή συνέβαλαν οι κοσμικές χορδές. Οι κοσμικές χορδές σχηματίστηκαν λίγα λεπτά μετά από το Big Bang ή αλλιώς κατά τον Πληθωρισμό. Εκείνη την χρονική περίοδο η ύλη από την οποία αποτελούνταν το Σύμπαν ήταν ακόμα καυτή. Σιγά-σιγά η ύλη αυτή άρχισε να ψύχεται με διαφορετικούς τρόπους δημιουργώντας «ρωγμές» μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Έτσι λοιπόν σχηματίστηκαν οι κοσμικές χορδές αποτελούμενες από υπερβολικά συμπιεσμένη ύλη και ενέργεια. Σύμφωνα με την άποψη που αναφέραμε προηγουμένως οι κοσμικές χορδές πάλλονταν με ρυθμό που πλησίαζε την ταχύτητα του φωτός, η οποία ισοδυναμεί με 300.000 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να παραχθούν

βαρυτικά κύματα που απωθούσαν τα αέρια του Σύμπαντος. Έτσι συγκεντρώθηκε μεγάλη ποσότητα ύλης σε ορισμένες περιοχές, ενώ σε άλλες περιοχές δεν απέμεινε σχεδόν καθόλου. Βέβαια, οι κοσμικές χορδές θα μπορούσαν να λειτουργούν και ως «μαγνήτες» οι οποίοι να έλκουν ύλη αντί να την απωθούν, σχηματίζοντας έτσι τεράστια νέφη αερίων. Καθώς περνούσε ο καιρός τα αέρια σε αυτές τις συγκεντρώσεις ύλης άρχισαν να διασπώνται. Με αυτόν τον τρόπο σχηματίστηκαν ακόμα μικρότερες μάζες που και αυτές με τη σειρά τους γέννησαν τους φωτογαλαξίες, οι οποίοι με την πάροδο του χρόνου εξελίχθηκαν στους γαλαξίες που ξέρουμε μέχρι σήμερα.



Κοσμικές Χορδές

Μετά από παρατηρήσεις οι επιστήμονες έβγαλαν το συμπέρασμα ότι το Σύμπαν επεκτείνεται. Επίσης έχουν αναπτύξει διάφορες θεωρίες για το πρώιμο Σύμπαν. Δύο



Σφαιρωτά Σμήνη

από τις πιο διαδεδομένες υποθέσεις υποστηρίζουν ότι εκείνη την εποχή το Σύμπαν ήταν γεμάτο με άτομα υδρογόνου και ηλίου και ότι ορισμένες περιοχές ήταν λίγο πυκνότερες από ότι άλλες. Έτσι λοιπόν υπάρχει άλλη μια θεωρία για την δημιουργία των γαλαξιών η οποία βασίζεται στις δυο υποθέσεις που μόλις αναφέραμε. Οι αστρονόμοι πιστεύουν πως οι περιοχές με μεγαλύτερη πυκνότητα μείωναν την ταχύτητα της επέκτασης του Σύμπαντος, με αποτέλεσμα να συσσωρευτεί ύλη και να δημιουργηθούν πρωτογαλαξιακά νέφη, δηλαδή νέφη που αποτελούνται από αέρια, κυρίως υδρογόνο, που αργότερα θα σχηματίσουν γαλαξίες. Σιγά-σιγά τα αέρια και η σκόνη των πρωτογαλαξιακών νεφών άρχισαν να καταρρέουν εξαιτίας της βαρύτητας, δημιουργώντας αστέρες. Οι αστέρες αυτοί έσβησαν γρήγορα και δημιούργησαν σφαιρωτά σμήνη. Έτσι σχηματίστηκαν πυκνές συγκεντρώσεις αστερων με σχεδόν σφαιρικό σχήμα. Η βαρύτητα όμως συνέχισε να έλκει τα νέφη. Έτσι καθώς τα νέφη κατέρρεαν δημιουργήθηκαν περιστρεφόμενοι δίσκοι που κι αυτοί

με τη σειρά τους, αλλά και με τη βοήθεια της βαρύτητας, προσέλκυσαν ακόμη περισσότερα αέρια και σκόνη. Όλα αυτά είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των γαλαξιακών δίσκων μέσα στους οποίους γεννήθηκαν καινούργια αστέρια.

Σύγκρουση Γαλαξιών

Η σύγκρουση γαλαξιών είναι ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί να δημιουργήσει ή να διαμορφώσει γαλαξίες. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει εξαιτίας της βαρύτητας που ασκούν δύο γαλαξίες μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να έλκει ο ένας τον άλλο. Κατά τη διάρκεια σύγκρουσης δύο γαλαξιών δεν προκαλούνται κανενός είδους καταστροφές. Παρόλα αυτά, λόγω των βαρυτικών δυνάμεων που ασκούνται, η μορφολογία των γαλαξιών μεταλλάσσεται και τεράστια νέφη αερίων συγκρούονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν αστέρια. Έτσι λοιπόν δημιουργούνται καινούργιοι γαλαξίες που αρκετές φορές έχουν ασυνήθιστο σχήμα.



Σύγκρουση Γαλαξιών

Είδη Γαλαξιών

Οι περισσότεροι γαλαξίες έχουν σχήμα ελλειπτικό και ονομάζονται ελλειπτικοί (ellipticals). Σε άλλους η ύλη δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη, αλλά συγκεντρώνεται σε σπειροειδείς σχηματισμούς. Οι γαλαξίες αυτοί, στους οποίους ανήκει και ο δικός μας, ονομάζονται σπειροειδείς (spirals). Επιπλέον, υπάρχουν οι φακοειδείς γαλαξίες, μια ενδιάμεση περίπτωση από τους σπειροειδείς και τους ελλειπτικούς. Τέλος, οι υπόλοιποι γαλαξίες δεν έχουν καμιά εμφανή συμμετρία και ονομάζονται ανώμαλοι (irregulars).

Ελλειπτικοί Γαλαξίες

Οι ελλειπτικοί γαλαξίες, παρουσιάζουν μια μεγάλη ποικιλία σχημάτων. Άλλοι έχουν σχήμα που προσεγγίζει σφαίρα, άλλοι μπορεί να είναι μακρόστενοι, ενώ υπάρχουν και γαλαξίες σε σχήμα φακού. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται το σύμβολο E, που δηλώνει το ελλειπτικό τους σχήμα, ενώ ακολουθεί ένας δείκτης από το 0 έως το 7. Ένας γαλαξίας E₀ είναι σχεδόν σφαιρικός. Αντίθετα ένας γαλαξίας



Ο Ελλειπτικός Γαλαξίας Σομπρέρο

E₇ είναι πολύ επίπεδος. Για την ακρίβεια ο αριθμητικός δείκτης σχετίζεται με το πηλίκο του μεγάλου προς τον μικρό ημιάξονα του ελλειψοειδούς. Γαλαξίες με μεγάλο λόγο ημιαξόνων και προφανώς μεγάλη ελλειπτικότητα έχουν και μεγάλο δείκτη. Πολλοί από αυτούς, σχηματίζουν σμήνη και περιέχουν ελάχιστη σκόνη και αέρια. Γενικά, η παρουσία σκόνης και αερίων είναι ενδεικτικό διαδικασιών δημιουργίας αστεριών. Συνεπώς η απουσία τους υποδηλώνει ότι δεν δημιουργούνται νέα αστέρια, πράγμα που με τη σειρά του σημαίνει ότι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από γέρικά αστέρια που περιέχουν ελάχιστα μέταλλα. Οι περισσότεροι, πιστεύεται, ότι περιέχουν τεράστιες μαύρες τρύπες. Οι διαστάσεις των ελλειπτικών γαλαξιών ποικίλλουν. Μπορεί, λοιπόν, να συναντήσουμε πολύ μικρούς γαλαξίες που περιέχουν έως και 10.000 φορές λιγότερα αστέρια από τον Γαλαξία μας, αλλά και γιγαντιαίους ελλειπτικούς που μπορεί να έχουν διάμετρο 300 εκατομμυρίων ετών φωτός.



Τρόπος
Κατανομής
Γαλαξιών

Σπειροειδείς Γαλαξίες



Ο Σπειροειδής Γαλαξίας M100

Οι σπειροειδείς γαλαξίες έχουν, όπως λέει και το όνομά τους, σπειροειδή δομή. Στους Σπειροειδείς γαλαξίες ανήκει και ο Γαλαξίας μας. Παρατηρώντας τους, άλλοι εμφανίζουν στο κέντρο τους ένα εξόγκωμα, ενώ άλλοι μια ράβδο από τα άκρα της οποίας ξεκινούν οι σπείρες. Οι γαλαξίες της πρώτης κατηγορίας συμβολίζονται

με το γράμμα S, ενώ της δεύτερης κατηγορίας συμβολίζονται με SB και ονομάζονται σπειροειδείς με ράβδο. Το σύμβολο S ή SB το ακολουθεί ένας δείκτης a, b ή c οποίος εκφράζει το πόσο σφιχτά περιελίσσονται οι βραχίονες γύρω από τον κεντρικό σχηματισμό. Γαλαξίες με δείκτη a έχουν σφιχτά δεμένους βραχίονες, ενώ γαλαξίες με δείκτη c έχουν βραχίονες χαλαρά δεμένους με την κεντρική περιοχή. Μορφολογικά, στην πρώτη κατηγορία (S) μπορούμε να παρατηρήσουμε μεγάλους, καμπυλωτούς βραχίονες. Εκεί βρίσκονται άστρα, ροζ νεφελώματα και σκόνη. Στην δεύτερη κατηγορία (SB), οι βραχίονες είναι μακριοί και απλωτοί με μια ράβδο. Τα αστέρια που περιέχονται στη ράβδο έχουν δημιουργηθεί πρόσφατα και είναι πλούσια σε μέταλλα, ενώ στο κέντρο του δίσκου υπάρχουν παλιότερα ή γέρικα αστέρια. Αν οι βραχίονες ξεκινούν από το εξόγκωμα τότε έχουμε έναν απλό σπειροειδή γαλαξία, ενώ εάν δημιουργείται ένας ραβδόμορφος σχηματισμός έχουμε σπειροειδή με ράβδο. Ο μεγαλύτερος σπειροειδής γαλαξίας που έχουν εντοπίσει μέχρι σήμερα οι αστρονόμοι είναι ο NGC 6872. Το μέγεθός του είναι πενταπλάσιο από τον δικό μας Γαλαξία και η διαπίστωση αυτή έγινε τυχαία, κατά την μελέτη των δεδομένων που είχε καταγράψει το διαστημικό παρατηρητήριο GALEX. Είναι ένας γαλαξίας περίπου 212 εκατομμύρια έτη φωτός μακριά από τη Γη, στον αστερισμό του Παγωνιού. Οι αστρονόμοι που έψαχναν για περιοχές όπου σχηματίζονται νέα άστρα, ανακάλυψαν ότι ο γαλαξίας είναι πολύ μεγαλύτερος από όσο νόμιζαν.



Ο Γαλαξίας NGC 6872

Φακοειδείς Γαλαξίες

Υπάρχουν, ακόμη, οι φακοειδείς γαλαξίες. Οι φακοειδείς γαλαξίες είναι μια ενδιάμεση περίπτωση από τους σπειροειδείς και του ελλειπτικούς, δηλαδή περιέχουν ένα δίσκο και ένα κεντρικό εξόγκωμα αλλά δε περιέχουν σπειροειδείς βραχίονες και συμβολίζονται με S_0 . Εάν ο δίσκος είναι αμυδρός είναι πιθανόν να υπάρξει σύγκριση με γαλαξία τύπου E_0 . Οι Φακοειδείς γαλαξίες πολλές φορές ονομάζονται και σπειροειδείς χωρίς βραχίονες. Εάν το κεντρικό εξόγκωμα παρουσιάζει ραβδωτή μορφή τότε ονομάζονται φακοειδείς με ράβδο και συμβολίζονται με SB_0 . Είναι, βέβαια, πολύ σπάνιοι.

Ανώμαλοι Γαλαξίες

Οι γαλαξίες που δεν εμπίπτουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες κατατάσσονται στους Ανώμαλους γαλαξίες οι οποίοι συμβολίζονται με Irr . Είναι μικρότεροι από τους ελλειπτικούς και τους σπειροειδείς. Έχουν ακανόνιστο σχήμα και χαρακτηριστικά. Συνήθως είναι αποτέλεσμα σύγκρουσης ή βαρυτικής αλληλεπίδρασης γαλαξιών που έτυχε να βρεθούν κοντά. Είναι νέοι με πολλά νεότερα αστέρια και λαμπερά νεφελώματα.



Ο ανώμαλος γαλαξίας NGC

Διαφορές Ανάμεσα στα Είδη των Γαλαξιών

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι βασικές διαφορές ανάμεσα στα τρία πιο γνωστά είδη γαλαξιών σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα των αστεριών, τα αέρια και τη σκόνη, την δημιουργία των αστερών, τις κινήσεις των μελών τους, καθώς και την κατανομή τους.

	Ελλειπτικοί	Σπειροειδείς	Ανώμαλοι
Αστέρες	Περιέχουν μόνο παλιούς αστέρες	Περιέχουν παλιούς και νέους αστέρες.	Περιέχουν παλιούς και νέους αστέρες.
Αέρια και Σκόνη	Πολύ λίγα ή και καθόλου	Ο Δίσκος περιέχει μεγάλες ποσότητες. Η ράβδος μικρότερες.	Άφθονη σκόνη και αέρια.
Δημιουργία Αστερών	Καμία σημαντική τα τελευταία 10 δισ. Χρόνια	Αυξανόμενη δημιουργία αστερών στις σπείρες.	Ζωηρή και αυξανόμενη δημιουργία αστερών.
Κινήσεις μελών	Τυχαίες τροχιές	Ο Δίσκος περιφέρεται γύρω από το κέντρο. Οι αστέρες στην ράβδο τυχαία.	Ανώμαλες τροχιές.
Κατανομή	40%-50%	40%-50%	5%

Βιβλιογραφία

- "Αστρικά Σμήνη." *Ίδρυμα Ευγενίδου*. Ίδρυμα Ευγενίδου, 2007. Web. 27 Feb. 2016.
<<http://www.eugenfound.edu.gr/frontoffice/portal.asp?cpage=NODE&cnode=163>>.
- "Γαλαξιακές Συγκρούσεις." *Ίδρυμα Ευγενίδου*. Ίδρυμα Ευγενίδου, 2007. Web. 27 Feb. 2016.
<<http://www.eugenfound.edu.gr/frontoffice/portal.asp?cpage=NODE&cnode=170>>.
- "Γαλαξίας." *Astronomia.gr*. χ.ε., χ.χ. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016.
<<http://www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=%CE%93%CE%B1%CE%B5%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B1%CF%82>>.
- "Η Γένεση των Γαλαξιών." *Ίδρυμα Ευγενίδου*. Ίδρυμα Ευγενίδου, 2007. Web. 27 Feb. 2016.
<<http://www.eugenfound.edu.gr/frontoffice/portal.asp?cpage=NODE&cnode=175>>.
- "Μάθημα 10." *Μάθημα 10*. SlideShare, χ.χ. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016.
<<http://www.slideshare.net/turambargr/m-10-12834446>>.
- "Μορφολογία γαλαξιών." *Gourgouliatos-MorfologiaGalaxiwn*. Gourgouliatos-MorfologiaGalaxiwn, χ.χ. Διαδίκτυο. 28 Φεβ. 2016.
<http://www.orionas.gr/_articles/Gourgouliatos-MorfologiaGalaxiwn.pdf>.
- "Φυσικοί ψάχνουν για αποτυπώματα των κοσμικών χορδών." *Physics4u's Weblog*. N.p., 19 Oct. 2010. Web. 27 Feb. 2016.
<<https://physics4u.wordpress.com/2010/10/19/%CE%AF-%CE%AC-%CF%8E/>>.
- Freudenrich, Craig. "Galaxy Formation." *HowStuffWorks*. HowStuffWorks.com, 2008. Web. 27 Feb. 2016.
<<http://science.howstuffworks.com/dictionary/astronomy-terms/galaxy3.htm>>.

"Galaxies - NASA Science." *Galaxies - NASA Science*. N.p., 8 Feb. 2016. Web. 28 Feb. 2016. <<http://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-are-galaxies/>>.

"Galaxy." *Wikipedia*. Wikimedia Foundation, 26 Feb. 2016. Web. 27 Feb. 2016. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy>>.

"Gravitational Lensing by Galaxy Cluster CL 0024+17." *Wolaver*. N.p., n.d. Web. 27 Feb. 2016. <<http://www.wolaver.org/space/cl0024+17.htm>>.

"Globular Clusters." *HyperPhysics*. N.p., n.d. Web. 27 Feb. 2016. <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/astro/globular.html>>.

"Globular Cluster." *Encyclopedia Britannica Online*. Encyclopedia Britannica, 11 May 2014. Web. 27 Feb. 2016. <<http://www.britannica.com/topic/globular-cluster>>.

"How Did Galaxies Form?" *NASA*. N.p., 30 Sept. 2009. Web. 27 Feb. 2016. <<http://origins.stsci.edu/faq/galaxies.html>>.

<<http://users.sch.gr/ioathanasa/site/index.php/astronomia-diastimiki/119-galaksies>>.

"Irregular Galaxy NGC." *Photobator*. Photobator, n.d. Web. 28 Feb. 2016. <<http://photobator.com/photo/18345/irregular-galaxy-ngc->>.

Nemiroff, Robert, and Jerry Bonnell. "Astronomy Picture of the Day." *APOD: 2014 January 19*. Ed. Debra Meloy Elmegreen. N.p., 19 Jan. 2014. Web. 27 Feb. 2016. <<http://apod.nasa.gov/apod/ap140119.html>>.

O'Callaghan, Jonathan. "What Happens When Two Galaxies Collide?" *Space Answers*. Imagine Publishing Ltd, 13 June 2013. Web. 27 Feb. 2016. <<http://www.spaceanswers.com/deep-space/what-happens-when-two-galaxies-collide/>>.

"Protogalaxy." *TheFreeDictionary*. Farlex, n.d. Web. 27 Feb. 2016. <<http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/protogalactic>>.

"The Birth of Galaxies." *ESA Kids*. European Space Agency, n.d. Web. 27 Feb. 2016.
<https://www.esa.int/esaKIDSen/SEM5Y5WJD1E_OurUniverse_0.html>.

"What Happens When Galaxies Collide? (Beginner)." *Ask an Astronomer*. The Curious Team, 27 June 2015. Web. 27 Feb. 2016.
<<http://curious.astro.cornell.edu/about-us/96-the-universe/galaxies/formation-and-evolution/530-what-happens-when-galaxies-collide-beginner>>.

Zrioka, Pete. "Writing the History of the Cosmic Dark Ages." *Writing the History of the Cosmic Dark Ages*. N.p., 29 Aug. 2013. Web. 27 Feb. 2016.
<<https://researchmatters.asu.edu/stories/writing-history-cosmic-dark-ages-2758>>.

"4 τρόποι που θα έκαναν ένα ταξίδι στον χρόνο δυνατό." *The Wire*. N.p., 13 Oct. 2015. Web. 27 Feb. 2016. <<http://www.thewire.gr/topic/150-4-%CF%84%CF%81%CF%8C%CF%80%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%B8%CE%B1-%CE%AD%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%84%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B4%CE%B9-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CF%87%CF%81%CF%8C%CE%BD%CE%BF-%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%B1%CF%84/>>>.

ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Αβραντίνη Αθηνά
Δημοπούλου Αγγελική

Εισαγωγή

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι προσπαθούν μέσω της φυσικής να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν τον κόσμο. Στην αρχαιότητα η φυσική συνδεόταν στενά με τη φιλοσοφία. Ωστόσο τον 18ο αιώνα με τον Νεύτωνα οι θεωρίες αρχίζουν να βασίζονται σε παρατήρηση και σταθερές παραδοχές και να επιβεβαιώνονται με μαθηματικούς τύπους. Μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα αρκεί η κλασσική νευτώνεια φυσική σύμφωνα με την οποία τα πάντα έχουν κάποιου είδους θέση και κίνηση, σπρώχνονται από κάποια δύναμη και με βάση αυτά τα δεδομένα οι φυσικοί προβλέπουν τι θα συμβεί. Όλα αλλάζουν με μια σειρά ανακαλύψεων στον χώρο της φυσικής και χημείας κατά τον 19ο αιώνα οι οποίες οδήγησαν στην θεμελίωση της κβαντικής θεωρίας.

Σημαντικά πρόσωπα στην εξέλιξη της κβαντομηχανικής υπήρξαν οι Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger και Richard Feynman

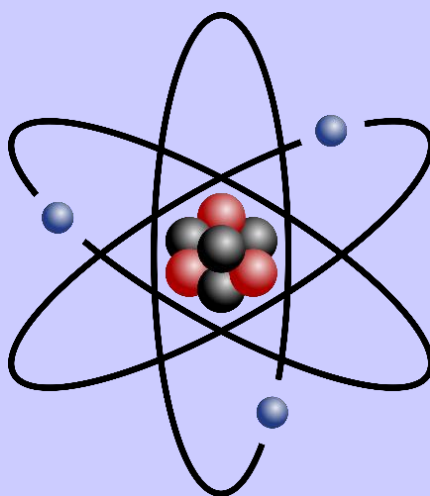


Οι θεμελιωτές της κβαντικής θεωρίας με τη σειρά που αναφέρονται πιο πάνω

Τι ακριβώς είναι η κβαντομηχανική και με τι ασχολείται;

Η κβαντομηχανική είναι θεμελιωμένη θεωρία της φυσικής, αναπτυγμένη με σκοπό την ερμηνεία φαινομένων που η νευτώνεια μηχανική αδυνατούσε να ερμηνεύσει και να περιγράψει. Η κβαντομηχανική περιγράφει τη συμπεριφορά της ύλης στο μοριακό, ατομικό και υποατομικό επίπεδο. Ο όρος κβάντο (quantum, από τη λατινική λέξη quantus, ποσό) ορίζει της διακριτές μονάδες που χαρακτηρίζουν συγκεκριμένες φυσικές ποσότητες. Μερικά από τα βασικότερα φαινόμενα τα οποία αναλύει η κβαντομηχανική είναι τα εξής:

- Η *κβάντωση* κάποιων φυσικών ποσοτήτων, παραδείγματος χάριν η κίνηση του ηλεκτρονίου μόνο σε συγκεκριμένες ενεργειακές τροχιές σε ένα άτομο.
- Ο *κυματοσωματιδιακός δυϊσμός*, δηλαδή την εκδήλωση, σε ορισμένες περιπτώσεις, κυματικής συμπεριφοράς από σωματίδια ύλης, κυρίως ηλεκτρόνια.
- Το *φαινόμενο σήραγγας*, κατά το οποίο σωματίδια μπορούν να υπερπηδήσουν φράγματα δυναμικού και να βρεθούν σε περιοχές του χώρου απαγορευμένες από την κλασική μηχανική.
- Ο *κβαντικός εναγκαλισμός*, που σχετίζεται με την περιγραφή της κατάστασης ενός συστήματος από *επαλληλία καταστάσεων*.



Κβάντωση

Πολλές φυσικές ιδιότητες υπόκεινται σε κβάντωση, παίρνοντας διακριτές τιμές. Παρατηρείται σε άτομα και μόρια, εξηγώντας την σταθερότητα της ύλης. Η ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι από τα πιο γνωστά κβαντικά μεγέθη, η οποία, εκπέμπεται και απορροφάται σε διακριτά πακέτα τα κβάντα (απεδείχθη από τον Max Planck και τον Albert Einstein).

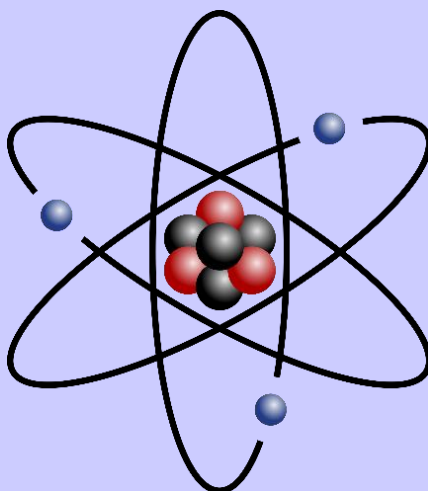
Ισχύει δηλαδή ότι

$$E = h \cdot f$$

Όπου:

- h είναι η σταθερά του Πλανκ
- f η συχνότητα της ακτινοβολίας

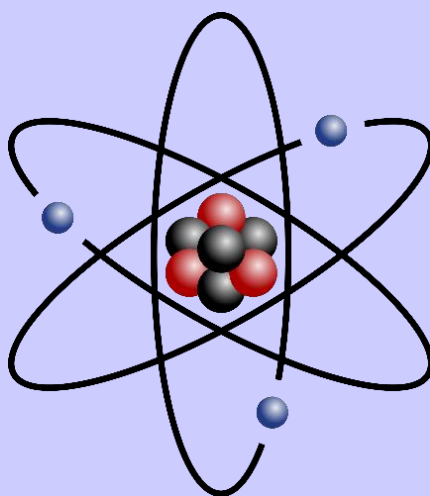
Από την παραπάνω εξίσωση καταλαβαίνουμε ότι η ενέργεια δεν μπορεί να πάρει οποιεσδήποτε τιμές, μόνο πολλαπλάσια της συχνότητας. Η κβάντωση ισχύει για διάφορα φυσικά μεγέθη, όπως το ηλεκτρικό φορτίο, το οποίο εμφανίζεται πάντα ως ακέραιο πολλαπλάσιο του φορτίου του ενός ηλεκτρονίου.

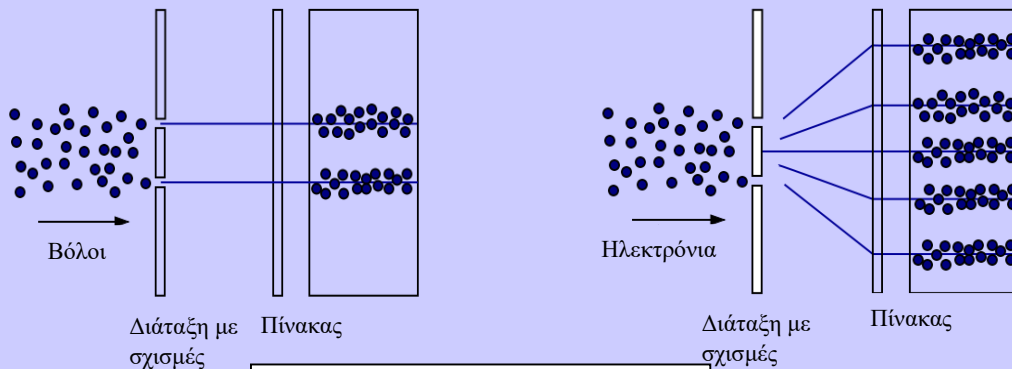


Η αρχή του κυματοσωματιδιακού δυϊσμού της ύλης

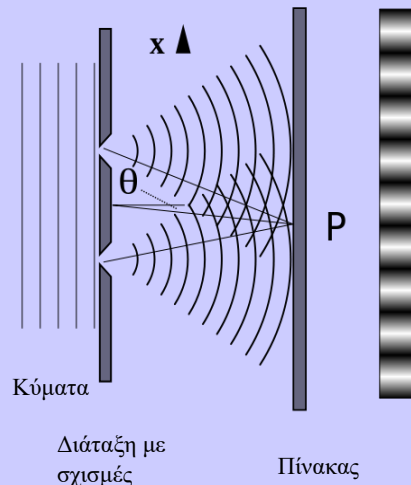
Μία από της πιο χαρακτηριστικές αρχές της κβαντομηχανικής είναι αυτή του κυματοσωματιδιακού δυϊσμού της ύλης. Σύμφωνα με αυτή το φως παρουσιάζει, εκτός από σωματιδιακή, και κυματική συμπεριφορά.

Ένα πολύ χαρακτηριστικό πείραμα, που αποδεικνύει αυτή την αρχή είναι το *πείραμα των δύο σχισμών* ή αλλιώς πείραμα Young. Κατά το πείραμα αυτό, τα σωματίδια αναγκάζονται να περάσουν μέσα από μια διάταξη με δύο λεπτές παράλληλες σχισμές που είναι πολύ κοντά μεταξύ τους, πίσω από την οποία βρίσκεται ένας πίνακας. Όταν πετάμε ύλη μακροσκοπικών διαστάσεων μέσα από τη μία σχισμή, στον πίνακα πίσω της αποτυπώνεται το σχήμα της σχισμής, δηλαδή ένα ευθύγραμμο τμήμα και όταν πετάμε μακροσκοπική ύλη προς δύο παράλληλες σχισμές, αποτυπώνονται στον πίνακα δύο παράλληλες γραμμές. Όταν όμως χρησιμοποιούμε σωματίδια ύλης σε ατομική ή υποατομική κλίμακα, και αντίστοιχης κλίμακας σχισμές, τότε, ενώ στον πίνακα πίσω από μία σχισμή σχηματίζεται μια γραμμή, στον πίνακα πίσω από της δύο σχισμές αποτυπώνονται κροσσοί συμβολής.





Αναπαράσταση πειράματος Young για τη συμπεριφορά της ύλης

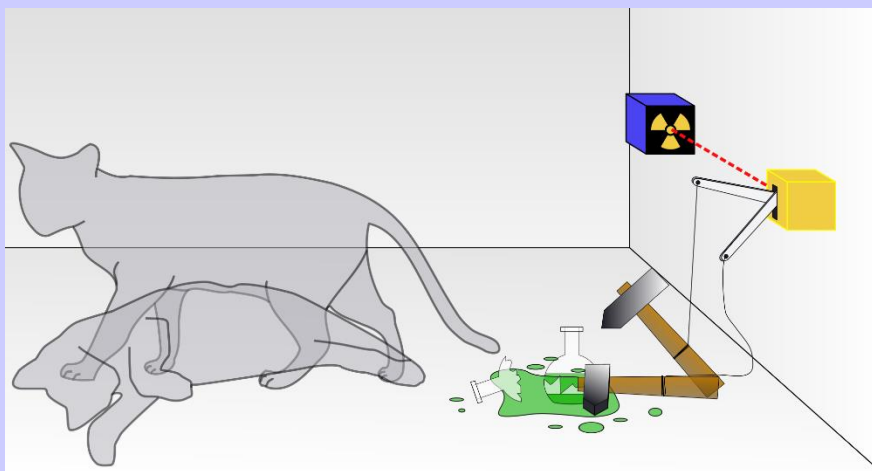


Αναπαράσταση πειράματος Young για τη συμπεριφορά ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Η ύλη πλησιάζοντας την ατομική κλίμακα και η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εμφανίζει κυματικές ιδιότητες. Στην πραγματικότητα η ύλη εμφανίζει κυματικές ιδιότητες σε όλες τις κλίμακες, αλλά στις πολύ μικρές διαστάσεις το μήκος κύματος της σωματιδιακής ακτινοβολίας φτάνει να είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με το πλάτος των σχισμών από τις οποίες τα σωματίδια περνούν, με αποτέλεσμα τη σαφή εμφάνιση της κυματικής συμπεριφοράς. Το παράδοξο είναι το εξής: Όταν οι επιστήμονες προσπάθησαν να παρατηρήσουν τα ηλεκτρόνια την ώρα που περνούσαν από τις σχισμές διαπίστωσαν ότι τα αποτυπώματά τους στον πίνακα ήταν αυτή τη φορά όμοια με αυτά των βόλων. Συνεπώς τα ηλεκτρόνια συμπεριφέρονται σαν κύματα μόνο όταν δεν τα παρατηρεί κανείς, δηλαδή όταν δεν αλληλοεπιδρούν με εξωτερικούς παράγοντες.

Η γάτα του Schrödinger

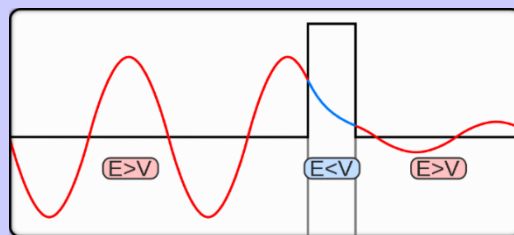
Ο Αυστριακός φυσικός Erwin Schrödinger ήταν ένας από τους θεμελιωτές της κβαντικής μηχανικής. Είναι γνωστός και για το νοητικό πείραμα της γάτας του Schrödinger. Φαντάστηκε ότι παίρνει μια γάτα και την τοποθετεί σε ένα σφραγισμένο κουτί με μια συσκευή που έχει 50% πιθανότητα να σκοτώσει τη γάτα μέσα στην επόμενη ώρα. Στο τέλος της ώρας, αναρωτήθηκε, ποια είναι η κατάσταση της γάτας; Η κοινή λογική μας λέει πως η γάτα είναι είτε ζωντανή είτε νεκρή, αλλά ο Schrödinger επισήμανε ότι σύμφωνα με την κβαντική φυσική τη στιγμή πριν ανοίξει το κουτί, η γάτα είναι εξίσου ζωντανή και νεκρή. Μόνο την στιγμή που θα επέμβουμε για να παρατηρήσουμε την γάτα, θα δούμε μια οριστική κατάσταση. Μέχρι τότε η γάτα είναι μια θαμπάδα πιθανοτήτων. Αυτό φυσικά είναι παράλογο. Ωστόσο το κβαντικό φαινόμενο της επαλληλίας (κατά το οποίο ένα σώμα υπάρχει ταυτόχρονα σε όλες τις θεωρητικά πιθανές καταστάσεις του) είναι αποτέλεσμα του κυματοσωματιδιακού δυισμού που προαναφέραμε. Συνεπώς, με βάση αυτά που εξηγήσαμε στην παραπάνω παράγραφο, ο λόγος για τον οποίο η γάτα είναι είτε ζωντανή είτε νεκρή είναι το ότι δεν είναι κβαντικό αντικείμενο, αλλά έχει μακροσκοπικές διαστάσεις. Ο στόχος του πειράματος δεν ήταν να προωθήσει τη ιδέα ότι μια γάτα μπορεί να είναι ταυτόχρονα ζωντανή και νεκρή, αλλά να τονίσει το ότι η κβαντομηχανική δεν ανταποκρίνεται στην καθημερινότητα και στην κοινή λογική.



Αναπαράσταση
του νοητικού
πειράματος της
γάτας του
Schrödinger

Φαινόμενο Σήραγγας

Κατά το φαινόμενο σήραγγας, ένα κβαντικό σωματίδιο διασχίζει ένα φράγμα σωματιδίων, φαινομενικά αδιαπέραστο. Ένα σωματίδιο έχει πιθανότητα να βρεθεί σε ένα φράγμα δυναμικού, δηλαδή μια περιοχή που απαιτεί ενέργεια περισσότερη από αυτήν που έχει το σωματίδιο. Όταν το βάθος του φράγματος είναι άπειρο, τότε η πιθανότητα μηδενίζεται. Αντίθετα, αν το μήκος είναι πεπερασμένο και από την άλλη μεριά του φράγματος υπάρχει μια περιοχή που απαιτεί λιγότερη ενέργεια από αυτήν που έχει το σωματίδιο, τότε το σωματίδιο έχει πιθανότητα να βρεθεί στην άλλη περιοχή όπως και μέσα στο φράγμα (η πιθανότητα είναι πολύ μικρότερη μέσα στο φράγμα). Έτσι, αν ένας μεγάλος αριθμός σωματιδίων βρεθεί στη μία περιοχή, ένα μικρό ποσοστό θα διαπεράσει το φράγμα.



Γραφική παράσταση της εξίσωσης Σρέντιγκερ πάνω στη γραφική παράσταση του δυναμικού V σωματιδίου μηχανικής ενέργειας E .

Αρχή της αβεβαιότητας του Heisenberg

Υπάρχουν θεμελιώδεις περιορισμοί στην ακρίβεια με την οποία μπορούμε να μετρήσουμε ορισμένες φυσικές ποσότητες. Σύμφωνα με τον Heisenberg, είναι αδύνατον να μετρηθεί ταυτόχρονα και με ακρίβεια: η θέση, η ταχύτητα ή η ορμή ενός υποατομικού σωματιδίου. Η αβεβαιότητα ή απροσδιοριστία δεν οφείλεται στην παρατήρηση, από ανθρώπους, φαινομένων του μικρόκοσμου, αλλά σε μία ιδιότητα του φυσικού κόσμου. Ο λόγος που δεν βλέπουμε αυτή την αβεβαιότητα στην καθημερινότητα μας είναι ότι εμφανίζεται σε πολύ μικρή κλίμακα.

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

Όπου:

- Δx η αβεβαιότητα στη θέση
- Δp η αβεβαιότητα στην ορμή
- $\hbar$ η σταθερά του Planck.

Βιβλιογραφία

Carroll, Sean. "Quantum Mechanics Made Easy." *Preposterous Universe*. Web. 6 Jan. 16. <<http://www.preposterousuniverse.com/eternitytohere/quantum/>>.

Coolman, Robert. "What Is Quantum Mechanics?" *Live Science*. Purch, 26 Sept. 2014. Web. 6 Jan. 2016. <<http://www.livescience.com/33816-quantum-mechanics-explanation.html>>.

Hewitt, Paul G. "Quantum Mechanics." *Conceptual Physics*. 12th Edition ed. S.l.: Pearson Education Limited, 2014. 636-37. Print.

IDTIMWYTIM: Schrodinger's Cat. Perf. Hank Green. *YouTube*. SciShow, 8 May 2012. Web. 6 Jan. 2016. <<https://www.youtube.com/watch?v=uWMTOrux0LM>>.

"Quantum Mechanics." *Wikipedia: The Free Encyclopedia*. Wikimedia Foundation, Inc. Web. 6 Jan. 2016

Schrödinger's Cat. *YouTube*. Minute Physics, 26 Sept. 2011. Web. 6 Jan. 2016. <<https://www.youtube.com/watch?v=IOYyCHGWJq4>>.

Stedl, Todd. "Todd's Intro to Quantum Mechanics." *Quantum Intro*. 31 July 2005. Web. 7 Jan. 2016. <<http://www.quantumintro.com/>>.

ΗΧΟΣ ΚΑΙ ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

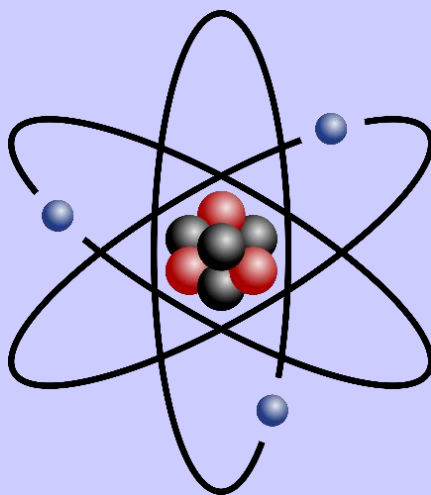
Αναγνωστόπουλος Χάρης
Ρουμελιώτης Γιάννης

Γενικές πληροφορίες για τον ήχο

Ο ήχος είναι η αίσθηση ορισμένων ανθρώπινων αισθητήρων που προκαλείται από τις μεταβολές του ατμοσφαιρικού αέρα και πίεσης. Η δόνηση ενός αντικειμένου, όπως τα τύμπανα, δονεί και τον αέρα γύρω από το αντικείμενο προς όλες τις κατευθύνσεις- και παράγει ηχητικά κύματα. Όταν ένα ηχητικό κύμα «χτυπάει» τα μόρια ενός σώματος (αέρας, ξύλο κλπ.), τότε του μεταφέρει ενέργεια, κυρίως κινητική και αυτό με την σειρά του δονείται και μεταφέρει ενέργεια στο επόμενο κ.ο.κ., με αποτέλεσμα να μεταφερθεί η ενέργεια αυτή. Η έννοια του ήχου είναι συνυφασμένη με την ύλη, διότι γνωρίζουμε πως χωρίς τα μόρια ενός οποιουδήποτε σώματος δεν θα υπήρχε διάδοση του ήχου. Ένα παράδειγμα είναι το διάστημα όπου δεν υπάρχει καμία διάδοση ηχητικών κυμάτων, αφού δεν υπάρχει και ύλη. Από την άλλη πλευρά η φυσική κατάσταση των σωμάτων απλώς επηρεάζει την ταχύτητα του ήχου, αλλά επιτρέπει την διάδοση των ηχητικών κυμάτων. Κύμα ονομάζεται κάθε διαταραχή που μεταφέρει ενέργεια και ορμή με ορισμένη ταχύτητα, χωρίς να μεταφέρει ύλη. Ηχητικά κύματα ονομάζουμε τα μηχανικά κύματα που διαδίδονται στον αέρα τα οποία παράγονται από ταλαντώσεις σωμάτων στον αέρα. Τα ηχητικά κύματα έχουν δύο μορφές οι οποίες καθορίζονται από τον τύπο διατάραξης του ελαστικού σώματος μέσω του οποίου διαδίδονται τα ηχητικά κύματα. Συγκεκριμένα, οι δύο αυτές μορφές ονομάζονται εγκάρσια και διαμήκη. Στα εγκάρσια η διάδοση εμφανίζεται κάθετη ως προς την κατεύθυνση των κυμάτων, άρα παρουσιάζει κοιλάδες και λόφους στο μέσο διάδοσης ενώ στα διαμήκη εμφανίζεται παράλληλη με την κατεύθυνση τους, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται πυκνώματα και αραιώματα στο μέσο διάδοσης. Στα ρευστά (υγρά και αέρια), τα ηχητικά κύματα διαδίδονται πάντα ως διαμήκη, ενώ στα στερεά διαδίδονται κύματα και των δύο μορφών. Στα υγρά όμως παρουσιάζεται μία ανωμαλία στην επιφάνειά τους, που καθιστά δυνατή τη διάδοσή τους με εγκάρσια κύματα.

Επιπλέον υπάρχουν και διάφορα φαινόμενα του ήχου που επηρεάζουν την κατεύθυνση της διάδοσής του καθώς και την ταχύτητα διάδοσής του. Συγκεκριμένα υπάρχει η ανάκλαση, η περίθλαση, η διάθλαση, η συμβολή και τέλος το φαινόμενο Ντόπλερ. Όταν ένα ξένο σώμα διαφορετικής ύλης από αυτή του μέσου παρεμβάλλεται στην κατεύθυνση των ηχητικών κυμάτων, τότε αυτά υφίστανται ανάκλαση. Αν για παράδειγμα, σταθούμε μπροστά από έναν τοίχο και κτυπήσουμε παλαμάκια, τα κύματα που θα φτάσουν στον τοίχο θα αναγκαστούν να αλλάξουν κατεύθυνση. Αν το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 17 μέτρα, τότε παρατηρούμε πως ο κρότος που δημιουργήσαμε επαναλαμβάνεται - αυτό το φαινόμενο ονομάζεται ηχώ. Αν όμως το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 17 μέτρα, τότε ο ήχος απλώς δυναμώνει. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αντήχηση και στηρίζεται στο ότι τα ηχητικά κύματα ανακλώνται και επιστρέφουν ενισχυμένα όταν συναντήσουν ένα πολύ κοντινό εμπόδιο. Όταν η υπόσταση του υλικού μέσου αλλάζει σταδιακά, τότε τα κύματα μπορεί να αλλάξουν κατεύθυνση. Το φαινόμενο αυτό λέγεται διάθλαση και παρατηρείται, για παράδειγμα, όταν ο ήχος ταξιδεύει σε στρώματα αέρα με διαφορετική θερμοκρασία. Όταν ηχητικά κύματα παραγόμενα από δυο διαφορετικές πηγές διαδίδονται στο ίδιο μέσο, τότε η διατάραξη που επιδέχεται κάθε μάζα προκύπτει από το άθροισμα των μετατοπίσεων που θα επιδεχόταν από κάθε κύμα ξεχωριστά. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται συμβολή. Η συμβολή μπορεί να είναι καταστρεπτική όταν τα ηχητικά κύματα ακυρώνουν πλήρως τη μετατόπιση που θα σημειωνόταν σε σημείο του μέσου. Κάτι το παρόμοιο γίνεται και με την συνισταμένη δύο δυνάμεων, όπου μία δύναμη μπορεί να εξουδετερώσει μία άλλη. Το φαινόμενο Doppler είναι η αντίληψη της διαφορετικής συχνότητας που αντιλαμβάνεται ένας παρατηρητής για τον ήχο μιας ηχογόνου πηγής, όταν βρίσκονται σε σχετική κίνηση μεταξύ τους. Συγκεκριμένα υπάρχουν δύο περιπτώσεις. Η μία είναι όταν ο παρατηρητής και η πηγή είναι ακίνητοι ή κινούνται με ίσες (διανυσματικά) ταχύτητες δεν εμφανίζεται φαινόμενο Doppler, δηλαδή ο παρατηρητής ακούει τον ήχο της πηγής με τη πραγματική του συχνότητα. όταν ο παρατηρητής κινείται και η πηγή είναι ακίνητη, η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται είναι μίας διαφορετικής συχνότητας σε σχέση με αυτή που εκπέμπει η πηγή. Ένα ηχητικό κύμα χαρακτηρίζεται από φυσικές ιδιότητες όπως συχνότητα, περίοδος, μήκος κύματος, πλάτος ταλάντωσης, χρόνος και κυματομορφή.

