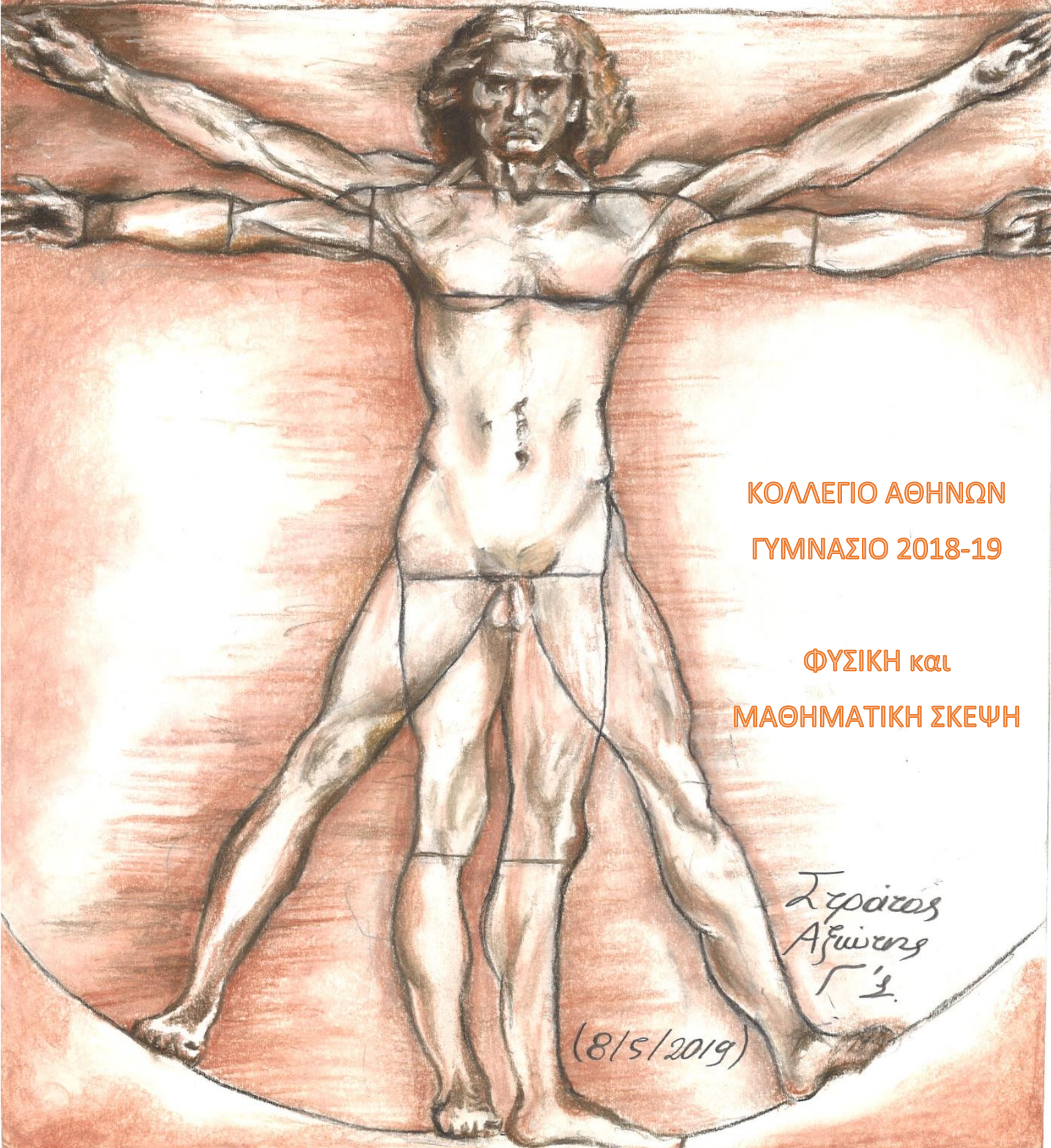


ΦΥΣΙΚΗ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ



ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΓΥΜΝΑΣΙΟ 2018-19

ΦΥΣΙΚΗ και
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Σπύριδος
Αβραάμ
Γ.Σ.

(8/5/2019)

Περιεχόμενα

Αντί προλόγου.....	5
Επίσκεψη στην Εστία Επιστημών Πάτρας.....	7
Η ομορφότερη λύση είναι . . . «Η ΧΡΥΣΗ ΤΟΜΗ!»	11
Τα πλατωνικά στερεά	15
Δίσκος του Νεύτωνα.....	21
Μαύρες Τρύπες.....	31
Υπέρηχοι.....	47
Εργαστήριο θερμογραφίας.....	51
Φυσική και Αθλητισμός.....	53
Αντί epilόγου.....	59
Στιγμές	60

Άρθρα από τους μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου:

Βόσσο Άγγελο, Γκιώνη Ιωάννα, Γκόνη - Κούκια Ορέστη, Διπλάρη Γιάννη, Εμμανουηλίδη Πέτρο, Ζαΐμη Στέφανο, Καμούδη Κωνσταντίνο, Καραγιάννη Βασίλη - Τσαμπίκο, Κοντοδίνα Γεώργιο, Κουμπλή Αλέξανδρο, Μονεμβασιώτη Μελίτα, Στεφανή Νικόλα, Ταμπρατζή Νικόλα, Τουρνάκη Γιώργο.

Εξώφυλλο

Αξιώτης Στράτος (Γ1)

Υπεύθυνοι Καθηγητές:

Ανδρικόπουλος Νικόλαος – Φυσικός

Ζαφείρης Επαμεινώνδας – Μαθηματικός

Κουκλάκης Άγγελος – Μαθηματικός

Κωνσταντίνου Παύλος – Φυσικός

Τα βιβλία ακολουθούν και συντροφεύουν τον άνθρωπο κατά τη διάρκεια ολόκληρης της ζωής του. Το παραπάνω διότι μέσα στα φύλλα τους εμπεριέχουν τη σοφία όλων των χρόνων της ανθρωπότητας και την αποκαλύπτουν σε κάθε αναγνώστη τους. Αποτελούν απεριόριστη πηγή γνώσης και αναδεικνύουν μοναδικές αξίες, ιδανικά, τρόπους σκέψης και ιδέες σε μια διαχρονική διάσταση. Μέσα από αυτά το άτομο επιζητά την μόρφωση και την εκπαίδευση σε κάθε τομέα, προσεγγίζοντας τη γνώση. Η ανάγνωση βιβλίων συμβάλει στην καλλιέργεια του εσωτερικού κόσμου και κατά συνέπεια του ήθους. Βοηθά το πρόσωπο να οξύνει τον νου, να διευρύνει τους ορίζοντές του και να αποκτήσει μια πιο ολοκληρωμένη αντίληψη. Μέσα από τα γράμματα και σύμβολα, επικοινωνούνται ξεχωριστά μηνύματα τα οποία προσφέρουν στον πνευματικό πλούτο της ανθρώπινης κοινωνίας.

Το ανθρώπινο είδος αλλά και η ανθρώπινη κοινωνία, εξελίχθηκαν με την πάροδο του χρόνου, τόσο σε πολιτιστικό όσο και σε επιστημονικό επίπεδο. Ένας κύριος παράγοντας που οδήγησε την ανθρωπότητα να φτάσει στο σημερινό της μεγαλείο, είναι η πρόοδος της επιστήμης. Η μελέτη, η εξέλιξη και η βελτίωση των επιστημονικών μας γνώσεων, άνοιξαν νέους ορίζοντες για την ανθρωπότητα.

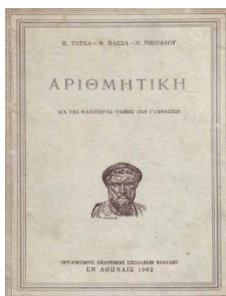
Η Φυσική και τα Μαθηματικά αποτελούν δύο από τις βασικότερες και αρχαιότερες επιστήμες. Είναι οι επιστήμες που μελετούν τους αριθμούς, τα γεωμετρικά σχήματα όλες τις μετρήσιμες ποσότητες, την ύλη και την κίνηση μέσα στον χώρο και στον χρόνο. Πώς όμως μεταδίδεται αυτή η γνώση; Μα φυσικά με τα βιβλία! Μέσω των βιβλίων επικοινωνούνται όλα τα στοιχεία της πολύπλευρης επιστήμης αυτής και μεταδίδονται όχι μόνο από άνθρωπο σε άνθρωπο αλλά και από γενιά σε γενιά.

Τα αρχαιότερα στοιχεία καταγεγραμμένων μαθηματικών, χρονολογούνται πίσω στο 1850 π.Χ. Ο Μαθηματικός Πάπυρος της Μόσχας, αποτελεί το παλαιότερο «βιβλίο» μαθηματικών που έχει βρεθεί. Σε αυτόν εμπεριέχονται προβλήματα γεωμετρίας των οποίων η θεωρία εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Ο Μαθηματικός Πάπυρος της Μόσχας αποτελεί μόνο ένα από τα πολλά παραδείγματα της πλούσιας επιστημονικής κληρονομιάς που άφησαν πίσω τους οι πρόγονοί μας.

Ο Πάπυρος του Δερβενίου αποτελεί το αρχαιότερο σωζόμενο αναγνώσιμο «βιβλίο» Φυσικής της Ευρώπης. Χρονολογείται μεταξύ 340 και 320 π.Χ.. Ωστόσο, το περιεχόμενό του φέρεται να αναπαράγει προγενέστερο κείμενο που ανάγεται μεταξύ 420 και 410 π.Χ.. Το εύρημα είναι κομβικής σημασίας για τη μελέτη της αρχαίας ελληνικής θρησκείας και φιλοσοφίας, καθώς αποδεικνύει την πρώιμη χρονολόγηση των Ορφικών ποιημάτων και προσφέρει μια ιδιαίτερη εκδοχή της Προσωκρατικής φυσικής. Αποτελεί, επίσης, παρακαταθήκη για όλη την ανθρωπότητα, καθώς αντανakλά οικουμενικές αξίες και επιχειρεί να δώσει απαντήσεις σε πανανθρώπινα και διαχρονικά ερωτήματα που σχετίζονται με την ερμηνεία του κόσμου, τη μεταθανάτια ζωή και τη συγκρότηση ευνομούμενων κοινωνιών. Ο Πάπυρος ανακαλύφθηκε το 1962 στο Δερβένι Θεσσαλονίκης στη νεκρική πυρά τάφου, από πλούσια κτερισμένη συστάδα τάφων των ύστερων κλασικών χρόνων. Διασώθηκε, αν και κατακερματισμένος, επειδή απανθρακώθηκε μερικώς.

Από τους αρχαίους παπύρους μέχρι τα σημερινά σχολικά εγχειρίδια, η αιώνια γνώση των Μαθηματικών και της Φυσικής παραμένει αθάνατη μέσα στα βιβλία.

Παρακάτω ακολουθούν κάποια παλαιότερα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών και της Φυσικής.



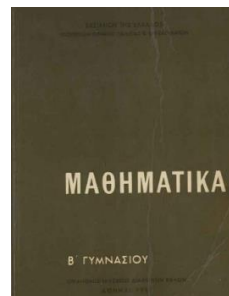
Τόγκας, Πασσάς,
Νικολάου
Αριθμητική Γυμνασίου
ΟΕΣΒ 1962



Πειραματική
Διδασκαλία Β΄
Γυμνασίου 1963
Παπαϊωάννου,
Κάππος, Κριτικός,
Μιχαλόπουλος,
Μπάρκας,
Σωτηράκης &
Δεντρινού -
Αντωνάκη



Πειραματική
Διδασκαλία Γ΄
Γυμνασίου 1964
Παπαϊωάννου,
Κάππος, Κριτικός,
Μιχαλόπουλος,
Μπάρκας,
Σωτηράκης &
Δεντρινού - Αντωνάκη



Μαθηματικά Β΄
Γυμνασίου ΟΕΔΒ
1967



Μαθηματικά Γ΄
Γυμνασίου τόμος
1ος ΟΕΔΒ 1978
Μπούσγου &
Ταμβακλή



Πάπυρος Δερβενίου
(1962)



Γεωμετρία, 1787



Στοιχεία
Μεταφυσικής, 1806,
Ευγένιος Βούλγαρης



Στοιχεία Φυσικής,
Νικηφόρος
Ιερομόναχος

Μελίτα Μονεμβασιώτη

Επίσκεψη στην Εστία Επιστημών Πάτρας

Την Παρασκευή 1 Μαρτίου και το Σάββατο 2 Μαρτίου, πραγματοποιήθηκε η εκπαιδευτική επίσκεψη στην Εστία Επιστημών Πάτρας από την Μαθηματική, τη Φυσική και την Πληροφορική σκέψη του Γυμνασίου Κολλεγίου Αθηνών, στην Εστία Επιστημών Πάτρας. Το διήμερο στην Πάτρα, στάθηκε μια ευκαιρία για όλους μας να συμμετάσχουμε σε εποικοδομητικές συζητήσεις, να ανακαλύψουμε μαθηματικά και φυσικά φαινόμενα μέσα από διάφορα πειράματα και να αποκτήσουμε ξεχωριστά βιώματα και εμπειρίες που δεν θα μας παρέχονταν σε ένα συνηθισμένο σχολικό περιβάλλον.

Η Εστία Επιστημών Πάτρας, είναι ένα μέρος ξεχωριστό, κάτι το οποίο καταλάβαμε σύντομα αφότου αποβιβάστήκαμε από τα σχολικά λεωφορεία. Το πρώτο πράγμα που αντικρίσαμε μετά την αποβίβαση μας, ήταν μια γιγαντιαία γρανιτένια σφαίρα στηριζόμενη σε μία βάση από την οποία έρρε νερό. Η σφαίρα, παρά το βάρος της και το υλικό από το οποίο ήταν φτιαγμένη μπορούσε να μετακινηθεί με ευκολία από ένα παιδί της ηλικίας μας, γεγονός που μας εξέπληξε όλους. Δεν είχαμε καν μπει στην Εστία Επιστημών και είχαμε κιόλας αντικρίσει το πρώτο «θαύμα» από τα πολλά που έμελλε να βιώσουμε. Προχωρήσαμε μέσα και με την παρότρυνση των καθηγητών μας, συγκεντρωθήκαμε γύρω από ένα εκκρεμές, το εκκρεμές του Φουκώ, και μετά από ένα σύντομο καλωσόρισμα, αρχίσαμε να συζητάμε για τον τρόπο κατασκευής του, αλλά και για την λειτουργία του. Σύντομα μάθαμε πως το εκκρεμές του Φουκώ είναι ένα εκκρεμές με δυνατότητα ελεύθερης εκτέλεσης ταλαντώσεων και πως η ελεύθερη μεταβολή του επιπέδου κίνησης του, αποδεικνύει την περιστροφική κίνηση της γης.

Έπειτα, μετά από μια ενημερωτική παρουσίαση για την Εστία, χωριστήκαμε σε ομάδες και αρχίσαμε να μελετάμε τα διάφορα εκθέματα που βρίσκονταν εκεί, σε καθένα από αυτά ανακαλύπτοντας ένα νέο μαθηματικό ή φυσικό φαινόμενο. Σύντομα ήρθε η ώρα του φαγητού, όπου είχαμε την ευκαιρία να συζητήσουμε με τους συμμαθητές μας για τα υπέροχα πράγματα που είδαμε, και να μοιραστούμε τις εμπειρίες μας. Αφού πλέον είχαμε ξεκουραστεί αρκετά, η κάθε ομάδα προχώρησε στην τάξη της όπου και ανακάλυψε το μαθηματικό ή φυσικό πρόβλημα με το οποίο θα ασχολούνταν για το υπόλοιπο της επίσκεψης. Οι ώρες πέρασαν γρήγορα, με εποικοδομητική και ενδιαφέρουσα συζήτηση πάνω στο πρόβλημα που μας ανατέθηκε. Όταν ήρθε η ώρα να φύγουμε, όλοι μας πλέον βλέπαμε τα μαθηματικά και την φυσική με διαφορετικό τρόπο. Όχι μόνο ως μαθήματα του σχολείου, αλλά και ως κάτι που μας προσφέρει διασκέδαση και μας βοηθά να διεκρινύουμε τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις μας και να ανακαλύψουμε ιδέες και φαινόμενα που ποτέ δε φανταζόμασταν.

Το επόμενο πρωί, μας κατέκλυζε η ανυπομονησία για την δεύτερη μέρα της επίσκεψης μας, αλλά ταυτόχρονα μέσα μας βρισκόταν και το συναίσθημα της μελαγχολίας καθώς γνωρίζαμε πως θα έπρεπε να αποχωριστούμε την Εστία Επιστημών αλλά και την Πάτρα. Στην Εστία Επιστημών δόθηκε σε κάθε ομάδα η ευκαιρία να ολοκληρώσει την συζήτηση και την έρευνα της και να προετοιμάσει το τι θα παρουσίαζε αργότερα στο αμφιθέατρο, μπροστά στις υπόλοιπες ομάδες. Μετά από ένα σύντομο διάλλειμα για κολατσιό, προχωρήσαμε στο αμφιθέατρο, όπου και αρχίσαμε τις παρουσιάσεις. Η σκληρή δουλειά κάθε ομάδας, αλλά και το ενδιαφέρον κάθε παιδιού για το αντικείμενο με το οποίο ασχολήθηκε ήταν εμφανή από τις εξαιρετικές παρουσιάσεις τους. Κάθε ομάδα, με ενδιαφέροντα και κατανοητό τρόπο μάς ενημέρωσε πλήρως για το φαινόμενο ή πρόβλημα με το οποίο ασχολήθηκε και κατάφερε να συμπυκνώσει ώρες έρευνας και συζήτησης σε λίγα λεπτά, κάνοντας την δεύτερη ημέρα μας στην Εστία ενδιαφέρουσα και γεμάτη νέες γνώσεις.

Η επίσκεψή μας στην Εστία Επιστημών Πάτρας, μας επέτρεψε να αποκομίσουμε νέες γνώσεις, να ανακαλύψουμε φαινόμενα των μαθηματικών και της φυσικής μέσω εντυπωσιακών πειραμάτων, και να γνωρίσουμε τις επιστήμες αυτές με έναν τρόπο που δεν τις είχαμε ξαναγνωρίσει. Ήταν μία μοναδική και αξέχαστη εμπειρία για όλους μας.