Η συχνότητα εκφράζει την ταχύτητα ταλάντωσης και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hertz, Hz). Γρηγορότερες ταλαντώσεις επιφέρουν υψηλότερους - οξύτερους - ήχους, ενώ βραδύτερες ταλαντώσεις επιφέρουν χαμηλότερους - βαρύτερους - ήχους. Ως ένταση αποκαλείται το πόσο ισχυρή ή ασθενής είναι η ταλάντωση ενός σώματος. Πλατύτερες ταλαντώσεις επιφέρουν ηχητικά κύματα με μεγαλύτερη ένταση, σε σύγκριση με ταλαντώσεις μικρότερου πλάτους των οποίων το προϊόν είναι ήχοι ασθενέστεροι. Η διάρκεια ορίζει τον συνολικό χρόνο για τον οποίο ένας ήχος γίνεται αντιληπτός. Ένας ήχος είναι μακρύτερος από έναν άλλο, βραχύτερο, όταν η αντιληπτή διάρκεια είναι συγκριτικά μεγαλύτερη. Με βάση την κυματομορφή, οι ήχοι ταξινομούνται σε απλούς ή σύνθετους, και σε περιοδικούς ή μη περιοδικούς - το ημιτονοειδές κύμα είναι ένα παράδειγμα απλού και περιοδικού ηχητικού κύματος, ενώ ο λευκός θόρυβος είναι ήχος σύνθετος και μη περιοδικός. Από την κυματομορφή ενός ήχου πηγάζει το χαρακτηριστικό της χροιάς, το οποίο και εκφράζει την ποιότητα ενός ηχητικού κύματος - πρόκειται για το χαρακτηριστικό εκείνο που προσδιορίζει την ταυτότητα της ηχητικής πηγής και κάνει εφικτό τον διαχωρισμό μεταξύ δύο διαφορετικών ηχητικών πηγών. Έτσι κατηγοριοποιούνται επίσης και τα μουσικά όργανα.



Ταχύτητα του ήχου

Ταχύτητα του ήχου σε ατμοσφαιρικό ξηρό αέρα (20°C) είναι 343 m/sec ή 1235 km/h

Εξαρτάται από: πίεση, θερμοκρασία (καταστατικές μεταβλητές)

Είναι διαφορετική σε κάθε φυσική κατάσταση (στερεή, αέρια)

- Στερεή:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

- Όπου:

- c: ταχύτητα (m/s)
- E: μέτρο ελαστικότητας (N/m²)
- ρ: πυκνότητα (kg/m³)

- Αέρια:

$$c_{IA} = \sqrt{\gamma \cdot R \cdot T}$$

- Όπου:

- γ: ο λόγος των ειδικών θερμοτήτων γ=C_p/ C_v
- R: η σταθερά των αερίων 8,315410 Jmol⁻¹ K⁻¹
- M: το μοριακό βάρος των αερίων

Υλικό	Ταχύτητα ήχου (m/s)
<i>Αέρια</i>	
Αέρας	344
Ήλιο	999
Υδρογόνο	1330
<i>Υγρά</i>	
Υγρό Ήλιο	211
Υδράργυρος	1351
Νερό	1402
Νερό	1482
Νερό	1543
<i>Στερεά</i>	
Βηρύλλιο	12870
Οστό	3445
Ορείχαλκος	3450
Γυαλί Pyrex	5170
Χάλυβας	5000

Αριθμός Μαχ (Ερνστ Μαχ)

Ο αριθμός Μαχ (Mach) είναι ο λόγος της ταχύτητας ενός αντικειμένου προς την τοπική ταχύτητα μετάδοσης του ήχου. Συμβολίζεται με Ma

Η ταχύτητα μετάδοσης του ήχου εξαρτάται από: θερμοκρασία, πίεση και πυκνότητα

Τον αριθμό Μαχ τον συναντούμε κυρίως στη μέτρηση της ταχύτητας των αεροσκαφών (υπερηχητικών): α. υποηχητική πτήση ($Ma < 1$), β. πτήση με τη ταχύτητα του ήχου ($Ma = 1$), γ. υπερηχητική πτήση ($Ma > 1$).

1 Μαχ = 1225 km/h

Φράγμα του ήχου

Τι είναι;

Το φράγμα του ήχου είναι το φαινόμενο κατά το οποίο εάν ένα αεροσκάφος πλησιάσει τη ταχύτητα του ήχου (343 m/s → σε 20°C), τότε αυξάνεται η αντίσταση από τον αέρα (αεροδυναμική) έτσι ώστε το αεροσκάφος να έχει ισχυρή ταλάντωση στη φθορά/αλλαγή της ταχύτητας.

Το σπάσιμο του φράγματος του ήχου:

Αυτό που συμβαίνει όταν σπάει το φράγμα του ήχου είναι το εξής:

Ένα αεροσκάφος ταξιδεύει σε σημείο όπου φτάνει να ξεπεράσει τη ταχύτητα του ήχου (343 m/s σε 20°C) και συνεπώς τα κύματα ήχου που ακούμε εμείς να «μένουν πιο



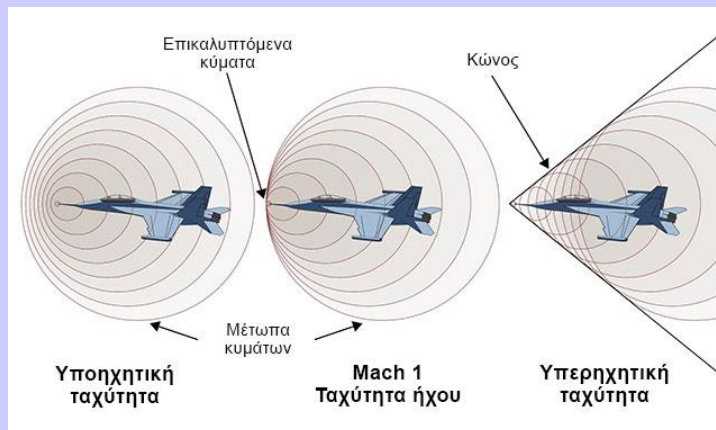
πίσω» δηλαδή το αεροσκάφος να πηγαίνει πιο γρήγορα από αυτά και έπειτα να συσσωρεύονται σχηματίζοντας το γνωστό μας κώνο λίγο πιο πίσω από το αεροσκάφος.

Το σύννεφο που σχηματίζεται δεν ξέρουμε από πού προέρχεται, η πιο πιθανή εξήγηση είναι να πέφτει η πίεση του αέρα ο οποίος συμπυκνώνεται και να δημιουργεί σταγονίδια νερού.



Τι είναι το «μπαμ» που ακούμε;

Επειδή το αεροσκάφος έχει περάσει τη ταχύτητα του ήχου, συσσωρεύονται τα ηχητικά κύματα και σαν να τα ακούμε όλα μαζί με τη μία και ξαφνικά με ένα μπαμ.



Σημαντικά γεγονότα

- Ο 1^{ος} άνθρωπος που έσπασε το φράγμα του ήχου ήταν:
 - Στη βάση Έντουαρντς (Καλιφόρνια), το 1947, ο Τσακ Γιέγκερ, ο οποίος έφτασε τα 1,2 Μαχ με το αεροσκάφος BellX-1
- Ο Felix Baumgartner όταν πήδηξε από την στρατόσφαιρα έσπασε το φράγμα του ήχου με 1342 χιλιόμετρα την ώρα (1,24 Μαχ)
- Το παγκόσμιο ρεκόρ ταχύτητας του ήχου στο έδαφος είναι 1149 km/h, μόλις 86 km/h μικρότερο από τη ταχύτητα του ήχου

Βιβλιογραφία

Bachus, John (1977). *The Acoustical Foundations of Music* (Second Edition), W. W. Norton & Company, Inc., New York.

Hewitt, Paul G. *Οι Έννοιες της Φυσικής*. San Francisco: Pearson Education, 2014. Έντυπο.

Oxlade, Chris. *Light and Sound*. Great Britain. 2005. Έντυπο.

Seashore, Carl E. (1967). *Psychology of Music*, Dover Publications, New York

Μαθιουλάκης, Δημήτρης, *Συμπιεστά ρευστά*, ΕΜΠ, 2000. Έντυπο

Ο ΚΟΜΗΤΗΣ ΤΟΥ ΧΑΛΕΪ

Πάσχος Γιάννης
Ρέκκας Γιάννος

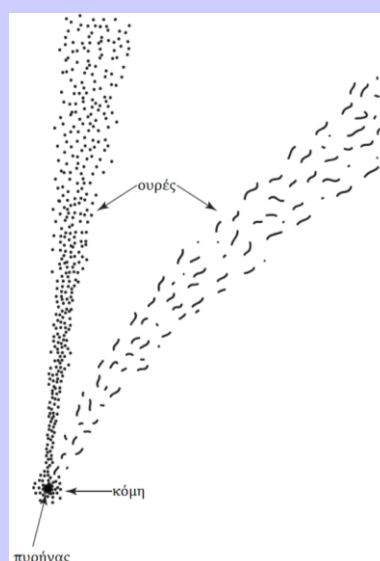


Εισαγωγή

Ο κομήτης του Halley πάντα ενθουσίαζε την ανθρωπότητα, ακόμη και πριν τον προσδιορισμό της τροχιάς του από τον Edmond Halley. Σε αυτό το άρθρο θα παρουσιαστούν πληροφορίες για το τι είναι ένας κομήτης, για τη ζωή και τον κομήτη του Halley, καθώς και για τις εμφανίσεις του.

Κομήτες

Οι κομήτες είναι ουράνια σώματα με ακανόνιστο σχήμα. Τους διακρίνουμε σε δύο περιοχές, την κεφαλή και τις ουρές. Η κεφαλή αποτελείται από τον πυρήνα και την κόμη. Ο πυρήνας αποτελείται από σκόνη, αέρια, πετρώδη μετεωρικά υλικά και πάγο. Η κόμη είναι μια αεριώδης σφαιρική περιοχή που αποτελείται από τα εξαχνωμένα από τον Ήλιο υλικά του πυρήνα. Στους κομήτες υπάρχουν δύο ουρές, η ουρά σκόνης και η ουρά ιόντων.



Τα κύρια μέρη ενός κομήτη

Η ζωή του Halley

Παρόλο που η ημερομηνία γέννησης του Edmond Halley είναι αβέβαιη, εκείνος πίστευε πως ήταν στις 29 Οκτωβρίου 1656. Δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες για την παιδική του ηλικία. Μεγάλωσε στο Χάκνεϊ, ένα μέρος λίγο πιο έξω από το Λονδίνο.

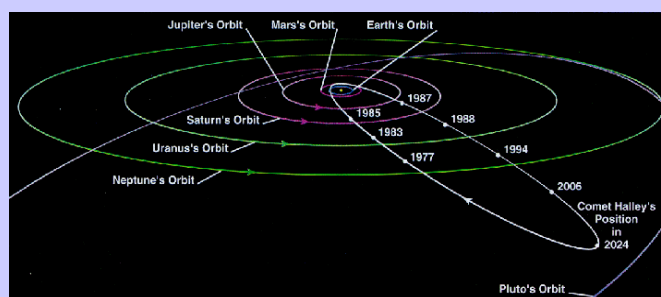


Edmond Halley

Ο πατέρας του, που είχε το ίδιο όνομα με αυτόν, ήταν επιχειρηματίας και οι επιχειρήσεις του ήταν κερδοφόρες με αποτέλεσμα να μπορέσει να στείλει τον γιο του στο St. Paul's, ένα από τα καλύτερα σχολεία της Αγγλίας τότε, όπου και αρίστευσε. Στα 18 του έγραψε στον αστρονόμο της βασιλικής αυλής John Flamsteed, για να τον πληροφορήσει ότι είχαν γίνει κάποια λάθη στις θέσεις του Δία και του Κρόνου στους δημοσιευμένους πίνακες. Τα επόμενα χρόνια απευθύνθηκε και σε άλλους επιστήμονες, υποδεικνύοντας λάθη στις δημοσιεύσεις τους. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι υποδείξεις του γίνονταν πάντα με σεβασμό, χωρίς να προσβάλλει τους άλλους. Αργότερα, αποφάσισε να σταματήσει τις σπουδές του στην Οξφόρδη και να πάει στο νησί St. Helena, δυτικά της Αφρικής, για να χαρτογραφήσει τον ουρανό του νοτίου ημισφαιρίου. Ο Halley ερευνήσε αναφορές για τρεις κομήτες που πλησίασαν την Γη το 1531, το 1607 και το 1682, συμπεραίνοντας ότι ήταν ο ίδιος κομήτης, ο οποίος θα ονομαζόταν αργότερα με το όνομά του. Τέλος, πέθανε στις 14 Ιανουαρίου 1742 (σε ηλικία 85 ετών) στο Γκρήνουιτς της Αγγλίας χωρίς να προλάβει να δει τον κομήτη του, που πέρασε από τη Γη το 1758.

Ο κομήτης του Halley: Πληροφορίες

Ο κομήτης του Halley έχει ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο, η οποία προσδιορίστηκε για πρώτη φορά από τον ίδιο. Μοιάζει με παραβολή, αφού η εκκεντρότητά της είναι κοντά στο 1 ($\approx 0,96$). Η μάζα του κομήτη είναι περίπου 2.2×10^{14} kg και η πυκνότητα του πυρήνα του $0,1 \text{ g/cm}^3$. Ο κομήτης



Τροχιά του κομήτη

έρχεται στη Γη κάθε περίπου κάθε 76 χρόνια. Η τελευταία φορά που ήρθε ήταν στις 9 Φεβρουαρίου του 1986 και προβλέπεται να ξανάρθει στις 28 Ιουλίου του 2061. Είναι ο πρώτος κομήτης του οποίου προβλέφθηκε η επιστροφή. Έτσι αποδείχθηκε ότι κάποιοι κομήτες είναι μέλη του ηλιακού μας συστήματος. Το 1910 η Γη πέρασε από την ουρά του κομήτη πιθανότατα χωρίς αισθητά αποτελέσματα.

Θεάσεις του κομήτη

Η πρώτη γνωστή θέαση του κομήτη έγινε το 239 π.Χ. από κινέζους αστρονόμους. Επίσης παρατηρήθηκε το 168 π.Χ. και το 87 π.Χ. από τους Βαβυλώνιους. Μία από τις πιο διάσημες εμφανίσεις του κομήτη του Halley συνέβη λίγο πριν από την εισβολή της Αγγλίας το 1066 από τον Γουλιέλμο τον κατακτητή. Λέγεται ότι ο Γουλιέλμος αισθάνθηκε ότι ο κομήτης προανήγγειλε την νίκη του.



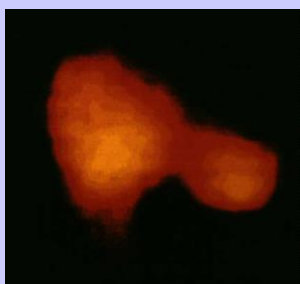
1066

Το 1910 ο κομήτης του Halley ήρθε σε μικρή απόσταση από τη Γη με αποτέλεσμα τη δυνατότητα θέαςής του με γυμνό μάτι. Ακόμη, ήταν η πρώτη φορά που φωτογραφήθηκε.



1910

Το 1986 ήταν η πιο πρόσφατη εμφάνισή του, καθώς και η πρώτη φορά που μπορούσε να σταλεί ερευνητικό διαστημικά σκάφη πάνω του. Από τη Γη δεν μπορούσε να παρατηρηθεί καλά, αλλά η NASA είχε σε τροχιά από το 1978 τον διεθνή εξερευνητή κομητών ο οποίος έβγαλε κάποιες φωτογραφίες του. Επίσης οι δύο διαστημικές συσκευές, που στάλθηκαν με την συνεργασία της Γαλλίας και της Σοβιετικής Ένωσης, Vega 1 και 2, έβγαλαν φωτογραφίες τον πυρήνα του.



Ο πυρήνας



1986

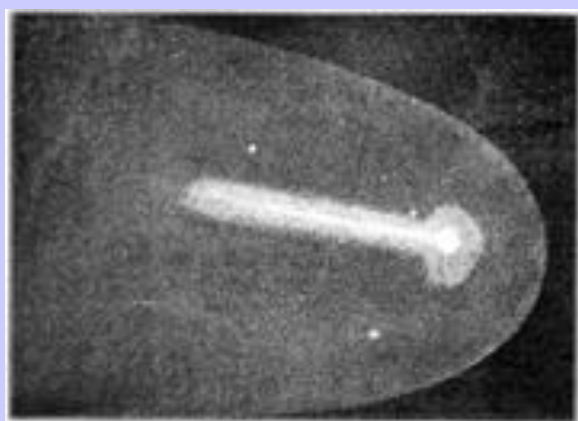
Άλλες εικόνες από σκίτσα σε χειρόγραφα



1682



1759



1835

Βιβλιογραφία

Carl, Sagan, Ann Druyan. *COMET*. United States: Ballanttine Books, 1985. Print.

«Edmond Halley Biography: Facts, Discoveries and Quotes». *Space.com*. Purch, 12 FEB. 2014. Web. 16 OCT. 2015. < <http://www.space.com/24682-edmond-halley-biography.html>>.

«Halley's Comet». Wikipedia, the free encyclopedia. Wikimedia Foundation, Inc., 1 JAN. 2016. Web. 4 JAN. 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Halley%27s_Comet>.

«Halley's Comet: Facts About the Most Famous Comet». *Space.com*. Purch, 20 FEB. 2013. Web. 4 JAN. 2016. <<http://www.space.com/19878-halleys-comet.html>>.

Hans, E.M. *Κομήτες και αστεροειδείς: περιπλάνηση στο διάστημα*. Αθήνα: Σαββάλας, 2004. Έντυπο.

Moché, Dinah. *Astronomy: A Self-Teaching Guide*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2009. Έντυπο.

Sharp, Tim. “Edmond Halley Biography: Facts, Ray, Villard.” Let's Plan For a Rendezvous With Halley's Comet”. *Discovery news*. Discovery Communications, 3 SEP. 2013. Web. 16 OCT. 2015. <<http://news.discovery.com/space/astronomy/lets-plan-for-a-rendezvous-with-halleys-comet-130903.htm>>.

ΚΑΙΡΟΣ ΚΑΙ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Ευπνητός Γιώργος
Γάτος Μίλτος

Καιρός

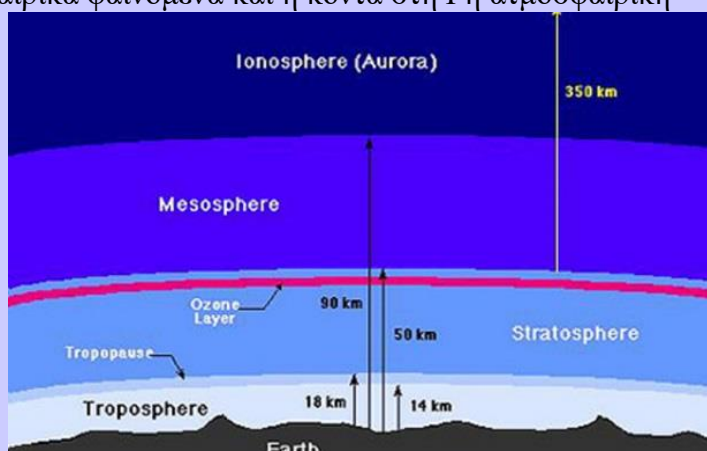
Καιρός σε μια μικρή ή μεγάλη περιοχή της Γης ή σε ολόκληρο τον πλανήτη κατά μια χρονική στιγμή ή περίοδο, χαρακτηρίζεται η κατάσταση της ατμόσφαιρας, η οποία περιβάλλει την συγκεκριμένη περιοχή. Ο καιρός μεταβάλλεται συνεχώς με τον τόπο και τον χρόνο. Αυτές οι μεταβολές του καιρού έχουν επίδραση στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου, όπως στην αεροπορία και την ναυσιπλοΐα. Οι άνθρωποι, από τα αρχαιότερα χρόνια, ήθελαν να είναι ενήμεροι για τον καιρό. Έτσι, οι μετεωρολόγοι έχουν ανακαλύψει μεθόδους για την πρόγνωση του καιρού.

Καιρικά Φαινόμενα

Τα καιρικά φαινόμενα εκδηλώνονται στο χαμηλότερο τμήμα της ατμόσφαιρας την «τροπόσφαιρα». Σε αυτήν την περιοχή ο αέρας περιέχει υδρατμούς και σύννεφα και όσο αυξάνεται το ύψος, μειώνεται η θερμοκρασία.

Τροπόσφαιρα

Σ' αυτή συμβαίνουν τα διάφορα καιρικά φαινόμενα και η κοντά στη Γη ατμοσφαιρική κυκλοφορία. Η υγρασία της τροπόσφαιρας δεν είναι σταθερή. Η τροπόσφαιρα θερμαίνεται κυρίως από την ακτινοβολούμενη θερμότητα της Γης. Γι' αυτό η θερμοκρασία της ελαττώνεται με το ύψος, και στο ανώτερο όριο της -περίπου 12 km- φθάνει από -50°C μέχρι -65°C . Στο κατώτερο στρώμα της -εδαφικό στρώμα- που φθάνει μέχρι 2m ζουν κυρίως φυτά. Η μελέτη του παραπάνω στρώματος είναι



αντικείμενο της Μικροκλιματολογίας και ενδιαφέρει ιδιαίτερα την Αγροτική Μετεωρολογία. Πάνω από το εδαφικό βρίσκεται το κύριο στρώμα της τροπόσφαιρας, που το ύψος του κυμαίνεται από 1 μέχρι 2,5 Km. Στο στρώμα αυτό συμβαίνουν κυρίως κατακόρυφες μετακινήσεις των αέριων μαζών. Ένα στρώμα αναστροφής διαχωρίζει ένα υπερκείμενο στρώμα όπου λαμβάνουν χώρα οριζόντιες μετακινήσεις αέριων μαζών (Adrektionsicht), οι οποίες έχουν ιδιαίτερη σημασία για την εξέλιξη του καιρού. Στο ίδιο στρώμα βρίσκονται οι περισσότεροι ορίζοντες των νεφών και αναπτύσσονται οι μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμων. Η επάνω οριακή περιοχή της τροπόσφαιρας λέγεται τροπόπαυση.



Η τροπόπαυση δεν έχει σταθερό ύψος. Στον ισημερινό φτάνει τα 12-17 Km, και στους πόλους τα 8-9 Km. Το ύψος της επηρεάζεται από την κατάσταση του καιρού στα κατώτερα στρώματα.

Κλίμακα Μποφόρ

Η κλίμακα Μποφόρ είναι ένας εμπειρικός τρόπος μέτρησης της έντασης των ανέμων, που βασίζεται στην παρατήρηση των αποτελεσμάτων του ανέμου στη στεριά ή τη θάλασσα. Το πλήρες επίσημο όνομά της είναι Beaufort Wind Force Scale = Κλίμακα (Έντασης Ανέμου) Μποφόρ.

Μετεωρολογία

Η μετεωρολογία είναι ο κλάδος της Φυσικής Επιστήμης που ασχολείται με τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα, δηλαδή με εκείνα τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στην ατμόσφαιρα (άνεμος, βροχή, χιόνι κ.λπ.). Κύριο έργο της αποτελεί η συστηματική μελέτη των μεταβολών της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ατμοσφαιρικής πίεσης, των ανέμων, της νέφωσης και των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή, χιόνι κ.λπ.) ενώ ταυτόχρονα εξετάζει και τα αίτια που προκαλούν αυτές τις μεταβολές.

Πρόγνωση καιρού

Αρχικά, να αναφέρουμε ότι υπάρχει το αμερικάνικο μοντέλο που ονομάζεται gfs και το ευρωπαϊκό που ονομάζεται ecwf. Τα μοντέλα αυτά τροφοδοτούνται συνεχώς με πληροφορίες για διάφορες καταστάσεις τις ατμόσφαιρας όπως ατμοσφαιρική πίεση, θερμοκρασία και υγρασία από μετεωρολογικούς σταθμούς που έχουν στήσει οι μετεωρολογικές υπηρεσίες κάθε χώρας, σε ξηρά και σε θάλασσα. Επίσης, τροφοδοτούνται και με πληροφορίες για σημεία της ατμόσφαιρα σε συγκεκριμένα υψόμετρα ακόμα και σε σημεία της ανώτερης ατμόσφαιρας. Αυτό γίνεται με τη διαδικασία της ραδιοβόλισης (τα γνωστά μετεωρολογικά μπαλόνια) σε συνδυασμό με άντληση πληροφοριών από διάφορους δορυφόρους. Έτσι, το μοντέλο σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές διαθέτει πληροφορίες για την πραγματική κατάσταση (πίεση, θερμοκρασία, υγρασία κ.τ.λ.) στην επιφάνεια της γης αλλά και στην ατμόσφαιρα. Οπότε υπάρχει ένα τρισδιάστατο πλέγμα με σημεία γύρω από τη γη που τροφοδοτούν με πληροφορίες συνεχώς τα μοντέλα για την πρόγνωση καιρού. Κάθε 12 ώρες, μετεωρολογικές υπηρεσίες σε όλο τον κόσμο στέλνουν μετεωρολογικά μπαλόνια στην ατμόσφαιρα. Αυτά είναι μικρά αερόστατα που φέρουν κάμποσους μετεωρολογικούς αισθητήρες, όπως θερμόμετρο και βαρόμετρο, και ένα πομπό που εκπέμπει τις μετρήσεις σ' ένα σταθμό εδάφους. Καθώς το μπαλόνι ανεβαίνει, οι μετρήσεις εκπέμπονται, και έτσι καταγράφονται οι μετεωρολογικές μεταβλητές σε διάφορα υψόμετρα. Κατόπιν συλλέγονται αυτές οι μετρήσεις απ' όλο τον κόσμο, καθώς και μετρήσεις από πλοία και αεροπλάνα, και μας λένε πώς ήταν ο καιρός την ώρα των μετρήσεων. Για να γίνουν οι υπολογισμοί που απαιτούνται για την

πρόγνωση, η ατμόσφαιρα διαιρείται σε μικρά τμήματα έτσι ώστε η θερμοκρασία, η πίεση, κλπ., σε κάθε τμήμα είναι γνωστή από τις μετρήσεις. Επειδή είναι γνωστοί οι φυσικοί νόμοι που περιγράφουν πώς οι συνθήκες σε κάθε τμήμα επηρεάζονται από τα γειτονικά του τμήματα, μπορούμε να υπολογίσουμε πώς θα εξελιχθούν οι συνθήκες σε κάθε τμήμα, και έτσι έχουμε πρόγνωση του καιρού.

Οι άνεμοι

Οι αέριες μάζες έχουν την τάση να μετακινούνται από τις περιοχές υψηλής προς χαμηλής βαρομετρικής πίεσης για να εξισορροπήσουν να δημιουργήσουν μια ομοιογενή ατμοσφαιρική πίεση. Οι άνεμοι είναι αέριες μάζες που τρέχουν προς τα εκεί που υπάρχει χαμηλή πίεση, για να αποκαταστήσουν την ισορροπία. Ακολουθούν μια σπειροειδή μορφή για να μεταβούν από περιοχές υψηλής σε περιοχές χαμηλής βαρομετρικής πίεσης. Οροσειρές, δάση και πόλεις επηρεάζουν την κίνηση των ανέμων.

Τύποι: Θερμοί, ψυχροί, υγροί, ξηροί.

Η ένταση των ανέμων

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά πίεσης μεταξύ των περιοχών τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ανέμου. Όταν η διαφορά πίεσης είναι μικρή ο άνεμος είναι ελαφρύς και ευχάριστος. Η ένταση του ανέμου όταν συναντά κάποιο εμπόδιο αυξάνεται ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητάς του.



Άνεμος, θάλασσα και βουνό

Οι άνεμοι δημιουργούνται κυρίως από τις ιδιαίτερες γεωγραφικές συνθήκες κάθε τόπου και όχι από τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας.

Ανεμοστρόβιλος

Ένας ανεμοστρόβιλος δημιουργείται από ένα δυνατό ρεύμα θερμού αέρα που διαρκεί αρκετά λεπτά. Η απότομη άνοδος του αέρα αφήνει πίσω της μια εστία χαμηλής βαρομετρικής πίεσης που έλκει με δύναμη τον αέρα της γύρω περιοχής. Η περιστροφή της γης βάζει σε κίνηση το στροβιλισμό του αέρα



που ανεβαίνει σπειροειδώς προς τα πάνω κι έτσι εμφανίζεται το χαρακτηριστικό σχήμα χωνιού. Η ακτίνα δράσης τους είναι μικρή: η διάμετρος κυμαίνεται 50 - 500 μέτρα και το ύψος τους φτάνει τα 200 μέτρα. Οι θαλασσινοί ανεμοστρόβιλοι περιέχουν επίσης σταγονίδια θαλασσινού νερού και έχουν ένα απειλητικό γκρίζο χρώμα.

Βροχή- Χιόνι- Χαλάζι

Τα νέφη που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα αποτελούνται είτε από σταγόνες νερού είτε από κρυστάλλους πάγου (παγοκρύσταλλοι). Οι παγοκρύσταλλοι δημιουργούνται στα νέφη όταν οι σταγόνες του νερού που τα αποτελούν παγώσουν, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας που επικρατεί στην ατμόσφαιρα. Όταν οι παγοκρύσταλλοι είναι αρκετά μεγάλοι, λόγω του βάρους τους, αρχίζουν να πέφτουν προς την επιφάνεια της γης. Καθώς πέφτουν, συγκρούονται μεταξύ τους. Όταν δυο παγοκρύσταλλοι συγκρουστούν τότε, ανάλογα με τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα στην περιοχή, μπορεί να συμβούν τρία πράγματα:

1. Βροχή: Αν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη, οι νιφάδες λιώνουν και φτάνουν στο έδαφος σαν βροχή ή σαν χιονόνερο.

Ορισμός: Η βροχή ή βροχόπτωση είναι ένα φαινόμενο υγρής κατακρήμνισης ή ένα από τα φαινόμενα του υετού όπως συνηθίζουν να λένε οι μετεωρολόγοι.

2. Χιόνι: Αν η θερμοκρασία του αέρα δεν είναι πολύ κάτω από το μηδέν, η εξωτερική επιφάνεια των παγοκρυστάλλων διατηρείται υγρή κι έτσι κατά την σύγκρουσή τους δημιουργούνται νιφάδες χιονιού ακανόνιστου σχήματος και με μέγεθος που μπορεί να φτάνει αρκετά εκατοστά. Οι νιφάδες φτάνουν στο έδαφος με αργό ρυθμό.

Ορισμός: Η χιονόπτωση είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο που παρατηρείται κυρίως τον χειμώνα. Όταν χιονίζει νιφάδες χιονιού πέφτουν από τον ουρανό και κάνει πολύ κρύο. Χιονοπτώσεις παρατηρούνται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη, ακόμη και στον Ισημερινό αλλά μόνο στα μεγάλα υψόμετρα όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλή. Οι νιφάδες του χιονιού μπορεί να είναι διαφανείς ή αδιαφανείς και παρουσιάζουν πολύπλοκους και συχνά εντυπωσιακούς εξαγωνικούς σχηματισμούς. Καμία νιφάδα δεν μοιάζει με την άλλη αφού το σχήμα που τελικά θα αποκτήσει εξαρτάται από την θερμοκρασία του αέρα στην οποία αναπτύχθηκε αλλά και από την πορεία που ακολούθησε δηλαδή τις συγκρούσεις με άλλους παγοκρυστάλλους μέχρι να φτάσει στο έδαφος.

3. Χαλάζι: Αν η θερμοκρασία του αέρα είναι πολύ χαμηλή, όπως στις πολικές περιοχές ή στα μεγάλα υψόμετρα, οι κρύσταλλοι φτάνουν στο έδαφος με μορφή μικρών κόκκων πάγου.

Ορισμός: Το χαλάζι είναι ένα είδος υετού που αποτελείται από πάγο σφαιρική μορφής ή ακανόνιστου σχήματος. Αποτελείται κυρίως από πάγο νερού με μεγέθη από 5mm έως και 150mm σε διάμετρο, με τις μέγιστες τιμές να σημειώνονται σε έντονες καταιγίδες.

Ομίχλη

Ουσιαστικά, η ομίχλη είναι ένα σύννεφο πολύ κοντά στο έδαφος. Αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια νερού τα οποία στην ουσία αιωρούνται στον αέρα, όπως και τα σύννεφα. Δεν κάθονται στο έδαφος εξαιτίας των πολλών ρευμάτων αέρος και αιωρούνται όλα μαζί προς διάφορες κατευθύνσεις. Λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης αυτών των σωματιδίων, έχουμε έλλειψη ορατότητας. Όταν είμαστε μέσα της έχουμε περιορισμένη ορατότητα και όταν την βλέπουμε από μακριά φαίνεται σαν ημιδιαφανές σύννεφο. Στις περισσότερες περιπτώσεις η ομίχλη δημιουργείται όταν σχετικά ζεστός αέρας περνάει από κρύο έδαφος, τότε το κρύο αυτό έδαφος ψύχει τον αέρα και "υγροποιείται" ο αέρας αυτός. Τέλος, η ομίχλη βοηθάει στο λιώσιμο του χιονιού. Εξαιτίας του ήλιου τα μικροσκοπικά σωματίδια ζεσταίνονται γρήγορα και όταν έρχονται σε επαφή με το χιόνι, συμβάλλουν στο να λιώσει.



Διαφορές ομίχλης- σύννεφου

1. Υψομετρική διαφορά: όταν ένα σύννεφο βρίσκεται πολύ κοντά στο έδαφος το ονομάζουμε ομίχλη.
2. Στα σύννεφα τα σωματίδια είναι πολλές φορές παγωμένα, της ομίχλης συνήθως δεν είναι.

Αστραπή

Αστραπή είναι ηλεκτρική εκκένωση μεταξύ δυο νεφών, που προκαλεί επιμήκη σπινθήρα. Παράγεται στην ατμόσφαιρα, όταν δύο σύννεφα φορτισμένα το ένα με θετικό και το άλλο με αρνητικό ηλεκτρισμό πλησιάζουν μεταξύ τους. Οι ετερόνυμοι ηλεκτρισμοί έλκονται και με την εκκένωση τους παράγεται ο σπινθήρας. Σύγχρονα, με τη παλμική κίνηση των μορίων της ατμόσφαιρας, γίνεται και η βροντή, που σε μας ακούγεται λίγο αργότερα.

Κεραυνός

Κεραυνός είναι ηλεκτρική εκκένωση μεταξύ σύννεφου και εδάφους σε ώρα καταιγίδας. Ο κεραυνός διαφέρει από την αστραπή στο εξής: Στην αστραπή η ηλεκτρική εκκένωση γίνεται ανάμεσα σε δυο σύννεφα με αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο, ενώ στον κεραυνό γίνεται ανάμεσα στο σύννεφο και στο έδαφος. Στην περίπτωση κατά



την οποία η εκφόρτιση συμβεί μεταξύ δύο νεφών, το μήκος της μπορεί να φτάσει τα 10-15 χλμ. Όταν, αντίθετα, συντελεστεί μεταξύ νέφους και εδάφους, το μήκος της σπάνια υπερβαίνει τα 2-3 χλμ. Αποτέλεσμα του κεραυνού επί της ατμόσφαιρας είναι ο σχηματισμός όζοντος ή νιτρωδών ενώσεων από την οξείδωση του αζώτου. Πάνω στη Γη ο κεραυνός μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία ζώντων οργανισμών,

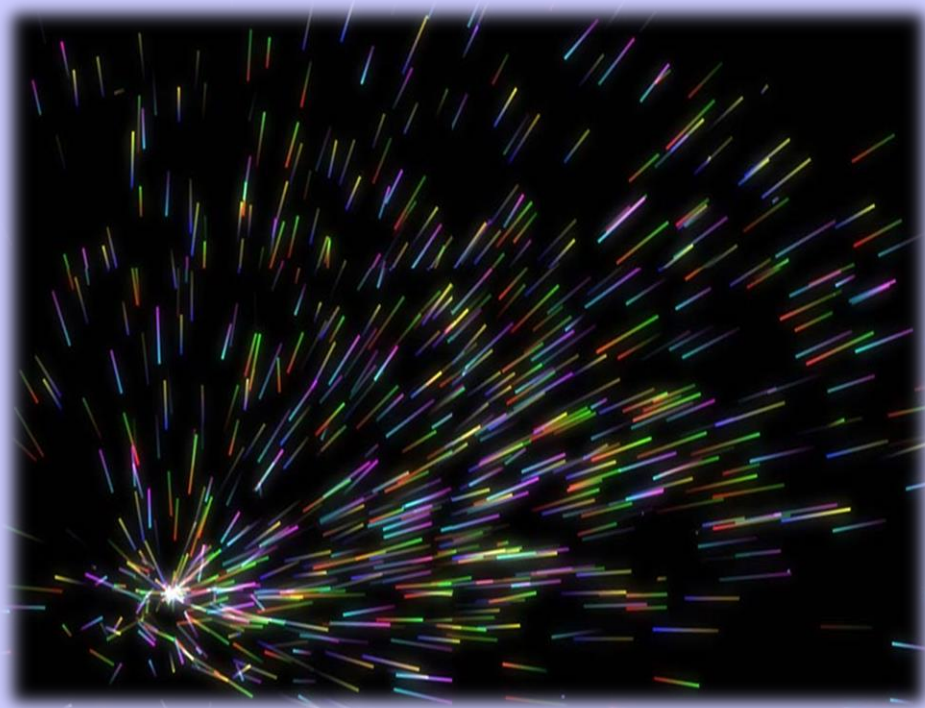
πυρκαγιές κλπ. Ο κεραυνός προσβάλλει περισσότερο τα υψηλά και απομονωμένα αντικείμενα. Συνήθως πάνω στα υψηλά κτίρια, στα καμπαναριά κτλ. τοποθετούν αλεξικέραυνα, για να παίρνουν τον κεραυνό και να τον διοχετεύουν στη γη.

Βιβλιογραφία

- "3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ." 3.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ. Web. 07 Feb. 2016. <http://www.ellinogermaniki.gr/ep/YouRA/diafora/gr_youra_project/gr/stoixeia_kathoristika_gia_ton_kairo.htm>.
- "300% αυξημένοι οι ανεμοστρόβιλοι στην Ελλάδα! Προβληματισμένοι οι επιστήμονες. Έξαρση του φαινομένου την τελευταία 10ετία. (UPDATED). 13 June 2013. Web. 24 Jan. 2016. <<http://psekasmata.blogspot.gr/2013/06/300-10.html>>.
- "Απλό, κατανοητό, συναρπαστικό! « Coolweb.gr." Coolweb.gr. Web. 07 Feb. 2016. <<http://coolweb.gr/>>.
- Βαβλιάκης, Ελευθέριος. "Ελευθέριος Βαβλιάκης - Προσωπική σελίδα." Ελευθέριος Βαβλιάκης - Προσωπική σελίδα. Web. 07 Feb. 2016. <<http://www.geo.auth.gr/322/chapter121.html>>.
- ΜΑΛΟΥΚΟΥ, ΤΑΣΙΑ, ΑΡΧΟΝΤΙΣΣΑ ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗ, and ΙΟΚΑΣΤΗ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ. "7° Γυμνάσιο Χανίων." 7° Γυμνάσιο Χανίων. 7° Γυμνάσιο Χανίων. Web. 07 Feb. 2016. <<http://7gymchanion.chan.sch.gr/NEWPAGE/PAGES/perivalontiki/perivalontiki11-12.htm>>.
- Πάπυρος Larousse Britannica (Vol. 26). (2007). Αθήνα: Πάπυρος
- "Πως γίνεται η πρόγνωση καιρού;." Ifeelkid. 01 Απρ. 2014. Web. 07 Feb. 2016. <<http://www.ifeelkid.gr/πως-γίνεται-η-πρόγνωση-καιρού/>>.
- "Πως δημιουργείται η βροχή." Coolweb.gr. Web. 24 Ιαν. 2016. <<http://coolweb.gr/vroxi-pos-dimiourgeitai/>>.
- "Πως οι μετεωρολόγοι κάνουν πρόγνωση καιρού;". Coolweb.gr. Web. 07 Feb. 2016. <<http://coolweb.gr/meteorologoi-provlepsi-kaiou/>>.
- "Η τροπόσφαιρα «ανεβάζει πυρετό»." Newsbeast. Newsbeast, 16 Νοε. 2010. Web. 07 Feb. 2016. <<http://www.newsbeast.gr/environment/arthro/75105/i-troposfaira-anevazei-pureto>>.
- Allaby, M. (1995). Ανακαλύπτω τον καιρό. Αθήνα: Ερευνητές.
- "Blog." Kairos.gr. Web. 24 Jan. 2016. <<http://www.kairos.gr/blog/article/what-is-hail>>.
- Pinna, L. (2000). Το κλίμα. Αθήνα: Opera/Itinera.
- "Χιόνι." χιόνι. Web. 24 Jan. 2016. <<http://www.gscp.gr/games/xioni.htm>>.

ΦΩΤΟΝΙΟ

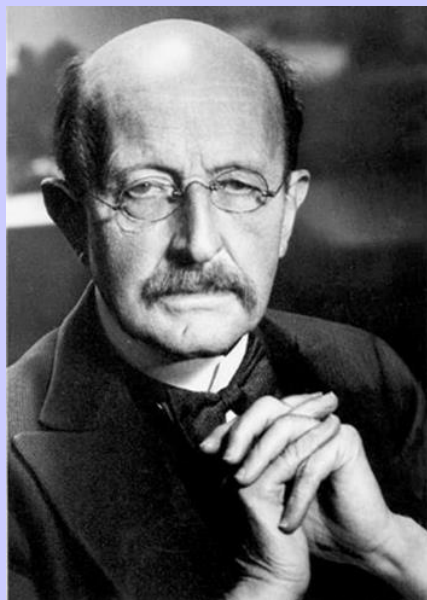
Διαμαντή Αναστασία
Παπασπυρίδης Κωνσταντίνος
Ρισκάκης Γιάννος



Ιστορικά Στοιχεία

Από τα αρχαία χρόνια το φως απασχόλησε πολλούς επιστήμονες και ιδίως Έλληνες επιστήμονες. Το 500 π.Χ. ο Πυθαγόρας ισχυρίστηκε, πως βλέπουμε τα αντικείμενα διότι φως εκπέμπεται από τα μάτια μας, ενώ 200 χρόνια ύστερα ο Επίκουρος είπε πως όραση προκαλείται όταν το φως ανακλά σε αντικείμενα και εισχωρεί στα μάτια μας. Αυτήν την θεωρία, επιβεβαίωσε ο Άραβας φυσικός Αλχάζαν το 1036. Τον 17^ο αιώνα τέθηκε το ερώτημα για την φύση του φωτός. Πολλοί φυσικοί, όπως ο Ρενέ Ντε καρτ (1637) και ο Ρόμπερτ Χουκ (1665), υποστήριζαν ότι το φως είναι ένα κύμα. Άλλοι φυσικοί, όπως ο Ισαάκ Νεύτωνας, πίστευαν πως το φως αποτελείται από διάφορα σωματίδια διαφορετικών μαζών.