Μελίτα Μονεμβασιώτη

Η επίσκεψη μέσα από τα μάτια των μαθητών

Η Φυσική, η Μαθηματική και η Πληροφορική Σκέψη του σχολείου μας πραγματοποίησε μια εκπαιδευτική εκδρομή στην Πάτρα με στόχο την ενημέρωση των μαθητών σχετικά με ενδιαφέροντα πράγματα. Την Παρασκευή το πρωί αναχωρήσαμε από το σχολείο στις 9:00 και μετά από τρεις ώρες φτάσαμε στην Πάτρα. Μόλις φτάσαμε, πήγαμε στην Εστία Επιστημών της περιοχής, εκεί όπου επιστημονικοί συνεργάτες μας ενημέρωσαν για το πρόγραμμα και την εργασία που θα μας ανατεθεί. Παρακολουθήσαμε πολλά ενδιαφέροντα εκθέματα και είχαμε την δυνατότητα να συζητήσουμε, να εκφράσουμε την άποψή μας και να ρωτήσουμε ό,τι σχετικό θέλαμε. Έπειτα χωριστήκαμε σε ομάδες και στην κάθε ομάδα ανατέθηκε ένα θέμα προς διερεύνηση. Πήγαμε στις αίθουσες συζήτησης και ξεκινήσαμε το ενδιαφέρον μάθημα. Μιλήσαμε για φαινόμενα, δίνοντας μια εξήγηση και προχωρήσαμε σε πειράματα. Τα πειράματα αυτά μας βοήθησαν να βρούμε την απάντηση στο πρόβλημα που μας είχε δοθεί. Ύστερα από πολλές συζητήσεις, σκέψεις και συλλογισμούς καταλήξαμε σε κάποια συμπεράσματα. Πραγματικά η έρευνα αυτή και τα αποτελέσματα μας εξέπληξαν. Στο τέλος της πρώτης μέρας υπήρξε ένα διάλειμμα κατά το οποίο πήγαμε στο ξενοδοχείο, ετοιμαστήκαμε και πήγαμε μια βόλτα στο κέντρο της Πάτρας. Το επόμενο πρωί ξαναπήγαμε στην Εστία Επιστημών, όπου ολοκληρώσαμε τις εργασίες και τις παρουσιάσαμε στις υπόλοιπες ομάδες. Η παρουσίαση ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα και τα θέματα μας έβαλαν σε αρκετές σκέψεις λόγω του βαθμού δυσκολίας. Το κοινό αλληλοεπιδρούσε με την ομάδα που παρουσίαζε και μπορούσαμε να κάνουμε ερωτήσεις. Τέλος, πήγαμε σε μια ταβέρνα και φάγαμε όλοι μαζί ενώ το Σάββατο το απόγευμα ξεκινήσαμε το ταξίδι της επιστροφής. Προσωπικά αυτή η εμπειρία μου άρεσε πάρα πολύ και ήταν αρκετά ξεχωριστή. Θα ήθελα πολύ να συμμετέχω ξανά σε μια τέτοιου είδους εκδρομή καθώς ανέπτυξα την σκέψη μου και μου δόθηκε η δυνατότητα να συζητήσω με καθηγητές και να αποκτήσω γνώση σημαντική και χρήσιμη.

Φαίδρα Διαμαντάκου

Γεμάτοι διάθεση εκείνο το πρωί της Παρασκευής ξεκινήσαμε την επίσκεψή μας στην Πάτρα. Η διαδρομή διήρκεσε συνολικά τρεις ώρες και με μία στάση ενδιάμεσα, φτάσαμε στον πρώτο μας προορισμό, το Εργαστήρι Επιστημών. Η πρώτη εντύπωση ήταν εξαιρετική παρακολουθώντας τα εκθέματα του Εργαστηρίου. Κάποια απ' αυτά ήταν το εκκρεμές του Φουκώ, ένα πείραμα με τη χρήση του Πυθαγορείου Θεωρήματος και, το πιο εντυπωσιακό, μία σφαίρα μάζας δύο τόνων, την οποία μπορούσαμε να κυλήσουμε μόνο με τη δύναμή μας πάνω σε μια βάση στην οποία ανέβλυζε νερό. Ύστερα, οι εργαζόμενοι του Εργαστηρίου μάς παρουσίασαν το τι θα επακολουθούσε. Κάπου εκεί συνειδητοποιήσαμε πως κάθε άλλο παρά μια μονότονη επίσκεψη ήταν αυτή μας η επίσκεψη στο Εργαστήρι Επιστημών. Με τη βοήθεια των εργαζομένων του Εργαστηρίου, προσπαθήσαμε να επιλύσουμε πολλά προβλήματα τα οποία συνδύαζαν την εκμάθηση με τη διασκέδαση. Χωριστήκαμε σε τέσσερις ομάδες και ασχοληθήκαμε με ένα θέμα η κάθε ομάδα. Κατά την άφιξή μας στο ξενοδοχείο, ετοιμάσαμε τα πράγματά μας και πήγαμε

την νυχτερινή μας βόλτα, όπου διασκεδάσαμε και χαλαρώσαμε. Την επόμενη μέρα εμβαθύνουμε στην εργασία που είχαμε ήδη ξεκινήσει. Με πειράματα και υπολογισμούς οδηγηθήκαμε σε συμπεράσματα τα οποία και παρουσιάσαμε. Στόχος ήταν να χρησιμοποιήσουμε την κριτική μας σκέψη, ώστε να βρούμε απαντήσεις στα ερωτήματα που μας τέθηκαν από τους διδάσκοντες. Μετά το τέλος των παρουσιάσεων όλων των ομάδων, οι διδάσκοντες μάς έδωσαν χρήσιμες συμβουλές και παραινέσεις και μας αποχαιρέτησαν. Επιστρέψαμε στην Αθήνα γεμάτοι αναμνήσεις αλλά και νέες γνώσεις, οι οποίες θα μας μείνουν αξέχαστες!

Άγγελος Βόσσος

Την Παρασκευή 1^η Μαρτίου ξεκινήσαμε με προορισμό την Εστία Επιστημών της Πάτρας. Εκεί παρατηρήσαμε αρχικά διάφορα ενδιαφέροντα εκθέματα και συζητήσαμε για αυτά. Ύστερα οι εξαιρετικοί επιστημονικοί συνεργάτες μάς οδήγησαν σε αίθουσες μαθηματικών και φυσικής όπου διεξάγαμε ποικίλα πειράματα και μελετήσαμε διάφορα φαινόμενα. Αφού ολοκληρώσαμε τη διαδικασία αυτή μάς χώρισαν σε τέσσερις ομάδες και μας ανέθεσαν ορισμένα θέματα από τα οποία παραγάγαμε εμείς ερευνητικά ερωτήματα, υποθέσεις και εν τέλει συμπεράσματα. Μέχρι το απόγευμα μελετούσαμε και συζητούσαμε τα θέματα αυτά στις ομάδες μας με τη βοήθεια των Καθηγητών και των Επιστημονικών Συνεργατών της Εστίας. Το βράδυ, αφού φύγαμε από τον χώρο της Εστίας μάς δόθηκε ελεύθερος χρόνος τον οποίο εκμεταλλευτήκαμε τρώγοντας έξω και κάνοντας βόλτα. Την επόμενη ημέρα ξεκινήσαμε για την Εστία όπου και θα ολοκληρώναμε το εκπαιδευτικό κομμάτι της επίσκεψής μας. Αφού τελειώσαμε με τις ομαδικές μας δραστηριότητες, μαζευτήκαμε όλοι στο Αμφιθέατρο όπου η κάθε ομάδα παρουσίασε τα ευρήματα και τα συμπεράσματα που βγήκαν από τη δημιουργική αυτή απασχόληση. Μετά από όλη αυτή τη διαδικασία δικαιούμασταν λίγη ξεκούραση κι έτσι πήγαμε σε μια ωραία ταβέρνα. Το μόνο που έμεινε ύστερα ήταν το ταξίδι της επιστροφής, το οποίο ήταν απολαυστικό.

Γιώργος Κοντοδίνας

Η ομορφότερη λύση είναι ... «Η ΧΡΥΣΗ ΤΟΜΗ!»

Από την αρχαιότητα οι Έλληνες επινοούσαν και χρησιμοποιούσαν τρόπους και μέσα για να έχουν το ελκυστικότερο αποτέλεσμα. Σε αυτούς αποδίδεται το ρητό «καλός κ' αγαθός», που σημαίνει ότι γι' αυτούς το ωραίο είχε ανέκαθεν ιδιαίτερη σημασία. Η «Χρυσή Τομή», που διατύπωσαν ως μαθηματική έννοια, αποτελεί μέχρι σήμερα την επιτομή της καλαισθησίας.

Τον ορισμό της τον βρίσκουμε αρχικά στα «Στοιχεία» του Ευκλείδη περίπου το 300 π.Χ.: «Μια ευθεία γραμμή λέγεται ότι έχει κοπεί σε άκρο και μέσο λόγο, όταν όλη η ευθεία είναι για το μεγαλύτερο κομμάτι ό,τι είναι το μεγαλύτερο (κομμάτι) για το μικρότερο». Με βάση αυτόν τον ορισμό, ένα ευθύγραμμο τμήμα AB, που έχουμε χωρίσει σε δύο μέρη με μήκη $AG = \alpha$ και $GB = \beta$ (σχήμα 1), διαιρείται σε μέσο και άκρο λόγο, αν ισχύει: $\frac{\alpha+\beta}{\alpha} = \frac{\alpha}{\beta}$ (σχέση 1). Για να υπολογίσουμε το ϕ (λόγος χρυσής τομής), θέτουμε $\frac{\alpha}{\beta} = \phi$, συνεπώς $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{1}{\phi}$ και η σχέση 1 γίνεται $1 + \frac{1}{\phi} = \phi$, η οποία καταλήγει στην $\phi^2 - \phi - 1 = 0$ με ρίζες (λύσεις) $\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ ή $\phi = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$.

Αλλά το ϕ είναι λόγος ευθύγραμμων τμημάτων. Συνεπώς, δεκτή είναι η τιμή $\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,618 \dots$

Πράγματι, όταν δύο ευθύγραμμοι τμήματα έχουν λόγο κοντά στο 1,61, τότε λέμε ότι βρίσκονται σε μια θεϊκή αναλογία.



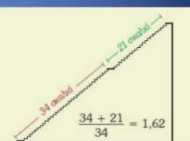
(σχήμα 1)

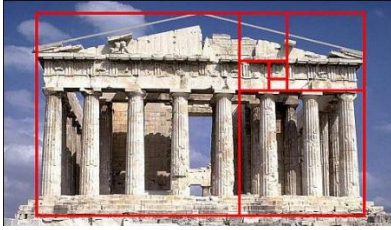
Με πιο απλά λόγια, «σ' ένα ευθύγραμμο τμήμα, αν το μεγαλύτερο κομμάτι του, υψωμένο στο τετράγωνο, ισούται με το μικρότερο επί το ολόκληρο», τότε το ευθύγραμμο τμήμα είναι τέλεια κομμένο με τον ομορφότερο τρόπο και αν είναι σχήμα, χαρακτηρίζεται χρυσό!

A. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα χρυσής τομής σε αρχαία έργα, που χαρακτηρίζονται από μέτρο, λιτότητα και αρμονία, όπως το αρχαίο θέατρο, ο Παρθενώνας και η Αφροδίτη της Μήλου, που την επιβεβαιώνουν περίτρανα. Πιο αναλυτικά, η χρυσή τομή στο αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου αποκαλύπτεται από τα διαζώματα. Γενικά, στο αρχαίο θέατρο υπάρχουν δύο έως τρία διαζώματα θέσεων ή και παραπάνω. Το πρώτο διάζωμα είναι μεγαλύτερο από το δεύτερο, εις τρόπον ώστε, αν το μήκος

Η χρυσή τομή στην Αρχαία Ελλάδα

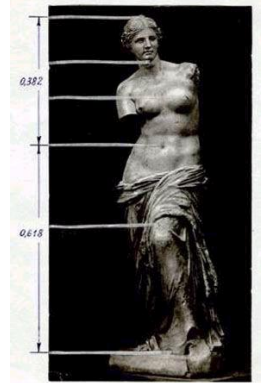
Η κατασκευή των δύο διαζωμάτων στο αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου (τέλος του 4ου αιώνα π.Χ.) βασίστηκε στη χρυσή τομή. Τα σκαλιά του θεάτρου έχουν χωριστεί σε δύο άνισα μέρη με τέτοιο τρόπο, που το αισθητικό αποτέλεσμα να δημιουργεί μία αίσθηση αρμονίας.



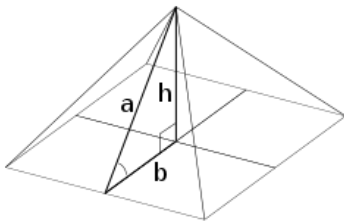


του πρώτου το υψώσουμε στο τετράγωνο, να ισούται με το μήκος του δευτέρου επί το μήκος όλου. Έτσι, δημιουργείται το τελειότερο και ομορφότερο σχήμα σύμφωνα με την αντίληψη των αρχαίων Ελλήνων, που σήμερα δικαιώνεται

πλήρως! Η άποψή τους αυτή επιβεβαιώνεται και από την κατασκευή του Παρθενώνα, ενός από τα επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου! Το μήκος της ζωφόρου επί το ολόκληρο ισούται με το μήκος του κίονα υψωμένο στο τετράγωνο. Οι ίδιες αναλογίες παρατηρούνται και στο άγαλμα της Αφροδίτης της Μήλου. Ειδικότερα, παρατηρούνται στα χέρια της, στο πρόσωπό της μεταξύ της απόστασης του μετώπου από τη μύτη και της μύτης από το πηγούνι καθώς και στα πόδια της. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι αναλογίες αυτές αντιστοιχούν και στο ανθρώπινο σώμα.



B. Η Χρυσή Τομή δεν αποτελεί χρηστικό εργαλείο μόνο της αρχαιότητας, διότι χρησιμοποιείται και στη σύγχρονη αρχιτεκτονική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Πυραμίδα του Λούβρου. Η μεγάλη αυτή πυραμίδα βρίσκεται στην αυλή του Ναπολέοντα (Cour Napoléon) του μουσείου του Λούβρου στο Παρίσι και αποτελεί την κύρια είσοδο του μουσείου.



Η κατασκευή έχει μόνο γυάλινα και μεταλλικά τμήματα με 603 γυάλινα κομμάτια σε σχήμα ρόμβου και 70 τριγωνικά. Η κατασκευή της ολοκληρώθηκε το 1989 και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αξιοθέατα του Παρισιού. Μία κάθετη τομή της πυραμίδας αποτελείται από δύο ορθογώνια τρίγωνα με πλευρές 21,6 μ., 17,5 μ. και 27,8 μ.,

δηλαδή περίπου ανάλογες προς 1, $\sqrt{\phi}$ και ϕ . Παρατηρούμε ότι $\frac{27,8}{17,5} = 1,59$, που είναι πολύ κοντά στο ϕ . Ακολούθως, τέσσερα επιπλέον αξιόπιστα παραδείγματα χρυσής τομής, που μας εντυπωσιάζουν για τις αναλογίες τους στον τομέα της αρχιτεκτονικής, είναι το κτήριο της Γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών και οι Πύργοι του Τορόντο του Καναδά, του Ντουμπάι των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων και του Άιφελ στο Παρίσι: (α). Το κτήριο της Γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών βρίσκεται στην περιοχή Manhattan της Νέας Υόρκης, σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες Oscar Niemeyer και τον Γάλλο-Ελβετό Le Corbusier. Το κτήριο είναι ένας ύμνος στη χρυσή τομή. Τα ορθογώνια της πρόσοψης είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με το αναλογικό σύστημα modulator, που



ανέπτυξε ο Le Corbusier, έτσι ώστε το ύψος κάθε ορθογώνιου είναι 1,618 φορές του ύψους του προηγούμενου. Χρυσά ορθογώνια εμφανίζονται στην είσοδο, στο σχεδιασμό των παραθύρων και των υαλοπετασμάτων του κτηρίου, καθώς και στις κατόψεις των ορόφων. (β). Ο Πύργος τηλεπικοινωνιών και παρατήρησης CN του Τορόντο έχει ύψος 553,33 μ., η πλατφόρμα παρατήρησης είναι σε ύψος 342 μ., και ο λόγος των υψών είναι $1,618 = \phi$. Η χρυσή αναλογία εμφανίζεται και στον Burj Khalifa, τον ψηλότερο πύργο του κόσμου με ύψος 829,8 μ., του οποίου η κατασκευή ολοκληρώθηκε τον Οκτώβριο του 2009. Μέχρι τα 512 μ. η πρόσοψη είναι από αλουμίνιο και γυαλί και ο λόγος $\frac{829,8}{512} = 1,618 = \phi$. Με αναλογίες χρυσής τομής είναι κατασκευασμένος και ο πύργος του Αιφελ.



Γ. Η Χρυσή Τομή εφαρμόζεται και στη βιομηχανία και ιδίως στα αυτοκίνητα. Τα σήματά τους είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με το λόγο του ϕ , όπως το σήμα της TOYOTA και της HONDA. Οποιοδήποτε σχήμα και αν παρατηρήσουμε, είτε αυτό είναι οβάλ είτε ένα ευθύγραμμο τμήμα, το μεγαλύτερο μέρος υψωμένο στο τετράγωνο ισούται με το μικρότερο επί το ολόκληρο. Αναφορικά δε με τα μοντέλα των αυτοκινήτων, η χρυσή τομή παίζει κυρίαρχο ρόλο στο σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Τα μοντέλα της ASTON MARTIN, όπως αναφέρεται και στην ιστοσελίδα της εταιρείας, έχουν ισορροπημένες εξωτερικές γραμμές από κάθε οπτική γωνία καθώς και ακρίβεια στις αναλογίες, που δημιουργούν μια κομψή και καθαρή μορφή.



Δ. Η αξία της χρυσής τομής αναγνωρίζεται διαχρονικά, γιατί επιτυγχάνονται τα καλύτερα αισθητικά αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό έχει πλήθος εφαρμογών στην επιστήμη και στην τέχνη. Αποτελεί συνώνυμο της χρυσής αναλογίας, που δημιουργεί στο ανθρώπινο μάτι την αίσθηση της αρμονίας και της ευχαρίστησης. Με βάση αυτήν την αίσθηση οι περισσότεροι αρχιτέκτονες και σχεδιαστές την χρησιμοποιούν ως βασικό εργαλείο για να προσελκύσουν το ενδιαφέρον και την προσοχή του αγοραστικού κοινού ανάλογα με το αντικείμενο που σχεδιάζουν.