Η τελική απόφαση για την φύση του φωτός δεν είχε παρθεί μέχρι το τέλος του 19^ο αιώνα. Η πρώτη θεωρητική πρόβλεψη, έγινε στις 14/12/1900 όταν ο Πλανκ διατύπωσε την υπόθεση ότι η φωτεινή ενέργεια που ακτινοβολείται από ένα θερμαινόμενο σώμα, δεν εκπέμπεται κατά συνεχή ροή όπως αρκετοί νόμιζαν τότε, αλλά σε μορφή αυτοτελών ποσοτήτων (ϵ) που είναι ανάλογες προς τη συχνότητα (ν) του εκπεμπόμενου φωτός. Δυστυχώς όμως, η θεωρία αυτή δεν απέκτησε κάποια επεξηγηματική σημασία παρά μόνο πέντε χρόνια μετά, αφού το 1905 ο Αϊνστάιν, επανεξετάζοντας την υπόθεση του Πλανκ και με τη βοήθεια της θεωρίας του φωτοηλεκτρικού φαινομένου από τον Χέρτζ (1887) πρότεινε την ύπαρξη φωτονίων. Ο Αϊνστάιν υπέθεσε πως χρειάζεται μια συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας για να απομακρυνθεί ένα ηλεκτρόνιο από μια επιφάνεια. Το 1924 ο Αμερικάνος Νομπελίστας φυσικός Άρθουρ Κόμπτον, δημοσίευσε το λεγόμενο φαινόμενο του Κόμπτον με το οποίο επιβεβαίωσε την ύπαρξη φωτονίων. Κάνοντας πειράματα παρατήρησε ότι όταν οι ακτίνες Χ προσπίπτουν σε μια επιφάνεια τότε ένα μέρος τους εκτρέπεται από τα σωματίδια ύλης. Προσάρμοσε έτσι την σχέση ορμής και ενέργειας για ένα οποιοδήποτε ηλεκτρομαγνητικό κύμα σε ένα φωτόνιο και κατέληξε ότι $p=h/l$, όπου p η ορμή, h η σταθερά του Πλανκ και l το μήκος κύματος.



Ο Μαξ Πλανκ, γνωστός ως «πατέρας» της κβαντομηχανικής.

Διέγερση – Δημιουργία Φωτονίου

Όσο πιο μακριά είναι ένα ηλεκτρόνιο από τον πυρήνα του, τόσο πιο μεγάλη δυναμική ενέργεια έχει μετρώντας από τον πυρήνα σε σχέση με ένα ηλεκτρόνιο, το οποίο βρίσκεται πιο κοντά σε αυτόν. Ουσιαστικά, το ίδιο συμβαίνει και με μια στήλη από πιάτα: το πιάτο που βρίσκεται πιο ψηλά στη στήλη έχει μεγαλύτερη βαρυτική δυναμική ενέργεια από ό,τι ένα πιάτο που βρίσκεται πιο χαμηλά.

Όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταφέρεται σε μια εξώτερη στοιβάδα για οποιονδήποτε λόγο, τότε το άτομο είναι «διεγερμένο». Όμως, η πιο υψηλή ενεργειακή θέση του ηλεκτρονίου είναι μόνο στιγμιαία και έτσι σύντομα θα επιστρέψει στην αρχική του θέση. Τότε, το άτομο χάνει την προσωρινή του ενέργεια και εκπέμπει ενέργεια ακτινοβολίας. Οπότε λέμε πως το άτομο έχει υποστεί «διέγερση» και «αποδιέγερση». Ηλεκτρόνια που «αναπηδούν» από εξώτερη προς ενδότερη στοιβάδα εκπέμπουν ένα παλμό ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το οποίο ονομάζουμε φωτόνιο. Το φωτόνιο έχει συχνότητα που σχετίζεται με την ενεργειακή μετάβαση του άλματος, δηλαδή με το πόσο «μεγάλο» ήταν το άλμα. Επιπροσθέτως, η συχνότητά του είναι απευθείας ανάλογη με την ενέργειά του. Η ακριβής ισότητα είναι $E = hf$, για την οποία θα μιλήσουμε αργότερα. Η συχνότητα του φωτονίου αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό χρώμα κάθε χημικού στοιχείου. Για να συμπληρώσουμε τη θεωρία, ας εξετάσουμε ένα παράδειγμα από την καθημερινή ζωή. Το φως που εκπέμπεται από τους γυάλινους κυλίνδρους, που συναντάμε στις τάξεις και στα διαφημιστικά σήματα, εξαρτάται από τη διέγερση. Τα διαφορετικά χρώματα στις φωτεινές επιγραφές αντιστοιχούν στη διέγερση των διαφορετικών αερίων, αν και συχνά όλες αυτές αναφέρονται ως «νέον». Στην πραγματικότητα, μόνο το κόκκινο φως αντιστοιχεί σε αυτήν του νέον. Στις άκρες των γυάλινων σωλήνων που περιέχουν αυτό το αέριο υπάρχουν ηλεκτρόδια. Τα ηλεκτρόνια «εξατμίζονται» από αυτά και μεταφέρονται μπρος πίσω σε υψηλές ταχύτητες λόγω της παρουσίας υψηλής εναλλασσόμενης τάσης. Εκατομμύρια ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας πάλλονται μέσα στους γυάλινους σωλήνες και συγκρούονται με εκατομμύρια άτομα προωθώντας τα ηλεκτρόνια σε υψηλότερα ενεργειακά επίπεδα κατά το ποσόν της ενέργειας, το οποίο ισούται με τη μείωση της κινητικής ενέργειας του προσπτώμενου ηλεκτρονίου. Όταν τα ηλεκτρόνια επιστρέφουν στις σταθερές τροχιές τους, η ενέργεια αυτή εκπέμπεται ως ακτινοβολία στο χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του νέον. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς καθώς τα άτομα του νέον διαρκώς επαναλαμβάνουν έναν κύκλο διέγερσης και αποδιέγερσης. Το συνολικό αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτεινή ακτινοβολία.

Χαρακτηριστικά του Φωτονίου

Το φωτόνιο είναι το κβάντο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και συνεπώς του γνωστού σε όλους μας φωτός. Ακόμη, είναι φορέας ηλεκτρομαγνητικών αλληλεπιδράσεων και συχνά περιγράφεται με τον όρο κυματοσωματιδιακός δυϊσμός.



Ο κυματοσωματιδιακός δυϊσμός είναι το κυριότερο χαρακτηριστικό της κβαντικής θεωρίας. Η αρχή του κυματοσωματιδιακού δυϊσμού της ύλης, τονίζει πως όλα τα φυσικά σωματίδια έχουν και κυματική συμπεριφορά παράλληλα με την σωματιδιακή, όχι όμως ταυτόχρονα. Ως κύριο χαρακτηριστικό των σωματιδίων, αναγνωρίζεται η ικανότητα τους να εντοπίζονται στον χώρο, να μπορούμε δηλαδή όταν τα μελετούμε να αποδίδουμε με ακρίβεια τις συντεταγμένες τους (με 3 αριθμούς, φυσικά, στον τρισδιάστατο χώρο). Σε αντίθεση, το “κύμα”, είναι μια διαταραχή ενός ελαστικού μέσου ή πεδίου που διαδίδεται με κάποια συγκεκριμένη ταχύτητα. Μπορούμε έτσι να πούμε πως το πεδίο “απλώνεται” στον χώρο.

Οι δύο αυτές εικόνες που περιγράψαμε, μπορεί να φανούν τελείως ασύμβατες μεταξύ τους. Το κύμα και το κομμάτι ύλης που λέμε σωματίδιο, φαίνονται δύο διαφορετικά πράγματα. Η φύση όμως, πολλές φορές εκπλήσσει τον



άνθρωπο, καθώς δεν ακολουθεί σχεδόν ποτέ αυτό που μας φαίνεται φυσιολογικό. Αποδείχθηκε πως το φως έχει και τις δύο αυτές ιδιότητες. Είναι κύμα αλλά και σωματίδιο. Αυτό αποδείχτηκε με την ανακάλυψη του φωτονίου και ειδικά, η κυματική συμπεριφορά από τα φαινόμενα διάχυσης και συμβολής και η σωματιδιακή από το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διακρίνεται στις ακόλουθες κύριες κατηγορίες ανάλογα με το μήκος κύματος της:

1. Ραδιοκύματα (μικροκύματα) με μήκος κύματος 1 μέτρο
2. Υπέρυθρες ακτίνες (ακτίνες θερμικής ενέργειας - γίνεται αντιληπτή από το νευρικό μας σύστημα) με μήκος κύματος 10^{-3} - $7 \cdot 10^{-7}$ μέτρα
3. Ορατό φως (τα βασικά χρώματα που εκπέμπονται από τον ήλιο και είναι ορατά από το μάτι: κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, μπλε, κτλ.) με μήκος κύματος $7 \cdot 10^{-7}$ - $4 \cdot 10^{-7}$ μέτρα
4. Υπεριώδεις ακτίνες (αόρατη ηλιακή ενεργειακά κύματα που κάνουν το δέρμα να μαυρίσει) με μήκος κύματος $4 \cdot 10^{-7}$ - 10^{-8} μέτρα
5. Ακτίνες X με μήκος κύματος 10^{-8} - 10^{-12} μέτρα
6. Ακτινοβολία Γάμμα (θανατηφόρα υψηλή ενέργεια που διασκορπίζεται από τον Ήλιο και άλλα αστέρια) με μήκος κύματος 10^{-12} - 10^{-x} μέτρα
7. Κοσμικές ακτίνες (ακτινοβολία υποβάθρου - σωματίδια τεράστιας ενέργειας που εκπέμπονται από αστέρια)

Βιβλιογραφία

Electromagnetic Spectrum. Digital image. *Vocabulary of Science and Activities of School*. Plantilla Awesome Inc, 20 Sept. 2010. Web. 16 Mar. 2016.
<<http://shantyscvog.blogspot.gr/2010/09/tools-of-astronomers.html>>.

Hewitt, Paul G. "Excitation." *Conceptual Physics: Practicing Physics*. San Francisco: Addison-Wesley, 2002. 590-91. Print.

Joos, George (1951). *Theoretical Physics*. London and Glasgow: Blackie and Son Limited. p. 679.

Kimble, H.J.; Dagenais, M.; Mandel, L.; Dagenais; Mandel (1977). "*Photon Antibunching in Resonance Fluorescence*".

Witten, E. (1977). "Anomalous cross section for photon-photon scattering in gauge theories". Nuclear Physics.

"Φωτόνιο". Νέα Δομή. Έγχρωμη έκδοση. 1999. Έγγραφο.

Ο ΔΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΤΟΥ

Ζωητού Ασημίνα
Σιέμπου Κάλλια



Γενικές πληροφορίες για τον Δία

Ο Δίας είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος και πέμπτος κατά σειρά από τον Ήλιο, με απόσταση 779 εκατομμυρίων χιλιομέτρων από αυτόν. Αποτελεί τον ενδότερο από τους “μακρινούς πλανήτες” (Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας). Επιπλέον, η μάζα του ξεπερνά τη μάζα όλων των άλλων πλανητών του ηλιακού συστήματος μαζί, ενώ η διάμετρός του είναι 142.984 χιλιόμετρα. Όσον αφορά την ονομασία του πλανήτη, οι αρχαίοι αστρονόμοι τον ονόμασαν έτσι προς τιμήν του ισχυρότερου αρχηγού των Ελλήνων και μετέπειτα ρωμαϊκών θεών, του Δία, λόγω του μεγάλου του μεγέθους και της έντονης φωτεινότητάς του

Όψη του Δία

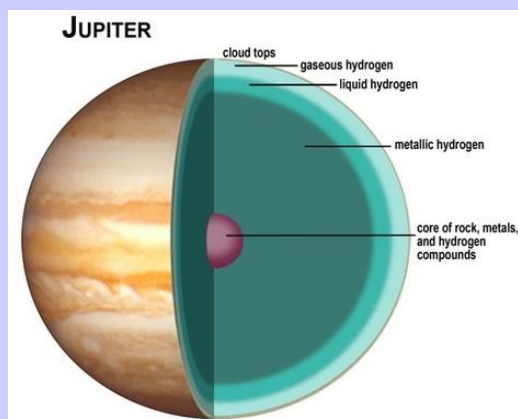
Ο πλανήτης Δίας είναι ένας από τους φωτεινότερους πλανήτες στο νυχτερινό ουρανό, όπως αυτός φαίνεται από τη Γη. Η επιφάνειά του καλύπτεται από εντυπωσιακά περιστρεφόμενα σχήματα τα οποία είναι στην πραγματικότητα πολύχρωμα σύννεφα αερίων – από πορτοκαλί/καφέ μέχρι άσπρο/μπλε- που ωθούνται από ανέμους. Η “Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα” είναι ένα τεράστιο οβάλ κοκκινωπό αντικείμενο στη νότια πλευρά του Δία. Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν πως είναι ένας υπερμεγέθης στρόβιλος που υπάρχει τουλάχιστον εδώ και 300 χρόνια. Σύμφωνα, όμως, με νέες μελέτες φαίνεται να εξασθενεί όσο περνούν τα χρόνια, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν παραμένει γιγαντιαίος.



Η ερυθρά κηλίδα και η γύρω περιοχή

Σύσταση του Δία

Τα υλικά που συνθέτουν τον πλανήτη είναι κυρίως αέρια και υγρά. Κύρια αέρια που τον αποτελούν είναι το υδρογόνο και το ήλιο τα οποία διαμορφώνουν το εξωτερικό στρώμα του. Σε μικρότερες ποσότητες συναντιούνται δομές από οξυγόνο, άνθρακα, άζωτο, θείο και άλλα χημικά στοιχεία. Το εξωτερικό στρώμα αερίων περιλαμβάνει ως επί το πλείστον υδρογόνο και ήλιο. Κάτω από αυτά, υπάρχει μία στρώση υγρού υδρογόνου και ηλίου τα οποία βρίσκονται εκεί διότι το βάρος της τεράστιας στρώσης αερίων ασκεί πολύ μεγάλες πιέσεις στον



Το εσωτερικό του Δία

πλανήτη, κάνοντας τα άτομα να συμπιεστούν δημιουργώντας υγρό. Περίπου 10 χιλιόμετρα χαμηλότερα από τα νέφη των αερίων, τρομακτικές πιέσεις οδηγούν το υγρό υδρογόνο να μετατραπεί σε μία ασυνήθιστη μορφή του στοιχείου που ονομάζεται υγρό μεταλλικό υδρογόνο. Κάτω από αυτό, βρίσκεται ένα στρώμα αποτελούμενο από νερό, μεθάνιο και αμμωνία, ενώ αρκετοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι υπάρχει επίσης ένας στερεός πυρήνας που συντίθεται από ουσίες οι οποίες συναντιούνται στον πάγο και τις πέτρες.

Ατμόσφαιρα

Η ατμόσφαιρα του Δία αποτελείται κυρίως από αέρια υδρογόνου και ηλίου. Τα σύννεφα που βρίσκονται σε αυτήν σχηματίζουν ζώνες, ενώ έχουν ως βασική ουσία τους αμμωνιακούς κρυστάλλους. Από μόνα τους τα νέφη αυτά είναι άχρωμα, μικρές όμως ποσότητες άλλων χημικών ουσιών τους δίνουν διάφορους χρωματισμούς. Οι υψομετρικές διαφορές των ζωνών επηρεάζουν παράλληλα τη φωτεινότητά τους. Έτσι, αυτές με μεγάλο υψόμετρο αντανακλούν περισσότερο φως σε αντίθεση με εκείνες με χαμηλότερο υψόμετρο οι οποίες αντανακλούν μικρές ποσότητες φωτός. Υπάρχουν όμως και κάποιες απόψεις σχετικά με την ατμόσφαιρα του Δία που βρίσκονται ακόμη σε θεωρητικό επίπεδο. Ορισμένοι επιστήμονες πιστεύουν πως μπορεί να υπάρχουν και άλλα είδη σύννεφων που περιέχουν αμμωνία κάτω από τα ήδη γνωστά σε εμάς. Ακόμη, είναι πιθανό μία δεύτερη στρώση να περιλαμβάνει σύννεφα από υδρόθειο αμμωνίου, ενώ μία τρίτη ίσως περιλαμβάνει νέφη πάγου.

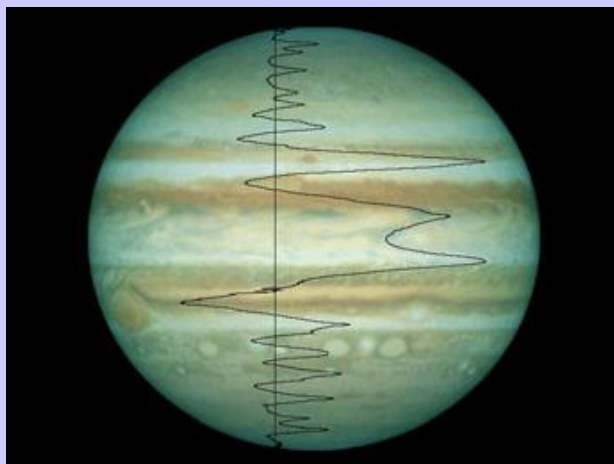
Καιρικές συνθήκες

Γενικότερα οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν στο Δία είναι ακραίες σε σχέση με της Γης. Ο καιρός είναι νεφελώδης με πολύ αέρα και καταιγίδες πολύ μεγάλης διάρκειας είναι συχνές. Η μεγαλύτερη από αυτές είναι η Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα που είναι ορατή από τον πλανήτη μας από το 1831. Έχει μήκος 12.000 χιλιόμετρα (από βορρά σε νότο) και πλάτος 17.000 χιλιόμετρα (από ανατολή σε δύση). Οι άνεμοι στο Δία φυσούν με τεράστια ένταση και μπορούν να φτάσουν ταχύτητες μέχρι και 650 χιλιόμετρα την ώρα. Όσον αφορά τη θερμοκρασία στον πλανήτη, παρουσιάζει μεγάλες διαφορές ανάλογα με το στρώμα στο οποίο βρισκόμαστε. Η θερμότερη περιοχή είναι

στον πυρήνα όπου η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 25.000°C , ενώ στα σύννεφα είναι περίπου -149°C .

Άνεμοι

Οι άνεμοι στον Δία πνέουν με μεγάλη ταχύτητα. Πιο γρήγοροι είναι αυτοί στον Ισημερινό που φτάνουν μέχρι και 650km/h . Προκαλούνται από ρεύματα μεταφοράς που και η διαδικασία έχει ως εξής: οι ανοιχτόχρωμες ζώνες σύννεφων είναι περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι υψηλότερη με αποτέλεσμα τα σύννεφα και τα αέρια να ανεβαίνουν, ενώ οι σκούρες ζώνες είναι ψυχρότερες περιοχές όπου τα σύννεφα και τα αέρια βυθίζονται. Αυτές οι μετακινήσεις οδηγούν στο σχηματισμό των ανέμων.



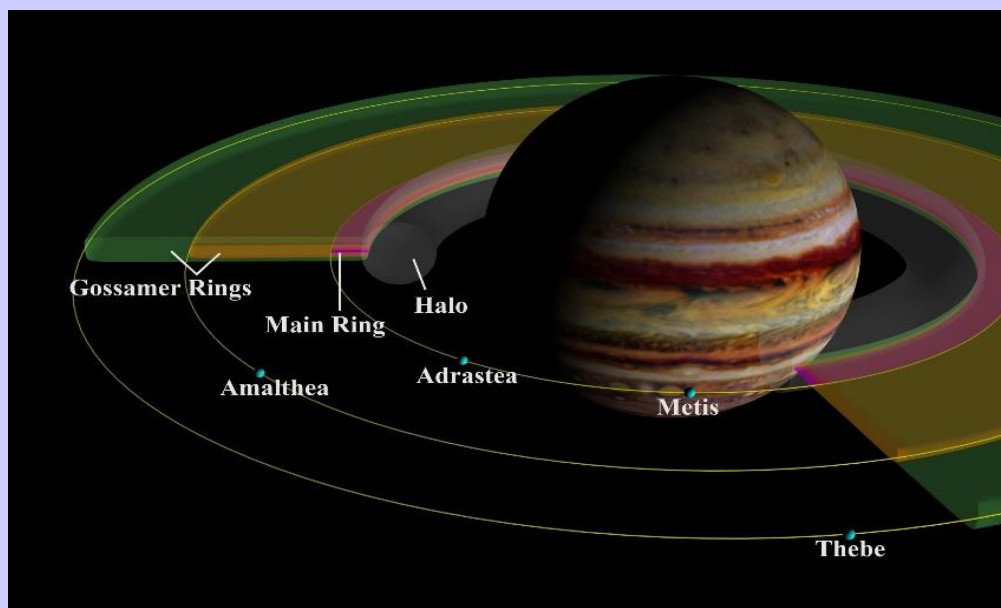
Μετρήσεις της ταχύτητας των ανέμων στο Δία
(η μαύρη κάθετη γραμμή ισούται με μηδενική
ταχύτητα)

Τροχιά και Περιστροφή

Ο Δίας περιστρέφεται γρηγορότερα από κάθε άλλο πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος. Μία ημέρα στον πλανήτη διαρκεί 9 ώρες και 55 λεπτά, όσο δηλαδή χρειάζεται για να εκτελέσει μία πλήρη περιστροφή. Με μεγαλύτερη ταχύτητα περιστρέφεται στον Ισημερινό του γι' αυτό και το σχήμα του δεν είναι τελείως σφαιρικό. Τέλος, λόγω της μεγάλης του απόστασης από τον Ήλιο, χρειάζεται 11 γήινα χρόνια και 10 μήνες για να ολοκληρώσει μία τροχιά γύρω του (ένας χρόνος στο Δία).

Δακτύλιοι

Πρώτα τα Voyager 1 και 2 το 1979 τράβηξαν φωτογραφίες του Δία στις οποίες αποκαλύφθηκε η ύπαρξη δακτυλίων. Οι αμυδροί δακτύλιοι που περιβάλλον τον πλανήτη είναι τέσσερις. Ο φωτεινότερος ονομάζεται “Κύριος Δακτύλιος”, ο πιο αμυδρός “Φωτοστέφανο” και οι δύο αμυδρότεροι καλούνται “Αραχνοϋφαντοί”. Οι δακτύλιοι σχηματίστηκαν από μικρά κομμάτια σκόνης τα οποία αποκολλήθηκαν από τους δορυφόρους του Δία μετά από συγκρούσεις με μικρούς μετεωρίτες.



Οι δακτύλιοι του Δία

Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα

Το 1955 ανακαλύφθηκε ότι ο Δίας εκπέμπει ραδιοκύματα τα οποία καταγράφηκαν για πρώτη φορά το 1992. Τα ηλεκτρομαγνητικά αυτά κύματα οφείλονται στην κίνηση των ηλεκτρονίων η οποία δημιουργεί μαγνητικό πεδίο χιλιάδες φορές ισχυρότερο από αυτό της Γης. Επιπλέον, ισχυρή μαγνητόσφαιρα καλύπτει τον πλανήτη.

Διαστημικές Αποστολές

Πέντε είναι οι διαστημικές αποστολές που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα στο Δία. Η πρώτη αποστολή ήταν στις 3 Δεκεμβρίου 1973 κατά την οποία το Pioneer 10 της NASA συγκέντρωσε πληροφορίες για την ατμόσφαιρα, τη βαρυτική δύναμη και το

μαγνητικό πεδίο του πλανήτη. Με τον ίδιο σκοπό επισκέφθηκε τον Δία και το Pioneer 11 το 1974. Ακολούθησαν το 1979 τα Voyager 1 και 2 τα οποία κατέγραψαν με μεγαλύτερη ακρίβεια στοιχεία για την ατμόσφαιρα του πλανήτη. Μετά από 13 χρόνια, το 1992, μία νέα αποστολή επισκέπτεται τον Δία, το Ulysses, ώστε να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες για τα ραδιοκύματα και το μαγνητικό πεδίο του πλανήτη. Τέλος, το 1995 ο δορυφόρος Galileo μπήκε για πρώτη φορά στην τροχιά του Δία.



Καλλιτεχνική
απεικόνιση του Galileo

Ζωή στον Δία

Η ζωή στον πλανήτη Δία θεωρείται αδύνατη λόγω πολλών συνθηκών που επικρατούν σε αυτόν. Πρώτον, η πολύ ισχυρή ελκτική βαρυτική δύναμή του δε θα μας επέτρεπε να κινηθούμε με ευκολία στον πλανήτη. Επιπλέον, οι ακραίες για τους ανθρώπους θερμοκρασίες του Δία, καθώς και η απουσία υδάτινων μαζών καθιστούν τη ζωή απαγορευτική. Τέλος, ο πλανήτης δε διαθέτει πραγματική στέρεα επιφάνεια αφού αποτελείται κυρίως από αέρια.

Ζώνη Αστεροειδών

Αξιοσημείωτη είναι και η ζώνη αστεροειδών που συναντάται στο Δία. Οι περισσότεροι αστεροειδείς του ηλιακού μας συστήματος βρίσκονται μεταξύ της τροχιάς του Δία και του Άρη. Οι αστεροειδείς αυτοί θα μπορούσαν να

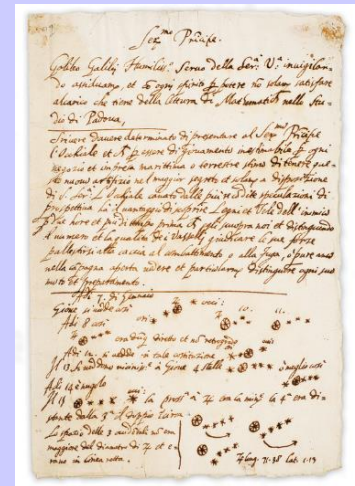


Η ζώνη αστεροειδών ανάμεσα στο
Δία και τον Άρη

δημιουργήσουν νέο πλανήτη, η πολύ ισχυρή βαρυτική δύναμη του Δία όμως δεν επέτρεψε να συμβεί ο σχηματισμός.

Οι Δορυφόροι του Δία

Ο Δίας αριθμεί συνολικά 67 επιβεβαιωμένους δορυφόρους οι οποίοι διαθέτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και αποτελούν αξιοθαύμαστο θέαμα αφού εντυπωσιάζουν καθένα που τους παρατηρεί. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκεντρώνουν οι δορυφόροι του Γαλιλαίου, οι οποίοι παρατηρήθηκαν, αρχικά, από τον Ιταλό αστρονόμο Γαλιλαίο Γαλιλέι, κατά το 1610. Ο Γερμανός αστρονόμος Simon Marius υποστήριξε πως είχε και ο ίδιος παρατηρήσει τους δορυφόρους του Δία κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, καθώς όμως δε δημοσιοποίησε τις παρατηρήσεις, η ανακάλυψη αποδόθηκε στο Γαλιλαίο. Αυτοί οι τέσσερις δορυφόροι του γιγαντιαίου πλανήτη, η Ιώ, ο Γανυμήδης, η Ευρώπη και η Καλλιστώ, ονομάστηκαν οι δορυφόροι του Γαλιλαίου λόγω της ανακάλυψής τους από τον Ιταλό επιστήμονα. Ο καθένας από αυτούς του δορυφόρους αποτελούν διαφορετικούς κόσμους οι οποίοι κατέχουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα.



Χειρόγραφο με τις σημειώσεις του Γαλιλαίου

Γανυμήδης

Ο Γανυμήδης είναι ο μεγαλύτερος σε μέγεθος δορυφόρος του ηλιακού μας συστήματος, καθώς το μέγεθος του ξεπερνά αυτό του πλανήτη Ερμή και του Πλούτωνα. Επιπλέον, αποτελεί τον φωτεινότερο δορυφόρο του πλανήτη. Κρουστικοί δακτύλιοι από συγκρούσεις του παρελθόντος διαφαίνονται στον παγωμένο φλοιό του καθώς φωτεινές δέσμες πάγου ξεχύνονται ακτινωτά από νεότερες συγκρούσεις.



Κύρια χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν τον Γανυμήδη είναι κρατήρες, αυλάκια, άχρωμοι βράχοι και οροσειρές ύψους 1.500 μέτρων και μήκους εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Πριν από εκατομμύρια χρόνια το εσωτερικό του ήταν αρκετά θερμό και η επιφάνεια είχε διασπαστεί σε τεράστιες πλάκες. Με τη σύγκρουση των πλακών προκλήθηκε η σταδιακή δημιουργία οροσειρών με τρόπο παρόμοιο με την κίνηση των τεκτονικών πλακών της Γης. Σήμερα, η επιφάνεια του αποτελεί μείγμα δύο διαφορετικών τύπων εδάφους, το παλιό και το νέο, το παλιό διακρίνεται από μεγάλο αριθμό κρατήρων και από σκοτεινά μέρη. Αντίθετα, το σύγχρονο μπορεί να χαρακτηριστεί από φωτεινές περιοχές και ένα εκτεταμένο τόξο ρηγμάτων και ραβδώσεων, των οποίων οι λεπτομέρειες παραμένουν άγνωστες. Κοινό στοιχείο και των δύο είναι οι κρατήρες και κυρίως οι επίπεδοι οι οποίοι χρονολογούνται 3-3,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Ακόμα, η επιφάνεια είναι βομβαρδισμένη από συγκρούσεις με κομήτες ή αστεροειδείς αλλά και σχισμένη από την κίνηση των πλακών και ιδιαίτερα από τις δυνάμεις που την προκαλούν. Σε αυτόν το δορυφόρο του Δία υπάρχει μαγνητόσφαιρα (μαγνητικό πεδίο) ενώ πιθανή είναι η ύπαρξη ρευστού πυρήνα από σίδηρο ή αγωγίμο αλατόνερο κάτω από τον παγωμένο φλοιό καθώς και η εμφάνιση ιονόσφαιρας ή ακόμη και λεπτής και αραιής ατμόσφαιρας. Το όνομα του δορυφόρου προήλθε από έναν οινόχοο της Τροίας τον οποίο έφερε ο Δίας κοντά του με τη μορφή αετού.

Καλλιστώ

Η Καλλιστώ είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος σε μέγεθος δορυφόρος του Δία με κύρια χαρακτηριστικά του τους κρατήρες, τη μεγάλη ποσότητα παγωμένου νερού και το γεγονός ότι είναι λιγότερο ανακλαστικός. Η επιφάνειά του αποτελεί αδιαχώριστο μείγμα πάγου και πετρωμάτων (50% της μάζας αποτελείται από νερό), ενώ διαθέτει περισσότερους κρατήρες από οποιοδήποτε δορυφόρο. Επίσης, είναι από τα πιο αρχέγονα εδάφη του ηλιακού μας συστήματος με σκοτεινά πετρώματα να καλύπτουν την επιφάνειά της.

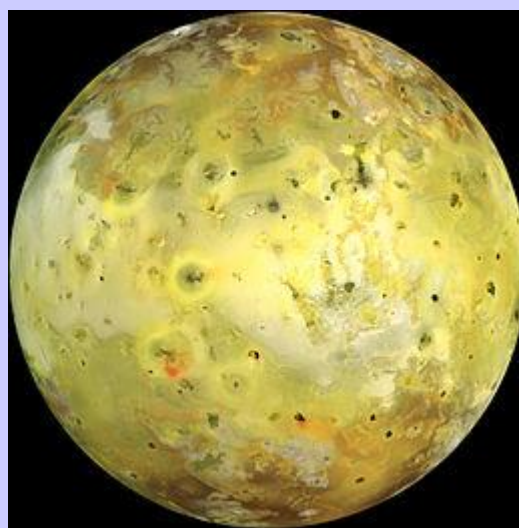


Ιδιαίτερο γνώρισμα της αποτελεί ο γιγαντιαίος κρατήρας Βαλχάλα με διάμετρο 2.750 km και με μία κοιλάδα ίση με το μέγεθος της Αυστραλίας. Ακόμη πολλαπλοί είναι οι δακτύλιοι οι οποίοι έχουν κυρίως προέλθει από προσκρούσεις αστεροειδών. Ξεχωριστό ενδιαφέρον προκαλεί ο κρατήρας Ασγκάρντ με διάμετρο 1.200 km που εκτός από βραχώδη πυρήνα όπου γύρω του υπάρχει μανδύας νερού παγωμένος, παρατηρούνται και μεγάλοι άλλα και μικρότεροι κρατήρες είτε σύγχρονοι ή παλαιότεροι, οι οποίοι προήλθαν από πρόσπτωση αστεροειδών με την επίδραση της βαρύτητας του δορυφορικού συστήματος του Δία. Η πυκνότητα των κρατήρων εξαρτάται από την απόσταση από τον πλανήτη, συγκριμένα η μεριά που αντικρίζει το Δία έχει μικρότερη πυκνότητα. Το όνομα του δορυφόρου προήλθε από τη νύμφη της Αρκαδίας, Καλλιστώ, την οποία αιχμαλώτισε ο Δίας.

Σε αντίθεση με την Καλλιστώ και τον Γανυμήδη που διατήρησαν μεγάλη ποσότητα πάγου και αποτελούν μεγάλοι σε μέγεθος δορυφόροι, η Ιώ και η Ευρώπη σχηματίστηκαν σε ένα αρκετά πιο θερμό περιβάλλον, σε κοντινή απόσταση από τον Δία και συνεπώς κατέληξαν να είναι αναλογικά μικρότεροι και πιο βραχώδεις δορυφόροι.

Ιώ

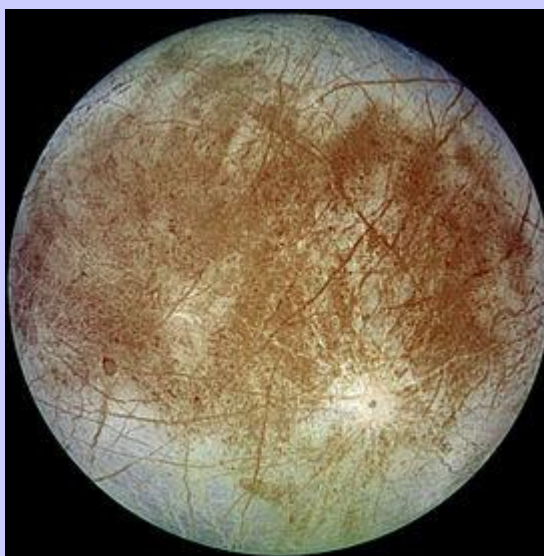
Ο πιο πολύχρωμος από τους δορυφόρους του Δία αλλά και ο πιο βίαιος του ηλιακού μας συστήματος είναι η Ιώ, ένας ακόμη από τους δορυφόρους του Γαλιλαίου ο οποίος διαθέτει μεγάλο αριθμό ενεργών ηφαιστείων, γεγονός που εξηγεί την έντονη γεωλογική της δραστηριότητα, η οποία προκύπτει από τη θέση τα μέσα στη βαρυτική παγίδα ανάμεσα στο Δία και τους δορυφόρους Γανυμήδη και Ευρώπη. Η θερμοκρασία της υπολογίζεται περίπου στο -143°C ενώ η αντανάκλαση του ηλιακού φωτός από την επιφάνειά της ανέρχεται στο 61%.



Λέγεται ότι διαθέτει στερεό πυρήνα περικυκλωμένο από μερικώς λιωμένο πυριτικό πέτρωμα και λεπτό πυριτικό φλοιό με την πρόσθεση θείου καθώς και παγωμένου διοξειδίου του θείου σε ορισμένα μέρη. Ο συγκεκριμένος δορυφόρος απελευθερώνει την έγκλειστη ενέργεια μέσω δυνατών, ηφαιστειακών εκρήξεων, με απώτερο αποτέλεσμα τη δημιουργία πανύψηλων λόφων από εξατμισμένο θείο και διοξείδιο του θείου. Αυτή η συμπεριφορά δικαιολογεί το αυξημένο παλιρροϊκό στρες από οποιοδήποτε άλλο δορυφόρο του Δία. Τα χρώματα της επιφάνειας της παραπέμπουν σε θειικό κίτρινο και καφέ και είναι πιο ήρεμα και όχι τόσο ζωντανά όσο τα περίμεναν οι επιστήμονες.

Ευρώπη

Με πλάτος ελάχιστα λιγότερο από 2000 μίλια, η Ευρώπη είναι ο μικρότερος δορυφόρος που παρατήρησε ο Γαλιλαίος, αλλά και ο πιο φωτεινός λόγω του σχετικά σύγχρονου παγωμένου του φλοιού. Ωστόσο αυτή η λαμπερή όψη της Ευρώπης θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως απατηλή, καθώς η υψηλή της πυκνότητα υποδεικνύει ότι το εσωτερικό της αποτελείται από



πετρώματα και ίσως κάποια μέταλλα που πιθανόν να έχουν αναμειχτεί στον πυρήνα. Η ύπαρξη σχετικά αρκετής θερμότητας η οποία προέρχεται από το πυκνό εσωτερικό έχει επιτρέψει την διατήρηση ενός ρηχού υπόγειου ωκεανού κάτω από το παγωμένο φλοιό. Επιστήμονες υποθέτουν ότι οι γραμμές που σημαδεύουν την επιφάνεια της μπορεί να ήταν αγωγοί για την μεταφορά και την ανταλλαγή υλικών ανάμεσα στον υγρό ωκεανό και τον φλοιό. Σε αυτήν την κατάσταση νέο υγρό ανυψώνεται μέσω ρήξεων και εμφανίζεται στην επιφάνεια του δορυφόρου, ενώ παλαιά μέρη και υλικά του φλοιού βυθίζονται στα βάθη μέσω τάφρων (χαραμιάδων στην επιφάνεια).

Εσωτερικοί Δορυφόροι του Δία

Οι φυσικοί δορυφόροι ενός πλανήτη οι οποίοι ακολουθούν την τροχιά μεγαλύτερων δορυφόρων του ίδιου πλανήτη. Το σχήμα τους είναι ακαθόριστο καθώς, λόγω της έλλειψης μάζας ή ρευστότητας, δεν ήταν δυνατό να σχηματίσουν το σύννηδες σφαιρικό σχήμα.

Αμάλθεια

Είναι ο μεγαλύτερος από τους φυσικούς δορυφόρους του Δία και ο τρίτος πλησιέστερος στον πλανήτη από την ομάδα των εσωτερικών δορυφόρων. Η Αμάλθεια ακολουθεί την τροχιά της γειτονικής Ιώ και καλύπτεται και η ίδια από θείο μιμούμενη τον μεγάλο δορυφόρο του Γαλιλαίου. Μορφολογικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας της αποκαλύφθηκαν με την αποστολή του Voyager1, κάποια από τα οποία αποτελούν οι κοιλάδες, οι λόφοι και οι κρατήρες. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι είναι το πιο κόκκινο αντικείμενο στο ηλιακό μας σύστημα αλλά και ότι παράγει περισσότερη θερμότητα από αυτή που λαμβάνει από τον ήλιο. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην περιφορά της μέσα στο μαγνητικό πεδίο του Δία ή από παλιρροϊκές τάσεις. Τέλος, περιφέρεται με το μεγαλύτερο άξονα της στραμμένο προς τον πλανήτη ενώ όταν έρχεται σε επαφή με τη μαγνητόσφαιρα του Δία, η όψη της σκοτεινιάζει.

Θήβη

Αποτελεί τον τέταρτο σε σειρά αποστάσεως εσωτερικό δορυφόρο του Δία, το χρώμα της είναι σκουρόχρωμο και ελαφρώς κοκκινωπό ενώ περιστρέφεται με έναν άξονά του πάντοτε στραμμένο προς το Δία. Η Αμάλθεια και η Θήβη παρείχαν τα υλικά για το σχηματισμό του δακτυλίου του Δία (Gossamer ring) καθώς οι κόκκοι σκόνης και άλλα πετρώματα που προήλθαν από συγκρούσεις των δορυφόρων με μετεωρίτες ή αστεροειδείς σταδιακά οδήγησαν στη δημιουργία δακτυλίου.

Μήτις

Η Μήτις είναι ο τρίτος σε μέγεθος εσωτερικός δορυφόρος του πλανήτη και ο πιο κοντινός σε απόσταση. Συγκεκριμένα, περιστρέφεται σε 128.000 km από τον Δία, στον

εσωτερικό του δακτύλιου, ακολουθώντας το πρότυπο της Ιώ όσο αναφορά την τροχιά. Χαρακτηρίζεται από αρκετούς κρατήρες ενώ η πυκνότητα της παρομοιάζεται με αυτήν της Αμάλθειας ($\sim 0.86 \text{ g/cm}^3$). Παρά την κοντινή της απόσταση από τον γιγαντιαίο πλανήτη, χάρη του μικρού της μεγέθους, η Μήτις δεν επηρεάζεται από τις παλιρροϊκές δυνάμεις που συνήθως προσβάλλουν τους κοντινούς δορυφόρους του.

Αδράστεια

Η Αδράστεια χαρακτηρίζεται ως ο μικρότερος από την ομάδα των εσωτερικών δορυφόρων, με μέση ακτίνα περίπου $8.2 \pm 2.0 \text{ km}$, περιστρέφεται γύρω από το Δία υιοθετώντας την τροχιά της Ιώ. Μαζί με την Μήτις, η Αδράστεια συνδράμει με τη σειρά της στη δημιουργία του κύριου δακτυλίου του Δία, προσφέροντας υλικά.