Ιωάννα Γκιώνη

Παραπομπές και Βιβλιογραφία

Περιοδικό Ευκλείδης Α' 108 τ. 4/41

«Η Χρυσή Τομή στο σύγχρονο design» των Μαρίας Ρουσούλη, Γιώργου Καραφέρη, Παναγιώτη Θ. Θεοδώρου

Εικόνες

<https://www.slideshare.net/VasilisKal/1-34896979>

<https://www.kavalarissa.eu/2016/11/49.html>

<http://users.sch.gr/theoj/etwin/fibonacci/xrisi.htm>

<https://www.versustravel.eu/omadiko-taxidi/2669/sto-parisi-me-to-versus-pascha---protomagia-2019>

https://el.wikipedia.org/wiki/Χρυσή_τομή

<https://www.slideshare.net/1lykspartis/ss-76971561>

<https://slideplayer.gr/slide/3150473/>

<https://docplayer.gr/41063908-I-hrysi-tomi-kai-o-hrysos-arithmos-f.html>

3lyk-rodou.dod.sch.gr/wp-content/uploads/2015/05/Project-Φ.ppt

Τα πλατωνικά στερεά

Σύμφωνα με την «Πολιτεία» του Πλάτωνα, ο Σωκράτης αναφέρει ότι η γεωμετρία αναγκάζει τον άνθρωπο να δει την ουσία των πραγμάτων και των όντων. Έχει ως αντικείμενό της ένα αιώνιο «όν» και όχι το «εμφανιζόμενο και έπειτα εξαφανιζόμενο». Μάς οδηγεί προς την αλήθεια και αναπτύσσει το πνεύμα μας, ανυψώνοντας τον νου μας προς τα ανώτερα πράγματα.

Ο Πλάτωνας, μαθητής του Σωκράτη και δάσκαλος του Αριστοτέλη, είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τη φιλοσοφία, καθώς θεωρείται ένας από τους κορυφαίους της κατηγορίας του στην αρχαία Αθήνα. Έζησε από το 427 π.Χ. μέχρι και το 347 π.Χ., δηλαδή ακριβώς 80 χρόνια, ξεπερνώντας το μέσο προσδόκιμο ζωής της εποχής του κατά 30 περίπου χρόνια!

Χαρακτηριστικό της διδασκαλίας του ήταν η σύνδεση της φιλοσοφίας με ό,τι θα θεωρούσαμε σήμερα φυσική (ή και αστροφυσική) και γεωμετρία. Παραδείγματος χάριν συσχέτισε τα δομικά στοιχεία του σύμπαντος, σύμφωνα με τους αρχαίους Έλληνες, με πέντε πολύ ιδιαίτερα πολύεδρα, τα **πλατωνικά στερεά**, τα οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

Η μελέτη της γεωμετρίας δείχνει ότι, μολονότι μπορούμε να κατασκευάσουμε άπειρα κανονικά πολύγωνα, δηλαδή σχήματα με όλες τις πλευρές και τις γωνίες ίσες μεταξύ τους, υπάρχει ένας πολύ συγκεκριμένος αριθμός κυρτών πολυέδρων (στερεά) με όλες τις έδρες τους ίσα κανονικά πολύγωνα και όλες τις πολυεδρικές γωνίες επίσης ίσες, αντίστοιχα. Με τον όρο **κυρτά πολύεδρα**, εννοούμε όλα τα πολύεδρα στερεά σώματα των οποίων οι προβολές των πολυεδρικών γωνιών σχηματίζουν μεταξύ τους γωνίες μικρότερες ή ίσες των 90 μοιρών.

Αυτά τα στερεά πρωτοαναφέρονται στο 13^ο βιβλίο των «Στοιχείων» του Ευκλείδη και μελετήθηκαν εις βάθος από την Ακαδημία του Πλάτωνος. Είναι πέντε στο πλήθος και είναι τα εξής:

1) Τετράεδρο



2) Κύβος (Εξάεδρο)



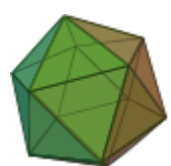
3) Οκτάεδρο



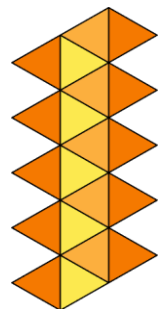
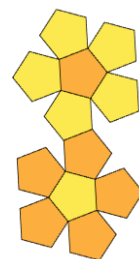
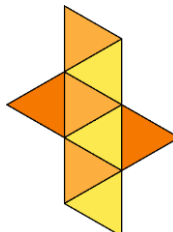
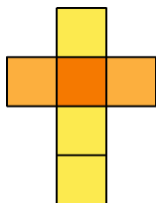
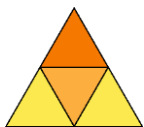
4) Δωδεκάεδρο



5) Εικοσάεδρο



Τα αναπτύγματα των παραπάνω πολυέδρων φαίνονται στη συνέχεια:



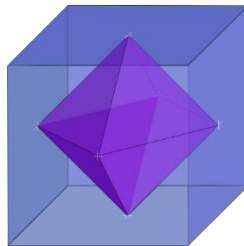
Για την δημιουργία των πλατωνικών στερεών χρησιμοποιούνται τα εξής κανονικά σχήματα: ισόπλευρο τρίγωνο, τετράγωνο και πεντάγωνο.

Συγκεκριμένα:

- ❖ το τετράεδρο αποτελείται από 4 ισόπλευρα τρίγωνα. Έχει άθροισμα γωνιών $180^\circ \times 4 = 720^\circ$
- ❖ το εξάεδρο από 6 τετράγωνα με άθροισμα γωνιών $360^\circ \times 6 = 2160^\circ$ ($720^\circ \times 3 = 2160^\circ$)
- ❖ το οκτάεδρο από 8 τρίγωνα με άθροισμα γωνιών $180^\circ \times 8 = 1440^\circ$ ($720^\circ \times 2 = 1440^\circ$)
- ❖ το δωδεκάεδρο από 12 πεντάγωνα με άθροισμα γωνιών $540^\circ \times 12 = 6480^\circ$ ($720^\circ \times 9 = 6480^\circ$)
- ❖ το εικοσάεδρο από 20 τρίγωνα με άθροισμα γωνιών $180^\circ \times 20 = 3600^\circ$ ($720^\circ \times 5 = 3600^\circ$)

Προκύπτει, λοιπόν, ότι το άθροισμα των γωνιών των «πολυπλοκότερων» στερεών αποτελεί ακέραιο πολλαπλάσιο του αθροίσματος του «απλούστερου» τετραέδρου (βλ. Εικόνα 1).

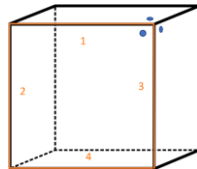
Υπάρχει όμως ακόμη ένας τρόπος σύνδεσης των πλατωνικών στερεών μεταξύ τους. Για κάθε ένα από αυτά, υπάρχει ένα δεύτερο επίσης πλατωνικό τέτοιο ώστε όταν ταυτιστούν τα κέντρα των δύο στερεών, κάθε κορυφή του πρώτου συμπίπτει με το κέντρο κάθε έδρας του δεύτερου στερεού. Συνεπάγεται λοιπόν ότι, το πλήθος των εδρών του πρώτου είναι ίσο με το πλήθος των κορυφών του δεύτερου. Ταυτόχρονα, το πλήθος των ακμών των δύο στερεών είναι ίδιο. Αυτά τα δύο πολύεδρα ονομάζονται *δ्विकά* ή *συζυγή*. Το σχήμα που ακολουθεί δείχνει το εξάεδρο και το δ्विकό του οκτάεδρο σε συνδυασμό.



Σχήμα 1. Το οκτάεδρο (μωβ) αποτελεί το δ्विकό στερεό του εξάεδρου (μπλε)
(Πηγή: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1049163>)

Παράλληλα, σε κάθε πλατωνικό στερεό αντιστοιχεί το σύμβολο Schläfli¹ $\{\alpha, \beta\}$ όπου α το πλήθος των πλευρών κάθε έδρας και β το πλήθος εδρών γύρω από μία κορυφή. Αντίστοιχα, το σύμβολο Schläfli του δ्विकού στερεού θα είναι $\{\beta, \alpha\}$.

Π.χ. στο εξάεδρο του παρακάτω σχήματος, το πλήθος των πλευρών κάθε έδρας, α , είναι 4, καθώς οι έδρες είναι τετράγωνα. Επίσης, οι έδρες που ορίζουν μία κορυφή, β , είναι 3. Άρα το σύμβολο Schläfli είναι $\{4,3\}$.



Σχήμα 2. Το σύμβολο Schläfli για το εξάεδρο (κύβος) είναι $\{4,3\}$.
(Πηγή: <https://www.assignmentexpert.com/blog/the-platonic-solids/>)

¹ Ludwig Schläfli (15 January 1814 – 20 March 1895), Μαθηματικός

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται τα γεωμετρικά στοιχεία των πλατωνικών στερεών.