Άλλοι Δορυφόροι

Όνομα	Έτος Ανακάλυψης	Διάμετρος (km)
Θεμιστώ	1975/2000	8
Ιμαλία	1904	170
Λήδα	1974	16
Πασιφάη	1908	60
Σινώπη	1914	38
Κάρμη	1938	46
Ελάρα	1905	86
Ανάγκη	1951	28
Λυσιθέα	1938	36

Βιβλιογραφία

- Σιμόπουλος, Διονύσης Π.. *Πλανήτες και δορυφόροι*. Αθήνα: Εξερευνητές, 1999. Έντυπο.
- Alvarez, Pablo. “History of Astronomy”. *LIBRARY University of Michigan*. Regents of the University of Michigan, 27 Ιουν. 2014. Διαδίκτυο. 13 Μαρ. 2016. <<http://www.lib.umich.edu/history-astronomy>>.
- Blunk, Dan. *Jupiter*. Chicago, Ill.: World Book, 2006. Έντυπο.
- Drake, Nadia. “Bizarre Bulge Found on Ganymede, Solar System’s Largest Moon”. *National Geographic*. National Geographic Partners, 26 Μαρ. 2015. Διαδίκτυο. 13 Μαρ. 2016. <<http://news.nationalgeographic.com/2015/03/150326-jupiter-moon-ganymede-ocean-ice-science/>>.
- Dunford, Bill, McKissick, Katie. “Callisto: In Depth”. *Solar System Exploration*. National Aeronautics and Space Administration, χ.η.. Διαδίκτυο. 13 Μαρ. 2016. <<http://solarsystem.nasa.gov/planets/callisto/indepth>>.
- “Europa (moon)”. *Wikipedia*. Wikipedia, 09 Μαρ. 2016. Διαδίκτυο. 13 Μαρ. 2016. <[https://en.wikipedia.org/wiki/Europa_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Europa_(moon))>.
- Frost, Robert. “Why doesn’t Jupiter have a surface that you can stand on?”. *Quora*. Quora, 28 Ιουν. 2013. Διαδίκτυο. 14 Μαρ. 2016. <<https://www.quora.com/Why-doesnt-Jupiter-have-a-surface-that-you-can-stand-on>>.
- Howell, Elizabeth. “Spacecraft Galileo: To Jupiter and Its Moons”. *SPACE*. Purch, 26 Νοε. 2012. Διαδίκτυο. 14 Μαρ. 2016. <<http://www.space.com/18632-galileo-spacecraft.html>>.
- “Inner Moon”. *Wikipedia*. Wikipedia, 28 Φεβ. 2016. Διαδίκτυο. 13 Μαρ. 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/Inner_moon>.
- “Io (moon)”. *Wikipedia*. Wikipedia, 23 Φεβ. 2016. Διαδίκτυο. 13 Μαρ. 2016. <[https://en.wikipedia.org/wiki/Io_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Io_(moon))>.
- Jukic, Stephan. “Get an eyeful of Jupiter’s awesome swirling splendor with this NASA 4K video”. *4K*. 4K, 18 Οκτ. 2015. Διαδίκτυο. 14 Μαρ. 2016. <<http://4k.com/news/nasa-releases-astonishing-new-4k-video-of-jupiter-surface-10117/>>.
- Moons and rings*. Alexandria, Va.: Time-Life Books, c1991. Έντυπο.

- “Our Crazy Quilt of Planets”. *ColoradoNIE.com*. Online Publications, NIEonline.com, Μαΐ. 2012. Διαδίκτυο. 14 Μαρ. 2016.
<<http://www.postnewseducation.com/curriculum/nasas-space-place/our-crazy-quilt-of-planets-may-2012/>>.
- Oxlade, Chris. *Jupiter, Neptune and other outer planets*. London: Wayland, 2009. Έντυπο.
- Prinja, Raman. *The outer planets*. Oxford: Heinemann Library, 2002. Έντυπο.
- Riley, Matthew. “Jupiter is a stormy planet”. *The Monitor Daily*. TheMonitorDaily, 18 Οκτ. 2015. Διαδίκτυο. 29 Φεβ. 2016.
<<http://www.themonitordaily.com/jupiter-is-a-stormy-planet/27588/>>.
- “Rings of Jupiter”. *Wikipedia*. Wikipedia, 17 Φεβ. 2016. Διαδίκτυο. 14 Μαρ. 2016.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Rings_of_Jupiter>.
- The far planets*. Amsterdam: Time-Life Books, c1988. Έντυπο.
- Zell, Holly. “Where Did You Get Those Stripes?”. *NASA*. National Aeronautics and Space Administration, 24 Σεπ. 2009. Διαδίκτυο. 14 Μαρ. 2016.
<<http://www.nasa.gov/centers/goddard/multimedia/largest/atmosphere.html>>.

ΙΟΝΙΖΟΥΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

Φούφας Ζήσης

Εισαγωγή

Ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι οι ακτινοβολίες που μεταφέρουν ενέργεια ικανή να εισχωρήσει στην ύλη, να προκαλέσει ιονισμό των ατόμων, να διασπάσει βίαια χημικούς δεσμούς και να προκαλέσει βιολογικές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Με τον όρο ιονισμό εννοούμε την μετατροπή ενός ατόμου ή μορίου ηλεκτρικά ουδέτερου σε θετικό ή αρνητικό ιόν με πρόσληψη ή αποβολή αντίστοιχα ενός ή περισσότερων ηλεκτρονίων. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σ' όλες τις καταστάσεις της ύλης (στερεά, υγρά, αέρια) και μπορεί να συμβεί είτε έπειτα από τη σύγκρουση δύο σωματιδίων (ιονισμός κρούσης) είτε έπειτα από απορρόφηση της ενέργειας μιας ακτινοβολίας (ιονισμός "δι' απορροφήσεως ακτινοβολίας"). Το άτομο ή το μόριο και στις δύο περιπτώσεις δέχεται ενέργεια εξωτερική. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι δύο ειδών: σωματιδιακές και ηλεκτρομαγνητικές. Με τον όρο ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, εννοούμε κυρίως την ενέργεια που διαδίδεται (ακτινοβολείται) με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Τα ηλεκτρομαγνητικά, κύματα αποτελούνται από ένα ηλεκτρικό πεδίο και ένα μαγνητικό πεδίο (ηλεκτρομαγνητικό πεδίο), τα οποία κινούνται ταυτόχρονα και κάθετα μεταξύ τους από την πηγή που τα παρήγαγε προς κάθε κατεύθυνση στο χώρο και χωρίς να έχουν ανάγκη κάποιου μέσου διαδόσεως, όπως συμβαίνει π.χ. με τα ηχητικά κύματα. Τα δομικά συστατικά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι τα φωτόνια. Οι γνωστότερες ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι οι ακτίνες X, που είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και χρησιμοποιούνται ευρέως στην ιατρική, και οι ακτινοβολίες α, β, και γ που εκπέμπονται από τους ασταθείς πυρήνες. Άλλες ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι οι κοσμικές ακτίνες, οι υπεριώδεις ακτινοβολίες υψηλής συχνότητας και οι ακτινοβολίες νετρονίων που έχουν υψηλές ταχύτητες.

Επιμέρους Ανάλυση

Οι ακτίνες X είναι ιονίζουσα αόρατη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μήκους κύματος πολύ μικρότερου από αυτό των ορατών ακτινοβολιών, και συγκρίσιμου με τις διαστάσεις των ατόμων. Η ενέργεια που μεταφέρουν οι ακτίνες αυτές είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των υπεριωδών ακτινών, ιδιαίτερα οι σκληρές λεγόμενες ακτίνες, πράγμα που τις κάνει ικανές να διαπερνούν το ανθρώπινο σώμα και γι' αυτόν τον λόγο είναι αξιοποιήσιμες από την ιατρική κυρίως για διαγνωστικούς σκοπούς. Πρόκειται για ακτινοβολία, η οποία ανακαλύφθηκε τυχαία από τον Γερμανό νομπελίστα φυσικό Ρέντγκεν το 1895, και έκτοτε έτυχε ευρύτατης αξιοποίησης λόγω της διαφορετικής απορρόφησής της από τους ιστούς ή τα οστά. Οι ακτίνες X παράγονται κυρίως τεχνητά με κατάλληλες συσκευές (ακτινολογική λυχνία) και η χρήση τους είναι τόσο διαδεδομένη κυρίως στην Ιατρική (ακτινογραφίες, ακτινοσκοπήσεις, αξονική τομογραφία), ώστε υπάρχει ιατρική ειδικότητα, αυτή του ακτινολόγου ιατρού. Μάλιστα οι ακτίνες αυτές, σε συνδυασμό με τις άλλες χρησιμοποιούμενες για ιατρικούς λόγους ιονίζουσες ακτινοβολίες, κατέστησαν αναγκαία την ύπαρξη ακτινοφυσικών στα διάφορα επιστημονικά εργαστήρια, επιφορτισμένο με πληθώρα υποχρεώσεων, από απλή τήρηση αρχείων έως ερευνητικές δραστηριότητες. Το δοσιμετρικό μέγεθος που συνδέεται με τον ενεχόμενο κίνδυνο για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της ακτινοβολίας είναι η ενεργός δόση. Η ενεργός δόση εξαρτάται από την απορροφούμενη στο ανθρώπινο σώμα ενέργεια, το είδος της ακτινοβολίας και το είδος του ακτινοβολούμενου ιστού. Μονάδα μέτρησης της ενεργού δόσης είναι το Sievert (Sv) και τα υποπολλαπλάσιά του, mSv και μ Sv. Η μέση ενεργός δόση ενός ατόμου που οφείλεται στις τεχνητές και στις φυσικές πηγές ραδιενέργειας του γήινου περιβάλλοντος είναι 0.31 mSv και 2.4 mSv για κάθε χρόνο αντίστοιχα, ενώ η ενεργός δόση που αντιστοιχεί σε μια τυπική ακτινογραφία θώρακος είναι περίπου 0.02 mSv.

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στις ιονίζουσες ακτινοβολίες α , β και γ που είναι ραδιενεργές αλλά για την κατανόηση των σχετικών όρων θα γίνει αρχικά μια σύντομη παρουσίαση ορισμένων εννοιών για τον πυρήνα των ατόμων και τη ραδιενέργεια. Δεν θα γίνει αναφορά στα ποζιτρόνια (αντιηλεκτρόνια), νετρίνα, αντινετρίνα, μεσόνια, μίονια κ.λπ., έννοιες που αναφέρονται εκεί όπου δεν είναι δυνατό να παραλειφθούν,

αλλά η αναφορά σ' αυτές είναι εκτός του πλαισίου αυτής της εργασίας. Στον πυρήνα του ατόμου υπάρχουν τα πρωτόνια που είναι θετικά φορτισμένα (το θετικό φορτίο του πρωτονίου ισούται με το αρνητικό φορτίο του ηλεκτρονίου) και τα νετρόνια που δεν έχουν φορτίο και είναι ουδέτερα. Ο αριθμός των πρωτονίων που σε ένα ουδέτερο άτομο ισούται με τον αριθμό των ηλεκτρονίων ονομάζεται ατομικός αριθμός και συμβολίζεται με Z . Τα πρωτόνια και τα νετρόνια ονομάζονται με μια λέξη νουκλεόνια. Ο συνολικός αριθμός των νουκλεονίων ενός πυρήνα ονομάζεται μαζικός αριθμός και συμβολίζεται με A . Τα στοιχεία με ατομικό αριθμό μέχρι 20 έχουν σχεδόν όλα ίσους αριθμούς πρωτονίων και νετρονίων. Όμως τα βαρύτερα στοιχεία έχουν περισσότερα νετρόνια απ' ότι πρωτόνια. Τα άτομα που έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (ατομικό αριθμό) αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων (άρα μαζικό αριθμό) ονομάζονται ισότοπα. Τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια απωθούνται μεταξύ τους, επομένως για να μένουν στη θέση τους και να μην διαλύεται ο πυρήνας πρέπει να υπάρχει μια ισχυρή ελκτική δύναμη που να υπερνικά την απώθηση μεταξύ των πρωτονίων. Αυτή η ισχυρή δύναμη που ανακαλύφθηκε από τον Ιάπωνά φυσικό Γιουκάβα ονομάζεται ισχυρή πυρηνική δύναμη. Η ισχυρή πυρηνική δύναμη είναι πολύ μικρής εμβέλειας, δηλαδή ασκείται μόνο μεταξύ νουκλεονίων που η απόσταση τους είναι πολύ μικρή. Για αυτό το λόγο οι πυρήνες έχουν πολύ μικρό μέγεθος. Η πυρηνική δύναμη ασκείται μόνο μεταξύ γειτονικών πρωτονίων και νετρονίων, είναι ελκτική και εξίσου ισχυρή για τα ζεύγη πρωτονίου-πρωτονίου, πρωτονίου-νετρονίου και νετρονίου-νετρονίου. Τα πρωτόνια όμως όταν βρίσκονται πολύ κοντά έχουν μεγάλες κινητικές ενέργειες με αποτέλεσμα να απομακρύνονται μεταξύ τους. Όσο όμως αυξάνεται η απόσταση των πρωτονίων η ισχυρή πυρηνική δύναμη εξασθενεί και η απωστική ηλεκτρική δύναμη υπερισχύει. Αν όμως μεταξύ των πρωτονίων μεσολαβούν νετρόνια, τότε μεταξύ πρωτονίων-νετρονίων αναπτύσσονται μόνο οι ελκτικές πυρηνικές δυνάμεις και έτσι τα νετρόνια λειτουργούν ως «κόλλα». Τα νετρόνια συνεπώς είναι η κόλλα του πυρήνα. Όσο περισσότερα πρωτόνια υπάρχουν σε ένα πυρήνα, τόσο περισσότερα νετρόνια απαιτούνται για να συγκρατηθούν ενωμένα. Γι' αυτό και στους βαρύτερους πυρήνες υπάρχουν περισσότερα νετρόνια από πρωτόνια.

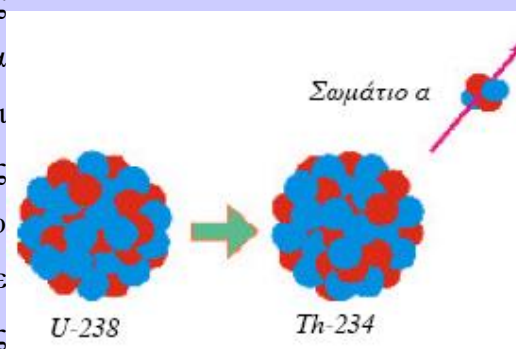
Το 1896 ο Γάλλος φυσικός Μπεκερέλ ανακάλυψε ότι μερικά στοιχεία, όπως το ουράνιο, εξέπεμπαν αυθόρμητα κάποιες ακτίνες οι οποίες αμαύρωναν τις φωτογραφικές πλάκες. Αργότερα ο Ράδερφορντ και το ζεύγος Κιουρί ανακάλυψαν δύο

νέα στοιχεία που εξέπεμπαν παρόμοιες ακτίνες, το πολώνιο και το ράδιο. Οι ακτίνες αυτές προέρχονται από ενεργειακές μεταβολές που συμβαίνουν στον πυρήνα ορισμένων ατόμων. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν στοιχεία των οποίων οι πυρήνες διασπώνται αυθόρμητα. Τα στοιχεία αυτά λέγονται ραδιενεργά και το φαινόμενο ονομάζεται ραδιενεργός διάσπαση. Όλα τα στοιχεία που είναι «βαρύτερα» από το μόλυβδο (ατομικός αριθμός 82) είναι ραδιενεργά.

Ραδιενέργεια είναι το φαινόμενο της εκπομπής σωματιδίων ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τους πυρήνες ορισμένων χημικών στοιχείων που ονομάζονται ραδιενεργά. Εκτός από την αυθόρμητη διάσπαση πυρήνων, ραδιενέργεια σε τεράστια έκταση παράγεται στα πυρηνικά εργοστάσια κατά τον βομβαρδισμό ασταθών πυρήνων ουρανίου 235 με νετρόνια με αποτέλεσμα τη διάσπαση του πυρήνα σε δύο μικρότερους πυρήνες (βαρίου και κρυπτού αντίστοιχα) με σχεδόν ίσες μάζες (πυρηνική σχάση) που συνοδεύεται από ταυτόχρονη εκπομπή νετρονίων και απελευθέρωση τεράστιας ποσότητας ενέργειας σύμφωνα με την εξίσωση του Αϊνστάιν ($E=mc^2$). Τα ραδιενεργά στοιχεία εκπέμπουν τρία διαφορετικά είδη ακτινοβολιών, τις ακτινοβολίες α, β και γ. Η ακτινοβολία α είναι θετικά φορτισμένοι πυρήνες ηλίου, η ακτινοβολία β αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια και τέλος η ακτινοβολία γ είναι φωτόνια πολύ μεγάλης ενέργειας, δηλαδή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπως το ορατό φως. Οι διασπάσεις των πυρήνων, είναι τριών ειδών και αντίστοιχα προκύπτουν τα τρία είδη ραδιενεργού ιονίζουσας ακτινοβολίας που αναφέρθηκαν παραπάνω:

Διάσπαση α

Κατά τον τύπο αυτό της ραδιενέργειας εκπέμπονται από τον ασταθή μητρικό πυρήνα πυρήνες του στοιχείου Ήλιου, οι οποίοι ονομάζονται σωματίδια α, και ο αρχικός πυρήνας μετατρέπεται σε πυρήνα άλλου στοιχείου (θυγατρικός). Λέμε ότι έχουμε μεταστοιχείωση, αφού ο θυγατρικός πυρήνας



αντιστοιχεί σε άλλο στοιχείο. Έτσι όπως φαίνεται και στο σχήμα ο πυρήνας του ασταθούς ουρανίου-238 εκπέμπει σωματίδια α (θετικά φορτισμένοι πυρήνες Ήλιου)

και μετατρέπεται σε πυρήνα θορίου-234. Η ακτινοβολία α που προκύπτει από τη διάσπαση α είναι λοιπόν σωματιδιακή, έχει μικρή διεισδυτικότητα και μπορεί να αποκοπεί από ένα φύλλο χαρτί. Είναι δύσκολα ανιχνεύσιμη και είναι επικίνδυνη για τα εσωτερικά όργανα του σώματος.

Διάσπαση β

Στην περίπτωση αυτή έχουμε εκπομπή ηλεκτρονίου (β^-) ή ποζιτρονίου (β^+), αντιηλεκτρονίου δηλαδή, από τον μητρικό πυρήνα με την ταυτόχρονη μετατροπή

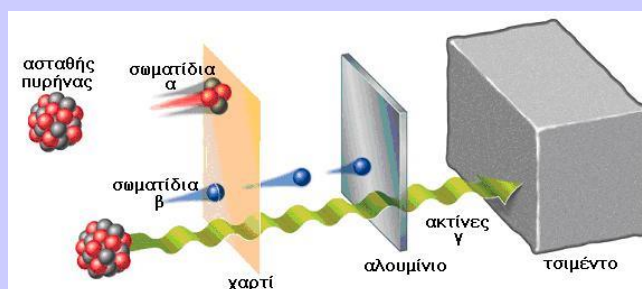


νετρονίου σε πρωτόνιο ή πρωτονίου σε νετρόνιο στο εσωτερικό του. Και σ' αυτή τη περίπτωση έχουμε μεταστοιχείωση. Έτσι στα παρακάτω σχήματα πυρήνας βρωμίου μετατρέπεται σε πυρήνα κρυπτού με ταυτόχρονη εκσφενδόνιση ηλεκτρονίου (αριστερά), ή σε πυρήνα σεληνίου με ταυτόχρονη εκσφενδόνιση ποζιτρονίου (δεξιά). Η ακτινοβολία β που προκύπτει από τη διάσπαση β είναι και αυτή σωματιδιακή, είναι πιο διεισδυτική από την ακτινοβολία α , και μπορεί να αποκοπεί από φύλλα πλαστικού ή λεπτά μεταλλικά φύλλα. Αποτελεί κίνδυνο για τα μάτια, το δέρμα αλλά και τα εσωτερικά όργανα του σώματος. Ο βαθμός ανίχνευσης της εξαρτάται από την ενέργεια των β σωματιδίων.

Ακτινοβολία γ

Σ' αυτή τη περίπτωση εκπέμπεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξαιρετικά υψηλής συχνότητας, άρα και ενέργειας, από τον ασταθή αρχικό πυρήνα, ο οποίος έτσι έρχεται σε σταθερή κατάσταση χωρίς να υπάρξει μεταστοιχείωση. Σε αντίθεση λοιπόν με τις ακτινοβολίες α και β , η ακτινοβολία γ δεν είναι σωματιδιακή αλλά ηλεκτρομαγνητική (φωτόνια). Είναι πολύ πιο διεισδυτική από την β ακτινοβολία και πολύ επικίνδυνη για

τον ανθρώπινο οργανισμό. Για θωράκιση χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί χάλυβας, μόλυβδος ή σκυρόδεμα (ή ένας συνδυασμός). Μπορεί να ανιχνευθεί ευκολότερα από την ακτινοβολία α και β . Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η διαφορά στην διεισδυτική ικανότητα της σωματιδιακής ακτινοβολίας α , της σωματιδιακής ακτινοβολίας β και της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας γ . Η πρώτη απορροφάται από ένα φύλλο χαρτιού, η δεύτερη από φύλλο αλουμινίου πάχους λίγων χιλιοστών, ενώ η τελευταία απορροφάται από σκυρόδεμα πάχους πολλών εκατοστών. Υπάρχουν δε και σωματίδια που παράγονται κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις με πολύ μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα.



Κοσμικές ακτίνες

Οι κοσμικές ακτίνες αποτελούνται κυρίως από ατομικούς πυρήνες, δηλαδή θετικά ηλεκτρικώς φορτισμένα σωματίδια, με αναλογία 87% πρωτόνια, 12% σωματίδια άλφα (πυρήνες ηλίου) και λίγους βαρύτερους πυρήνες. Ωστόσο, ένα μικρό ποσοστό των κοσμικών ακτινών είναι ακτίνες γ (φωτόνια) πολύ υψηλών ενεργειών, ηλεκτρόνια και νετρίνα. Κύρια πηγή της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος. Πηγές όμως υπεριώδους ακτινοβολίας συναντούμε και στα εργαστήρια. Ένα παράδειγμα πηγής υπεριώδους ιονίζουσας ακτινοβολίας στα εργαστήρια είναι οι μικροβιοκτόνοι λαμπτήρες. Οι ακτινοβολίες χαμηλών συχνοτήτων στις οποίες περιλαμβάνονται οι ραδιοφωνικές, οι τηλεοπτικές, οι ακτινοβολίες των επικοινωνιών (κινητής - σταθερής), των μικροκυμάτων (φούρνοι μικροκυμάτων) και οι υπεριώδεις ακτινοβολίες μικρής συχνότητας είναι μη ιονίζουσες ακτινοβολίες.

Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι ταυτόχρονα ευλογία και κατάρα. Από την μία πλευρά η έκθεση σε ιονίζουσες ακτινοβολίες προκαλεί γενικά καρκίνο, από την άλλη πλευρά οι ιονίζουσες ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται στην ιατρική για τη θεραπεία του καρκίνου στοχεύοντας επιλεκτικά με ακτινοβολία και θανατώνοντας τα καρκινικά κύτταρα.

Έκθεση σε Ιονίζουσα Ακτινοβολία

Η έκθεση μας στην ιονίζουσα ακτινοβολία είναι αθροιστική. Κάθε δόση ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη αθροιστικά, δηλαδή προστίθεται στις προηγούμενες. Η έκθεσή μας σε ιονίζουσα ακτινοβολία είναι καθημερινή. Στο φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζούμε η ακτινοβολία προέρχεται από το έδαφος και την ατμόσφαιρα. Ειδικότερα, τα πετρώματα, το νερό και ο αέρας περιλαμβάνουν φυσικά ραδιενεργά στοιχεία, όπως είναι το κάλιο, το ράδιο, το ουράνιο και το ραδόνιο. Το μεγαλύτερο μέρος της ετήσιας δόσης ακτινοβολίας που λαμβάνει ο οργανισμός μας αποδίδεται στο ραδόνιο. Η ακτινοβολία του εδάφους σε δεδομένη θέση εξαρτάται άμεσα από τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων της περιοχής. Το ραδόνιο αποτελεί φυσική πηγή ακτινοβολίας, το οποίο προέρχεται από τη φυσική διάσπαση του ραδίου που υπάρχει στο έδαφος και στα πετρώματα της γης. Είναι ένα άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο που ως ιδανικό αέριο είναι χημικά αδρανές. Το ραδόνιο προέρχεται από τη διάσπαση του ραδίου. Το ράδιο ανήκει στην οικογένεια της ραδιενεργούς σειράς του Ουρανίου 238 (U-238), το οποίο βρίσκεται στο έδαφος και στα πετρώματα της γης, καθώς και στα οικοδομικά υλικά προερχόμενα από αυτά. Το ραδόνιο ως αδρανές αέριο εισέρχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα όταν αυτό διαφύγει από το έδαφος και τα οικοδομικά υλικά. Οι συγκεντρώσεις ραδονίου στο έδαφος στη νότια Ελλάδα είναι χαμηλές και μικρότερες από τις συγκεντρώσεις ραδονίου που έχουν μετρηθεί στο έδαφος της βόρειας Ελλάδας. Το ραδόνιο σε σημαντικές ποσότητες ανιχνεύεται κυρίως σε γρανίτες και στη νότια Ελλάδα δεν υπάρχουν γρανίτες. Η επιφάνεια της γης δέχεται συνεχώς και κοσμική ακτινοβολία, η οποία προέρχεται από το διάστημα, δηλαδή από τον ήλιο, καθώς και άλλες άγνωστες ακόμη αστρικές πηγές. Αύξηση της κοσμικής ακτινοβολίας έχουμε κατά τις εξάρσεις της ηλιακής δραστηριότητας. Η κοσμική ακτινοβολία κατά τη διέλευσή της μέσα από τα στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας απορροφάται μερικώς και η έντασή της μειώνεται σταδιακά με αποτέλεσμα να είναι σχετικά εξασθενημένη στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας. Πρόκειται για ηλεκτρομαγνητική αλλά και σωματιδιακή ακτινοβολία υψηλής ενέργειας που φτάνει στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Όταν εισέρχεται στην ατμόσφαιρα, η κοσμική ακτινοβολία αλληλεπιδρά με πυρήνες ατόμων που βρίσκονται σ' αυτή και προκαλεί δευτερογενώς την παραγωγή άλλων ταχέως κινουμένων σωματιδίων (ηλεκτρόνια πρωτόνια, νετρόνια, μεσόνια, μιονία κ.λπ.), τα οποία μαζί με την υψηλής

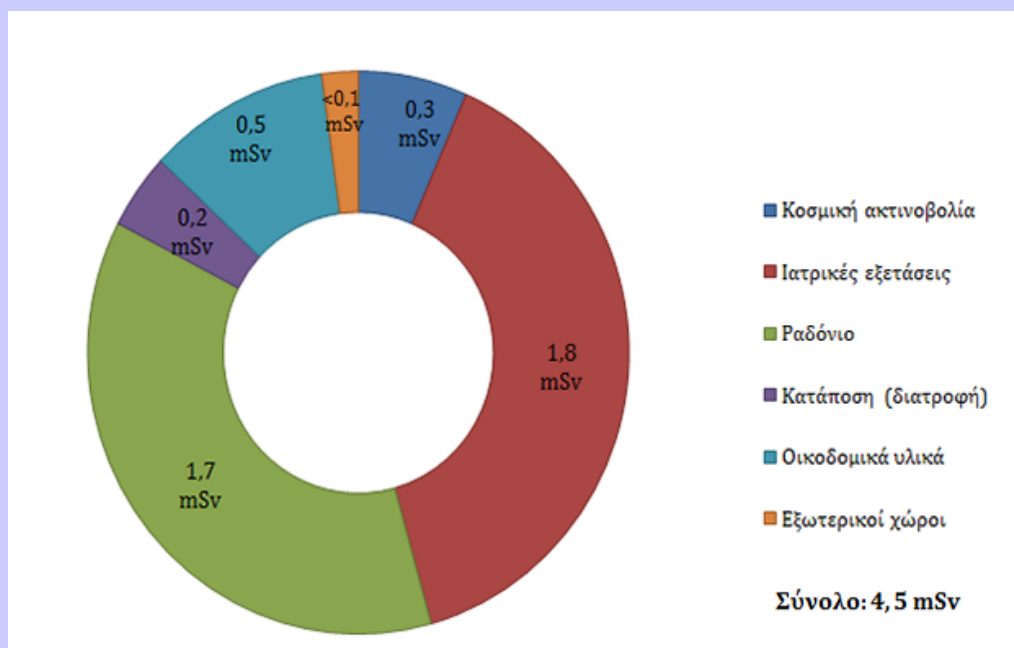
ενέργειας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, φτάνουν μέχρι την επιφάνεια της γης. Κατά την αλληλεπίδραση αυτή, κοσμικής ακτινοβολίας και ατμόσφαιρας, παράγονται επίσης ραδιενεργοί πυρήνες ηλίου-3, βηρυλίου-7, άνθρακα-14, νατρίου-22 κ.λπ. οι οποίοι συμβάλλουν και αυτοί στην αύξηση της ραδιενεργού ακτινοβολίας που προσβάλλει τους οργανισμούς και έχει φυσική προέλευση. Πάντως η κοσμική ακτινοβολία καθώς διέρχεται μέσα από τα στρώματα της ατμόσφαιρας απορροφάται σε μεγάλο βαθμό από αυτή, η έντασή της μειώνεται σταδιακά και τελικά αυτή που φτάνει στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας είναι εκατοντάδες φορές εξασθενημένη. Λόγω της κοσμικής ακτινοβολίας 100.000 σωματίδια περνούν μέσα μας κάθε ώρα. Αν δεν υπήρχε η προστασία της μαγνητόσφαιρας και της στρατόσφαιρας που απορροφά σχεδόν το σύνολο της κοσμικής ακτινοβολίας δεν θα υπήρχε ζωή στη γη. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα ο μέσος ρυθμός δόσης από την κοσμική ακτινοβολία στο επίπεδο επιφάνειας της θάλασσας είναι 0.03 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$, ενώ στα 15 χιλιόμετρα φτάνει τα 10 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$. Είναι αυτονόητο ότι οι κάτοικοι πόλεων ή χωριών που βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα απορροφούν πολλαπλάσιες δόσεις κοσμικής ακτινοβολίας, παρά οι κάτοικοι



παραθαλασσίων περιοχών. Αλλά και στο υψόμετρο των 10 χλμ, όπου πραγματοποιούνται οι συνήθεις ταξιδιωτικές πτήσεις ο ρυθμός δόσης της ακτινοβολίας ανεβαίνει στα 5 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$, ενώ στα 15 χλμ όπου πετούν τα μεγάλα επιβατικά αεροσκάφη ο ρυθμός δόσης φτάνει τα 15 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$. Επομένως ένας ταξιδιώτης κατά την διάρκεια μιας πολύωρης υπερπόντιας πτήσης απορροφά δεκάδες μSv

κοσμικής ακτινοβολίας, ενώ το ιπτάμενο προσωπικό των αεροπορικών εταιρειών προφανώς δέχεται μεγάλες ετήσιες δόσεις, οι οποίες είναι υπολογίσιμες και πρέπει να ελέγχονται. Είναι αυτονόητο επίσης ότι η κοσμική ακτινοβολία είναι πολύ ισχυρή έξω από την ατμόσφαιρα, στο διάστημα, και επομένως οι δόσεις που απορροφούν οι αστροναύτες είναι πολύ μεγάλες, γι' αυτό και πρέπει να υπάρχουν ιδιαίτερα μέτρα προστασίας.

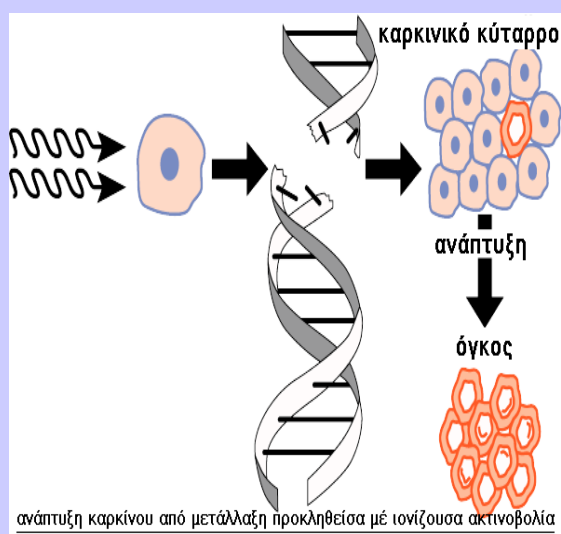
Η τροφική αλυσίδα αποτελεί ακόμη μια φυσική πηγή πρόσληψης ραδιενεργών στοιχείων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του καλίου (K-40), ενός μετάλλου απαραίτητου σε κάθε οργανισμό. Ιονίζουσα ακτινοβολία δεχόμαστε επίσης και από άλλες πηγές όπως οι διαγνωστικές εξετάσεις (ακτινογραφίες, τομογραφίες κλπ.), οι ακτινοβολίες για την θεραπεία του καρκίνου, από τη βιομηχανία (ραδιογραφίες, ακτινοβολητές για αποστείρωση υλικών, συσκευές για έλεγχο ποιοτικών παραμέτρων) από την παραγωγή ενέργειας (πυρηνικά εργοστάσια), από τη γεωργία, την έρευνα και την εκπαίδευση. Την ακτινοβολία αυτή δέχονται άτομα που εμπλέκονται στις παραπάνω δραστηριότητες και όχι ο γενικός πληθυσμός. Στην Ελλάδα, η μέση ετήσια ενεργός δόση που δέχεται ένας κάτοικος είναι συνολικά 4,5 mSv ανά άτομο: 2,7 mSv από φυσικές πηγές ακτινοβολίας και 1,8 mSv από τις διαγνωστικές ιατρικές πρακτικές. Η απάντηση στην ερώτηση "Πόση ακτινοβολία δεχόμαστε στην Ελλάδα" απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Επιπτώσεις ιονιζουσών ακτινοβολιών

Οι επιπτώσεις των ιονιζουσών ακτινοβολιών είναι αποδεδειγμένα επιβλαβείς. Ήδη από την δεκαετία του '30 οι Κιουρί και άλλοι διάσημοι φυσικοί ανέφεραν σε συγγράμματά τους τις παρατηρήσεις τους για τις επιπτώσεις της ακτινοβολίας στον άνθρωπο. Άλλωστε, η ίδια η Μαρία Κιουρί ασθένησε και τελικά υπέκυψε από τις ακτινοβολίες αυτές, αφού προηγουμένως, με αυτές ακριβώς τις ακτινοβολίες, βοήθησε χιλιάδες ασθενείς και τραυματίες κατά την διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η έκθεση μας στην ιονίζουσα ακτινοβολία είναι αθροιστική. Κάθε δόση ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη αθροιστικά, δηλαδή προστίθεται στις προηγούμενες. Χρειάστηκαν να πέσουν οι ατομικές βόμβες στη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι (1945) για να γίνει ευρέως συνειδητός ο κίνδυνος της ραδιενέργειας, ενώ το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνομπίλ (1986) δικαίωσε τις ανησυχίες για τις επιπτώσεις των ραδιενεργών ακτινοβολιών στην υγεία των ανθρώπων και όχι μόνο.

Οι πλέον σημαντικές βλάβες που μπορεί να επιφέρει η ιονίζουσα ακτινοβολία αφορούν τον πυρήνα του κυττάρου. Υπάρχουν δυο τρόποι δράσης της ακτινοβολίας: ο άμεσος και ο έμμεσος. Ο άμεσος τρόπος είναι η απευθείας δράση της ακτινοβολίας στο μόριο του DNA ή σε άλλα μεγαλομόρια (πρωτεΐνες, ένζυμα, RNA). Για παράδειγμα, αν το ιόν που θα σχηματιστεί από τη δράση της ακτινοβολίας προσβάλει μια πρωτεΐνη, τότε είναι πιθανό να σπάσει τους δεσμούς που τη συγκροτούν ή να αλλάξει το σχήμα της καθιστώντας τη μη λειτουργική. Αν χτυπηθεί κάποιο ένζυμο τότε θα επηρεαστεί η βιοχημική αντίδραση στην οποία συμμετέχει (π.χ. σύνθεση πρωτεϊνών) και το αποτέλεσμα θα είναι η ελλειμματική παραγωγή κάποιου σημαντικού για το κύτταρο συστατικού. Ο έμμεσος τρόπος είναι η αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας με μόρια του νερού. Μέσω των ιονισμών που προκαλούνται από την ακτινοβολία σχηματίζονται ελεύθερες ρίζες στο ενδοκυτταρικό περιβάλλον οι οποίες είναι πολύ δραστικές. Οι ελεύθερες ρίζες είναι προϊόντα της ραδιόλυσης του νερού



ανάπτυξη καρκίνου από μετάλλαξη προκληθείσα με ιονίζουσα ακτινοβολία

το οποίο βρίσκεται άφθονο εντός του κυττάρου. Οι ρίζες αυτές προσβάλλουν το DNA και του προκαλούν θραύσεις τόσο στην ευθεία αλυσίδα όσο και στα «σκαλοπάτια». Θραύσεις στην αλυσίδα του DNA προκαλούνται και από τα άμεσα «χτυπήματα» της ακτινοβολίας. Τα απλά σπασίματα της έλικας του DNA είναι εφικτό να διορθωθούν από τους διορθωτικούς μηχανισμούς που διαθέτει το κύτταρο. Τα διπλά σπασίματα είναι πολύ δύσκολο να διορθωθούν και οδηγούν σε μετάλλαξη ή θάνατο του κυττάρου. Αν σημαντικός αριθμός κυττάρων θανατωθεί, τότε έχουμε την εμφάνιση άμεσων αποτελεσμάτων (καθορισμένα αποτελέσματα). Δηλαδή σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα που εξαρτάται από το είδος των κυττάρων θα εμφανιστούν οι συνέπειες του κυτταρικού θανάτου. Για παράδειγμα, μπορεί να εμφανιστεί δερματική πληγή από τη θανάτωση δερματικών κυττάρων ή αιμορραγία από τη θανάτωση κυττάρων του εντέρου. Για να συμβεί όμως αυτό, πρέπει να ξεπεραστούν οι λεγόμενες δόσεις κατωφλίου που είναι πάρα πολύ μεγάλες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι δόσεις από κοινές διαγνωστικές εξετάσεις είναι τουλάχιστον 1000 φορές μικρότερες από τις δόσεις κατωφλίου. Υψηλές τιμές δόσης οι οποίες προσεγγίζουν ή ξεπερνούν τις δόσεις κατωφλίου εμφανίζονται μόνο σε σοβαρά πυρηνικά ατυχήματα, σε απροσεξία κατά το χειρισμό πολύ ισχυρών ραδιενεργών πηγών και στην ακτινοθεραπεία όπου γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός των δόσεων, έτσι ώστε να θανατωθούν τα καρκινικά κύτταρα φροντίζοντας ταυτόχρονα την προστασία των παρακείμενων υγιών κυττάρων. Στην περίπτωση που το κύτταρο επιζήσει αλλά είναι μεταλλαγμένο, τότε πρέπει να μιλήσουμε για την πιθανότητα εμφάνισης στοχαστικών (απώτερων) αποτελεσμάτων. Απώτερα αποτελέσματα είναι η εμφάνιση καρκίνου ή η μετάδοση της αλλοιωμένης κληρονομικής πληροφορίας στους απογόνους (αυτό μπορεί να συμβεί στην περίπτωση που ακτινοβολήθηκαν και μεταλλάχτηκαν γενετικά κύτταρα του ανθρώπου, δηλαδή ωάρια και σπερματοζωάρια). Σε αντίθεση με τα καθορισμένα αποτελέσματα, τα στοχαστικά δεν παρουσιάζουν κατώφλι εμφάνισης και η πιθανότητα εμφάνισης της ξεκινά από πολύ μικρές δόσεις. Αυτό είναι ένα τεράστιο πρόβλημα της ραδιενέργειας και των ιονίζουσων ακτινοβολιών γενικότερα. Στην περίπτωση αυτή ο ίδιος μεν ο οργανισμός θα παραμείνει ενδεχομένως υγιής, γενετικές όμως ανωμαλίες και ασθένειες, όπως καρκίνο (π.χ. θυρεοειδούς, πνευμόνων, μαστού, λευχαιμία) ή καταρράκτη των οφθαλμών θα εκδηλώσουν σίγουρα οι απόγονοί του. Ένα άλλο τεράστιο πρόβλημα των περισσότερων ραδιενεργών υλικών είναι το μακροχρόνιο της

δράσης τους, αφού έχουν χρόνους ημιζωής τεράστιους, ώστε μέχρι να πάψουν να είναι επικίνδυνα, πρέπει να περάσουν εκατονταετίες ή ακόμα και χιλιετίες. Ακόμα ενοχοποιείται η ραδιενέργεια που προκλήθηκε από την ρίψη των ατομικών βομβών το 1945 στην Ιαπωνία για την εμφάνιση ακόμα και σήμερα πολλών ασθενειών. Το ίδιο ισχύει και για τη διαρροή της ραδιενέργειας κατά το ατύχημα του Τσερνομπίλ.

Εφαρμογές των ιονίζουσών ακτινοβολιών

Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες έχουν τεράστια εφαρμογή στην ιατρική. Οι ακτίνες X χρησιμοποιούνται ευρέως για διαγνωστικούς σκοπούς (ακτινογραφίες, μαστογραφίες,



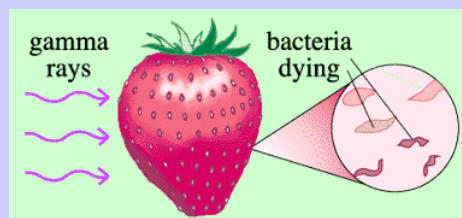
αξονικές τομογραφίες). Εκτός από τη διάγνωση οι ιονίζουσες ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται ευρέως και στη θεραπεία του καρκίνου. Έτσι οι ογκολόγοι (γιατροί που ειδικεύονται στην αντιμετώπιση των διαφόρων μορφών καρκίνου) θανατώνουν τα καρκινικά κύτταρα χρησιμοποιώντας ακτίνες X, ακτίνες γ και ραδιοϊσότοπα (κοβάλτιο 60, ιώδιο 131 κ.λπ.) που εκπέμπουν ακτινοβολία β και γ . Η ανάπτυξη της ακτινοθεραπείας τα τελευταία χρόνια στην θεραπεία του καρκίνου είναι ραγδαία και η καταστροφή των καρκινικών όγκων με ιονίζουσες ακτινοβολίες κερδίζει συνεχώς έδαφος έναντι των κλασσικών χειρουργικών επεμβάσεων αφαίρεσης των καρκινικών όγκων. Η ακτινοθεραπεία δεν έχει τον κίνδυνο της αιματογενούς διασποράς των καρκινικών κυττάρων που υπάρχει στις χειρουργικές επεμβάσεις λόγω του πολύ πυκνού δικτύου των αιμοφόρων αγγείων των καρκινικών όγκων. Η χρήση ραδιοϊσοτόπων που εκπέμπουν ιονίζουσες ακτινοβολίες οδήγησε και στη δημιουργία μιας πολύ σύγχρονης ιατρικής ειδικότητας, της πυρηνικής ιατρικής. Η Πυρηνική Ιατρική χρησιμοποιεί μικρές ποσότητες ραδιενεργών ουσιών ή ραδιοδιαγνωστικών αντιδραστηρίων για διαγνωστικούς αλλά και για θεραπευτικούς λόγους. Οι ιατρικές εξετάσεις οι οποίες γίνονται με αυτή την μέθοδο είναι γνωστές και ως σπινθηρογραφήματα. Στις διαδικασίες της Πυρηνικής Ιατρικής τα ραδιονουκλεΐδια συνδυάζονται με άλλα χημικά στοιχεία, για να δημιουργήσουν χημικές ενώσεις, ή αλλιώς συνδυάζονται με ήδη υπάρχουσες φαρμακευτικές ενώσεις,

για να σχηματίσουν ραδιοφάρμακα. Αυτά τα ραδιοφάρμακα, όταν ληφθούν από τον ασθενή, απελευθερώνουν τη δράση τους στοχευμένα, σε συγκεκριμένα όργανα ή συγκεκριμένους κυτταρικούς υποδοχείς. Αυτή η ιδιότητα των ραδιοφαρμάκων επιτρέπει στην Πυρηνική Ιατρική να απεικονίζει την έκταση μίας ασθένειας στο ανθρώπινο σώμα, βασιζόμενη στην κυτταρική λειτουργία και τη φυσιολογία, αντί να βασίζεται στις φυσικές αλλαγές της ανατομίας των ιστών. Σε μερικές ασθένειες, οι μελέτες της Πυρηνικής Ιατρικής μπορούν να εντοπίσουν ιατρικά προβλήματα πολύ νωρίτερα από άλλες διαγνωστικές μεθόδους. Κατά μία έννοια, η Πυρηνική Ιατρική είναι μία «εσωτερική ακτινογραφία», γιατί καταγράφει την ακτινοβολία που εκπέμπεται μέσα από το σώμα και όχι την ακτινοβολία που παράγεται από εξωτερικές πηγές, όπως οι ακτίνες-X. Τα ραδιοϊσοτόπα που χρησιμοποιούνται εκπέμπουν ακτινοβολία γ και β ταυτόχρονα. Εκτός από την ιατρική, οι ιονίζουσες ακτινοβολίες έχουν και άλλες εφαρμογές, διαγνωστικές, απολυμαντικές, βιομηχανικές κ.λπ.

Στη βιομηχανία οι ακτίνες X χρησιμοποιούνται για ανίχνευση κοιλοτήτων, ραγισμάτων ή άλλων ελαττωμάτων στο εσωτερικό μεταλλικών αντικειμένων, για τον έλεγχο συγκολλήσεων μετάλλων, για την εξέταση και την ανάλυση πινάκων ζωγραφικής κ.λπ.

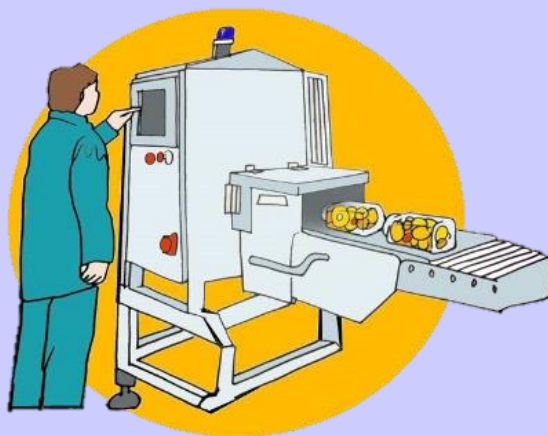
Η κυριότερη βιομηχανική χρήση των ιονίζουσων ακτινοβολιών αφορά την τροποποίηση των ιδιοτήτων των πολυμερών. Η ενέργεια των ιονίζουσων ακτινοβολιών που διέρχεται μέσα από το πλαστικό λειτουργεί είτε ως καταλύτης για την έναρξη του πολυμερισμού ή αυξάνει τους δεσμούς μεταξύ των μορίων του με αποτέλεσμα την αύξηση της αντοχής του και της ανθεκτικότητας του σε θερμότητα.

Μια άλλη πολύ σημαντική εφαρμογή των ιονίζουσων ακτινοβολιών είναι η ακτινοβόληση τροφίμων. Η ακτινοβόληση τροφίμων περιλαμβάνει την έκθεση των τροφίμων σε ενέργεια από πηγές όπως οι ακτίνες



γ , οι ακτίνες X ή οι δέσμες ηλεκτρονίων. Κατά τη διάρκεια της ακτινοβόλησης των τροφίμων, τα τρόφιμα δεν θερμαίνονται, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στην περίπτωση του φούρνου μικροκυμάτων, και μετά το πέρας της διεργασίας δεν παραμένει σε αυτά υπόλειμμα ακτινοβολίας. Η ακτινοβολία δεν καθιστά τα τρόφιμα

ραδιενεργά. Το κύριο όφελος της ακτινοβολίας τροφίμων είναι ότι σκοτώνει επιβλαβή βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν τροφική δηλητηρίαση. Η ακτινοβολία επιφέρει και άλλα αποτελέσματα, όπως η καθυστέρηση της ωρίμανσης και της βλάστησης στα τρόφιμα, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην επέκταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Σε άλλα τρόφιμα, όπως το κακάο, ο καφές, τα βότανα και τα καρυκεύματα, η ακτινοβολήση προσφέρει μια ασφαλή και χωρίς υπολείμματα εναλλακτική λύση στη χημική απολύμανση. Στην περίπτωση ευπαθών τροφίμων, όπως τα φρέσκα θαλασσινά και τα μαλακά φρούτα, η ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καταστρέψει τα επικίνδυνα μικρόβια και να καθυστερήσει την αλλοίωση, χωρίς να αλλοιώσει τη δομή των τροφίμων, όπως εάν είχε χρησιμοποιηθεί θερμική επεξεργασία. Μελέτες έχουν δείξει ότι δεν υπάρχει σημαντική απώλεια οποιωνδήποτε θρεπτικών ουσιών μετά την ακτινοβολήση των τροφίμων. Μια μικρή ποσότητα μερικών βιταμινών χάνεται, η οποία όμως είναι παρόμοια με εκείνη που χάνεται κατά τη διάρκεια άλλων μεθόδων επεξεργασίας τροφίμων, όπως η κονσερβοποίηση και η ξήρανση.



Η τεχνολογία των ακτίνων X μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στον έλεγχο των τροφίμων, για την ανίχνευση φυσικών μολυντών και τη μελέτη της εσωτερικής δομής των προϊόντων για ποιοτικούς σκοπούς. Οι ακτίνες X επιτρέπουν την απεικόνιση των ενδογενών χαρακτηριστικών των τροφίμων αναγνωρίζοντας φυσικά ελαττώματα ή μολυντές χωρίς να βλάψουν το τρόφιμο. Ανάλογα με το είδος του εξοπλισμού των ακτίνων X και της φύσης του τροφίμου, ο έλεγχος μπορεί να εντοπίσει ποικιλία φυσικών μολυντών, όπως μέταλλο, γυαλί, λάστιχο πέτρα και πλαστικό. Επειδή ο έλεγχος είναι μη επεμβατικός η χρήση του είναι ευρεία σε συσκευασμένα τρόφιμα, ειδικά σε μπουκάλια, κονσέρβες, βάζα και σακούλες. Αρκετές μελέτες επίσης έχουν

επισημάνει τη δυνητική χρήση των ακτίνων Χ για την ταξινόμηση των φρούτων, των λαχανικών και των δημητριακών σε κατηγορίες μεγέθους και την ανίχνευση οστών στο ψάρι και στο κοτόπουλο. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται ακόμη για την αποστείρωση ιατρικού εξοπλισμού (σύριγγες, χειρουργικά νυστέρια κ.λπ). Επειδή η ιονίζουσα ακτινοβολία εύκολα διαπερνά χαρτί και πλαστικό η αποστείρωση των υλικών μπορεί να γίνει και αφού τα υλικά έχουν συσκευαστεί. Τα υλικά αυτά θα παραμείνουν αποστειρωμένα (απαλλαγμένα δηλαδή από μικροοργανισμούς) μέχρι να ανοιχτεί η συσκευασία τους.

Ιονίζουσες ακτινοβολίες επίσης χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού και την επεξεργασία λυμάτων.

Μια ακόμη εφαρμογή των ιονιζουσών ακτινοβολιών είναι οι μικροβιοκτόνοι λαμπτήρες. Στην περίπτωση αυτή γίνεται χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας υψηλής ενέργειας για την θανάτωση των παθογόνων μικροοργανισμών στα τρόφιμα, στον αέρα, στο πόσιμο νερό κ.λπ..

Βιβλιογραφία

- "Industrial / Chemical Applications of Ionising Radiation : Sectors : Radiation Dosimetry : Science + Technology : National Physical Laboratory." *Industrial / Chemical Applications of Ionising Radiation : Sectors : Radiation Dosimetry : Science + Technology : National Physical Laboratory*. N.p., n.d. Web. 28 Feb. 2016. <<http://www.npl.co.uk/science-technology/radiation-dosimetry/sectors/industrial-chemical-applications-of-ionising-radiation>>.
- "Radiation Therapy for Cancer." *National Cancer Institute*. N.p., n.d. Web. 28 Feb. 2016. <<http://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/types/radiation-therapy/radiation-fact-sheet>>.
- "Radioisotopes in Medicine." *World-nuclear*. N.p., n.d. Web. 28 Feb. 2016. <<http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/radioisotopes-research/radioisotopes-in-medicine.aspx>>.
- "Ionizing Radiation Sterilization." *Wikipedia*. Wikimedia Foundation, n.d. Web. 28 Feb. 2016. <[https://en.wikipedia.org/wiki/Sterilization_\(microbiology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sterilization_(microbiology))>.
- "Applications of X Rays." *Infoplease*. Infoplease, n.d. Web. 28 Feb. 2016. <<http://www.infoplease.com/encyclopedia/science/x-ray-applications-x-rays.html>>.
- "Περί ακτινοβολιών." *Sch.gr*. N.p., n.d. Web. 28 Feb. 2016. <<http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>>.
- "Ακτινοβολία." - *Βικιπαίδεια*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>>.
- N.p., n.d. Web. <<http://www.bestrong.org.gr/el/cancer/treatment/radiotherapy/>>.
- "Ιονισμός." - *Live-Pedia.gr*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <<http://www.livepedia.gr/index.php/%CE%99%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>>.
- "Κοσμικές ακτίνες." - *Βικιπαίδεια*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BF%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%AF%CE%BD%CE%B5%CF%82>.
- "Πυρηνική Ιατρική." - *Βικιπαίδεια*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%99%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE>.
- N.p., n.d. Web. <<http://www.tsipiras.gr/radonio.htm>>.

"Ακτινοβόληση τροφίμων." (EUFIC). N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016.

<<http://www.eufic.org/article/el/food-technology/food-processing/artid/food-irradiation/>>.

"Cypriahealth." *Cypriahealth*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016.

<<http://www.cypriahealth.com/article/1377/26>>.

"Καλωσορίσατε στην Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας." *Επιδράσεις στην υγεία και στο περιβάλλον*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016.

<<http://eeae.gr/%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1/%CE%B7-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1-%CE%80%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%8D-%CE%B3%CF%8D%CF%81%CF%89-%CE%BC%CE%B1%CF%82/%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B1-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1/3122-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%AC%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD>>.

"Τι είναι οι ακτίνες X; Πώς παράγονται; Που χρησιμοποιούνται;." *Coolweb.gr*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <<http://coolweb.gr/aktines-x-rays/>>.

"ΑΤΤΙΚΑ ΝΕΑ: 19 Τρόποι προσβολής καρκίνου για εξολόθρευση του ανθρώπινου πληθυσμού από τους παγκοσμιοποιητές." *19 Τρόποι προσβολής καρκίνου για εξολόθρευση του ανθρώπινου πληθυσμού από τους παγκοσμιοποιητές*. N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <<http://attikanea.blogspot.gr/2013/11/19.html>>.

"Η χρήση των ακτίνων-X στον έλεγχο των τροφίμων." (EUFIC). N.p., n.d. Web. 29 Feb. 2016. <<http://www.eufic.org/article/el/artid/X-rays-in-food-inspection/>>.

N.p., n.d. Web. <<http://www.agrocapital.gr/Category/News/Article/4102/i-chrisi-twn-aktinwn-ch-ston-elegcho-twn-trofimwn>>.

ΠΡΩΤΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ

Ροντογιάννης Δημήτρης
Χαϊμαλάς Γιώργος

Εισαγωγή

Οι πρώτοι αριθμοί είναι μία μαθηματική ενότητα που απασχολεί τους μαθηματικούς και έχει δημιουργήσει αρκετά ερωτήματα εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Σε αυτό το άρθρο θα αναλυθούν και θα εξηγηθούν ερωτήματα όπως: Τί είναι οι πρώτοι αριθμοί; Ποια είναι η συμβολή των υπολογιστών στην εύρεση των πρώτων αριθμών; Είναι άπειροι οι πρώτοι αριθμοί; Και αν ναι, ποια είναι η απόδειξη;

Τι θεωρείται ως πρώτος αριθμός;

“Ένας άκεραιος αριθμός μεγαλύτερος του 1 λέγεται πρώτος αριθμός, αν οι μόνοι θετικοί διαιρέτες του είναι το 1 και ο ίδιος ο αριθμός”

Ο ορισμός, όσο απλός και κατανοητός κι αν είναι, οδήγησε τους μαθηματικούς (παλαιότερων και σύγχρονων χρόνων) σε συμπεράσματα που άνοιξαν δρόμους και συνέβαλαν στην εξέλιξη των μαθηματικών.

Παραδείγματα πρώτων αριθμών : 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17... , 154.485.863,..., 236.886.691,...

Απειρία των πρώτων

Ο Ευκλείδης απέδειξε ότι οι πρώτοι αριθμοί είναι άπειροι. Θα αποδείξουμε τον παραπάνω ισχυρισμό χρησιμοποιώντας την μέθοδο της «εις άτοπον απαγωγής». Μια αποδεικτική διαδικασία κατά την οποία υποθέτουμε ότι το συμπέρασμα δεν ισχύει και με αληθείς προτάσεις καταλήγουμε στο να έρθουμε σε αντίθεση με την υπόθεση. Συνεπώς το συμπέρασμα ισχύει.

Αν υποθέσουμε ότι οι πρώτοι αριθμοί δεν είναι άπειροι, τότε θα υπάρχει ένας πρώτος που θα είναι ο μεγαλύτερος από όλους. Έστω ότι αυτός ο πρώτος είναι ο X . Πρέπει, λοιπόν, να αποδειχθεί ότι υπάρχει και κάποιος άλλος πρώτος που είναι μεγαλύτερος από τους υπόλοιπους. Αυτό θα είναι και το άτοπο. Αν στο γινόμενο από το 1 μέχρι το X ($1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot X$) προστεθεί το 1 ($1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot X + 1$), ο αριθμός που θα προκύψει δεν θα έχει κανένα πρώτο διαιρέτη που να είναι μικρότερος ή ίσος του X . Για παράδειγμα : ο αριθμός $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 + 1$ δεν διαιρείται ούτε από το 2 ούτε από το 3 ούτε από το 5. Προφανώς, ο αριθμός $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot X + 1$ ή ανήκει στους πρώτους ή έχει διαιρέτη έναν πρώτο αριθμό μεγαλύτερο του X . Φυσικά αυτό είναι άτοπο, αφού υποθέσαμε ότι ο X είναι ο μεγαλύτερος πρώτος αριθμός. Άρα, οι πρώτοι αριθμοί είναι άπειροι. Τα μαθηματικά από πολλούς θεωρούνται κάτι το μοναδικό και μία απόδειξη σαν αυτή δικαιολογεί ακριβώς αυτό το συμπέρασμα.

Το Κόσκινο του Ερατοσθένη

Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος (276-198 π.Χ.) σκέφτηκε έναν τρόπο για να βρίσκει όλους τους πρώτους αριθμούς μέχρι έναν μέγιστο αριθμό n .

Έστω ότι $n=50$

Αρχίζουμε από το 2 αφού το 1 δεν είναι πρώτος αριθμός.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Διαγράφουμε όλα τα πολλαπλάσια του 2.

	2	3		5		7		9	
11		13		15		17		19	
21		23		25		27		29	
31		33		35		37		39	
41		43		45		47		49	

Παρατήρηση: Ο αριθμός 2 είναι ο μόνος ζυγός πρώτος αριθμός, αφού οι μόνοι διαιρέτες του είναι το 1 και ο ίδιος ο αριθμός, δηλαδή το 2.

Συνεχίζουμε διαγράφοντας όλα τα πολλαπλάσια του επόμενου αριθμού στον πίνακα, δηλαδή του 3

	2	3		5		7			
11		13				17		19	
		23		25				29	
31				35		37			
41		43				47		49	

Συνεχίζουμε με τον ίδιο τρόπο μέχρι να φτάσουμε στον αριθμό x όπου  (σε αυτή τη περίπτωση είναι το 11, αφού $7 \cdot 7 = 49 < 50$ και $11 \cdot 11 = 121 > 50$).

Στο τέλος, ο πίνακας θα είναι έτσι:

	2	3		5		7			
11		13				17		19	
		23						29	
31						37			
41		43				47			

Αυτοί είναι όλοι οι πρώτοι αριθμοί μέχρι τον αριθμό 50.

Η μέθοδος αυτή είναι εξαιρετικά πρακτική και εύχρηστη όσον αφορά μικρό πλήθος αριθμών. Από 'κει και πέρα, για μεγάλα πλήθη αριθμών, γίνεται εξαιρετικά χρονοβόρα.

Το «Κόσκινο του Ερατοσθένη» επινοήθηκε σε μια εποχή κατά την οποία, τα Μαθηματικά δεν βρίσκόντουσαν στο επίπεδο που βρίσκονται σήμερα και ούτε υπήρχαν τα κατάλληλα μέσα για περίπλοκες θεωρίες. Συμπερασματικά με την καινοτομία και την ευφυΐα του, ο Ερατοσθένης, μας εξοικείωσε περεταίρω με τον «κόσμο» των μαθηματικών.

Ακολουθεί ένα πρόγραμμα γραμμένο στην προγραμματιστική γλώσσα C++ από τον μαθητή Δημήτριο Ροντογιάννη που δείχνει πώς το κόσκινο του Ερατοσθένη μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έναν υπολογιστή για να μας εκτυπώσει τους πρώτους αριθμούς σε ένα διάστημα φυσικών αριθμών. Τον κώδικα μπορείτε να τον δείτε στο τέλος του άρθρου.

Παραγωγή μεγάλων πρώτων με τη βοήθεια υπολογιστών

Από το 1951 και μετά όλοι οι μεγάλοι πρώτοι αριθμοί έχουν βρεθεί με τη χρήση υπολογιστών. Πολλοί από τους αριθμούς αυτούς ανήκουν στην κατηγορία των λεγόμενων *Mersenne* πρώτων αριθμών (*mersenne prime numbers*). Ένας *Mersenne* πρώτος αριθμός είναι ένας πρώτος αριθμός, ο οποίος είναι κατά μία μονάδα μικρότερος από μια δύναμη του 2, δηλαδή είναι της μορφής $2^n - 1$. Μάλιστα μπορεί να αποδειχθεί ότι στην προκειμένη περίπτωση ο εκθέτης n πρέπει να είναι και αυτός πρώτος αριθμός.

Οι 10 μεγαλύτεροι γνωστοί πρώτοι αριθμοί σήμερα είναι όλοι τους *Mersenne* και έχουν βρεθεί με τη χρήση υπολογιστών. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα GIMPS (Great Internet Mersenne Prime Search) δημιουργήθηκε το 1996 και από τότε έχει δώσει θεαματικά αποτελέσματα. Στο διπλανό πίνακα μπορείτε να δείτε τους 10 μεγαλύτερους πρώτους, που είναι όλοι τους *Mersenne*. Αξίζει να σημειωθεί πως σε περίπτωση που κάποιος ανακαλύψει ένα πρώτο αριθμό με τουλάχιστον 100.000.000 ψηφία τότε υπάρχει αμοιβή \$150.000, ενώ σε περίπτωση που ανακαλυφθεί πρώτος αριθμός με περισσότερα από 1.000.000.000 ψηφία η αμοιβή διαμορφώνεται στο ποσό των \$250.000. Η αμοιβή αυτή προσφέρεται από τον οργανισμό Electronic Frontier Foundation.

rank	prime	digits
<u>1</u>	<u>2⁵⁷⁸⁸⁵¹⁶¹-1</u>	<u>17425170</u>
<u>2</u>	<u>2⁴³¹¹²⁶⁰⁹-1</u>	<u>12978189</u>
<u>3</u>	<u>2⁴²⁶⁴³⁸⁰¹-1</u>	<u>12837064</u>
<u>4</u>	<u>2³⁷¹⁵⁶⁶⁶⁷-1</u>	<u>11185272</u>
<u>5</u>	<u>2³²⁵⁸²⁶⁵⁷-1</u>	<u>9808358</u>
<u>6</u>	<u>2³⁰⁴⁰²⁴⁵⁷-1</u>	<u>9152052</u>
<u>7</u>	<u>2²⁵⁹⁶⁴⁹⁵¹-1</u>	<u>7816230</u>
<u>8</u>	<u>2²⁴⁰³⁶⁵⁸³-1</u>	<u>7235733</u>
<u>9</u>	<u>2²⁰⁹⁹⁶⁰¹¹-1</u>	<u>6320430</u>
<u>10</u>	<u>2¹³⁴⁶⁶⁹¹⁷-1</u>	<u>4053946</u>

Χρησιμότητα στην Πληροφορική

Δικαιολογημένα, θα μπορούσε να αναρωτηθεί κανείς γιατί υπάρχει αυτό το ενδιαφέρον για την ανακάλυψη μεγάλων πρώτων αριθμών και γενικότερα για τη μελέτη των ιδιοτήτων τους. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει εμφανής η χρησιμότητα των πρώτων αριθμών κυρίως στην πληροφορική και στις τηλεπικοινωνίες.

Όταν αγοράζουμε κάτι με την πιστωτική μας κάρτα μέσω διαδικτύου, χωρίς να το γνωρίζουμε, οι πρώτοι αριθμοί χρησιμοποιούνται για την ασφαλή πραγματοποίηση της συναλλαγής μας. Πριν σταλεί ο αριθμός της πιστωτικής μας κάρτας, κωδικοποιείται ώστε να μεταφερθεί με ασφάλεια μέσω του διαδικτύου. Όταν το κωδικοποιημένο μήνυμα που περιέχει και τον αριθμό της πιστωτικής μας κάρτας

φτάνει στον αποδέκτη (π.χ. προμηθευτή), το μήνυμα αποκωδικοποιείται. Η διαδικασία της κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης γίνεται με τη χρήση έξυπνων μεθόδων που χρησιμοποιούν μεγάλους πρώτους αριθμούς (π.χ. η μέθοδος του RSA).

Ο λόγος που χρησιμοποιούνται τέτοιοι αριθμοί είναι, γιατί αυτοί διασφαλίζουν ότι θα είναι εξαιρετικά δύσκολο για κάποιο κακόβουλο χρήστη να αποκωδικοποιήσει το μήνυμα που μεταφέρεται καθώς για να το καταφέρει αυτό θα έπρεπε να μπορεί να παραγοντοποιήσει ένα πολύ μεγάλο αριθμό που είναι γινόμενο δύο πρώτων αριθμών, κάτι που με τους σημερινούς αλγορίθμους είναι πάρα πολύ δύσκολο. Για παράδειγμα, πρόσφατα οι ερευνητές χρειάστηκαν δύο χρόνια ώστε να παραγοντοποιήσουν έναν αριθμό ο οποίος είχε 232 δεκαδικά ψηφία.

Μια άλλη εφαρμογή των πρώτων αριθμών στην πληροφορική βρίσκεται στη δημιουργία των λεγόμενων συναρτήσεων κατακερματισμού (hashing functions) που χρησιμοποιούνται στις βάσεις δεδομένων. Θα εξηγήσουμε την έννοια αυτή με ένα απλό παράδειγμα.

Έστω ότι θέλουμε να αρχειοθετήσουμε ψηφιακά ένα πολύ μεγάλο αριθμό βιβλίων ώστε, αφού αποθηκεύσουμε τα βιβλία στον H/Y, να μπορούμε να εντοπίζουμε πολύ γρήγορα αν ένα βιβλίο υπάρχει στο αρχείο μας. Μία ιδέα είναι να χρησιμοποιήσουμε τον τίτλο του βιβλίου που θέλουμε και να ψάξουμε ένα – ένα τα βιβλία που υπάρχουν μέσα στο αρχείο. Η διαδικασία αυτή, αν και σωστή, είναι πολύ χρονοβόρα, καθώς κάθε φορά που θέλουμε να εντοπίσουμε ένα βιβλίο θα πρέπει να ψάχνουμε από την αρχή όλο το αρχείο. Θα θέλαμε να μπορούμε να βρίσκουμε κατευθείαν τη θέση μέσα στο αρχείο που είναι φυλαγμένο το βιβλίο. Για να το κάνουμε αυτό, όταν αρχικά δημιουργούμε το ψηφιακό αρχείο, χρησιμοποιούμε ένα αλγόριθμο που παίρνει τον τίτλο του βιβλίου και μας επιστρέφει την κατάλληλη θέση μέσα στο αρχείο στην οποία πρέπει να αποθηκεύσουμε το βιβλίο. Ο αλγόριθμος αυτός είναι η συνάρτηση κατακερματισμού. Όταν αργότερα κάποιος μας ζητήσει να βρούμε ένα βιβλίο με ένα συγκεκριμένο τίτλο, μπορούμε απλά να υπολογίσουμε με την συνάρτηση κατακερματισμού τη θέση στην οποία είναι φυλαγμένο το βιβλίο και να πάμε απευθείας να το αναζητήσουμε πολύ πιο αποτελεσματικά από την σειριακή αναζήτηση.

Οι συναρτήσεις κατακερματισμού για να είναι αποτελεσματικές και να έχουν καλές ιδιότητες χρησιμοποιούν πολύ συχνά πρώτους αριθμούς στην υλοποίησή τους. Αυτό συμβαίνει, διότι, αν η συνάρτηση δεν είναι έξυπνα υλοποιημένη, πολλά βιβλία με παρόμοιους χαρακτήρες στους τίτλους τους μπορεί να πρέπει να μουν στην ίδια θέση του αρχείου, κάτι που δημιουργεί πρόβλημα. Συνήθως, παίρνουμε το υπόλοιπο της διαίρεσης του αποτελέσματος της συνάρτησης κατακερματισμού με έναν πρώτο αριθμό, και αυτό διασφαλίζει μια μεγαλύτερη τύχη στα παραγόμενα αποτελέσματα. Δείτε και το ακόλουθο παράδειγμα:

$f(x)$	$f(x) \bmod 8$	$f(x) \bmod 7$
4	4	4
8	0	1
12	4	5
16	0	2
20	4	6
24	0	3
28	4	0

Παρατηρούμε πως τα αποτελέσματα που προκύπτουν με διαιρέτη τον πρώτο αριθμό 7, είναι μοναδικά.

Οι πρώτοι αριθμοί στην φύση

Ένα είδος τζιτζίκια (Magicicada) πέφτει σε χειμερία νάρκη και εμφανίζεται μετά από 13 ή 17 χρόνια για να ζευγαρώσει και να πεθάνει. Μερικοί επιστήμονες έχουν σκεφτεί ότι αυτή η διαδικασία είναι αποτέλεσμα της θεωρίας της εξέλιξης. Αν τα τζιτζίκια έπεφταν σε χειμερία νάρκη για X χρόνια και είχαν ένα εχθρό που έπεφτε σε χειμερία νάρκη για $Y < X$ χρόνια, τότε οι τζιτζίκιες θα είχαν πρόβλημα αν το Y διαιρούσε το X γιατί θα έβγαιναν κάποια στιγμή από τη νάρκη την ίδια περίοδο με τους θηρευτές τους. Επιλέγοντας πρώτους αριθμούς, κάνουν πολύ πιο πιθανή την επιβίωσή τους!

Κώδικας

```
#include <stdio.h>

#include <vector>

using namespace std;

const int MAXN = 1e7 + 5;

int N;

bool NotPrime[MAXN]; // εδώ κρατάμε με true τους αριθμούς που είναι σύνθετοι

// αρχικά ο πίνακας έχει false σε κάθε θέση (δηλαδή αρχικά όλοι οι αριθμοί είναι πρώτοι)

vector<int> Primes; // αποθηκεύουμε εδώ κάθε πρώτο αριθμό που συναντάμε

// Sieve of Eratosthenes
```

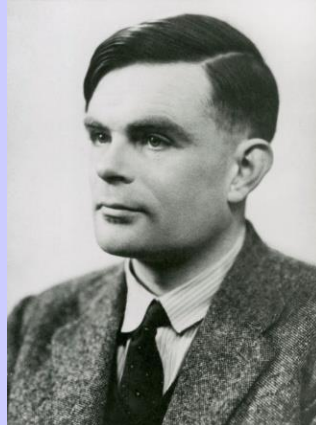


```
void FindPrimes(){  
    /* αρχικά ξεκινάμε από το 2 και αφού NotPrime[2] = false (είναι πρώτος) σβήνουμε τα  
    πολ/σια του  
    και συνεχίζουμε για κάθε αριθμό ο οποίος έχει NotPrime[x] = false (είναι πρώτος) και  
    κάνουμε το  
    ίδιο */  
    for(int x=2; x<=N; ++x){  
        if(NotPrime[x] == true) continue;  
        //άμα είναι true τότε είναι σύνθετος άρα συνεχίζουμε να αναζητούμε  
        else{  
            Primes.push_back(x); // αλλιώς καθώς NotPrime[x] = false (είναι πρώτος) τον  
            αποθηκεύουμε  
            int s = x * x;  
            /* τώρα καθώς θέλουμε να σβήσουμε τα πολ/σια του x, για να εξοικονομήσουμε χρόνο  
            θα σβήσουμε από το x*x καθώς όλα τα προηγούμενα πολ/σια του x θα έχουν ήδη  
            σβηστεί  
            (Για παράδειγμα αν το x είναι το 5, τότε τα 2*5, 3*5, 4*5 θα έχουν σβηστεί από το 2, το 3  
            και το 2 αντίστοιχα (το 4*5 = 2*2*5)  
            */  
            for(int i=s; i<=N; i+=x){  
                NotPrime[i] = true;  
                // εδώ κάνουμε τους αριθμούς της μορφής x*k στον NotPrime, true  
            }  
        }  
    }  
}  
  
int main(){  
    printf("Give me a number between 2 and 10000000\n");  
    printf("I will find all primes in that interval\n");  
    printf("Number: ");  
    fflush(stdout);
```

```
while(true){  
    scanf("%d", &N);  
    if(N < 2 || N > MAXN - 5){  
        printf("Check the constraints! Try again. You can do it! :P\n");  
        printf("Number: ");  
        fflush(stdout);  
    }  
    else break;  
}  
FindPrimes();  
int size = Primes.size();  
for(int i=0; i<size; ++i) printf("%d\n", Primes[i]);  
return 0;  
}
```

ALAN TURING: ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ, ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ

Τσιμπός Παναγιώτης



Εισαγωγή

Παρακάτω, θα παρουσιαστεί η ζωή και το έργο του διάσημου Alan Turing, στον οποίο και αφιερώθηκε το έτος 2012, χωρίς όμως να αναφερόμαστε σε μία κάθε αυτό «βιογραφία»: Στο παρόν κείμενο δίνεται μεγάλη έμφαση στις πτυχές της επιστήμης που επηρέασαν τον υπό φαινόμενο καθώς και υπήρξαν έμπνευσή του, σε όλη την διάρκεια της επιστημονικής του σταδιοδρομίας. Εν ολίγοις, ελπίζω πως παρακάτω, όχι μόνο θα έχετε την ευκαιρία να περιγηθείτε στο μοναδικό μυαλό του Alan Turing, αλλά και να γνωρίσετε κάποιες από τις (κατ' εμέ) πιο ενδιαφέρουσες και μυστηριώδεις πτυχές της επιστήμης.

Βιογραφία

Άλαν Τούρινγκ. Μαθηματικός, φιλόσοφος, επιστήμονας, Πατέρας της Πληροφορικής, οραματιστής... Πολλά έχουν ειπωθεί για αυτόν τον τιτάνα της σύγχρονης επιστήμης, τον άνθρωπο που όχι μόνο έθεσε τις βάσεις της πληροφορικής επιστήμης, πρακτικά τον θεμέλιο λίθο της κοινωνίας του 21ου αιώνα, αλλά και προέβλεψε πολλές από τις εφαρμογές, συνέπειες ή και επιπλοκές της πληροφορικής στο μακροπρόθεσμο μέλλον. Αποτελεί μέλος της ελάχιστης, σε μέλη, ομάδας ανθρώπων που συνέλαβαν πραγματικά την προοπτική της νεοσύστατης (τότε) επιστήμης και προσπάθησαν να την αξιοποιήσουν. Αδιαμφισβήτητά ένας από τους μεγαλύτερους επιστήμονες του περασμένου αιώνα.

Στο ακόλουθο άρθρο, θα προσπαθήσω, όχι μόνο να σας παρουσιάσω, εν συντομία, την ζωή και το έργο του, αλλά και να εντυφίσω, μερικώς, σε πτυχές των μαθηματικών και της φυσικής που επηρέασαν αισθητά τον ίδιο (πχ. Θεωρία της Μη Πληρότητας, Λογική των Μαθηματικών, Μεταμαθηματικά κ.α., αλλά και τον απόηχο της δουλείας του στην επιστημονική πραγματικότητα του σήμερα (πχ. το λεγόμενο Turing's Test, Artificial Intelligence κ.α.).

Ξεκινώντας από την ζωή του, ο Άλαν Τούρινγκ γεννήθηκε στις 23 Ιουνίου του 1912 στο Λονδίνο, από τους Τζούλιους Μάθισον (Julius Mathison) και της Σάρα Τούρινγκ (Sara Turing). Υπήρξε γόνος υψηλά υφιστάμενης κοινωνικά, αστικής οικογένειας, με εκτεταμένο ιστορικό παρελθόν, -η οποία όμως αντιμετώπιζε κάποια οικονομική «στενότητα»-. Ο πατέρας του

δούλευε στις Ινδίες, αποικία της Αγγλίας τότε, πιθανώς με την μητέρα του, και ο ίδιος με τον αδερφό του πέρασαν το μεγαλύτερο μέρος της παιδικής τους ηλικίας σε σπίτια αναδόχων-συγκαιών στην Αγγλία, φοιτώντας στο Δημόσιο Αγγλικό Σχολείο. Ο ίδιος ο Άλαν έδειξε από μικρός ένα οξυδερκές μυαλό, καθώς και ένα ανήσυχο επιστημονικό πνεύμα, θέτοντας ερωτήσεις, σε ηλικία 12 ετών, όπως: «ποιο είναι το συνηθέστερο στοιχείο στην γη, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας με όσο το δυνατόν λιγότερες ενεργειακές απώλειες». Αργότερα, έγινε δεκτός στο ιδιωτικό Sherborne School, όπου ο διευθυντής, παρατηρώντας τον Άλαν δήλωσε: «Αν αυτό το παιδί προορίζεται για επιστημονική αυθεντία, χαραμίζεται στο σχολείο, υπό τις παρούσες συνθήκες».

Παρότι ήταν φανερό, κυρίως από τις σημειώσεις του στις Θεωρίες της Σχετικότητας, ότι διέθετε μία ιδιαίτερη κλίση στον τομέα των επιστημών, δεν απέδιδε ικανοποιητικά στο σχολείο. Η άνοδος στην Ακαδημαϊκή του καριέρα ήρθε με την γνωριμία του με τον συμμαθητή του Κρίστοφερ Μόρκομ (Christopher Morcom), ο οποίος του πρόσφερε μία εποικοδομητική περίοδο πνευματικής αναζήτησης και αδελφότητας. Το τέλος αυτής της περιόδου, υπήρξε ο απότομος θάνατος του Κρίστοφερ τον Φεβρουάριο του 1930. Μετά το τραγικό αυτό γεγονός, το μυαλό το Άλαν άρχισε να εμπλέκεται, αρχικά, με ερωτήματα όπως ο τρόπος συνύπαρξης ύλης και πνεύματος στον άνθρωπο. Αναρωτιόταν αν το μυαλό, δηλαδή το πνεύμα και η συνείδηση ενός ανθρώπου, μέλλονται να απελευθερωθούν από το υλικό σώμα του, μετά τον θάνατό του. Έχοντας ως αφετηρία του ερώτημα αυτό, άρχισε σταδιακά να διεισδύει στον τομέα της (τότε) μοντέρνας φυσικής, δηλαδή της φυσικής των αρχών του 20ου αιώνα, και συγκριμένα, έδειξε έντονο ενδιαφέρον για τον τομέα της κβαντικής μηχανικής, καθώς και την συσχέτισή της με το πρόβλημα της ύλης του πνεύματος¹.

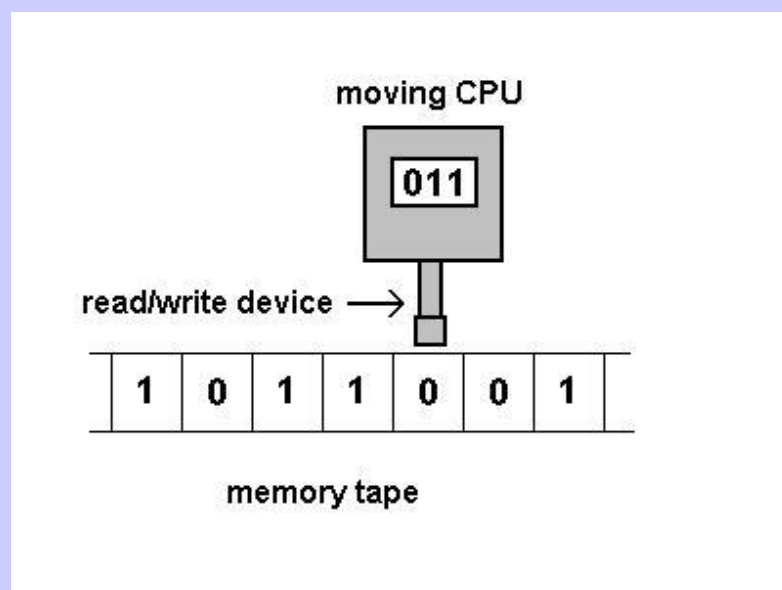
Επιστρέφοντας λοιπόν πίσω στην ζωή του Άλαν Τούρινγκ, μετά την ακαδημαϊκή του ζωή στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εισήχθη στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως προπτυχιακός φοιτητής στο πανεπιστήμιο του Cambridge, το 1931. Εκεί ήρθε σε επαφή με ένα περιβάλλον το οποίο ενθάρρυνε την καθολική, διεξοδική και αναλυτική σκέψη. Τότε ήταν που διαβάζοντας την δουλειά του von Neumann στην κβαντική μηχανική (της οποίας τα σημαντικότερα στοιχεία αναλύονται παρακάτω) διέφυγε από τον κόσμο της θλίψης, στον οποίο είχε εισχωρήσει μετά τον θάνατο του Κρίστοφερ Μόρκομ, και είσελθε στον κόσμο του λογισμού και της σκέψης. Επίσης, τότε ήταν η εποχή που αποδέχτηκε την ομοφυλοφιλία του, θέτοντάς την μέρος της ταυτότητάς του. Ακόμα, υπήρξε κάθετα αντιθέτος στον δεύτερο-παγκόσμιο πόλεμο, χωρίς όμως να αυτοαποκαλείται ειρηνιστής, καθώς και οπαδός μίας φιλελεύθερης αλλά και σοσιαλιστικής οικονομίας.

Τα επιτεύγματα και οι έπαινοι που έλαβε (ένα διακεκριμένο πτυχίο στα μαθηματικά το '34, μία πρόσκληση για επικουρική διδασκαλία στον πανεπιστήμιο King's, στο Λονδίνο, το '35 καθώς και το βραβείο Smith το '36, για την δουλειά του στην θεωρία των πιθανοτήτων), αποτέλεσαν προάγγελους μιας σίγουρα επιτυχημένης επιστημονικής καριέρας, σαν ερευνητής στο θεωρητικό κομμάτι των Μαθηματικών. Το ανήσυχο μυαλό του, όμως, το επιφείλατε ένα απρόβλεπτο μέλλον...

Από το 1933, ο Άλαν είχε έρθει σε επαφή με την δουλειά των Bertrand Russel και Alfred Whitehead, καθώς και με το διάσημο Principia Mathematica, των Whitehead και Russel. Τότε γεννήθηκε η αγάπη του για την Λογική των Μαθηματικών² (Mathematical Logic). Έτσι, το 1935, όταν ο Άλαν άκουσε σε μία διάλεξη για το πρόβλημα της Αποφασιστικότητας (Decidability) ή Entscheidungsproblem, ένα πρόβλημα του οποίου η επίλυση έπρεπε να ήταν, όχι μόνο ακριβής αλλά και ελκυστική, αφοσιώθηκε στην αναζήτηση της λύσης. Κατά αυτόν

τον τρόπο, του ήρθε αρχικά η ιδέα της ύπαρξης, σε θεωρητικό επίπεδο, μίας μηχανής που εκτελούσε συγκεκριμένες, ακριβέστατα προσδιορισμένες, στοιχειώδεις διεργασίες, χρησιμοποιώντας σύμβολα πάνω σε απλό χαρτί. Ακόμα, παρουσίασε πειστικά επιχειρήματα σχετικά με το γιατί η ύπαρξη μιας τέτοιας μηχανής είναι αρκετή για την λύση του παραπάνω προβλήματος (παρομοίασε, επίσης, και τις διεργασίες της μηχανής με την «...εναλλαγή στοχαστικών καταστάσεων, κατά την διάρκεια μίας εγκεφαλικής διεργασίας»). Έτσι γεννήθηκε η ιδέα της Μηχανής Τούρινγκ (The Turing Machine).

Θεωρώντας λοιπόν την Μηχανή Τούρινγκ ως την λύση του 10^{ου} προβλήματος του Hilbert (decidability problem), ο Άλαν έδειξε την δουλεία του στον επιφανή επιστήμονα Tom Newman. Δυστυχώς για αυτόν, την ίδια στιγμή, στην Αμερική, ένας άλλος λογικιστής, ονόματι Alonzo Church, δημοσίευσε ένα παρόμοιο άρθρο, στερώντας από τον Άλαν το 100% της πρωτοτυπίας της ιδέας του. Παρόλα αυτά, όμως, η προσέγγιση του Church ήταν πιο «μαθηματική», και στερούνταν τις απαραίτητες διεργασίες που μπορούσαν να γίνουν από άνθρωπο ή πράγμα, στον υλικό κόσμο, για την επίλυση του οποιοδήποτε προβλήματος υπολογισιμότητας. Έτσι, η προσέγγιση του Άλαν, χαρακτηρίστηκε ως «καινούρια» και «προτότυπη». Δυστυχώς όμως, ο Άλαν, εργαζόταν μακριά από το τότε πνευματικό κέντρο των λογικιστών στο Church, στο Πανεπιστήμιο του Princeton, συνεπώς η δουλειά του δεν χαιρόταν της άμεσης εκτίμησης και δημοφιλίας που της άρμοζε. Αξιοσημείωτο είναι, ότι η πρωτότυπη προσέγγισή του βασιζόταν στο γεγονός ότι η πραγματική σύλληψη της Μηχανής Τούρινγκ έμελε να λύσει να λύσει ένα πρόβλημα φυσικής και όχι μαθηματικών: το πρόβλημα της Συνείδησης του Κρίστοφερ Μόρκομ.



Σχηματική αναπαράσταση
της θεωρητικής Μηχανής
Τούρινγκ

Παρόλα αυτά, όμως, ο Άλαν είχε προσφέρει στον κόσμο κάτι τεράστιο: την ιδέα της Παγκόσμιας Μηχανής Τούρινγκ (Universal Turing Machine). Αναλογικά, κάθε μηχανή Τούρινγκ αντιστοιχεί σε κάθε πιθανή μορφή που μπορεί να πάρει μια φόρμουλα ή εξίσωση, πχ. $V_{av} = d/\Delta t$. Στο παραπάνω παράδειγμα, κάθε πιθανό input στην φόρμουλα υπόσχεται και το αντίστοιχο output. Αντίστοιχα, κάθε μηχανή Τούρινγκ έλυνε το πρόβλημα της υπολογισιμότητας για ένα, και μόνο έναν, συγκεκριμένο αλγόριθμο. Ο Άλαν, λοιπόν, οραματίστηκε μία μηχανή, την οποία θα προμηθεύαμε με μια σειρά τυποποιημένων οδηγιών, οι οποίες θα περιέγραφαν κάποια συγκεκριμένη μηχανή Τούρινγκ, φτιαγμένη για κάποιο

συγκεκριμένο πρόβλημα. Η κατανόηση και χρήση των οδηγιών γίνεται μια μηχανική διαδικασία, την οποία φέρνει εις πέρας μια μηχανή, η Παγκόσμια Μηχανή Τούρινγκ. Μια μηχανή για όλες τις πιθανές λειτουργίες.