Πολύεδρο	Έδρες	Κορυφές	Ακμές	Σύμβολο Schläfli	Δυικό πολύεδρο
Τετράεδρο	4	4	6	{3,3}	Τετράεδρο
Εξάεδρο	6	8	12	{4,3}	Οκτάεδρο
Οκτάεδρο	8	6	12	{3,4}	Εξάεδρο
Δωδεκάεδρο	12	20	30	{3,5}	Εικοσάεδρο
Εικοσάεδρο	20	12	30	{5,3}	Δωδεκάεδρο

Πίνακας 1: Τα στοιχεία των 5 Πλατωνικών Στερεών

Γεωμετρικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά των πλατωνικών στερεών

Μία από τις ιδιότητες αυτών των στερεών είναι ότι τόσο οι κορυφές τους όπως και τα κέντρα των εδρών τους ισαπέχουν από το κέντρο τους. Επομένως για κάθε πολύεδρο ορίζονται δύο σφαίρες ως εξής: Η μία είναι περιγεγραμμένη του στερεού και διέρχεται από όλες τις κορυφές του και η δεύτερη είναι εγγεγραμμένη αυτού και εφάπτεται σε όλα τα κέντρα των εδρών του. Ταυτόχρονα υπάρχει και μία τρίτη σφαίρα η οποία τέμνει το στερεό στα μέσα των ακμών των πολύεδρων που το αποτελούν, τα οποία, μέσα, επίσης ισαπέχουν από το κέντρο του στερεού. Τα κέντρα και των τριών σφαιρών ταυτίζονται σε κάθε περίπτωση με το κέντρο του πολυέδρου.

Ακόμα, ορίζοντας ως **K** το πλήθος των κορυφών, ως **A** το πλήθος των ακμών και ως **E** το πλήθος των εδρών, προκύπτει η χαρακτηριστική τιμή Euler που ακολουθεί και η οποία παίρνει την τιμή 2 για όλα τα πλατωνικά στερεά:

$$\text{Χαρακτηριστική τιμή Euler: } E + K - A = 2 \quad (1)$$

Εάν θεωρήσουμε ότι κάθε έδρα έχει πλήθος κορυφών **v** και ότι **μ** είναι το πλήθος των εδρών οι οποίες ενώνονται για να διαμορφώσουν μια πολυεδρική γωνία, τότε ισχύει η ακόλουθη σχέση:

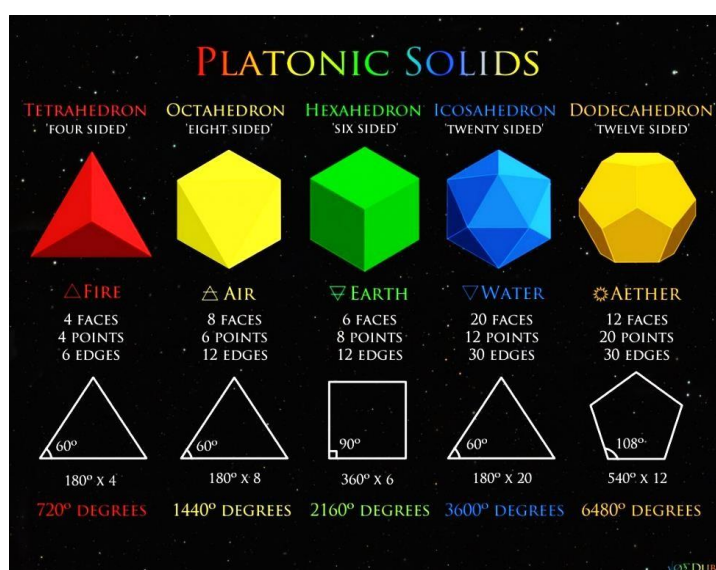
$$E = \frac{4\mu}{2\mu + 2v - \mu v} \quad (2)$$

Στα μέσα του 4^{ου} αιώνα π.Χ., ο Πλάτων, στο έργο του «Τίμαιος» αντιστοίχισε κάθε ένα από τα παραπάνω στερεά με τα στοιχεία που σύμφωνα με τους αρχαίους Έλληνες συνέθεταν τον κόσμο:

- ❖ το τετράεδρο στην φωτιά και την θερμότητα,
- ❖ το εξάεδρο στην Γη και την σταθερότητα,
- ❖ το οκτάεδρο στον αέρα,
- ❖ το εικοσάεδρο στο νερό και τα υγρά και
- ❖ το δωδεκάεδρο στον αιθέρα και γενικότερα το σύμπαν.

Πολύεδρο	Έδρες	Κορυφές	Ακμές	Τύπος Euler ($E + K - A$)	Στοιχείο της Φύσης
Τετράεδρο	4	4	6	$4+4-6=2$	Φωτιά
Εξάεδρο	6	8	12	$6+8-12=2$	Γη
Οκτάεδρο	8	6	12	$8+6-12=2$	Αέρας
Δωδεκάεδρο	12	20	30	$12+20-30=2$	Αιθέρας
Εικοσάεδρο	20	12	30	$20+12-30=2$	Νερό

Πίνακας 2: Οι ιδιότητες των 5 Πλατωνικών Στερεών



Εικόνα 1. Η αντιστοίχιση των πλατωνικών στερεών στα στοιχεία της Φύσης και η σχέση του αθροίσματος των γωνιών τους.

(Πηγή: <http://www.elafter.com/foro/showthread.php?t=2289531>)

Ωστόσο, φαίνεται πως η ιδέα πίσω από την δημιουργία των πλατωνικών στερεών πρωτοαναπτύχθηκε νωρίτερα και μάλιστα στην εποχή της νεολιθικής περιόδου στην βόρεια Ευρώπη (Σκωτία), όπως δείχνουν αρχαιολογικά ευρήματα που εκτίθενται σε μουσείο του Ηνωμένου Βασιλείου.



Εικόνα 2. Αρχαιολογικά ευρήματα νεολιθικής περιόδου (Ashmolean Museum, Oxford, UK).

<https://singinghead.wordpress.com/2010/10/03/platonic-solids-from-the-stone-age/>

Σύμφωνα με τον «Τίμαιο» του Πλάτωνα, «Υπάρχει το Ον, ο Χώρος και το Γεννητόν, τρία δηλαδή διαφορετικά πράγματα που υπήρχαν προτού γεννηθεί ο ουρανός. Πριν τη δημιουργία του σύμπαντος όλα αυτά βρίσκονταν χωρίς λόγο και μέτρο. Όταν όμως άρχισε η δημιουργία, τότε στην αρχή η Φωτιά, το Νερό, η Γη και ο Αέρας, που είχαν βέβαια μερικά γνωρίσματα της φύσεώς τους - βρίσκονταν όμως σε τέτοια κατάσταση στην οποία βρισκόταν το κάθε τι, όταν απουσιάζει από αυτά ο Θεός - αυτά τα τέσσερα λοιπόν (στοιχεία) τα σχηματοποίησε ο Θεός χρησιμοποιώντας τις Ιδέες και τους Αριθμούς...»²

Ο Δημιουργός, λοιπόν, έπλασε το Σύμπαν και τα δευτερεύοντα στοιχεία του, έμψυχα ή άψυχα, από τα τέσσερα στοιχεία: Φωτιά, Αέρα, Νερό και Γη. Αρχική ιδέα ήταν ότι όλη η δημιουργημένη ύλη θα πρέπει να είναι ορατή και απτή. Θεωρώντας τη Φωτιά σαν τη πηγή του φωτός ήταν φανερό ότι όλη η δημιουργημένη ύλη αποτελούταν από Φωτιά και Γη, με αποτέλεσμα τα δύο αυτά στοιχεία να ονομαστούν «αρχή των πάντων».

Επίσης, ο Πλάτωνας κατέταξε τα στοιχεία αυτά από το πιο «αραιό» προς το πιο «πυκνό» ως εξής: Φωτιά, Αέρας, Νερό, Γη. Έτσι, για να ενωθούν η Γη με τη Φωτιά και να αποτελέσουν ένα στερεό σώμα, συνδέθηκαν με τα στοιχεία του Αέρα και του Νερού. Η ένωση, δηλαδή, του «αραιότερου» στοιχείου με το «πυκνότερο» χρειάζεται «ανάμειξη» τους με τα στοιχεία ενδιάμεσης πυκνότητας. Επομένως, ο Αέρας λειτούργησε ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στην Φωτιά και το Νερό, ενώ το Νερό ανάμεσα στον Αέρα και τη Γη.

Βλέπουμε, λοιπόν, πως για τους Αρχαίους Έλληνες, η γεωμετρία, εκτός από κλάδος των μαθηματικών, αποτελούσε επίσης έναν ισχυρό εργαλείο φιλοσοφικής ερμηνείας του Σύμπαντος, τόσο της δημιουργίας όσον και της λειτουργίας του. Αυτό είναι εμφανές από την εκτενή μελέτη των πλατωνικών (ή ιδανικών) στερεών, που ξεκίνησε 2.500 χρόνια πριν και εξακολουθεί να κατέχει ξεχωριστή θέση ανάμεσα στα αντικείμενα των μαθηματικών.

Κωνσταντίνος Καμούδης

Βιβλιογραφία

Ευαγγελόπουλος, Δημήτρης. *Ιερή Γεωμετρία*. Εκδόσεις Αρχέτυπο.

² Ευαγγελόπουλος, Δημήτρης. *Ιερή Γεωμετρία*. Εκδόσεις Αρχέτυπο, σελ 85-86 (μετάφραση αρχαίου κειμένου).