Ο Άλαν, πέρασε 2 χρόνια στο Princeton ως απόφοιτος, ενώ δημοσίευσε το σημαντικό του έργο On Computable Numbers (δηλ. «Όσον Αναφορά τους Υπολογίσιμους Αριθμούς»), λίγο πριν φύγει το 1936. Το παραπάνω σύγγραμμα, θεωρείται το βαθύτερο, νοηματικά και μαθηματικά, έργο του. Μέσω αυτού, προσπάθησε να βάλει σε κάποια «τάξη» και «λογική» στον κόσμο του ανυπολογίσιμου (βλ. ανυπολογίσιμο, όπως ορίστηκε παραπάνω). Τελικά, όμως, πάλι οδηγούμαστε στον Κρίστοφερ Μόρκομ και στο πρόβλημα ύλης-συνείδησης, καθώς ο Άλαν, υπέθεσε πως η ψυχή ή το ένστικτό μας είναι ανάλογα στα μη υπολογίσιμα βήματα κατά την διάρκεια της επίλυσης ενός μαθηματικού προβλήματος. Παρόλα αυτά όμως, αυτή δεν ήταν η πρωταρχική ασχολία του καθώς εκείνη την εποχή εργαζόταν ενεργώς σε θέματα που απαιτούσαν λογικές ικανότητες.

Εν ολίγης: Η μηχανή Τούρινγκ αποτέλεσε μία από τις πιο σημαντικές «μετατροπές» της θεωρητικής και ομιχλώδους λογικής σε πρακτική υπολογισιμότητα ή υπολογιστική ισχύς.

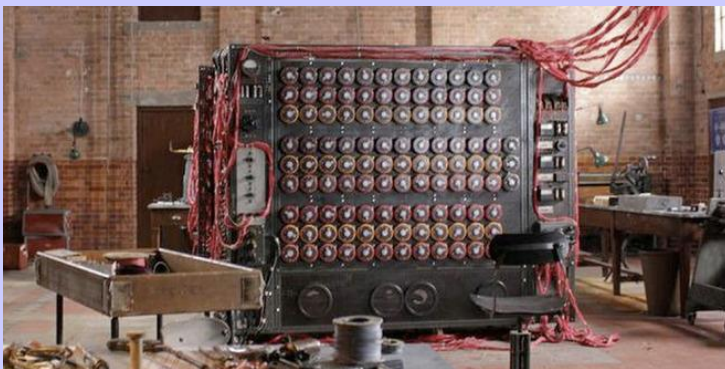
Το 1938, ο Ούγγρος Μαθηματικός von Neumann προσέφερε στον Άλαν μία μόνιμη θέση στο Princeton, αλλά αντ'αυτού, εκείνος προτίμησε να επιστρέψει στο Cambridge. Κατά τα χρόνια 1938-39 ζούσε από το πρόγραμμα χρηματοδότησης επιστημόνων του King's College (King's College Fellowship), σαν λογικιστής και μαθηματικός, ειδικευμένος στην Θεωρία των Αριθμών. Παράλληλα, ασχολούταν με την δημιουργία μιας Μηχανής Τούρινγκ, μέσω της οποίας θα μπορούσε να υπολογίσει την Συνάρτηση Reinmann Zeta (the Reinmann Zeta function). Βασίστηκε κυρίως στην λογική των κρυπτογραφικών μηχανών, και χρησιμοποίησε γρανάζια, ηλεκτρομαγνητικά ρελέ και γενικώς υλικά διαθέσιμα σε αυτόν, μέσω του πανεπιστημίου. Ταυτόχρονα, ήταν μέλος και στο μυστικό Βρετανικού Κρυπτογραφικό Τμήμα ή όπως το γνώριζαν τότε Κυβερνητικό Σχολείο Κρυπτογραφίας (Government Code and Cypher School), ενώ παρακολουθούσε (κάτι ασυνήθιστο για μαθηματικό), μαθήματα πάνω στην Φιλοσοφία των Μαθηματικών.

Κατά την κήρυξη του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου στην Αγγλία, στις 3 Σεπτεμβρίου του 1939, ο Τούρινγκ άρχισε να δουλεύει στην στρατιωτικό κρυπτογραφικό και κρυπτοαναλυτικό τομέα των Βρετανικών μυστικών υπηρεσιών στο Bletchley Park, όπου και βρίσκονταν τα κεντρικά γραφεία τους. Η δουλειά του όμως ήταν περιορισμένη, καθώς ο η προσπάθεια αποκρυπτογράφησης των Γερμανικών μηνυμάτων ήταν σχεδόν αδύνατη, επειδή εκείνη χρησιμοποιήσουν την εξελιγμένη κρυπτογραφική μηχανή Enigma (δηλ. «Αίνιγμα»), η οποία άλλαξε την κρυπτογραφική βάση (δηλ. τον τρόπο με τον οποίο αντικαταστούσε τις λέξεις με κρυπτογραφημένο κείμενο), κάθε μέρα. Ταυτόχρονα, οι σύμμαχοι χρησιμοποιούσαν την Πολωνέζικη κρυπτογραφική Μηχανική Bomba αντίγραφο της Enigma για να καταλάβουν την λογική κρυπτογράφησης των Γερμανών. Εκεί ήταν που ο Άλαν, βάση της εμπειρίας του στην Υπολογισιμότητα, βασίστηκε για να δημιουργήσει μία αποκρυπτογραφική μηχανή η οποία, όντας πολύ ισχυρότερη από την Enigma, μπορούσε να αποκρυπτογραφήσει σχεδόν κάθε κώδικα, με την προϋπόθεση ότι θα εισαγόντουσαν σωστά κάποιες λέξεις του κρυπτογραφημένου μηνύματος (βλ. Imitation Game, 2015, όπου για την αποκρυπτογράφηση του όλων των μηνυμάτων, έπρεπε να γνωρίζονται οι τελευταίες λέξεις κάθε μηνύματος που περιλάμβαναν το όνομα «Χίτλερ» κάθε φορά κρυπτογραφημένο με άλλο τρόπο).

Έτσι, με την βοήθεια του W. C. Welchman, άλλου μαθηματικού στο Cambridge, ο Άλαν δημιούργησε την Turing-Welchman Bombe. Η μηχανή αυτή αποκρυπτογραφούσε επιτυχώς τα σήματα της Γερμανικής Αεροπορίας, από το 1940 και μετά, αλλά αδυνατούσε να επεξεργαστεί

τα μηνύματα του Γερμανικού Ναυτικού, που θεωρούνταν «άσπαστοι κώδικες». Παρόλα αυτά, όμως, ο Άλαν είχε κιόλας από το 1939 δημιουργήσει μία αποτελεσματική μέθοδο αποκρυπτογράφησης, η οποία, όμως, για να λειτουργήσει, χρειαζόνταν ήδη αποκρυπτογραφημένα σήματα, που θα έχτιζαν μία σωστή στατιστική ανάλυση των σημάτων (δηλ. το μοτίβο κρυπτογράφησης καθώς και το μοτίβο εναλλαγής μεταξύ μοτίβων κρυπτογράφησης). Η αποκρυπτογράφηση των σημάτων του Γερμανικού Ναυτικού ξεκίνησε το 1941.

Τελικά, μετά από τα παραπάνω, η μονάδα του Τούρινγκ στο Bletchley Park, ή Hutt 8 (δηλ. Καλύβα 8), αναδείχτηκε σε κύριο μέρος της όλης κρυπτογραφικής προσπάθειας του σώματος.



Αριστερά: Η αποκρυπτογραφική μηχανική του Άλαν
όπως απεικονίζεται στο *“Imitation Game”* (2015)

Δεξιά: Η διάσημη «Καλύβα 8» (Hutt 8)

Όμως όλα μαίνονταν να αλλάξουν, όταν την πρώτη μέρα του Φεβρουαρίου, έτος 1942, η Enigma δέχτηκε μία αναβάθμιση που αύξησε ραγδαία την πολυπλοκότητα της (και άρα την πολυπλοκότητα των απεσταλμένων μηνυμάτων) οδηγώντας στην υπονόμευση των αποκρυπτογραφικών μεθόδων του Τούρινγκ.

Ευτυχώς για τον ίδιο, υπήρχε ένας καινούριος σύμμαχος στο πλευρό του: ο ηλεκτρισμός. Μέσω αυτού θα μπορούσε να επιτύχει ακόμα μεγαλύτερες επεξεργαστικές ταχύτητες, καθώς ηλεκτρικά σήματα είναι σαφώς ταχύτερα από μηχανικά. Την ίδια περίοδο, όμως, οι Ναζί άρχισαν να χρησιμοποιούν και μία διαφορετική μέθοδο κρυπτογράφησης μηνυμάτων γνωστή και ως «Ψάρι» (Fish). Ξανά ο Τούρινγκ έπαιξε σημαντικό ρόλο με τις μεθόδους του για στατιστική ανάλυση μηνυμάτων αν και την όλη διαδικασία συντόνιζε Μ. Η. Α. Newman.

Από το 1942 και μετά ο Άλαν ήταν η πλέον αναγνωρίσιμη και σεβάσμιη φιγούρα στο Bletchley Park· όντας αχτένιστος, χωρίς γραβάτα και με ασιδέρωτα ρούχα, αποτελούσε την τυπική εικόνα του καθηγητή-διάνοια. Εργαζόταν στενά και για πολλές ώρες με τους συναδέλφους του, οι οποίοι ήταν συνήθως προπτυχιακής ηλικίας. Μάλιστα μία από αυτούς, η Joan Clarke, έγινε γυναίκα του. Ο Άλαν πλέον ήταν γενικώς σύμβουλος αποκρυπτογραφικών επιχειρήσεων κατά την περίοδο 1942-43, ενώ την ίδια περίοδο ταξίδεψε και στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ακόμα, αφιέρωσε χρόνο στην εκμάθηση ηλεκτρονικών, καθώς στόχευε στην δημιουργία της δικής του μηχανής (από)κρυπτογράφησης, αφοτου του πήραν την διεύθυνση του Hutt 8. Επιπροσθέτως,

το 1942 ανιχνεύθηκε μία ατέλεια στον καινούριο Enigma, οπότε και βοήθησε ώστε το 1943 να ξαναρχίσει η αποκρυπτογράφηση των μηνυμάτων του Γερμανικού Ναυτικού. Ταυτόχρονα η επιχείρηση Fish αποκρυπτογράφησε σήματα των ναζι πρώτη φορά, πριν την απόβαση της Νορμανδίας (ή D-Day), δείχνοντας το βεληνεκές, στο μέλλον, μεγάλων ηλεκτρικών μηχανημάτων.

Στην συνέχεια, η δουλεία του Άλαν πάνω στον Πρώτο Ηλεκτρονικό Υπολογιστή αναγνωρίστηκε, και έτσι τέθηκε Ανώτατος Επιστημονικός Διευθυντής (Senior Principal Scientific Officer) στην έρευνα που τελέστηκε 1946 από το Αμερικάνικο Εθνικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (National Physical Laboratory) πάνω σε αυτό που τότε ονόμαζαν ACE ή Automatic Computing Engine. Παρόλα αυτά όμως, δεν συγκεντρώθηκαν οι απαραίτητοι πόροι και η μηχανή δεν έγινε ποτέ πραγματικότητα. Έτσι, το 1948, ο Άλαν Τούρινγκ επέστρεψε στο Manchester της Αγγλίας, οπου και έγγραψε ένα επιστημονικό σύγγραμμα σχετικά με την νευρολογία και την φυσιολογία, υποστηρίζοντας την ιδέα του νευρολογικού δικτύου και συνεπώς την ιδιότητα των μηχανών για μάθηση, το οποίο όμως δεν δημοσιεύτηκε όσο ζούσε.

Τελικά, ήταν ο Newman, ο πρώτος αναγνώστης του «Σχετικά με Υπολογίσιμους Αριθμούς», ο οποίος πραγματοποίησε το όνειρο του Άλαν: τον Ιούνιο το '48, στο Μάντσεστερ και με την βοήθεια του ταλαντούχου και επιφανή μηχανικού ραντάρ F. C. Williams, ο οποίος εργάστηκε στο τεχνητό κομμάτι, υπήρχε το πρώτο πρακτικό δείγμα του έργου ζωής του Άλαν Τούρινγκ.

Μετά από αυτό λίγα συνέβησαν στην ζωή του Άλαν Τούρινγκ: υπήρξε δρομέας εθνικού επιπέδου, καθώς και θα λάμβανε μέρος στους Ολυμπιακούς Αγώνες του '48, με την Βρετανική Ομάδα, αν δεν είχε την ατυχία να τραυματιστεί. Το '48 του δόθηκε η θέση του διευθυντή του νεοσύστατου εργαστηρίου πληροφορικής στο πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ. Τότε άρχισε να ασχολείται με παλαιότερες εργασίες του, χωρίς να είναι ιδιαίτερα παραγωγικός, καθώς ότι προσέφερε στο Μάντσεστερ, όσον αναφορά την Πληροφορική, έγινε απλώς ένα φύλλο οδηγιών της νεοσύστατης μηχανής. Παρόλα αυτά όμως, τότε ήταν που παρήγαγε ίσως και το πιο βαθιά φιλοσοφημένο έργο του, το Computing Machinery and Intelligence. Μέσω αυτού, πραγματευόταν την ιδέα μιας Τεχνητής Νοημοσύνης³ (Artificial Intelligence a.k.a. AI), ενώ ταυτόχρονα συνόψιζε την εμπειρία και την δουλειά του στους τότε πρώιμους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Το 1950 αγόρασε το πρώτο του σπίτι στο Μάντσεστερ, ενώ ταυτόχρονα επικεντρώθηκε σε έναν νέο ερευνητικό τομέα: την Μαθηματική Θεωρία της Μορφογένεσης (Mathematical Theory of Morphogenesis), δηλαδή την θεωρία της ανάπτυξης και απόκτησης μορφής. Μέσα στις διάφορες πτυχές που μελέτησε ήταν και αυτή του πως γίνεται, από κάτι αρχικά συμμετρικό, να προκύψει ασσυμετρία ενώ ταυτόχρονα μοντελοποιούσε χημικές αντιδράσεις που μπορεί και να οδηγούσαν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Ακόμα, κατασκεύασε τον δικό του HY, τον οποίο και χρησιμοποίησε στο μαθηματικό μέρος της παρούσας έρευνάς του. Έτσι προέκυψε και το έργο του: Η Χημική Βάση της Μορφογένεσης (The Chemical Basis of Morphogenesis). Τέλος, εκλέχθηκε μέλος την Βασιλικής Κοινότητας τον Ιούνιο το '51.

Το τέλος της ζωής του υπήρξε τραγικό: ο Άλαν Τούρινγκ συνελήφθη στις 31 Μαρτίου του 1952, υπό την κατηγορία της ομοφυλοφιλικής του σχέσης με έναν συνάνθρωπό του. Δεν πρόβαλε ιδιαίτερη άμυνα, ή αυτοϋπερασπίση στο δικαστήριο· αντιθέτως: είπε πως δεν έβλεπε λάθος στις πράξεις του. Παρόλα αυτά καταδικάστηκε, και δέχτηκε να παίρνει ορμονικά χάπια, προκειμένου να μην πάει φυλακή. Συνέχισε να δουλεύει στην θεωρία μορφογένεσης του, ενώ ασχολήθηκε και με την κατάρρευση της κυματικής συνάρτησης, της κβαντικής μηχανικής. Βρέθηκε νεκρός στις 8 Ιουνίου του 1954, από την καθαρίστριά του, αφότου είχε δαγκώσει ένα μύλο με κυάνιο. Παρότι κάποιοι πίστευαν ότι μπορεί να ήταν ένα ατύχημα, κατά την διάρκεια

των πειραμάτων του, η επίσημη εκδοχή, καθώς και η απόφαση του ιατροδικαστή ήταν αυτοκτονία.

Παραρτήματα

1. Κβαντική Μηχανική και Νευρολογία

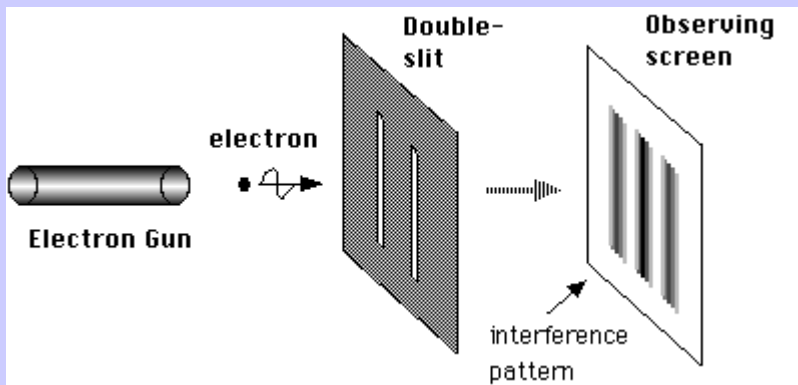
Και εδώ έρχεται η στιγμή της πρώτης μεγάλης παράθεσης που θέλω να κάνω, η οποία συσχετίζεται με την κβαντική μηχανική και κατ' επέκταση, με την συσχέτιση της με τον πνευματικό κόσμο του ανθρώπου. Ξεκινώντας από την κβαντική μηχανική, δικαιολογημένα τίθεται το ερώτημα τι είναι η κβαντική μηχανική; Εξ' ορισμού, κβαντική μηχανική είναι η μελέτη των θεμέλιων λίθων της ύλης, καθώς και των δυνάμεων και αλληλεπιδράσεων που τους διέπουν. Πέρα από τα στενά «ονομαστικά πλαίσια», όμως, η κβαντική μηχανική αποτέλεσε, ουσιαστικά, την εισαγωγή της έννοιας της πιθανότητας, και του μη απόλυτου και καθορισμένου, στον κόσμο της επιστήμης, ο οποίος, μέχρι τότε, βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό στην Νευτώνεια λογική με κύριους οδηγούς την σίγουρη πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων σωμάτων, χρησιμοποιώντας δεδομένα του παρόντος. Παραδείγματος χάρη, γνωρίζοντας την ταχύτητα και την κατεύθυνση ενός σώματος, μπορούμε να υπολογίσουμε την μελλοντική του θέση, ή γνωρίζοντας τις μάζες και την απόσταση μεταξύ πλανητών μπορούμε να υπολογίσουμε την αμοιβαία βαρυτική τους έλξη. Η κβαντική μηχανική ήρθε για να κατακερματίσει αυτή την «επιστημονική ουτοπία» της βεβαιότητας, που διείπτε την επιστημονική κοινότητα πριν τον 20ο αιώνα. Αποτελώντας αστείρευτη πηγή παραδόξων και πολυερμηνευμένων/διφορούμενων παρατηρήσεων, η κβαντική μηχανική αποτελεί ίσως και την καλύτερη προσπάθειά μας να εξηγήσουμε την προέλευση και την συμπεριφορά των δομικών λίθων, ή, όπως μου αρέσει να τους χαρακτηρίζω: σπόρους του άνθους της πραγματικότητας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα κβαντικού φαινομένου αποτελεί το φως και η φύση του: στην κβαντική μηχανική το «αγαπημένο» ηλεκτρομαγνητικό κύμα της επιστήμης (βλ. μήκος κύματος, το οποίο καθορίζει την ενέργειά του και άρα την θέση του στο φάσμα-...υπέρυθρο, ορατό, υπεριώδες, Ακτίνες-X,... κ.α.-) πλέον αποτελείται από μεμονωμένα «πακέτα» ενέργειας ή κβάντα του φωτός, τα λεγόμενα φωτόνια. Παρόλα αυτά, όμως στην κβαντική μηχανική και μετά το «Πείραμα των Δύο Σχισμών» (The Double Split Experiment) το φως θεωρείται και κύμα και ροή σωματιδίων (φωτονίων) την ίδια στιγμή. Στον προκειμένη περίπτωση όμως, μιλάμε για ένα κύμα πιθανοτήτων όπου το κάθε σωματίδιο βρίσκεται σε όλα τα πιθανά σημεία που ορίζονται από την εμβέλεια του κύματος· βρίσκεται σε μία κατάσταση υπέρθεσης (superposition). Την θέση του μπορούμε να γνωρίζουμε μόνο αν λάβουμε μετρήσεις, όπου κατά την κβαντική μηχανική, δεν μετράμε την πραγματική θέση του σωματιδίου, αλλά το υποχρεώνουμε να λάβει «βεβιασμένα» μία θέση στο χώρο, μία μετρήσιμη κατάσταση. Έτσι προκαλούμε την λεγόμενη: Κατάρρευση της Κυματικής Συνάρτησης (Collapse of Wave Function). Το παραπάνω διαγράφεται ανάγλυφα στο πείραμα «Πείραμα των Δύο Σχισμών» το οποίο έχει ως έχει: τοποθετούμε μία συσκευή εκπομπής φωτονίων (φωτός) ή ηλεκτρονίων σε σειρά με μία μεταλλική επιφάνεια με δύο σχισμές, πίσω από την οποία βρίσκεται είτε μία φωτοευαίσθητη επιφάνεια είτε μία επιφάνεια αναγνώρισης ηλεκτρονίων (ανάλογα με το τι εκπέμπεται). Έστω ότι εκτελούμε το πείραμα με φωτόνια: εκτοξεύοντας τα φωτόνια (για τότε ΜΟΝΟ σωματίδια) θα περιμέναμε ότι είτε να απορροφηθούν από την επιφάνεια των δύο σχισμών, είτε θα περάσουν από μέσα, δημιουργώντας δύο γραμμές στην φωτοευαίσθητη επιφάνεια. Εκτοξεύοντας, λοιπόν, ένα-ένα τα φωτόνια παρατηρήθηκε ότι φτάνοντας στην επιφανεί σχημάτιζαν μοτίβο αντίστοιχο στην

πρόσκρουση δύο κυμάτων, εκ των οποίων το καθένα προερχόταν από διαφορετική σχισμή, ενώ στην συνέχεια αλληλεπιδρούσαν. Υποθέτοντας λοιπόν ότι τα φωτόνια λειτουργούσαν σα κύμα, με ένα φωτόνιο την φορά θα έπρεπε να δούμε μοτίβο πρόσκρουσης ενός κύματος, το οποίο θα είχε μόνο ένα έντονο σημείο πρόσκρουσης. Τι συνέβαινε, λοιπόν, με τα φωτόνια; Γιατί ένα φωτόνιο, θεωρούμενο πώς θα ακολουθήσει προκαθορισμένη τροχιά σωματιδίου συμπεριφερόταν σαν, όχι ένα, άλλα 2 κύματα, προερχόμενα από δύο διαφορετικά σημεία; Μέσα σ' αυτό το χάος αναπάντητων ερωτημάτων, το κύμα πιθανότητας έδωσε την λύση: το σωματίδιο αυτό είχε πολλαπλές κβαντικές καταστάσεις (υπέρθεση), δηλαδή κάθε πιθανή εκδοχή τροχιάς ισχύει ταυτόχρονα, δηλαδή κάθε πιθανό σημείο στο οποίο θα μπορούσε να πέσει στην 1η επιφάνεια συνέβαινε ταυτόχρονα. Επιπροσθέτως, οι περιπτώσεις οι οποίες περνούσαν είτε από την μία σχισμή είτε από την άλλη καθώς και οι περιπτώσεις από την ίδια σχισμή, αλληλοεπιδρούσαν μεταξύ τους, σε όλα τα πιθανά σημεία αλληλοεπίδρασης, δημιουργώντας την εικόνα 2 κυμάτων. Μέσω της παραπάνω διαπίστωσης, παράγονται διάφορα ενδιαφέροντα συμπεράσματα, όπως, πχ. η Θεωρία των Πολλαπλών Κόσμων (Many World's Theory), του Hugh Everett στην οποία δηλώνεται ότι δημιουργείται ένα σύμπαν για κάθε πιθανό αποτέλεσμα κάθε κατάστασης. Με άλλα λόγια, όταν τίθεται το ερώτημα αν θα πιείτε Cappuccino ή σκέτο Espresso το πρωί, την στιγμή που διαλέγετε (cappuccino για παράδειγμα), ένα σύμπαν δημιουργείται όπου πίνετε cappuccino την συγκεκριμένη στιγμή, την συγκεκριμένη μέρα, το οποίο και αντιλαμβάνεστε, ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται ένα άλλο όπου διαλέγετε τον σκέτο espresso. Άλλο παράδειγμα αποτελεί η λεγόμενη γάτα του Schrödinger, κατά την οποία ένα αντικείμενο κατέχει όλες τις πιθανές καταστάσεις ταυτόχρονα, μέχρι να λάβουμε μετρήσεις, οπότε και το υποχρεώνουμε να λάβει ένα μετρήσιμο μέγεθος.

Συσχετίζοντας λοιπόν τα παραπάνω, τα οποία αποτελούν τις επιστημονικές εξελίξεις την εποχή του ενεργού, επιστημονικά Άλαν Τούρινγκ, με το ερώτημα που βασάνιζε ως παιδί: πως μπορούμε να συσχετίσουμε το ανθρώπινο πνεύμα με τον υλικό κόσμο; Για να απαντήσουμε σε αυτό, αρχικά, πρέπει να υπογραμμίσουμε την διαφορά μεταξύ συσχέτισης και επεξήγησης. Η συσχέτιση βασίζεται σε εμπειρικές παρατηρήσεις, οι οποίες, δηλώνουν, περιγραφικά την συνύπαρξη δύο γεγονότων· από την άλλη, η επεξήγηση βασίζεται στην δημιουργία θεωρίας η οποία επεξηγεί συσχετίσεις μέσω σχέσεων αιτίας-αποτελέσματος. Στην προσπάθεια επεξήγησης του ανθρώπινου εγκεφάλου λοιπόν, οι γνώσεις που κατέχουμε έχουν συσχετικό χαρακτήρα, καθώς μπορούμε να γνωρίζουμε, μέσω παρατήρησης, ποια περιοχή του εγκεφάλου ενεργοποιείται ανάλογα με ποιο ερέθισμα δέχεται, αλλά δεν γνωρίζουμε το γιατί. Παρόλα αυτά, στην προκειμένη περίπτωση μιλάμε για μια άμεση σχέση υλικού(εγκεφάλου)-ψυχισμού(συνείδηση). Συγκεκριμένα, ενδιαφερόμαστε για τις μειωτικές θεωρίες (reductive theories), στις οποίες ανήκουν ο υλικισμός (materialism) και ο φυσικισμός (physicalism), οι οποίες υποστηρίζουν ότι ο μόνος τρόπος πλήρους κατανόησης του ψυχικού κόσμου (πχ. συνείδηση) είναι η κατανόηση του βιολογικού κομματιού του εγκεφάλου, αλλά και παραπέρα· της συσχέτισης ατόμων, που δημιουργούν τα πολυμερή μόρια που απαρτίζουν τους νευρώνες του εγκεφάλου. Έτσι λοιπόν, κατά κάποιες από τις γνωστότερες θεωρίες (Penrose, Stapp...) που συνδυάζουν τα παραπάνω, στον εγκέφαλο, συμβαίνουν τα εξής: εντός μερών των πρωτεϊνικών δικτύων που απαρτίζουν τους νευρώνες του εγκεφάλου, γνωστά και ως μικροσωληνίσκοι (microtubuli) συμβαίνουν διάφορες κβαντικές διαδικασίες, θέτοντας όχι μόνο τον παρόντα νευρώνα, αλλά ολόκληρα νευρικά συστήματα του εγκεφάλου σε κατάσταση υπέρθεσης· με άλλα λόγια, ένα ολόκληρο δίκτυο νευρώνων λειτουργεί, αποτελούμενο από πάρα πολλούς πιθανούς συνδυασμούς νευρώνων, όπου κάθε συνδυασμός αντιπροσωπεύει μια συνειδητή πράξη. Έτσι, όπως και στην Κατάρρευση της Κυματικής Συνάρτησης, αυτό το σύστημα πιθανών πράξεων καταρρέει σε έναν μόνο συνδυασμό νευρώνων, ο οποίος οδηγεί σε μία συγκεκριμένη πράξη. Με άλλα λόγια, αυτή η κατάσταση

υπέρθεσης μπορεί να θεωρηθεί ως η προδιάθεση του ατόμου να κάνει κάποια, από μια ομάδα πράξεων. Επιπροσθέτως, ο λόγος της κατάρρευσης της προαναφερθείσας εγκεφαλικής υπέρθεσης αρκετές φορές θεωρείται μία μη υπολογίσιμη (non-computable) στοιχειώδης πράξη συνείδησης. Τέλος, υπάρχουν διάφορες άλλες ερμηνείες του τι εστί συνείδηση, βάση της κβαντικής μηχανικής, αλλά είναι καθαρά μεταφορικές και ατεκμηρίωτες, χωρίς καμία απολύτως πρακτική εφαρμογή.



«Το Πείραμα των δύο σχισμών»: Το αναμενόμενο μοτίβο στην οθόνη ήταν δύο ευθείες, ευθυγραμμισμένες με τις σχισμές. Το αποτέλεσμα ήταν ένα μοτίβο σκουρότερων και ανοιχτότερων ευθειών, που υποδεικνύουν το μοτίβο σύγκρουσης ενός κύματος: Τα σκουρότερα σημεία είναι τα όρη (περιοχές περισσότερης ενέργειας) και τα ανοιχτότερα οι πεδιάδες (περιοχές λιγότερης ενέργειας).

2. Μαθηματική Λογική

Και εδώ έρχεται η δεύτερη παράθεση που θέλω να κάνω, σχετικά με Την Λογική Των Μαθηματικών, το Πρόβλημα της Αποφασιστικότητας και την δουλειά των Russel και Whitehead. Ξεκινώντας από την λογική των μαθηματικών, μπορούμε να πούμε τα εξής: η λογική των μαθηματικών είναι ένας κλάδος των μαθηματικών, που ασχολείται με τις εφαρμογές της Επίσημης Λογικής (Formal Logic) στα Μαθηματικά, καθώς και την «εκφραστική δύναμη» των συστημάτων επίσημης λογικής, σε συνδυασμό με την ικανότητα απόδειξης των επαγωγικών λογισμού. Αξίζει επίσης να σημειωθεί, ότι τα μαθηματικά αποτελούν επέκταση της Συμβολικής Λογικής (Symbolic Logic). Ακόμα, η Μαθηματική Λογική, συσχετίζεται στενά με την Δημιουργία των Μαθηματικών (Foundation of Mathematics), τα Μεταμαθηματικά (Metamathematics) και την Θεωρητική Πληροφορική (Theoretical Computer Science). Ξεκινώντας λοιπόν από τι είναι Λογική, λογική, από τα αρχαία χρόνια, θεωρείται κλάδος της φιλοσοφίας ο οποίος ασχολείται με την μελέτη και χρήση της έγκυρης και σωστής αιτιολόγησης. Ακόμα, στην λογική υπάγεται και η μελέτη της εγκυρότητας επιχειρημάτων, βάση δοσμένων υποθέσεων. Για παράδειγμα υποθέτοντας ότι $a > 10$, τότε $a > 2$. Λαμβάνουμε ότι $a > 10$, άρα $a > 2$. Αν η υπόθεση είναι σωστή, τότε και το συμπέρασμα, χρησιμοποιώντας συνθήκες δηλωμένες στην υπόθεση, είναι ορθό. Άλλο παράδειγμα: Ο Γιώργος δεν τρώει, γιατί το φαΐ δεν είναι ωραίο. Ο Γιώργος δεν έφαγε, άρα το φαΐ δεν ήταν ωραίο. Τέτοιου είδους συλλογισμοί ονομάζονται “modus ponens”. Εμβαθύνοντας λοιπόν, η λογική χωρίζεται αρχικά σε επίσημη λογική (formal logic) και μη επίσημη λογική (informal logic). Η επίσημη λογική, η οποία μας ενδιαφέρει γιατί αποτελεί βάση της συμβολικής λογικής, της οποίας προέκταση είναι τα μαθηματικά, ορίζεται ως: ένα σύστημα μέσω του οποίου προσδιορίζεται η εγκυρότητα ενός συμπεράσματος, προερχόμενο από 2 ή περισσότερες δηλώσεις ή ένα σύστημα κανόνων για την λείπει συμπερασμάτων, που φαίνονται αυτό-αποδεδειγμένοι. Ακόμα, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι εξετάζει όχι το

περιεχόμενο μιας δήλωσης, αλλά την δομή και διάρθρωσή της. Οι δύο βασικοί κανόνες της επίσημης λογικής είναι: 1) Αν μια δήλωση είναι σωστή, τότε είναι σωστή, 2) Μία δήλωση είναι ή αληθής ή ψευδής και 3) Καμία δήλωση δεν είναι και αληθής και ψευδής ταυτόχρονα. Συνεχίζοντας, η συμβολική λογική βασίζεται κυρίως στην χρήση συμβόλων για την διατύπωση και επεξεργασία δεδομένων μέσω της επίσημης λογικής.

Και τώρα που εξετάσαμε τις ρίζες της μαθηματικής λογικής, ας εκβαθύνουμε λίγο παραπάνω στο τι είναι η ίδια: Παραπάνω ειπώθηκε ότι η μαθηματική λογική φέρει στενή επαφή με τα Μεταμαθηματικά¹, την Θεωρία Δημιουργίας των Μαθηματικών² και την Θεωρητική Πληροφορική³. Συχνά, η μαθηματική λογική χωρίζεται στους εξής τομείς: Θεωρία Συνόλων, Θεωρία Μοντέλων (Model Theory), Θεωρία Υπολογισιμότητας (Computability Theory a.k.a. Recursion Theory) και Αποδεικτική Θεωρία (Proof Theory). Παραπάνω παρατηρείται ότι η μαθηματική λογική βασίζεται κυρίως στην προσπάθεια κατανόησης της μαθηματικής λειτουργίας. Για παράδειγμα, η Αποδεικτική Θεωρία, βασίζεται στην μελέτη των μεθόδων απόδειξης μιας συνάρτησης ή δήλωσης, χρησιμοποιώντας τα αξιώματα διαθέσιμα στον λογικό σύνολο (logical set) στο οποίο εργαζόμαστε κάθε φορά. Έτσι όχι μόνο κατανοούμε την λογική εξελικτική πορεία των μαθηματικών, αλλά και μπορούμε να λειτουργούμε πιο αποτελεσματικά κατά την παραγωγή θεωρημάτων. Άλλο παράδειγμα, αποτελεί η Θεωρία της Υπολογισιμότητας, δηλαδή της προσπάθειας δημιουργίας μιας μεθοδολογίας, μέσω της οποίας είναι δυνατόν να προβλεφθεί αν μία συνάρτηση ή ένας αλγόριθμος είναι υπολογίσιμος, δηλαδή αν θα δώσει κάποιο λογικό αποτέλεσμα (παράδειγμα ανυπολογισιμότητας αποτελούν, π.χ. ο αλγόριθμος να προσπέφτει σε έναν ατέρμονο βρόχο ή η συνάρτηση να δίνει ένα μη λογικό αποτέλεσμα, π.χ. $0 \cdot x = v$, με $v \neq 0$). Αυτονόητο είναι ότι η δημιουργία μιας τέτοιας μεθόδου θα ήταν ένα άλμα στα μαθηματικά και στην πληροφορική, καθώς θα απέτρεπε την ενασχόληση με αναποτελεσματικούς αλγορίθμους και συναρτήσεις, αφού θα προέβλεπε την μη υπάρχουσα λύση τους. Σημαντικό είναι ακόμα να αναφέρουμε ότι αυτό το ερώτημα πλανιόταν για καιρό στο μυαλό του Άλαν Τούρινγκ, καθώς αυτό ήταν που τον ώθησε στην σύλληψη της Μηχανής Τούρινγκ (Turing Machine), κάτι για στο οποίο θα γίνει νύξη παρακάτω. Τέλος, σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η Θεωρία Συνόλων, μέσω της οποίας έχουν αποδειχτεί θεμελιώδεις αλήθειες των μαθηματικών, όπως η Μη-Πληρότητα ή το παράδοξο του Russel που οδήγησε στην Θεωρία Συνόλων του Zermelo (Zermelo Set Theory) που απαγορεύει την ύπαρξη του Παγκόσμιου Συνόλου (Universal Set), δηλαδή του συνόλου όλων των συνόλων.

Τέλος, στο στάδιο αυτό, σημαντικό θα ήταν να γίνει μία νύξη στην δουλεία των Gödel, Russel και Whitehead, και στην δουλεία τους στην Θεωρία της Μη Πληρότητας, στο διάσημο Principia Mathematica, καθώς και στο παράδοξο του Russel, που τόσο επηρέασαν τα μαθηματικά και την μαθηματική φιλοσοφία. Ξεκινώντας από το παράδοξο του Russel, το οποίο έχει ως εξής: Υποθέστε ότι σε ένα χωριό (Γενικό Σύνολο Ω) υπάρχουν μπαρμπέρηδες (Σύνολο A) που ξυρίζουν όσους δεν ξυρίζονται μόνοι τους (Σύνολο B) και αυτοί που ξυρίζονται μόνοι τους (Σύνολο Γ). Αν ένας μπαρμπέρης δεν ξυρίζεται, τότε, όντας άνθρωπος που δεν ξυρίζεται μόνος του (Σύνολο B), εξ ορισμού, πρέπει να ξυρίζεται αφού είναι ο μπαρμπέρης που ξυρίζει αυτούς, που δεν ξυρίζονται μόνοι τους (Σύνολο A).

¹ βλ. στο τέλος του παραρτήματος

² βλ. στο τέλος του παραρτήματος

³ βλ. στο τέλος του παραρτήματος

Αν ο μπαρμπέρης ξυρίζεται, τότε είναι ένας μπαρμπέρης που ξυρίζει ανθρώπους που ξυρίζονται μόνοι τους (Σύνολο Γ), άρα δεν μπορεί να ανήκει στο παραπάνω σύνολο μπαρμπέρηδων (Σύνολο Α). Το παραπάνω παράδοξο βασίζεται στην Αφελή Αρχή Κατανόησης (Naïve Comprehension Principle) η οποία αναφέρει τα εξής: υπάρχει ένα σύνολο Α, και για κάθε x, το x είναι μέλος του Α μόνο όταν ισχύει η συνθήκη «φ» ($(\exists A)(\forall x)(x \in A \Leftrightarrow \varphi)$). Αν το Α είναι μέλος του Α (οπότε $A \in A$), τότε το φ δεν ισχύει, και άρα το Α δεν είναι μέλος του Α. Αν το Α δεν είναι μέλος του Α, τότε το φ ισχύει και το Α πρέπει να είναι μέλος του Α. Άλλο παράδειγμα του Russel, αποτελεί το αδύνατο δημιουργίας το Παγκόσμιου Συνόλου (Universal Set), δηλαδή του συνόλου όλων των συνόλων, κάτι το οποίο υπήρξε και επιποική της προσπάθειας του Zermelo, να λύσει το πρώτο παράδοξο του Russel (βλ. πάνω). Πάρτε το εξής παράδειγμα: θέλουμε να δημιουργήσουμε το Βιβλίο των Βιβλίων, δηλαδή έναν κατάλογο όλων των υπαρκτών βιβλίων στη Γη (Σύνολο Ω). Τότε θα πρέπει να δημιουργήσουμε ένα άλλο βιβλίο των βιβλίων, το οποίο θα περιλαμβάνει το προηγούμενο Βιβλίο των Βιβλίων στην λίστα. Όμως, ούτε αυτό θα είναι πλήρες γιατί δεν θα περιλαμβάνει τον εαυτό του, άρα θα πρέπει να δημιουργηθεί καινούριο βιβλίο...

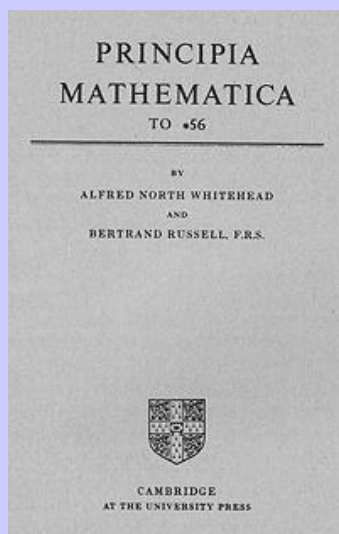
Στα παραπάνω βασίστηκε ο Gödel, βλέποντας πως δεν γίνεται να υπάρχει η τέλεια θεωρία συνόλων και διατύπωσε την διάσημη θεωρία την Μη-Πληρότητας. Η θεωρία αυτή υπήρξε η απάντησή του στο Principia Mathematica (δηλ. «Αρχές των Μαθηματικών»), των Whitehead και Russel, όπου οι δύο επιφανείς επιστήμονες προσπάθησαν, κυρίως επικεντρωμένοι στην Θεωρία Δημιουργίας των Μαθηματικών, να δημιουργήσουν ένα σύστημα αξιωμάτων και κανόνων μέσω του οποίου μπορούν να αποδειχτούν όλα τα μαθηματικά. Το ίδιο αναρωτήθηκε και διατύπωσε ο David Hilbert στο διάσημο 2ο Ερώτημα του Χίλμπερτ, όπου πραγματεύεται την αυτοδυναμία των μαθηματικών. Ο Gödel λοιπόν, απέδειξε ότι σε όλα τα συστήματα αξιωμάτων, υπάρχουν αξιώματα που δεν αποδεικνύονται εντός του παρόντος συστήματος, και άλλα πρέπει να τα δεχτούμε ως έχει. Αξίωμα (axiom): προερχόμενο από την κλασσική φιλοσοφία (classical philosophy) είναι μία αναπόδευκτη δήλωση που εκλαμβάνεται ως ορθή και αποτελεί συχνά βάση ή αφετηρία σε οποιαδήποτε (λεκτική ή μαθηματική) αποδεικτική διαδικασία/πορεία.

Μεταμαθηματικά είναι η μελέτη των ίδιων των μαθηματικών θεωριών, μέσω μαθηματικών μεθόδων. Οι δεύτερες μέθοδοι ταξινομούνται σε επίσημες (formal) και ανεπίσημες (informal). Συχνά, οι μεταμαθηματικές θεωρίες πηγάζουν από στα ασύντακτα ανεπίσημα μαθηματικά, τα οποία με την σειρά τους βασίζονται στις αρχές της καθημερινής λογικής, και στην συνέχεια μετατρέπονται σε επίσημα μαθηματικά, για την ευρεία κατανόησή τους (αν και, όπως είτε και ο Tarski, υπό μία βαθύτατη έννοια την οποία δεν μπορώ να εξηγήσω, τα ανεπίσημα μαθηματικά δεν μπορούν πάντα να γεφυρώνονται με τα επίσημα. Στις βασικές αρχές των μεταμαθηματικών συμπεριλαμβάνονται κατηγορήματα όπως: 1) Το μηδέν δεν είναι επακόλουθο σε κανέναν φυσικό αριθμό, 2) Συγκεκριμένοι φυσικοί αριθμοί έχουν συγκεκριμένους επακόλουθους, και 3) αν το P (τυχαία συνάρτηση) έχει νόημα για το 0 και για το n+1, τότε, αν ισχύει και για n ισχύει για όλα τα n. Σημαντικό είναι επίσης και το Z Thesis, μέσω του οποίου δηλώνεται πως σχεδόν όλα τα μαθηματικά μπορούν να εκφραστούν ως θεωρία συνόλων. Ακόμα, λέει όπως όλα τα ανεπίσημα μαθηματικά, μπορούν να μοντελοποιηθούν ως σε ένα στοιχειώδες θεώρημα, με βάσεις: $x \in y$ ("x είναι στοιχείο του y") & $x=y$ ("x είναι όμοιο του y").

Θεωρία της Δημιουργίας των Μαθηματικών είναι η θεωρία μέσω της οποίας επιδιώκεται η κατανόηση της φιλοσοφικής βάσης των μαθηματικών, ή διαφορετικά, η μαθηματική προσέγγιση των φιλοσοφικών θεωριών, που σχετίζονται με την δημιουργία των μαθηματικών. Κατά την μελέτη αυτή, ο ερευνητής επικεντρώνεται κυρίως στην μελέτη βασικών

μαθηματικών ιδεών, όπως: θεωρία αριθμών, βασική γεωμετρία, θεωρία συνόλων, συναρτήσεις κ.α. Στην συνέχεια, προσπαθεί να προσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο τα παραπάνω συνδυάζονται δημιουργώντας πιο προχωρημένες ιδέες και μαθηματικές λειτουργίες. Με άλλα λόγια, η Θεωρία Δημιουργίας των Μαθηματικών δεν επιδειώκει την μελέτη κάθε μαθηματικού θέματος· απεναντίας· στοχεύει στην μελέτη της λογικής συνοχής και ολότητας των μαθηματικών, σε μία συστηματική ανάλυση και επαλήθευση των βασικών μαθηματικών ιδεών. Επιπροσθέτως, η Θεωρία Δημιουργίας, φέρει (με την σειρά της) στενή επαφή με την Φιλοσοφία των Μαθηματικών (*Philosophy of Mathematics*).

Θεωρητική Πληροφορική: θα αφιερωθεί η 3η παράθεση στον παρών τομέα, σε συνδυασμό με την Μηχανή Τούρινγκ (*Turing Machine*).



Το διάσημο Principia Mathematica των Whitehead & Russel, που προσπάθησε να δώσει μια απάντηση στο πρόβλημα του Hilbert, σχετικά με την πληρότητα και την αυτοδυναμία των μαθηματικών.

3. Η κληρονομιά του Άλαν Τούρινγκ: Από την Μηχανή Τούρινγκ στο Turing's Test και στην Τεχνητή Νοημοσύνη.

Ο Τούρινγκ είχε δημιουργήσει τη μηχανή του μέσω (θεωρητικών) μαθηματικών, θεωρώντας την απάντηση στο πρόβλημα της υπολογισιμότητας. Είχε φανταστεί ένα μηχανήμα με ένα βραχίονα· κάτω από τον βραχίονα διερχόταν ταινία άπειρου μήκους, η οποία ήταν χωρισμένη σε ισομερή κομμάτια, τα λεγόμενα κελιά (cells). Η ταινία περνούσε κάτω από τον βραχίονα, ο οποίος «διάβαζε» (σκάνανε) το σύμβολο γραμμένο εντός κάθε κελιού και το αντιστοιχούσε σε έναν περατό πίνακα εντολών βάση του οποίου είχε κατασκευασθεί. Έτσι, «διαβάζοντας» το γράμμα v στην ταινία, η μηχανή ήξερε πως, έπρεπε να μετακινήσει την ταινία κατά μήκος αντίστοιχο αυτού των δύο κελιών, να λάβει δύο γράμματα που αντιστοιχούν σε δύο αριθμούς, να προσθέσει και να τυπώσει το αποτέλεσμα τους, πάνω (σε άλλο μέρος) της ίδιας ταινίας. Με άλλα λόγια, μιλάμε για την πρώτη μορφή ενός υπολογιστή, ο οποίος έχει «φορτωμένο» (δηλαδή λειτουργεί βάση αυτού) μόνο ένα πρόγραμμα, δηλαδή μόνο μία αντιστοιχία συμβόλων σε μια σειρά δράσεων («εντολών»).

Στην συνέχεια όμως, ο ευφυέστατος Άλαν Τούρινγκ οραματίστηκε την λεγόμενη «Παγκόσμια Μηχανή Τούρινγκ», μία μηχανή η οποία, μέσω της ίδιας ταινίας, αρχικά θα λάμβανε οδηγίες η οποίες θα δημιουργούσαν εκείνη την στιγμή τον πίνακα αντιστοίχισης που αναφέραμε παραπάνω, μέσω του οποίου θα «ερμήνευε» τα επακόλουθα σύμβολα. Με άλλα λόγια, η αρχή

κάθε ταινίας επεξηγούσε με ποια ειδική Μηχανή Τούρινγκ θα συσχετιζόταν εκείνη την στιγμή η γενική Παγκόσμια Μηχανή Τούρινγκ, ενώ η συνέχεια την προμήθευε με οδηγίες σχετικά με το έργο που έπρεπε να φέρει εις πέρας. Ο ίδιος ο Άλαν είχε πει πως: «Μία τέτοια μηχανή θα μπορούσε να αλλάζει μεταξύ της τέλεσης πράξεων, κρυπτογράφησης, γενικών αλγορίθμων ή ακόμα και την προσομοίωση ενός συμπαίκτη σκακιού...».

Το σημαντικό όμως είναι το εξής: ήδη από την σύλληψη της ιδέας του ο Τούρινγκ είχε παρομοιάσει την λειτουργία της μηχανής του ως την «...εναλλαγή στοχαστικών καταστάσεων, κατά την διάρκεια μίας εγκεφαλικής διεργασίας». Στην συνέχεια στο άρθρο του για νευρολογία και φυσιολογία, μίλησε για νευρολογικά δίκτυα τα οποία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και σε (τότε) Μηχανές Τούρινγκ (τώρα H/Y) κατά την διάρκεια μιας διαδικασίας εκμάθησης. Τέλος, ξεκαθάρισε την θέση του στο Computing Machinery and Intelligence, με διαφορά το πιο βαθύ έργο του, όπου μίλησε για την προοτική των υπολογιστών να εξελιχθούν σε τεχνητή νοημοσύνη καθώς και έδωσε έναν τρόπο διάκρισής τους, το λεγόμενο Turing Test (ή όπως το είδαμε στο Blade Runner, 1982, «Voigt-Kampff Test»).

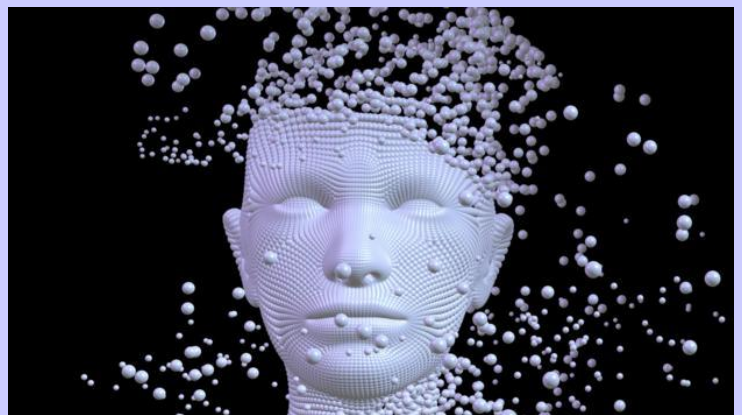
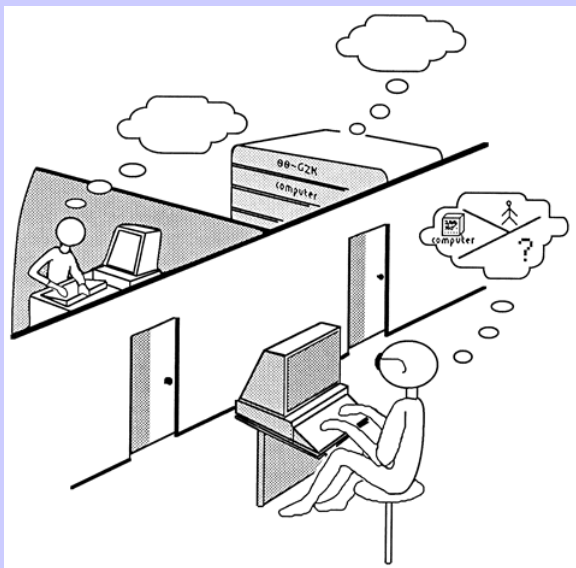
Για να επεξηγήσουμε τα παραπάνω αρχικά, νομίζω πως πρέπει να επεξηγήσουμε το τι είναι Τεχνητή Νοημοσύνη. Περνώντας επιφανειακά, νομίζω πως μπορούμε να ορίσουμε την Τεχνητή Νοημοσύνη ως: μια μηχανή που λειτουργεί βάσει ηλεκτρικών ή και μηχανικών μέσων κατέχει αυτό που ονομάζουμε νοημοσύνη και συνείδηση. Τώρα, είδαμε στην παραπάνω απόπειρα επεξήγησης του τι είναι συνείδηση, μέσω της κβαντικής μηχανικής, ότι κάθε άλλο παρά εύκολο και απλό είναι να καταλήξουμε σε έναν συμπαγή ορισμό για το τι είναι συνείδηση. Πόσο μάλλον να προσπαθήσουμε να την συσχετίσουμε με την νοημοσύνη. Ξεκινώντας λοιπόν από τα βασικά, νομίζω πως πρέπει να δεχτούμε το γεγονός ότι, σε μεγάλο βαθμό και στην ανθρώπινη κλίμακα, η ύπαρξη νοημοσύνης συνεπάγεται και με την ύπαρξη συνειδήσεως. Εκεί θα βασιστούμε και, όπως είπαν και ακόμα λένε οι ερευνητές αυτού το τομέα, με πρωτεργάτη τον Άλαν Τούρινγκ, θεωρούμε τεχνητή νοημοσύνη την κατάσταση ενός υπολογιστή, κατά την οποία σε μία μη σωματική ή οπτική επαφή, κάνει τους ανθρώπους να το θεωρούν άνθρωπο.

Εκεί βασίστηκε και ο Άλαν Τούρινγκ, δημιουργώντας το Turing Test: τοποθετούμε έναν άντρα, μία γυναίκα και έναν εξεταστή, τον καθένα σε ένα ξεχωριστό δωμάτιο, συνδεδεμένα με τρεις υπολογιστές, ο καθένας ικανός μόνο για ανταλλαγή μηνυμάτων. Σε ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα και με ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων, μέσω των H/Y, η γυναίκα προσπαθεί να πείσει τον εξεταστή ότι είναι άντρας ενώ ο άντρας προσπαθεί να υπερασπιστεί την αλήθεια. Για τον σκοπό της ανίχνευσης τεχνίτης νοημοσύνης, το τεστ αυτό τροποποιήθηκε, τοποθετώντας, στα ίδια δωμάτια, έναν εξεταστή, έναν άνθρωπο και τον υποψήφιο υπολογιστή. Πάλι σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και ρωτώντας συγκεκριμένες ερωτήσεις, πρέπει ο εξεταστής να προσδιορίσει ποιος είναι ο άνθρωπος και ποιος είναι ο υπολογιστής. Αργότερα, το τεστ αυτό τροποποιήθηκε, τοποθετώντας μία ομάδα εξεταστών και έναν H/Y συνδεδεμένους μέσω ενός υπολογιστή ανταλλαγής μηνυμάτων. Σκοπός της επιτροπής είναι να πιστοποιήσουν, αν ο υπολογιστής είναι άνθρωπος ή όχι. Το υποκείμενο θεωρείται ότι πέρασε το τεστ όταν ο/οι εξεταστής/ες έχουν 50% πιθανότητας να ονομάσουν την φύση του.

Παρά την γενική απήχηση του τεστ, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου επιστήμονες έχουν εναντιωθεί σε αυτήν την μέθοδο ανίχνευσης τεχνίτης νοημοσύνης, θεωρώντας πως μια «κουβεντούλα» δεν είναι αρκετή για την σωστή διαπίστωση της φύσης του υποκειμένου. Μάλιστα, πολύ έχουν χρησιμοποιήσει ως παράδειγμα το παράδοξο του Κινέζικου Δωματίου. Το θεωρητικό πείραμα αυτό δημιουργήθηκε από τον φιλόσοφο John Searle, υπό την πεποίθηση ότι τεχνητή νοημοσύνη είναι αδύνατο να υπάρξει. Στο πείραμα αυτό τοποθετούμε έναν

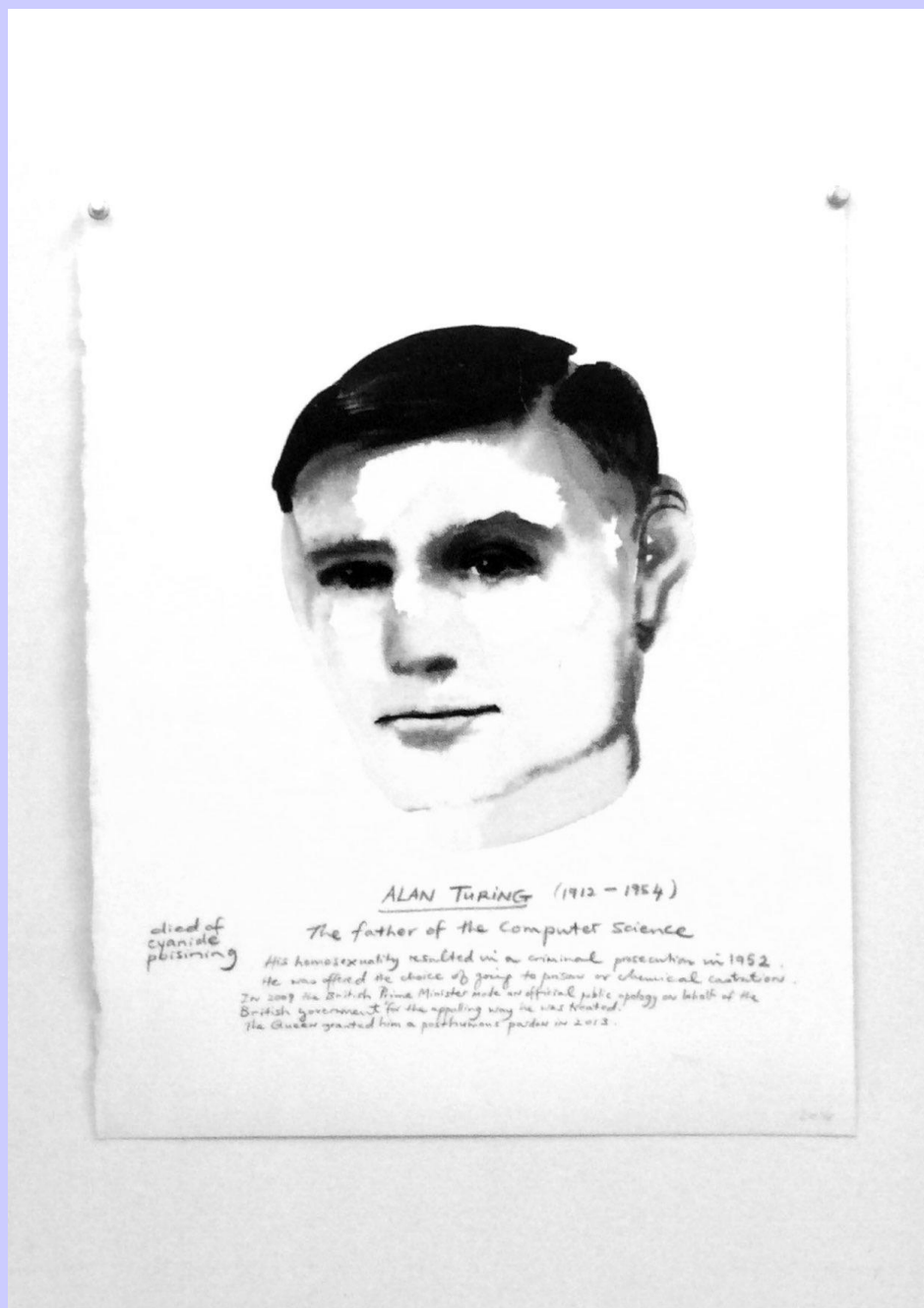
άνθρωπο που δεν μιλάει κινέζικα σε ένα δωμάτιο με μία άπειρη βιβλιοθήκη, εκ της οποίας όμως κανένα βιβλίο δεν είναι λεξικό. Το θέτουμε γραπτώς ερωτήσεις στα Κινέζικα, από έξω και εκείνος συμβουλευεται την βιβλιοθήκη για να δημιουργεί κάθε φορά μία απάντηση, που δίνει την εντύπωση καταλαβαίνει την συζήτηση. Παρόλα αυτά, εκείνος δεν έχει επίγνωση του περιεχομένου της συζήτησης. Αντίστοιχα, θεώρησε ότι κάποια Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί απλώς να μιμείται ανθρώπινες αντιδράσεις, βάση του προγραμματισμού της, αλλά ποτέ να λειτουργεί έχοντας πραγματική νοημοσύνη και συνείδηση.

Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια έχει γίνει σημαντική πρόοδος στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης: μόλις το 2014, μία ομάδα Ρώσων επιστημόνων κατάφεραν να πείσουν 1 στους 3 κριτές της επιτροπής ότι το υποκείμενο με το οποίο είχαν μια πεντάλεπτη συζήτηση γραπτώς ήταν ένα 13-χρονο αγόρι από την Πολωνία, ονόματι Eugene Goostman. Παρόλο που σε κάποιες περιπτώσεις, όπου ο εξεταστής έκανε ερωτήσεις της μορφή: «ξέρεις γιατί σου κάνουμε το τεστ;» ή «ξέρεις τι επιδιώκουμε μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης», το πρόγραμμα απλώς «πάγωνε». Ταυτόχρονα πολλές μηχανές τεχνητής νοημοσύνης παράγουν μουσική, ποίηση ή και λογοτεχνία που συχνά πλησιάζει ένα καλό ποσοστό του 40-50% της μη αναγνωσιμότητας από το γενικό κοινό. Παρόλα αυτά, όμως, καθώς η απλή και σύντομη συζήτηση θεωρείται πως πλέον δεν αρκεί, ερευνητές προετοιμάζουν το λεγόμενο Απόλυτο Τούρινγκ Τεστ (Ultimate Turing Test) το οποίο θα εκμεταλλευτεί την αναδυόμενη τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality a.k.a. VR), τοποθετώντας τον εξεταστή και το υποκείμενο σε έναν χώρο εικονικής πραγματικότητας όπου και θα εκτελούνταν το Turing Test.



Αριστερά: Το αυθεντικό *Turing Test*

Δεξιά: Τεχνητή Νοημοσύνη: η τεχνολογία του αύριο, ή ένα αόριστο όνειρο σχετικά με την δημιουργία ζωής?



Κάρτα από το αφιέρωμα της Tate Gallery του Λονδίνου στον Alan Turing (2015)

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Παπασπυρίδης Ιωάννης

1+1 κάνει 2; Εξαρτάται...

Αριθμητικά συστήματα από τα αρχαία χρόνια μέχρι τους υπολογιστές:

Ποια είναι η πιο συνηθισμένη καθημερινή μαθηματική δραστηριότητα μας; Μα αυτή της μέτρησης. Μετράμε τους παίκτες της ομάδας μας, τα χρήματα που χρειάζονται για να αγοράσουμε ένα αναψυκτικό, τα μαθήματα που έχουμε. Για τον άνθρωπο το μέτρημα και οι αριθμοί βρίσκονται σε χρήση από την αρχαιότητα, απαραίτητα στην καθημερινότητα του για την μέτρηση των ζώων, την μέτρηση της σοδειάς, το ανταλλακτικό εμπόριο, μέχρι σήμερα στους υπολογιστές. Πώς μετράμε όμως;

Βασική έννοια στη μέτρηση αποτελεί η βάση. Σήμερα, η πιο συνηθισμένη βάση μέτρησης είναι του 10 που μας έδωσε το δεκαδικό σύστημα. Αυτό αποτελείται από 10 ξεχωριστά ψηφία (0-9) που επαναλαμβάνονται για να δημιουργήσουν μεγαλύτερους αριθμούς: δεκάδες, εκατοντάδες, χιλιάδες, κ.α. Χρησιμοποιούμε τα δάκτυλα μας για να μετράμε και έχουμε κανόνες για το πώς κάνουμε αριθμητικές πράξεις. Πώς καταλήξαμε όμως στο εύχρηστο αυτό σύστημα; Υπήρχε πάντα αυτό; Όχι! Οι Βαβυλώνιοι το 3000 π.Χ. είχαν 60 διαφορετικά ψηφία! Οι Μάγια της Κεντρικής Αμερικής χρησιμοποιούσαν την βάση του 20 για το μέτρημά του ημερολογίου τους. Εμείς προτιμούμε την βάση του 10 (δεκαδικό σύστημα), ίσως επειδή τόσα είναι τα δάκτυλα των χεριών μας, κι αυτό μας βοηθά στην αρχή. Το 20αδικό σύστημα ήταν επίσης συνηθισμένο και στην Ευρώπη πριν λίγες δεκαετίες. Στο προηγούμενο Βρετανικό νόμισμα (προ-1971), είχαν 20 shillings (το κάθε ένα αξίας 12 pence) για ένα pound. Στα γαλλικά, η λέξη *quatre-vingts*, που σημαίνει "80", στην κυριολεκτική μετάφραση σημαίνει "τέσσερις εικοσάδες". Και το δώδεκα ήταν μια άλλη βάση που χρησιμοποιήθηκε στην Αφρική αλλά και διασώζεται μέχρι σήμερα με τη χρήση της ντουζίνας αλλά και στη μέτρηση των ωρών, του ζωδιακού κύκλου, των μηνών. Το δεκαδικό αριθμητικό σύστημα προέρχεται από τους Ινδούς αλλά προσαρμόστηκε και διαδόθηκε αργότερα από τους Άραβες μέσα από το εμπόριο. Μήπως μείναμε σήμερα στο δεκαδικό σύστημα ως το καλύτερο; Όχι! Στον κώδικα των υπολογιστών χρησιμοποιείται το δυαδικό σύστημα επειδή η

αναπαράσταση της πληροφορίας γίνεται με χρήση δύο συμβόλων τα ψηφία το 0 και το 1 καθώς επίσης το οκταδικό, το δεκαεξαδικό, μιας και η μετατροπή ενός δυαδικού αριθμού στο δεκαεξαδικό σύστημα είναι εύκολη υπόθεση αρκεί να σκεφτούμε ότι κάθε δεκαεξαδικός αριθμός αποτελείται από έναν 4-ψήφιο δυαδικό.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται περιγραφή κάποιων ευρέως διαδεδομένων έως και σήμερα Αριθμητικών Συστημάτων

Αριθμητικά Συστήματα

Βάση	Όνομα	Περιγραφή
10	Δεκαδικό σύστημα	Το πιο διαδεδομένο σύστημα αρίθμησης το οποίο χρησιμοποιείται στην αριθμητική. Χρησιμοποιεί δέκα ψηφία: "0-9".
12	Δωδεκαδικό σύστημα	Χρησιμοποιείται λόγω της δυνατότητα διαίρεσης με το 2, 3, 4 και 6. Παραδοσιακά είχε χρησιμοποιηθεί για να εκφράζονται μεγέθη σε ντουζίνες (δηλαδή δώδεκα όμοιων πραγμάτων).
2	Δυαδικό σύστημα	Η βάση 2 χρησιμοποιείται στο εσωτερικών όλων των υπολογιστών. Τα ψηφία είναι το "0" και το "1", και αναπαριστούν διακόπτες κλειστούς (OFF) ή ανοικτούς (ON) αντίστοιχα.
16	Δεκαεξαδικό σύστημα αρίθμησης	Χρησιμοποιείται συχνά στην πληροφορική. Ένας δυαδικός αριθμός μπορεί να ομαδοποιηθεί σε τετράδες bit, που ονομάζονται <u>nibbles</u> και στην συνέχεια να μετατραπεί με αντιστοίχιση στον αντίστοιχο δεκαεξαδικό. Ο δεκαεξαδικός αριθμός αποτελεί μια πιο "συνοπτική μορφή" του δυαδικού. Τα δεκαέξι ψηφία είναι τα "0-9" τα οποία ακολουθούν τα γράμματα "A-F" της αγγλικής αλφαβήτου..
8	Οκταδικό σύστημα αρίθμησης	Χρησιμοποιείται επίσης συχνά στην πληροφορική. Ένα δυαδικός αριθμός μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε οκταδικό ομαδοποιώντας τα bit σε τριάδες και κάνοντας αντιστοίχιση. Τα οκτώ ψηφία είναι τα "0-7".

Εξηνταδικό σύστημα αρίθμησης	Προέρχεται από τους αρχαίους Σουμερίους και στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε και από τους Βαβυλώνιους. Σήμερα αποτελεί την βάση του συστήματος αρίθμησης που χρησιμοποιείται στα συστήματα αναπαράστασης συντεταγμένων (γωνίες, λεπτά και δευτερόλεπτα) και την αναπαράσταση χρόνου (ώρες, λεπτά και δευτερόλεπτα).
Βάση 64	Χρησιμοποιείται στην πληροφορική και τα 64 ψηφία αποτελούν είναι τα σύμβολα "A–Z", "a–z", "0–9" καθώς και δύο χαρακτήρες, συχνά το "+" και "/".
PostScript Ascii85	Χρησιμοποιείται στην πληροφορική για την κωδικοποίηση σειρών bit με βάση την αριθμητική της βάσης 85.
byte	χρησιμοποιείται εσωτερικά από τους υπολογιστές, για να ομαδοποιούνται 8 bits μαζί. Για την ανάγνωση των ψηφίων από ανθρώπους η αναπαράσταση των ψηφίων παρουσιάζεται σε δεκαεξαδική μορφή.

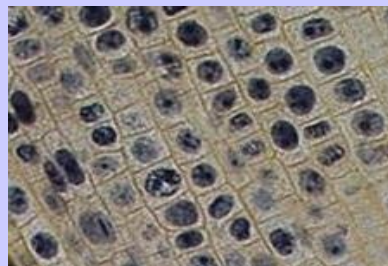
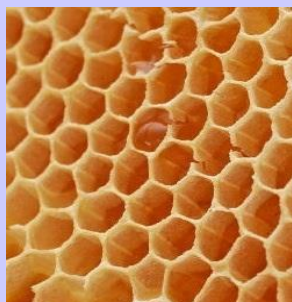
Οι βάσεις συνήθως είναι φυσικοί αριθμοί. Υπάρχουν όμως και συστήματα με βάση μη ακέραιο αριθμό, όπως για παράδειγμα χρησιμοποιώντας ως βάση τη χρυσή τομή ή ακόμη συστήματα με βάση αρνητικό ή φανταστικό αριθμό. Οι σύγχρονοι υπολογιστές όπως αναφέραμε χρησιμοποιούν το δυαδικό σύστημα, όπου χρησιμοποιούνται μόνο το 1 και το 0. Οπότε το ηλεκτρικό ρεύμα στα ηλεκτρικά κυκλώματα είτε περνά είτε όχι. Λόγω της σχετικά απλής υλοποίησης στα ηλεκτρονικά κυκλώματα το δυαδικό σύστημα χρησιμοποιείται εκτεταμένα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές για την αναπαράσταση αριθμητικών δεδομένων. Το δυαδικό σύστημα αρίθμησης (μετρώντας με δυνάμεις του 2) χρησιμοποιεί τεμάχια με τιμή 1, 2 και τις δυνάμεις του 2 (όπως 4, που είναι 2x2 κλπ.). Για να σχηματιστεί ο αριθμός 3 χρειάζεται ένα τεμάχιο της τιμής 1 και ένα της τιμής 2, γι' αυτό και γράφεται 11. Για το 13 χρειάζεται ένα τεμάχιο των 8, ένα των 4, κανένα των 2 και ένα των 1, και γράφεται 1101. Κατά τον ίδιο τρόπο, το 49 γράφεται 110001. Στην γλώσσα των ηλεκτρονικών υπολογιστών η γραφή του αριθμού 100 (στο δεκαδικό) σε δυαδικό σύστημα ως 1100100 σημαίνει: Ένα τεμάχιο των 64, ένα των 32, κανένα των 16, κανένα των 8, ένα των 4, κανένα των 2, κανένα των 1.

Το δεκαδικό σύστημα (μετρώντας με δυνάμεις του 10) χρειάζεται 10 σύμβολα, το 0 και τα ψηφία 1 έως 9, για την γραφή κάθε αριθμού. Όλοι οι αριθμοί στο εύχρηστο αυτό σύστημα σχηματίζονται από τεμάχια που τιμώνται 1, 10 και τις δυνάμεις του 10 (όπως 100, που είναι 10×10 κλπ.). Άρα για να σχηματιστεί ο αριθμός 3 χρειάζονται τρία τεμάχια των 1. Για τον αριθμό 13 χρειάζονται ένα τεμάχιο των 10 και τρία τεμάχια των 1. Το 125 χρειάζεται ένα των 100, δυο των 10 και πέντε των 1. Διαβάζοντας τον αριθμό από αριστερά βλέπουμε σε κάθε ψηφίο το άθροισμα των τεμαχίων που σχημάτισαν. Το εξηνταδικό σύστημα (μετρώντας με δυνάμεις του 60) είναι βέβαια πολύ υψηλό, διότι έχει το μειονέκτημα της ευρύτητας της βάσης του. Εξακολουθούμε όμως να το χρησιμοποιούμε και σήμερα, όταν μετράμε τις υποδιαιρέσεις της ώρας με 60 λεπτά, ή όταν διαιρούμε τον κύκλο σε έξι τόξα με 60 μοίρες το καθένα. Όταν λέμε ότι η ακριβής ώρα είναι 5:07:09, όλοι ξέρουν ότι πρόκειται για 5^η ώρα το πρωί, 7 λεπτά και 9 δευτερόλεπτα. Ελάχιστοι όμως ξέρουν να αποκρυπτογραφήσουν τους αριθμούς του αρχαίου εξηνταδικού συστήματος 5,7,9, με τους οποίους οι Μεσοποτάμιοι εννοούσαν $5 \times 60^2 + 7 \times 60^1 + 9 \times 60^0$. Αν όμως ήξεραν να τους διαβάσουν θα έφταναν στο σημερινό αριθμό 18.429 δευτερόλεπτα. Έτσι, 5 ώρες, 7' λεπτά και 9'' δευτερόλεπτα αντιστοιχούν ακριβώς σε διάρκεια χρόνου 18.428 δευτερολέπτων. Σε όλα τα συστήματα είναι εφικτή η πρόσθεση και ο πολλαπλασιασμός, οπότε μπορούν να γίνουν αλγεβρικές πράξεις. Οπότε την επόμενη φορά που κάποιος θα σε ρωτήσει αν 1+1 κάνει 2, η απάντηση μπορεί να είναι ότι κάνει 10 (στο δυαδικό σύστημα)!!

ΠΛΑΚΟΣΤΡΩΣΕΙΣ

Πάσχος Γιάννης

Στο περιβάλλον γύρω μας συχνά παρατηρούμε επιφάνειες οι οποίες είναι επικαλυμμένες μες διάφορους τρόπους και σχήματα.



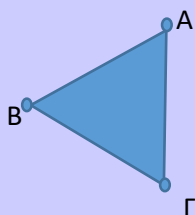
Εμείς πολλές φορές καλύπτουμε επιφάνειες για διακοσμητικούς και πρακτικούς λόγους.



Πώς όμως μπορούμε να καλύψουμε μια επίπεδη επιφάνεια πλήρως χρησιμοποιώντας μόνο πλακίδια σχήματος κανονικού πολύγωνου; (χωρίς να καλύπτει το ένα πλακίδιο το άλλο και να μένουν μεταξύ τους κενά).

Ας εξετάσουμε αν μπορούμε να καλύψουμε μια επιφάνεια με ισόπλευρα τρίγωνα:

Αρχικά ας σχεδιάσουμε ένα ισόπλευρο τρίγωνο:

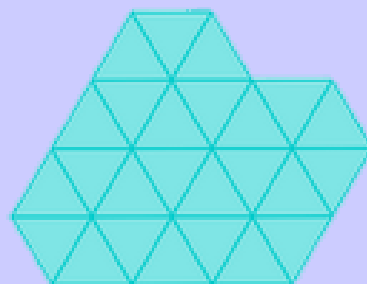


Για να καλυφθεί όλη η επιφάνεια η κάθε γωνία από τις Α, Β, Γ πρέπει να καλυφθεί πλήρως. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει η γωνία του τριγώνου να είναι διαιρέτης του 360.

Μπορούμε να βρούμε την γωνία ενός κανονικού πολυγώνου χρησιμοποιώντας τον τύπο $180 - \frac{360}{n}$ (όπου n είναι ο αριθμός των γωνιών του πολυγώνου)

Η γωνία ενός τριγώνου είναι $180 - \frac{360}{3} = 60^\circ$

Το 60 είναι διαιρέτης του 360 αφού $\frac{360}{60} = 6$
Συμπεραίνουμε έτσι ότι μπορούμε να επικαλύψουμε μια επίπεδη επιφάνεια πλήρως χρησιμοποιώντας ισόπλευρα τρίγωνα.



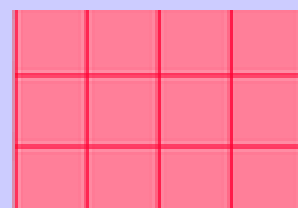
Συνεπώς για να καλύψουμε πλήρως μια επίπεδη επιφάνεια με τα ίδια κανονικά πολύγωνα πρέπει η γωνία του πολυγώνου να είναι διαιρέτης του 360. Έτσι πρέπει:

$$\frac{360}{180 - \frac{360}{n}} \in \mathbb{N}$$

Ας εξετάσουμε και άλλα κανονικά πολύγωνα:

➤ Τετράγωνο:

- Πρέπει $\frac{360}{180 - \frac{360}{4}} \in \mathbb{N}$
- Έτσι έχουμε: $\frac{360}{180 - \frac{360}{4}} = \frac{360}{90} = 4$
- Αφού $4 \in \mathbb{N}$ μπορούμε να καλύψουμε μια επιφάνεια πλήρως με τετράγωνα



➤ Πεντάγωνο:

- Πρέπει $\frac{360}{180 - \frac{360}{5}} \in \mathbb{N}$
- Έτσι έχουμε: $\frac{360}{180 - \frac{360}{5}} = \frac{360}{108} = 3.\overline{33}$
- Αφού $3.\overline{33} \notin \mathbb{N}$ δεν μπορούμε να καλύψουμε μια επιφάνεια πλήρως με πεντάγωνα

➤ Εξάγωνο:

- Πρέπει $\frac{360}{180 - \frac{360}{6}} \in \mathbb{N}$
- Έτσι έχουμε: $\frac{360}{180 - \frac{360}{6}} = \frac{360}{120} = 3$
- Αφού $3 \in \mathbb{N}$ μπορούμε να καλύψουμε μια επιφάνεια πλήρως με εξάγωνα

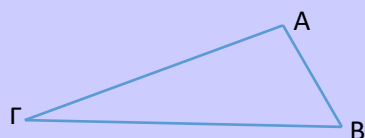


Τα υπόλοιπα κανονικά πολύγωνα δεν θα μπορούν να καλύψουν πλήρως μια επιφάνεια αφού ο παρονομαστής του κλάσματος $(180 - \frac{360}{n})$ δεν μπορεί να είναι διαιρέτης του 360. Αυτό συμβαίνει διότι οι διαιρέτες του 360 είναι το 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 36, 45, 60, 90, 120, 180, 360 και οι μόνες δυνατές γωνίες ενός κανονικού πολυγώνου από τις τιμές αυτές είναι 60 (ισοσκελές τρίγωνο), 90(τετράγωνο) και 120 (κανονικό εξάγωνο).

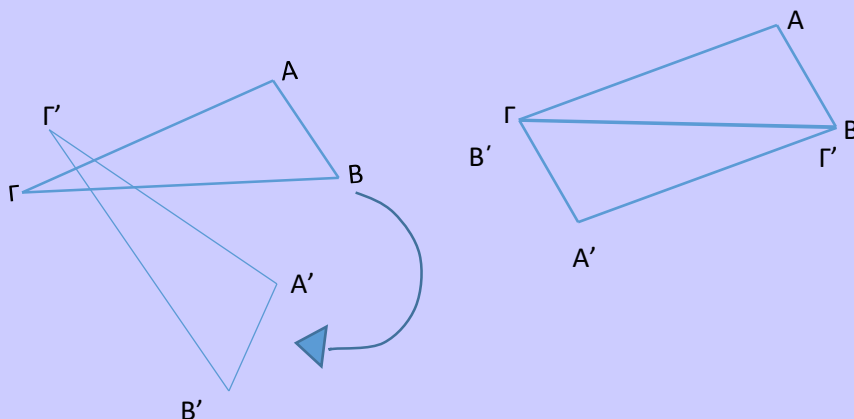
Με αυτά τα κανονικά πολύγωνα μπορούμε να καλύψουμε πλήρως μια επιφάνεια. Πώς όμως μπορούμε να καλύψουμε μια επιφάνεια με ίδια μη κανονικά πολύγωνα;

Ας εξετάσουμε το τρίγωνο:

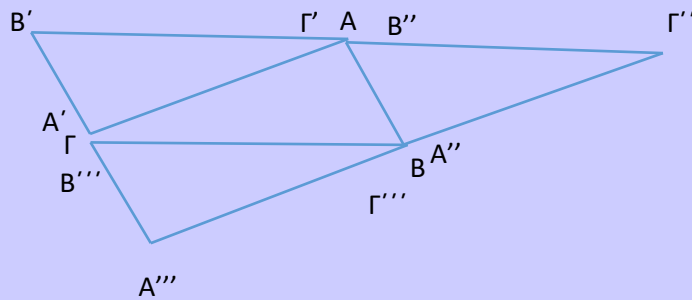
Ας σχεδιάσουμε ένα τρίγωνο:



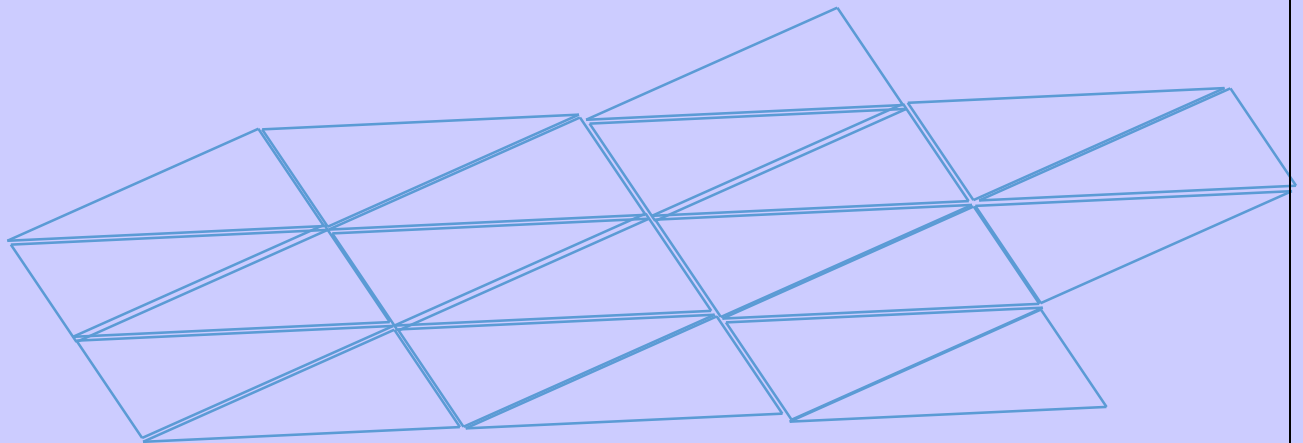
Αν βάλουμε ένα ίδιο τρίγωνο, το αντιστρέψουμε 180 μοίρες και το ενώσουμε με την αντίστοιχη πλευρά του πρώτου τριγώνου θα σχηματιστεί ένα παραλληλόγραμμο:



Κάνοντας το ίδιο και με τις άλλες πλευρές συνειδητοποιούμε ότι σε κάθε γωνία του αρχικού τριγώνου εφάπτονται και οι άλλες δύο σχηματίζοντας γωνία 180° .

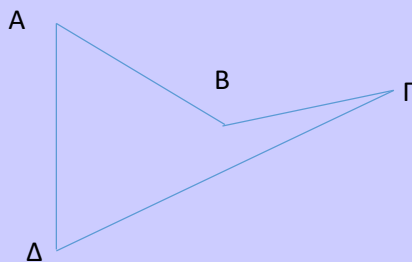


Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι συνεχίζοντας έτσι μπορούμε να επικαλύψουμε πλήρως μια επιφάνεια.

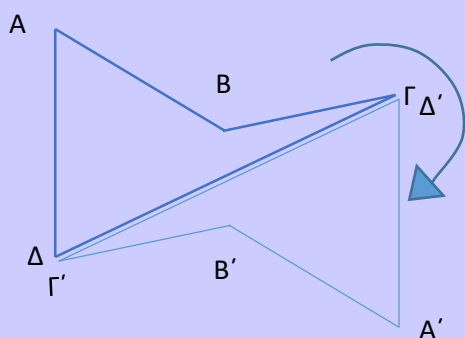


Ας εξετάσουμε το τετράπλευρο:

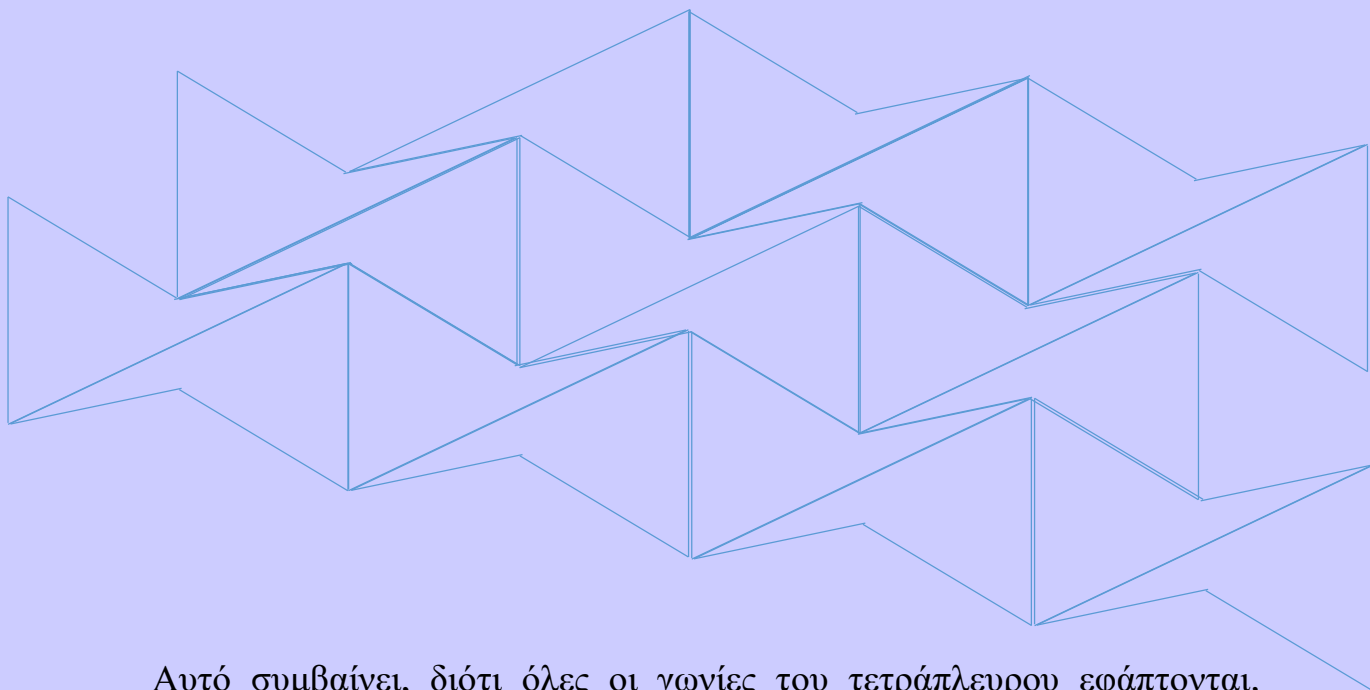
Ας σχεδιάσουμε ένα τυχαίο τετράπλευρο:



Θα ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία:



Θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι και πάλι μπορούμε να επικαλύψουμε πλήρως μια επιφάνεια:

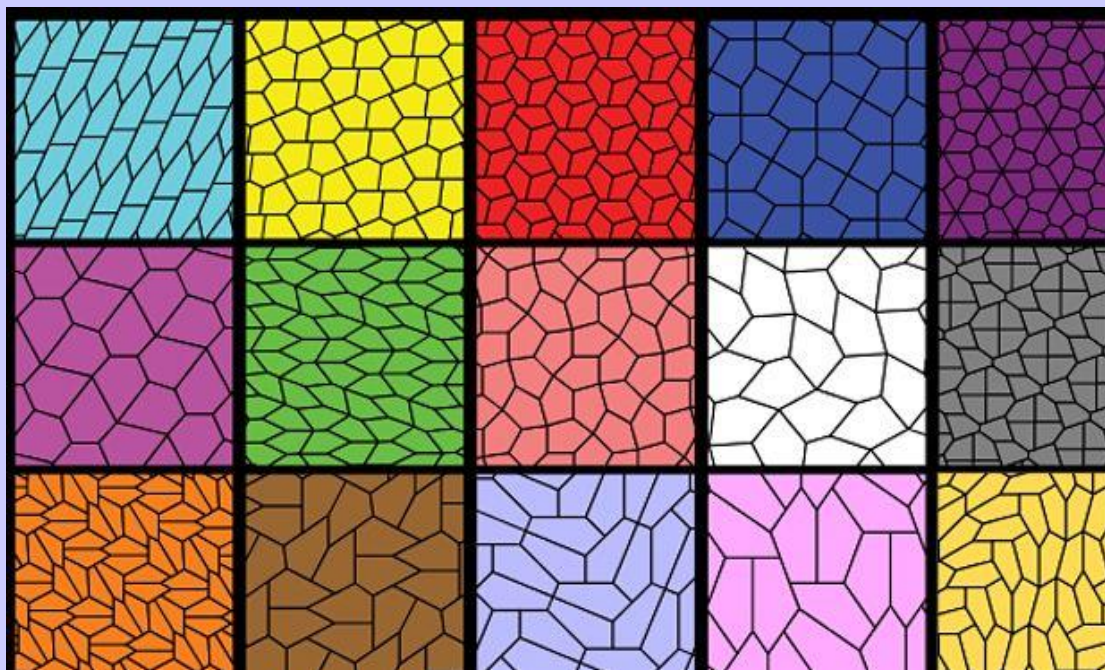


Αυτό συμβαίνει, διότι όλες οι γωνίες του τετράπλευρου εφάπτονται, σχηματίζοντας γωνία 360° .