«Βλέπω ότι ένας άνθρωπος πρέπει να αποφασίσει ή να μην πει τίποτα καινούριο ή να υποδουλωθεί για να το υπερασπιστεί»

IASSAK NEWTON

Ο Νεύτων και το φως

Το φως και οι ιδιότητές του απασχόλησαν τον άνθρωπο από την πρώτη στιγμή ενασχόλησής του με τον κόσμο – πολλοί πιστεύουν από τα προϊστορικά χρόνια - ως ένα ανεξήγητο και ιδιαίτερα ενδιαφέρον φυσικό φαινόμενο. Η κατανόηση όμως και η επιστημονική εξήγηση της λειτουργίας της όρασης και της σχέσης της με το λευκό φως και τα χρώματα αποτελούσε ένα άλυτο ερωτηματικό. Ο Ισαάκ Νιούτον ή Νεύτων ήταν ο επιστήμονας, ο οποίος με το πείραμά του απέδειξε ότι το λευκό φως δεν είναι χρώμα, αλλά ένα μείγμα επτά χρωμάτων και έθεσε τις βάσεις της επιστήμης της Οπτικής.

Ιστορική αναδρομή

Τα χρώματα και η σύνδεσή τους με το λευκό χρώμα αποτέλεσαν ένα πεδίο ενδιαφέροντος για τον άνθρωπο. Πρώτος ο Αριστοτέλης στις αρχές της Αναγέννησης δίδαξε, ότι τα βασικά χρώματα είναι δύο, το λευκό και το μαύρο. Θεωρούσε ότι το λευκό μετατρέπεται βαθμιαία σε μαύρο περνώντας από τα «ατελή» χρώματα τα οποία ήταν: το κίτρινο, το κόκκινο, το ιώδες, το πράσινο και το κυανό.

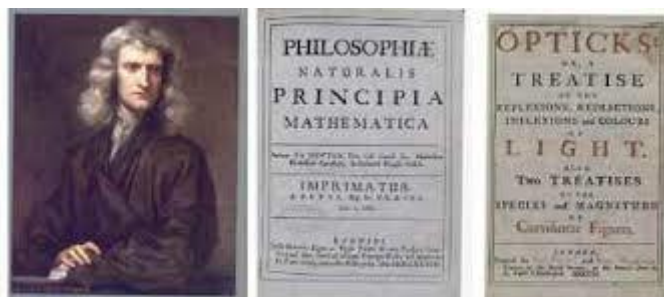
Το 1665 αποφοιτά από το Πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ ο μαθηματικός **Ισαάκ Νιούτον**. Στην ελληνική γλώσσα το όνομά του έγινε γνωστό ως «Νεύτων». Τη χρονιά που έλαβε το πτυχίο του πήρε την απόφαση να μετακομίσει στο σπίτι της μητέρας του στο χωριό Γούλσθροπ, πιθανόν λόγω της επιδημίας πανώλης που είχε ξεσπάσει στην Αγγλία, στο οποίο παρέμεινε δύο χρόνια.

Ο Νεύτων αφιέρωσε τον χρόνο του σε πειράματα και έδωσε μεγάλη βαρύτητα σε πειράματα Οπτικής. Το κυριότερο πείραμά του ήταν η θεωρία του για το λευκό φως μες την οποία στην ουσία κατέρριψε τη θεωρία του Αριστοτέλη και έθεσε νέες βάσεις τόσο για την κατανόηση των χρωμάτων όσο και για τη λειτουργία της Οπτικής.

Πολλές σύγχρονες πηγές αναφέρουν ότι ο Ισαάκ Νεύτωνας χρησιμοποίησε ο ίδιος έναν δίσκο με διαφορετικά χρωματισμένους τομείς για να αποδείξει, ότι το λευκό φως είναι ανάμειξη όλων των βασικών χρωμάτων. Βέβαια, καμία πηγή δεν φαίνεται να βασίζεται σε ιστορικά γεγονότα. Ο Πτολεμαίος και ο Αλχαζέν περιέγραψαν την αθροιστική οπτική ανάμειξη χιλιάδες χρόνια πριν τον Νεύτωνα, αλλά δεν χρησιμοποίησαν βασικά χρώματα για να καταλήξουν στο άσπρο χρώμα που κατέληξε ο Νεύτωνας με τον δίσκο του.

Ο Νεύτωνας επιστρέφοντας στο Κέμπριτζ το 1672 κατέθεσε στη Βασιλική Εταιρεία την εργασία του με θέμα τις ανακαλύψεις του σε σχέση με την οπτική, καθώς και δύο επόμενες εργασίες που όμως πολεμήθηκαν από τον Ρόμπερτ Χουκ ή αλλιώς «καμπούρη». Ο Χουκ επιμελητής πειραμάτων της Βασιλικής Εταιρείας (νόμος του Χουκ), είχε διατυπώσει θεωρία για το φως και τα χρώματα που τον έθετε αντίθετο από τον Νεύτωνα. Η διαμάχη μεταξύ των δύο επιστημόνων κράτησε πολλά χρόνια με αποτέλεσμα ο Νεύτων να μην δημοσιεύει τίποτα μέχρι το θάνατο του Χουκ το 1703.

Το 1704 εκδίδει το βιβλίο του **“OPTICKS”** (ΟΠΤΙΚΗ).



Ο Νεύτων με τα πειράματά του και την κατασκευή του **«δίσκου του Νεύτωνα»** το οποίο είναι ένα από τα πιο γνωστά πειράματα φυσικής, απέδειξε ότι το λευκό φως δεν είναι βασικό χρώμα, αλλά ένα μείγμα επτά χρωμάτων.

Τα πειράματα του Νεύτωνα

Ο Νεύτων άνοιξε μία τρύπα 6 εκατοστών στο παντζούρι του παραθύρου του. Η σκέψη του ήταν να μπορεί να μπει στο δωμάτιο το φως του Ήλιου, αλλά με τη μορφή μίας λεπτής δεσμίδας φωτός, η οποία στη συνέχεια έπεφτε στον απέναντι τοίχο και σχημάτιζε μία λευκή κηλίδα με διάμετρο όμοια με την τρύπα στο παντζούρι. Στη διαδρομή της δέσμης έβαλε ένα γυάλινο πρίσμα. Παρατήρησε ότι η λευκή κηλίδα μετατράπηκε σε μία χρωματιστή ταινία με πάχος ίδιο με τη διάμετρο της τρύπας και μήκος πέντε φορές μεγαλύτερο από το πάχος.

Χαρακτηριστικό ήταν, ότι η ταινία στη μία άκρη της είχε το χρώμα κόκκινο και κατέληγε στο ιώδες ή βιολετί. Ενδιάμεσα ήταν το πορτοκαλί, το κίτρινο, το πράσινο, το γαλάζιο και το κυανό.

Στη συνέχεια με διαδοχικά πειράματα θέλησε να μελετήσει τις ιδιότητες των χρωμάτων που έβλεπε. Αρχικά θέλησε να διαπιστώσει αν το φαινόμενο που έβλεπε εξαρτάται από: α. τη θέση του πρίσματος και β. το είδος του πρίσματος. Η απάντηση που έδωσε ήταν αρνητική. Συνεχίζοντας την ανάλυση θέλησε να δει αν τα χρώματα που παρατήρησε αναλύονται περαιτέρω. Χρησιμοποίησε για το σκοπό αυτό ένα δεύτερο πρίσμα και διαπίστωσε ότι δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο. Επίσης, διαπίστωσε ότι το ίδιο το πρίσμα «κάμπτει» κατά διαφορετική γωνία τα χρώματα. Δηλαδή, κάμπτει περισσότερο το ιώδες και λιγότερο το κόκκινο.

Οι παρατηρήσεις του δεν σταμάτησαν εκεί, αλλά θέλησε να κατανοήσει αν το φαινόμενο που παρατηρούσε ήταν αναστρέψιμο. Για το σκοπό αυτό έβαλε ένα δεύτερο πρίσμα στη πολύχρωμη δέσμη που ερχόταν από το πρώτο πρίσμα, με την ακμή του όμως αντίθετα προσανατολισμένη. Διαπίστωσε τότε ότι η πολύχρωμη δέσμη συγκεντρώνεται και δίνει πάλι μία λευκή κηλίδα. Η παρατήρηση αυτή τον οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το λευκό χρώμα δεν είναι βασικό αλλά αποτελείται από το μείγμα των χρωμάτων.

Ο Νεύτων ανατρέπει τις υπάρχουσες θεωρίες

Ο Νεύτων δεν ήταν ο πρώτος που είδε το ηλιακό φάσμα σε προβολή, αλλά ήταν ο πρώτος που διέκρινε στο σχήμα του την αδυναμία των προηγούμενων θεωριών για το φως.

- Απέκλεισε από το πείραμά του κάθε τυχαίο παράγοντα π.χ. ατέλειες στο πρίσμα ή λοξοδρόμηση των ακτινών.
- Διάθλασε μια ακτίνα από κάθε χρώμα μέσα από ένα δεύτερο πρίσμα.
- Διαπίστωσε ότι η διαθλαστικότητα είναι μέγεθος σταθερό για το κάθε χρώμα, μεγαλύτερο προς το ιώδες και μικρότερο προς το κόκκινο.

Αυτό του αρκούσε για να κάνει το μεγάλο βήμα και να ανατρέψει μια αντίληψη που θεωρούνταν αδιάσειστη για χιλιετίες.