Ας δούμε τι συμβαίνει με το πεντάγωνο και το εξάγωνο:

Στο πεντάγωνο και το εξάγωνο δεν συμβαίνει το ίδιο που συνέβαινε στο τρίγωνο και το τετράγωνο αφού το άθροισμα των γωνιών τους είναι 540° και 720° .

Παρόλα αυτά έχουν βρεθεί 15 τρόποι για να καλυφθεί μια επιφάνεια με πεντάγωνα:



και 3 με εξάγωνα:



Φυσικά μπορούμε να επικαλύψουμε μια επιφάνεια με διάφορα σχήματα. Αρκεί σε κάθε γωνία που σχηματίζεται να είναι 360° .

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΙΓΙΝΗΤΗΣ

Γιαννοπούλου Βάλια

Ζερβάκη Ιωάννα



Δημήτριος Αιγινήτης

Ο Δημήτριος Αιγινήτης υπήρξε ένας από τους πιο θαυμαστούς επιστήμονες γι' αυτό ας κάνουμε μία αναδρομή στο παρελθόν,



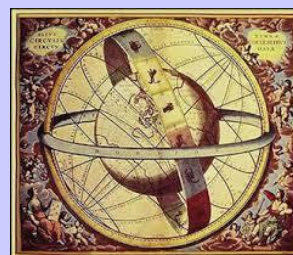
Βαρβάκειος Σχολή

ώστε να μπορέσουμε να αναβιώσουμε τη ζωή του.



Αστεροσκοπείο Αθηνών

Γεννήθηκε στην Αθήνα και στη συνέχεια αποφοίτησε από τη Βαρβάκειο Σχολή, που είναι ένα από τα παλαιότερα σχολεία της Ελλάδας. Το 1879, μετά τις πανεπιστημιακές του σπουδές, στάλθηκε με κρατική χορηγία στο Παρίσι για να ειδικευθεί στην Αστρονομία. Μετά από τρία χρόνια, το 1890, επέστρεψε στην Ελλάδα όπου και του ανατέθηκε η διεύθυνση του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, ερευνητικό κέντρο στην Αθήνα, το οποίο και στη συνέχεια διαίρεσε σε τρία τμήματα: στο αστρονομικό, στο μετεωρολογικό και στο σεισμολογικό. Την περισσότερη όμως προσοχή του αφιέρωσε στα δύο τελευταία τμήματα. Το αστρονομικό τμήμα απαιτούσε πράγματι μεγάλα χρηματικά ποσά για τα ελληνικά δεδομένα στην εποχή του, προκειμένου να εφοδιασθεί με τα κατάλληλα όργανα. Έτσι αρχικά ο Αιγινήτης ίδρυσε ένα πρώτο δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών που επεκτεινόταν σε όλη τη χώρα. Χάρη στις προσωπικές του γνωριμίες, ανταποκρίθηκαν πολλοί Έλληνες που του παρείχαν οικονομική υποστήριξη, έτσι ώστε το 1900 το Αστεροσκοπείο Αθηνών να εφοδιασθεί με πολλά όργανα των οποίων τα πιο σημαντικά είναι: το διοπτρικό ισημερινό τηλεσκόπιο «Δωρίδου», ο «μεσημβρινός κύκλος Συγγρού», ένα εκκρεμές, ένα χρονόμετρο ακριβείας και ένας χρονογράφος. Αργότερα προστέθηκαν κι άλλα όργανα, όπως ο ανεμογράφος Στέφανς, το πυρηλιόμετρο Άγκστρον, δύο σειсмоγράφοι Μπίχερ (οριζόντιος και κατακόρυφος) και δύο φωτόμετρα. Ο Αιγινήτης υπήρξε τακτικός καθηγητής Μετεωρολογίας και Αστρονομίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών από το 1896 μέχρι το θάνατό του. Υπήρξε ο βασικός παράγοντας που συνετέλεσε στην επίσημη υιοθέτηση από το ελληνικό κράτος του Γρηγοριανού, δηλαδή του Νέου Ημερολογίου, το οποίο χρησιμοποιείται σήμερα στον Δυτικό



Νέο Γοννοσιανό Ημερολόγιο



κόσμο από το 1923, σε αντικατάσταση του Ιουλιανού δηλαδή του Παλαιού Ημερολογίου. Επιπλέον, ο Αιγινήτης ήταν υπεύθυνος για την υιοθέτηση από την Ελλάδα του παγκόσμιου συστήματος αναφοράς χρόνου, του λεγόμενου «παγκόσμιου χρόνου» ή «αστρονομικού χρόνου», όρος που χαρακτηρίζει το σύνολο των συστημάτων χρόνου τα οποία ως βάση τους λαμβάνουν την περιστροφή της Γης σε σχέση με τα ουράνια σώματα.

Ακόμα, ο Αιγινήτης διετέλεσε Υπουργός Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων της Ελλάδας. Το επιστέγασμα της θητείας του ως Υπουργού Παιδείας (δύο φορές το 1917 και το 1926) ήταν η αναδιοργάνωση του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και η ίδρυση της Ακαδημίας Αθηνών - πνευματικό ίδρυμα με στόχο την καλλιέργεια και την προαγωγή των Επιστημών, των Γραμμάτων και των Καλών Τεχνών, καθώς και την επιστημονική έρευνα και μελέτη.

Στις 18 Μαρτίου 1926 έγινε μέλος του ιδρύματος, το 1928 αντιπρόεδρος, το 1929 Πρόεδρος (ο 4ος κατά σειρά) και γενικός γραμματέας μέχρι το 1933.

Η συμμετοχή στην Κυβέρνηση Θεόδωρου Πάγκαλου του Αιγινήτη, ενός πανεπιστημιακού με Βενιζελικό παρελθόν, υπαγορεύτηκε από την πεποίθησή του για την αναγκαιότητα εύρεσης δραστικών λύσεων, λόγω της κρίσης των κομμάτων και του κοινοβουλευτισμού την περίοδο αυτή.

Αντιπροσώπευσε την Ελλάδα σε πολλά διεθνή συνέδρια, ενώ αποτέλεσε και μέλος πολλών επιστημονικών εταιριών του εξωτερικού, καθώς και της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης, της μόνιμης επί ημερολογίου επιτροπής της Κοινωνίας των Εθνών και του διεθνούς μετεωρολογικού συνεδρίου.

Τιμήθηκε με πλείστα παράσημα από Βασιλείς και Προέδρους Δημοκρατίας, καθώς επίσης και με τον τίτλο του Ιππότη της Λεγεώνας της Τιμής της Γαλλίας.

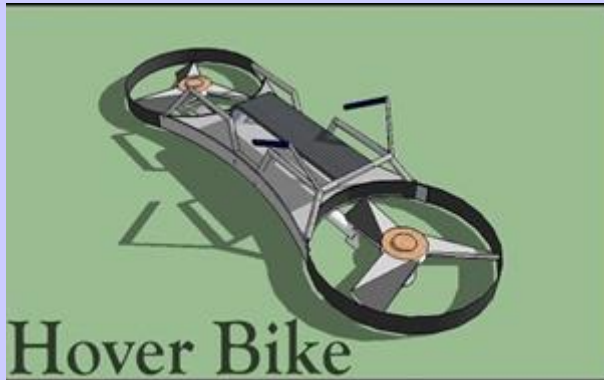
Στον Δημήτριο Αιγινήτη οφείλεται η ανέγερση και ίδρυση στο Ψυχικό του κτιρίου της Φιλεκπαιδευτικής εταιρίας, ενώ ως εκτελεστής της Κοργιαλενείου διαθήκης διέθεσε το αναγκαίο ποσό για την ίδρυση του νοσοκομείου του Ερυθρού Σταυρού στην Αθήνα.

Ο Δημήτριος Αιγινήτης πέθανε στην Αθήνα στις 14 Μαρτίου 1934, σε ηλικία 72 ετών, κηδεύτηκε την επομένη 15 Μαρτίου δημοσία δαπάνη, και τάφηκε στο Α' Νεκροταφείο Αθηνών.

HOVERBIKE: THE BIKE OF THE FUTURE

Μιχάλης Πατεράκης

Το ολοκαίνουργιο και υπερσύγχρονο Hoverbike είναι το αποτέλεσμα μιας πολυετούς έρευνας του τμήματος R&D (Research & Development) της αγγλικής εταιρείας Malloy Aeronautics. Συνδυάζοντας την εύκολη χρήση της μοτοσυκλέτας και την ελευθερία του να πετάς με ένα ελικόπτερο, οι ερευνητές κατάφεραν να δημιουργήσουν την πρώτη στην ιστορία ιπτάμενη μηχανή. Με μια πρώτη ματιά το Hoverbike θυμίζει τα speeder bike από την τριλογία “Star Wars”. Ωστόσο το Hoverbike δε μπορεί να πετάξει πάνω από τα 3 μετρά ύψος και να τρέξει περισσότερο από 72χλμ/ώρα. Η όλη κατασκευή ζυγίζει περίπου στα 365 κιλά και μπορεί να μεταφέρει ανθρώπους βάρους έως και 140 κιλών. Η δε ταχύτητα πτήσης μπορεί να φθάσει έως τα 72 χλμ./ώρα. Τα χειριστήρια του Hoverbike είναι παρόμοια όπως αυτά σε μια μοτοσυκλέτα. Δεξιά βρίσκεται το γκάζι για την κίνηση της κατασκευής προς τα εμπρός και αριστερά αυτό για την κίνηση προς τα πίσω.

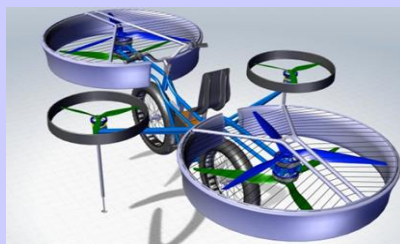


Ο δημιουργός του ήταν ο Chris Malloy από την Νέα Ζηλανδία, δουλεύοντας για αρκετό καιρό στο γκαράζ του σπιτιού του στο Σίδνεϊ. Αυτή η έρευνα και το πείραμα για τη δημιουργία του Hoverbike ξεκίνησε ως χόμπι για να ελέγχει τα κοπάδια ζώων και τα χωράφια του. Γρήγορα όμως πήρε εμπορικές διαστάσεις, καθώς εκδηλώθηκε μεγάλο ενδιαφέρον από πανεπιστήμια, εταιρείες τεχνολογίας αλλά και τον αμερικανικό στρατό. Οι υπεύθυνοι της εταιρείας θεωρούν ότι η χαμηλή τιμή και το πρακτικό μέγεθος του Hoverbike μπορούν να συμβάλουν πέρα από τις αγροτικές καλλιέργειες, στην αναζήτηση και διάσωση ανθρώπων, στην παροχή πρώτων βοηθειών, στην υποβοήθηση των επικοινωνιών αλλά και στην τοποθέτηση εμπορευματικών φορτίων σε μικρούς χώρους.



Η Malloy Aeronautics σύναψε συνεργασία με την αμερικανική Survice Engineering με σκοπό την ανάπτυξη της ιπτάμενης μοτοσυκλέτας για στρατιωτική χρήση στο πλαίσιο μίας σύμβασης που έχει ανατεθεί από το Εργαστήριο Ερευνών του Στρατού των Η.Π.Α (US Army Research Laboratory). Σύμφωνα με τους κατασκευαστές μία ιπτάμενη μοτοσυκλέτα για στρατιωτική χρήση θα πρέπει να έχει δυνατότητα μεταφοράς 181 – 362 κιλών (τουλάχιστον ένα στρατιώτη με τον φόρτο μάχης). Οι μηχανικοί των Malloy και Survice εκτιμούν ότι η ανάπτυξη μίας πλήρους λειτουργικής στρατιωτικής έκδοσης μπορεί να ολοκληρωθεί σε τρία ή πέντε χρόνια, ενώ εργασίες γίνονται και για μία πολιτική έκδοση.

Σε αντίθεση με το ελικόπτερο, το Hoverbike είναι πιο φθηνό και εύκολο στη χρήση. Το πρώτο μοντέλο Hoverbike ήταν το bi-copter. Το όχημα ελεγχόταν από δυο έλικες με ανεξάρτητη ώθηση, όπως συνήθως συμβαίνει με τα πηδάλια κλίσης του αεροπλάνου. Με την πάροδο του χρόνου, και την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, η εταιρεία προχώρησε σε ένα πιο ασφαλές και ανταγωνιστικό σε τιμή τετρακόπτερο (με τέσσερις κινητήρες).



Το πιο σημαντικό σημείο σχετικά με το καινούργιο μοντέλο του Hoverbike, είναι οι επικαλυπτόμενες λεπίδες του για περισσότερη ασφάλεια από πρόσκρουση με το έδαφος ή με άλλα εμπόδια που υπάρχουν στο αέρα.



Τέλος το Hoverbike έχει σχεδιαστεί ώστε ο σκελετός του να μπορεί να διπλωθεί για να μεταφέρεται με περισσότερη άνεση σε μακρινά ταξίδια.

Ενώ μπορεί να πάρει κάποιο χρόνο μέχρι να εξελιχθεί το hoverbike και να αντικαθιστά τα μικρά οχήματα για την βόλτα και την εργασία μας, οι τελευταίες μελέτες και δοκιμές υπόσχονται συναρπαστικές δυνατότητες για την ανθρώπινη πτήση και μάλιστα τις δικές μας επιλογές προσωπικής μεταφοράς. Γιατί μιλάμε για το απόλυτο όνειρο κάθε λάτρη τόσο του «Star Wars» όσο και του φουτουριστικού μέλλοντος, το οποίο έρχεται κοντά, πολύ κοντά! Αφού λοιπόν λάνσαρε το πειραματικό πρωτότυπο hoverbike δύο χρόνια πρωτότερα, τώρα η φοβερή και τρομερή κατασκευάστρια εταιρία Aeroflex ξαναχτυπά, δηλώνοντας ότι το ιπτάμενο ποδήλατο θα κυκλοφορήσει στην αγορά σε δυο χρόνια.

Και αν τα μαθηματικά μας είναι σωστά, η ημερομηνία κλείδωσε στο 2017! Φτηνό δεν το λες, η τιμή του θα κυμαίνεται κάπου στα 62.000 ευρώ (85.000 δολάρια), είναι ωστόσο από τις φορές που λες ότι στα όνειρα δεν χωράνε ταμπελάκια τιμών και εκπτώσεις. Και μάλιστα όποιος δεν κρατιέται να ζήσει τη δική του «Επιστροφή των Τζεντάι» φαντασίωση, μπορεί να το παραγγείλει με 5.000 δολάρια.

ΑΝΑΜΝΗΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΑΠΟΦΟΙΤΟΥ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Σπυρίδων Ταλαγάνης '02



Όταν οι αναμνήσεις μου επιστρέφουν στα νεανικά, μαθητικά μου χρόνια, σκέπτομαι πόσο καθοριστικά μπορεί να επηρεάσει τη μετέπειτα επιλογή σου και κατά συνέπεια την υπόλοιπη ζωή σου ένα διαμάντι που μπορεί να προσφέρει η ακαδημαϊκή παιδεία σε ένα σημαντικό εκπαιδευτικό ίδρυμα όπως το Κολλέγιο Αθηνών. Λέω διαμάντι γιατί έτσι είναι για ένα παιδί, που αγαπάει τόσο τα μαθηματικά, όπως εγώ, η «Μαθηματική Σκέψη». Μέσα στην κούραση την καθημερινών υποχρεωτικών μαθημάτων, έρχονταν αυτά τα μαγικά απογεύματα της Παρασκευής που άνοιγε το παράθυρο της μύησης στον κόσμο των αριθμών και των εννοιών τους. Και όλο αυτό γινόταν με έναν τόσο ιδιαίτερο τρόπο επικοινωνίας με συμμαθητές από διάφορα τμήματα, που είχαμε την ίδια αγάπη, στο ίδιο αντικείμενο που μας ένωνε, τα Μαθηματικά, και ανανεώναμε αυτό το ραντεβού κάθε εβδομάδα με ιδιαίτερη λαχτάρα και προσήλωση. Με εξαιρετικούς και λατρεμένους στη μνήμη μου καθηγητές, που έδιναν τον καλύτερο εαυτό τους, πετυχαίναμε πολλά πράγματα. Θυμάμαι ότι στην Μαθηματική Σκέψη εκδίδαμε το περιοδικό «Μαθηματικά Νέα», που ήμουν και αρχισυντάκτης, το οποίο φροντίζαμε πάντα να έχει καλή και επιλεγμένη ύλη, πρωτότυπα κείμενα γύρω από τα μαθηματικά, ασκήσεις και σπαζοκεφαλίες. Πραγματικά σπουδαία συνεισφορά στον χώρο του μαθήματος των Μαθηματικών.

Ένα άλλο σημαντικό έργο της Μαθηματικής Σκέψης ήταν η προετοιμασία μας για τους διάφορους μαθητικούς διαγωνισμούς της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας καθώς και της Αμερικανικής Μαθηματικής Εταιρείας στις οποίες αρκετές φορές είχα διακριθεί και εγώ εκπροσωπώντας το σχολείο μου. Αυτό μου έδινε δύναμη να συνεχίζω κάθε φορά και περισσότερο, ώστε ένιωσα ιδιαίτερη χαρά τελειώνοντας το Λύκειο όταν μου δόθηκε το τιμητικό βραβείο Μαθηματικών.

Συνεπέστατος στην ίδια διαδρομή, επέλεξα τελικά να σπουδάσω ως πρώτο πτυχίο Μαθηματικά (Bachelor's και Master's) στο Trinity College του University of Cambridge, μετέπειτα διδακτορικό και να είμαι σήμερα ερευνητής Θεωρητικής Σωματιδιακής Φυσικής Υψηλών Ενεργειών στο University of Lancaster.

Λένε πως κάθε αρχή ορίζει κάθε αξία και για εμένα αυτή η αρχή που λέγεται Μαθηματική Σκέψη καθόρισε για πάντα την αξία των μαθηματικών στη ζωή μου.



ΑΝΕΚΔΟΤΑ

Αβραντίνη Αθηνά



- Υπάρχουν 10 είδη ανθρώπων: αυτοί που γνωρίζουν το δυαδικό σύστημα και αυτοί που δεν το γνωρίζουν
- Γιατί οι μαθηματικοί μπερδεύουν το Halloween με τα Χριστούγεννα;
–Επειδή $25_{dec} = 31_{oct}$
- Γιατί ο Αϊ Βασίλης είναι φανταστικός;
–Επειδή ξεκινάει με i
- Ένας φυσικός, ένας μαθηματικός και ένας βιολόγος κάθονται σε ένα παγκάκι έξω από ένα σπίτι. Βλέπουνε 2 άτομα να μπαίνουν στο σπίτι και λίγο αργότερα 3 να βγαίνουν.
Ο φυσικός λέει: «Υπήρξε σφάλμα στην αρχική μέτρηση»
Ο βιολόγος λέει: «Πρέπει να αναπαράχθηκαν»
Και τέλος, ο μαθηματικός λέει: «Αν ακριβώς ένας άνθρωπος μπει μέσα στο σπίτι, το σπίτι θα είναι άδειο!»
- Καθώς ένας μαθηματικός περνά από τον έλεγχο αποσκευών στο αεροδρόμιο, βρίσκουν μια βόμβα στην τσάντα του. Αυτός εξηγεί: « Στατιστικά, η πιθανότητα να υπάρχει μια βόμβα σε ένα αεροπλάνο είναι 1/1000. Ωστόσο η πιθανότητα να υπάρχουν δύο βόμβες σε ένα αεροπλάνο είναι 1/1000000. Έτσι, είμαι πιο ασφαλής!»
- Ο Einstein, ο Newton και ο Pascal παίζουν κρυφτό κι ο Einstein φυλάει. Ο Pascal τρέχει αμέσως να κρυφτεί. Ο Newton βγάζει μια κιμωλία από την τσέπη του και σχεδιάζει ένα τετράγωνο πλευράς ενός μέτρου γύρω από τον εαυτό του. Ο Einstein βγαίνει, τον βλέπει και φωνάζει «Newton σε βρήκα!» και ο Newton απαντά «Όχι, βρήκες ένα Newton ανά τετραγωνικό μέτρο, βρήκες τον Pascal.»
- Ο Schrödinger και ο Heisenberg είναι σε ένα αυτοκίνητο, όταν ξαφνικά ένας αστυνομικός τους σταματάει επειδή πήγαιναν πολύ γρήγορα. Αγανακτισμένος ρωτά τον Heisenberg που οδηγούσε «Κύριε ξέρετε πόσο γρήγορα πηγαίνατε;». Και εκείνος απαντά «Όχι, αλλά ήξερα ακριβώς πού βρισκόμουν!» Παραξενευμένος από αυτή την περίεργη απάντηση, ο αστυνομικός αποφασίζει να ψάξει το όχημα. Ανοίγει το πορτπαγκάζ και βλέπει μέσα μια πεθαμένη γάτα. Απευθυνόμενος στους δυο φυσικούς, φωνάζει: «Ξέρετε ότι υπάρχει μια νεκρή γάτα εδώ πέρα;» και ο Schrödinger απαντά: «Το ξέρω τώρα.»



ΓΡΙΦΟΙ

Αβραντίνη Αθηνά

(1) Τα Γενέθλια

Η Άννα και ο Βασίλης ρωτάνε τον Γιώργο πότε έχει γενέθλιά. Αυτός τους δίνει μια λίστα με 10 πιθανές ημερομηνίες:

15 Μάϊου, 16 Μάϊου, 19 Μάϊου, 17 Ιουνίου, 18 Ιουνίου, 14 Ιουλίου, 16 Ιουλίου, 14 Αυγούστου, 15 Αυγούστου, 17 Αυγούστου

Ο Γιώργος λέει στην Άννα τον μήνα και στον Βασίλη την μέρα των γενεθλίων του και ακολουθεί η παρακάτω συζήτηση:

Άννα: «Δεν ξέρω πότε έχει ο Γιώργος γενέθλια, αλλά ξέρω σίγουρα πως ούτε ο Βασίλης ξέρει.»

Βασίλης: «Αρχικά δεν ήξερα, τώρα όμως που άκουσα την Άννα ξέρω!»

Άννα: «Τώρα κι εγώ ξέρω!»

Πότε έχει γενέθλια ο Γιώργος;

(2) Οι Πόρτες

Είσαι διαγωνιζόμενος σε ένα τηλεπαιχνίδι, όπου καλείσαι να διαλέξεις μία ανάμεσα σε τρεις πόρτες. Πίσω από μία πόρτα βρίσκεται ένα μεγάλο χρηματικό ποσό το οποίο αν επιλέξεις θα κερδίσεις. Πίσω από κάθε μία από τις άλλες πόρτες υπάρχει μία κατσίκα. Ο παρουσιαστής γνωρίζει τι βρίσκεται πίσω από κάθε πόρτα. Αφού επιλέξεις μία πόρτα αλλά προτού δεις τι υπάρχει πίσω της, ο παρουσιαστής ανοίγει μία από τις άλλες δύο, πίσω από την οποία βλέπεις μία κατσίκα. Ύστερα ο παρουσιαστής σου δίνει την ευκαιρία να αλλάξεις πόρτα και να διαλέξεις αυτή που απομένει.

Αλλάζεις πόρτα, μένεις στη ίδια ή δεν έχει σημασία;

(3) Ο Κρυφός Αριθμός

Ο Γιάννης σκέφτεται έναν αριθμό x . Ύστερα λέει στην Άννα τον αριθμό των ψηφίων του x αν γραφτεί στο δυαδικό σύστημα και στην Βάσω τον αριθμό των ψηφίων του x αν γραφτεί στο σύστημα με βάση το τρία. Ακολουθεί η παρακάτω συζήτηση:

Άννα: «Δεν γνωρίζω το x »

Βάσω: «Δεν γνωρίζω το x »

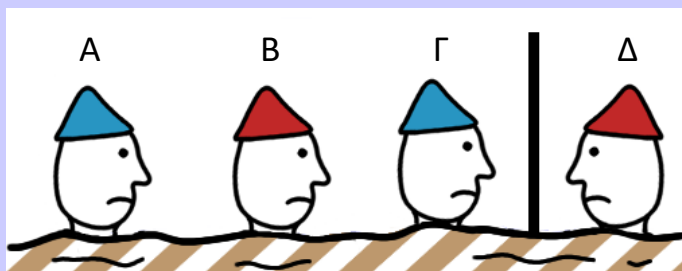
Άννα: «Τώρα γνωρίζω το x »

Βάσω: «Τώρα γνωρίζω το x »

Ποιος είναι ο x ;

(4) Τα Καπέλα

Εσύ και άλλοι τρεις άνθρωποι είστε αιχμάλωτοι. Αυτός που σας κρατάει σας έχει θάψει μέχρι το κεφάλι στην άμμο ώστε να μη μπορείτε να κουνηθείτε ή να γυρίσετε το κεφάλι σας και σας έχει φορέσει κάποια καπέλα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Ο καθένας σας μπορεί να δει ότι βρίσκεται μπροστά του. Ανάμεσα στον Γ και στον Δ υπάρχει ένας τοίχος μέσα από τον οποίο δεν μπορεί να δει κανείς. Γνωρίζετε ότι υπάρχουν δύο κόκκινα και δύο μπλε καπέλα αλλά δεν γνωρίζετε το χρώμα του δικού σας καπέλου. Αυτός που σας κρατάει σας λέει ότι θα σας αφήσει ελεύθερους αν κάποιος από εσάς πει σωστά το χρώμα του καπέλου του. Αν πει λάθος χρώμα θα σας σκοτώσει όλους. Αν προσπαθήσετε να συνεννοηθείτε μεταξύ σας θα σας σκοτώσει όλους. Μετά από λίγο ένας φωνάζει το σωστό χρώμα του καπέλου του.

Ποιος και πώς είναι σίγουρος ότι δεν κάνει λάθος;

(5) Οι Ακέραιοι

Να βρεθούν όλοι οι ακέραιοι N που ικανοποιούν τις προϋποθέσεις:

- i. Αν το 2 διαιρεί τον N , $40 \leq N \leq 70$
- ii. Αν το 6 δεν διαιρεί τον N , $40 \leq N \leq 57$
- iii. Το 9 διαιρεί τον N

(6) Οι Ηλικίες

Ένας άνθρωπος επισκέπτεται έναν μαθηματικό στο σπίτι του. Καθώς συζητάνε, τον ρωτά τις ηλικίες των τριών παιδιών του. Ο μαθηματικός απαντά: «Το γινόμενο των ηλικιών τους είναι 72, ενώ το άθροισμα τους είναι ίσο με τον αριθμό της διεύθυνσης του σπιτιού μου.» Ο άνθρωπος το σκέφτεται λίγο και καταλήγει στο ότι δεν μπορεί να λύσει το πρόβλημα. Ο μαθηματικός τότε λέει: «Φυσικά και δεν μπορείς! Ξέχασα να σου πω πως η μεγάλη μου κόρη λατρεύει τα σοκολατένια μπισκότα!»

Ποιες είναι οι ηλικίες των τριών παιδιών;

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- (6) 8 και 3, 8
(5) 45 και 45
(4) 0 και 8
(3) 3
(2) 2 και 2
(1) 16 και 16

Προτάσεις Ταινιών

Αβραντίνη Αθηνά



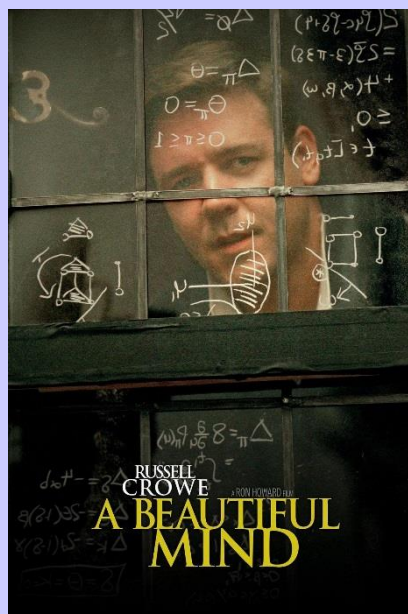
The Theory of Everything (2014)

Μια δραματική ταινία για τη ζωή του σπουδαίου φυσικού Stephen Hawking και τη σχέση του με την πρώην σύζυγό του



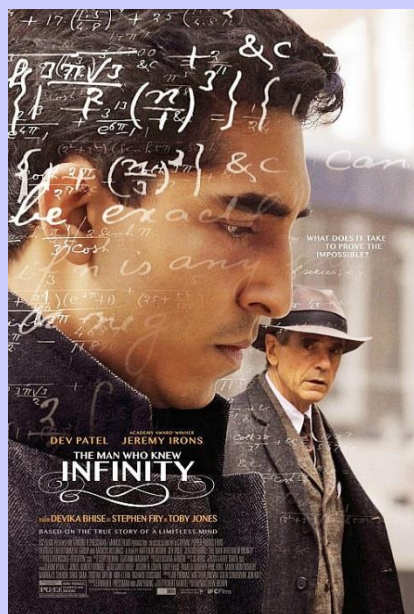
The Imitation Game (2015)

Ένα εξαιρετικό έργο βασισμένο στη ζωή του μαθηματικού Alan Turing κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου



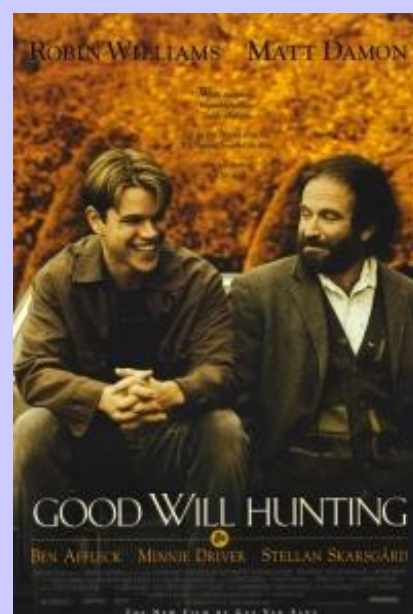
A Beautiful Mind (2001)

Η αληθινή ιστορία του μαθηματικού John Nash και της μάχης του με τη σχιζοφρένεια



The Man who Knew Infinity (2016)

Η αληθινή ιστορία του ιδιοφυούς Ινδού μαθηματικού, Srinivasa Ramanujan και της σχέσης του με τον μέντορά του G.H. Hardy



Good Will Hunting (1997)

Η ταινία αφηγείται την ιστορία ενός 20χρονου επιστάτη, του Will Hunting ο οποίος αν και διαταραγμένος αποδεικνύεται να έχει φυσικό ταλέντο στα μαθηματικά

ΦΥΣΙΚΗ ΣΚΕΨΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΑΒΡΑΝΤΙΝΗ ΑΡΤΕΜΙΣ

ΑΒΡΑΝΤΙΝΗ ΑΘΗΝΑ

ΑΛΕΒΙΖΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ

ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΦΡΕΝΤ

ΑΛΤ ΧΕΝΕΣ ΦΙΛΙΠΠΙΟΣ

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΒΛΑΧΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΓΑΤΟΣ ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ

ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΔΙΑΜΑΝΤΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΖΑΧΑΡΑΚΗ ΜΑΡΙΑ ΧΑΡΑ

ΖΩΗΤΟΥ ΑΣΗΜΙΝΑ

ΚΑΡΑΔΗΜΑΣ ΠΕΤΡΟΣ

ΚΑΡΑΣΣΟ ΜΕΛΙΝΑ ΖΩΗ

ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΛΑΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΛΙΑΣΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΜΠΑΔΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΔΗΜΟΣ

ΜΠΙΣΚΙΝΗ ΚΛΕΙΩ

ΕΥΠΙΝΗΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ

ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΜΑΡΙΑ ΕΛΙΣΑΒΕΤ

ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΣΧΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΠΡΩΤΟΓΕΡΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΡΕΚΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΡΙΣΚΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΡΟΥΜΕΛΙΩΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΑΛΤΕΡΗ ΜΥΡΤΩ
ΣΙΕΜΠΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗ
ΣΙΩΖΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ
ΣΚΑΓΙΑΝΝΗ ΒΑΣΙΛΕΙΑ
ΣΠΑΡΤΑΛΗΣΑΡΗΣ
ΣΤΡΑΤΟΠΟΥΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΤΕΓΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ
ΤΣΑΝΤΙΛΑ ΛΥΔΙΑ
ΤΣΙΜΠΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΤΣΟΚΑΣ ΗΛΙΑΣ
ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΝΑΥΣΙΚΑ
ΦΟΥΦΑΣ ΖΗΣΗΣ
ΧΑΙΜΑΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΧΑΤΖΗΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ ΑΡΓΥΡΩ
ΧΑΤΗΡΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

SCIENCE LAB Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΟΥ ΝΑΤΑΛΙΑ
ΒΑΡΒΑΡΙΓΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΓΑΛΕΡΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ
ΓΚΙΟΥΝΕΣΟΓΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
ΔΗΜΗΤΡΑΤΟΥ ΜΑΡΘΑ
ΔΗΜΟΥ ΕΛΕΝΗ
ΖΕΡΒΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ
ΚΑΛΠΑΞΗ ΔΙΑΛΕΚΤΗ
ΚΑΡΑΜΠΕΛΑ ΑΣΗΜΙΝΑ
ΚΕΧΑΓΙΑ ΑΙΜΙΛΙΑ

ΚΟΛΛΙΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΚΟΝΤΟΔΙΝΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΚΟΤΣΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ
ΛΕΔΑΚΗ ΜΑΡΙΝΑ
ΜΠΑΚΟΛΑΣ ΜΙΧΑΗΛ
ΜΥΛΩΝΟΓΙΑΝΝΗ ΜΕΡΟΠΗ
ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ ΜΑΡΚΕΛΛΑ
ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΠΑΤΕΡΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ
ΠΟΛΛΑΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΠΡΑΣΤΑΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΣΑΜΛΟΓΛΟΥ ΠΑΥΛΟΣ
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ
ΤΡΟΒΙΑ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΤΣΑΧΑΓΕΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΤΣΟΛΜΕΚΤΣΟΓΛΟΥ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΑΒΡΑΝΤΙΝΗ ΑΘΗΝΑ
ΑΛΕΒΙΖΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
ΒΛΑΧΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ
ΓΑΤΟΣ ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ
ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ
ΖΑΦΕΙΡΑΚΗ ΜΥΡΤΩ

ΖΑΧΑΡΑΚΗ ΜΑΡΙΑ-ΧΑΡΑ
ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ ΝΙΚΟΛΕΤΑ
ΘΕΟΧΑΡΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
ΚΑΡΑΔΗΜΑΣ ΠΕΤΡΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΚΑΤΣΙΑΝΑΚΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ-ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
ΚΟΥΝΑΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΚΟΥΝΑΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΜΕΝΤΗΣ-ΚΡΑΒΑΡΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ
ΜΠΕΛΙΩΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΜΠΕΡΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΜΠΙΣΚΙΝΗ ΚΛΕΙΩ-ΟΛΥΜΠΙΑ
ΞΥΠΙΝΗΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΦΑΙΔΩΝΑΣ
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ-ΦΟΙΒΟΣ
ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΠΑΣΧΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ
ΠΡΩΤΟΓΕΡΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
ΡΕΚΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΡΙΣΚΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΡΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΡΟΥΜΕΛΙΩΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΣΙΕΜΠΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗ
ΣΠΑΡΤΑΛΗΣ ΑΡΗΣ
ΤΣΙΜΠΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΤΣΟΚΑΣ ΗΛΙΑΣ

ΦΟΥΦΑΣ ΖΗΣΗΣ

ΧΑΪΜΑΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΧΑΤΖΗΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ ΑΡΓΥΡΩ

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΑΙΣΩΠΟΥ ΝΕΦΕΛΗ

ΒΑΡΒΑΡΙΓΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΒΛΑΧΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ-ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΓΙΟΞΑΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

ΓΚΡΙΝΤΖΙΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΔΗΜΗΤΡΑΤΟΥ ΜΑΡΘΑ

ΔΗΜΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ

ΖΑΖΑΝΗΣ ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ

ΖΕΡΒΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ

ΚΑΚΛΑΜΑΝΗΣ ΠΕΤΡΟΣ

ΚΑΛΤΣΑ ΔΩΡΟΘΕΑ

ΚΑΝΑΓΚΙΝΗΣ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ

ΚΑΡΑΜΠΕΛΑ ΑΣΗΜΙΝΑ

ΚΟΛΛΙΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΚΟΡΝΕΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΑΝΝΑ

ΚΟΤΣΩΛΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΜΙΧΑΛΑΚΗΣ ΕΥΘΥΜΙΟΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ

ΨΥΛΛΙΔΗΣ ΞΕΝΟΦΩΝ

ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗ ΕΡΑΤΩ

ΚΟΤΣΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΜΑΡΚΟΥΛΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΜΙΧΑΛΑΚΗΣ ΦΑΝΟΥΡΙΟΣ

ΜΟΥΖΑΚΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ

ΝΙΚΟΛΗ ΜΑΡΙΑ

ΝΙΝΟΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΕΡΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΠΡΑΣΤΑΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΡΩΤΟΓΕΡΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΣΑΜΕΛΛΑ ΦΙΛΙΠΠΑ

ΣΙΜΑΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ-ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΣΠΑΝΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΣΤΕΝΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΤΑΜΠΡΑΝΤΖΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΤΕΡΕΖΑΚΗ ΑΝΘΗ

ΤΡΟΒΙΑ ΔΗΜΗΤΡΑ

ΤΣΟΛΜΕΚΤΣΟΓΛΟΥ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΦΙΛΙΠΠΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΦΟΥΡΛΗ ΘΑΛΕΙΑ

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΒΗΣΣΑΡΙΩΝ

PROGRAMMING CONCEPTS Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΑΒΡΑΝΤΙΝΗ ΑΘΗΝΑ

ΑΡΑΒΩΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΑΡΒΑΡΙΓΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΗΣ - ΡΩΜΑΝΟΣ

ΓΚΡΙΝΤΖΙΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΚΑΜΠΑΝΗΣ ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ

ΚΟΥΜΠΑΡΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΚΡΙΕΖΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΚΡΥΠΑΡΑΚΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΜΑΝΔΡΟΥΚΑΣ ΑΚΗΣ
ΜΑΡΚΟΥΛΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ
ΜΠΟΛΩΤΑΣ ΜΑΞΙΜΟΣ
ΝΙΚΗΤΑ ΜΑΡΙΑ - ΑΓΓΕΛΙΚΑ
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΦΑΙΔΩΝ
ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΠΑΣΧΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΡΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΣΚΟΡΔΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ - ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΗΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ
ΣΠΙΝΕΛΛΗΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ
ΤΑΜΠΟΥΡΑΤΖΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΤΑΠΡΑΝΤΖΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΤΟΛΙΑΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΤΣΙΜΠΙΟΣ ΠΑΝΟΣ
ΤΣΟΠΕΛΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΙΑΣΩΝ
ΦΡΑΓΚΟΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ
ΦΡΙΑΓΚΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ
ΧΑΪΜΑΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΨΥΛΛΙΔΗΣ ΞΕΝΟΦΩΝ

Απολογισμός

Τρίτη 10 Μαΐου, η τελευταία συνάντηση της Φυσικής Σκέψης της Γ' Γυμνασίου του σχολικού έτους 2015-2016, η μέρα που έδωσε ένα αίσιο τέλος σε μια ακόμη, αξέχαστη για τους συμμετέχοντες μαθητές, χρονιά. Μια χρονιά που για πολλούς πέρασε γρήγορα και ευχάριστα, προσφέροντας γνώσεις και εμπειρίες χρήσιμες για το μέλλον. Κατά τη διάρκεια του έτους αυτού, στις Σκέψεις του σχολείου μας οι μαθητές συνεργάστηκαν βοηθώντας και υποστηρίζοντας ο ένας τον άλλον και αντιμετώπισαν μαζί ποικίλα προβλήματα μαθηματικών, φυσικής και πληροφορικής, προκειμένου να γνωρίσουν ή να επαληθεύσουν θεωρίες και θεωρήματα των προαναφερθέντων επιστημών. Εργάστηκαν σε ομάδες για να δημιουργήσουν εργασίες που αποσκοπούσαν όχι μόνο στη συμμετοχή στο περιοδικό, αλλά κυρίως στο να έρθουν σε επαφή οι μαθητές με ενδιαφέροντα θέματα και να διεκδικούν τους πνευματικούς τους ορίζοντες. Παράλληλα, προετοιμάστηκαν κατάλληλα και κέρδισαν σημαντικές διακρίσεις σε αντίστοιχους διαγωνισμούς. Ευχόμαστε οι θεσμοί αυτοί της Φυσικής, Μαθηματικής και Πληροφορικής Σκέψης να συνεχίσουν να εμπνέουν τους μαθητές, να τους ενθαρρύνουν να ασχοληθούν με τις επιστήμες και να τους κάνουν να τις αγαπήσουν.

2015-2016