Το λευκό φως είναι σύνθετο, και όπως αναφέρει ο ίδιος «ένα μπερδεμένο σύνολο από ακτίνες εφοδιασμένες με όλα τα είδη χρωμάτων, καθώς εκπέμπονται φύρδην- μίγδην από τα διάφορα τμήματα των φωτεινών σωμάτων».

«Αλλά το να προσδιορίσουμε πιο απόλυτα τι είναι το φως, με ποιο τρόπο διαθλάται και με ποιες διαδικασίες ή λειτουργίες παράγει στο μυαλό μας την αίσθηση των χρωμάτων δεν είναι και τόσο εύκολο. Και δεν θα ανακατέψω εικασίες με βεβαιότητες».

Ο δίσκος ή τροχός του Νεύτωνα

Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα από τα πειράματα του Νεύτωνα επιβεβαιώθηκαν στη συνέχεια με το δίσκο που κατασκεύασε.

Ο δίσκος ή τροχός του Νεύτωνα αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο που απαρτίζεται από τομείς με διαφορετικά χρώματα (κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, βιολετί, πράσινο, μπλε και ινδικό). Όταν ο δίσκος περιστρέφεται, τα χρώματα σβήνουν από κοινού και το μάτι, δεν μπορεί να ανταποκριθεί αρκετά γρήγορα, βλέπει τα χρώματα να αναμειγνύονται μαζί για να σχηματίσουν λευκό. Δεδομένου ότι το μάτι είναι πιο ευαίσθητο στα χρώματα στη μέση του ορατού φάσματος, οι σφήνες με κίτρινο και πράσινο συχνά γίνονται στενότερες, ενώ οι κόκκινες και οι βιολέτες γίνονται ευρύτερες. Αυτός ο τύπος μίξης ερεθισμάτων του φωτός ονομάζεται χρονικά στιγμιαία οπτική μίξη.

Μεταίσθημα ή μετείκασμα και δίσκος του Νεύτωνα

Το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να διακρίνει αλλαγές οι οποίες συμβαίνουν σε χρονικό διάστημα μικρότερο από το $1/16$ του δευτερολέπτου. Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται μεταίσθημα ή μετείκασμα. Όπως είναι γνωστό ο δίσκος του Νεύτωνα λειτουργεί λόγω του φωτός το οποίο αντανακλάται στην επιφάνεια του και γίνεται αντιληπτό από τα μάτια του ανθρώπου. Όταν ο δίσκος είναι ακίνητος ή κινείται αργά, το μάτι μας προλαβαίνει να ξεχωρίσει τα διαφορετικά χρώματα, που προκύπτουν από την ανάκλαση του λευκού φωτός πάνω στο χαρτί. Όταν όμως κινείται με μεγάλη ταχύτητα, το ανθρώπινο μάτι δεν προλαβαίνει να ξεχωρίσει κάθε χρώμα χωριστά και βλέπει μια σύνθεση όλων αυτών των χρωμάτων που αποτελεί στην ουσία το λευκό φως, καθώς σύμφωνα με τον Νεύτωνα υποστηρίζεται ότι το λευκό φως περιέχει όλα τα χρώματα της ίριδας (τα χρώματα που εμφανίζονται ύστερα από την βροχή λόγω της διάθλασης του φωτός μέσα από τις σταγόνες νερού, τα οποία σχηματίζουν ένα τόξο).

Ερμηνεία των χρωμάτων από τον Νεύτωνα

Το λευκό φως αποτελείται από διάφορα χρώματα.

Τα χρώματα αυτά ονομάζονται «βασικά».

Κάθε χρώμα «δημιουργείται» από σωματίδια διαφορετικής μάζας.

Όταν τα σωματίδια του φωτός κινούνται από ένα μέσο σε ένα άλλο, έλκονται με διαφορετική βαρυτική δύναμη, λόγω των διαφορετικών μαζών τους.

Με αυτόν τον τρόπο η κάθετη, στην διεπιφάνεια μεταξύ των δύο μέσων, συνιστώσα της ταχύτητας μεταβάλλεται κατά μια διαφορετική ποσότητα για κάθε χρώμα και επομένως το ίδιο συμβαίνει με τη γωνία διάθλασης.

Η ανασύνθεση του λευκού φωτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με τον δίσκο του Νεύτωνα.

Η σωματιδιακή θεωρία του Νεύτωνα μπορεί να ερμηνεύσει την διάδοση του φωτός, την ανάκλαση, τη διάθλαση και τα χρώματα, αλλά δεν μπορεί να ερμηνεύσει τη συμβολή και την πόλωση.

Το φως και ο δίσκος του Νεύτωνα

Βέβαια, για να λειτουργήσει ο δίσκος του Νεύτωνα χρειάζεται φως. Σύμφωνα με διάφορες θεωρίες επισημαίνεται, ότι το φως κατέχει υλική υπόσταση σε αντίθεση με το σκοτάδι το οποίο θεωρείται ότι είναι έλλειψη φωτός. Έτσι έγινε αντιληπτό ότι το φως είναι τροχιές πολύ μικρών αόρατων σωματιδίων. Πλέον ο ορισμός του φωτός έχει αλλάξει: Το φως αποτελεί την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που ανιχνεύεται από τον οφθαλμό (μάτι) του ανθρώπου, δηλαδή είναι αίτιο της όρασης. Η αντίληψη αυτή του ορατού φωτός αποτελεί τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τα σωματίδια-κύματα (κβάντα) φωτός ονομάζονται φωτόνια.

Διάδοση φωτός:

- Σύμφωνα με την αρχή του Ήρωνα το φως πάντα ακολουθεί τη συντομότερη οδό για οποιονδήποτε προορισμό.
- Όταν ο χώρος στον οποίο το φως μεταφέρεται είναι ισότροπος τότε και το φως κινείται ισότροπα πρέπει δηλαδή το φως να διέρχεται και από χώρο με μη έντονη διαβάθμιση της βαρύτητας ή καμπύλωσης του χωροχρόνου, όπως αυτή εξηγείται με τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας).
- Η αρχή του ελάχιστου χρόνου που είναι όμοια με αυτή του Ήρωνα.
- Αρχή της αντίστροφης πορείας. Όταν το φως διαδίδεται προς ορισμένο δρόμο προς μια φορά είναι δυνατόν να ακολουθήσει τον ίδιο κατά αντίθετη φορά.

Ορισμοί που σχετίζονται με το φως και τη δομή του:

- Σύνθετο φως ονομάζεται οποιοδήποτε φως που αναλύεται σε χρώματα.
- Αντίθετα με το σύνθετο φως το μονοχρωματικό φως, ονομάζεται εκείνο μιας φωτεινής δέσμης που δεν αναλύεται όταν διέρχεται από ένα διαφανές πρίσμα.
- Φωταύγεια ονομάζεται κάθε εκπομπή φωτός που όμως δεν οφείλεται στη μεγάλη θερμοκρασία της πηγής που την εκπέμπει.
- Φθορισμός ονομάζεται το φαινόμενο της εκπομπής φωτός από μια ουσία όταν αυτή διεγείρεται από άλλη φωτεινή ακτινοβολία.
- Φωσφορισμός ονομάζεται το φαινόμενο της παράτασης εκπομπής φωτός από μια ουσία την οποία έχει πάψει να διεγείρει άλλη φωτεινή ακτινοβολία.

Ο Φθορισμός (και τα είδη του), ο φωσφορισμός και η φωτοτροπία αποτελούν τα φωτοφυσικά φαινόμενα τα οποία και εξετάζει κατά αντικείμενο έρευνας η Φωτοχημεία.

Ερμηνεία της ανάκλασης και διάθλασης του φωτός

Ο Νεύτωνας απέδειξε ότι:

Στην ανάκλαση το «κάτοπτρο» εξασκεί μια απωστική δύναμη στα σωματίδια του φωτός. Το μέτρο της ταχύτητάς τους παραμένει σταθερό.

Στη διάθλαση το πυκνότερο μέσο εξασκεί μια ελκτική δύναμη στα σωματίδια του φωτός. Το μέτρο της ταχύτητάς τους είναι μεγαλύτερο στο πυκνότερο μέσο.

Τα χρώματα και δίσκος του Νεύτωνα

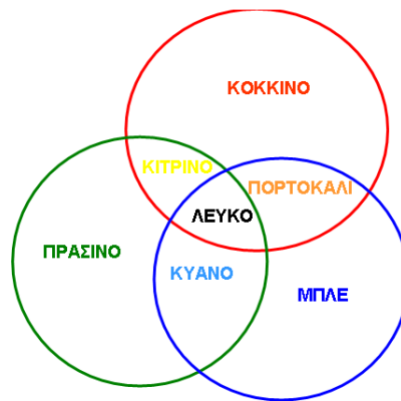
Το λευκό φως περιέχει όλα τα μήκη κύματος (ή αλλιώς συχνότητες) που μπορεί να ανιχνεύσει το ανθρώπινο μάτι. Οι συχνότητες κυμαίνονται από 400nm μέχρι 700nm.

Ανάλογα με το μήκος κύματος, το ανθρώπινο μάτι ανιχνεύει διαφορετικά χρώματα:

- κόκκινο: περίπου 700nm – 650 nm

- πορτοκαλί: περίπου 650 nm – 600 nm
- κίτρινο: περίπου 600 nm – 550 nm
- πράσινο: περίπου 550 nm – 500 nm
- κυανό: περίπου 500 nm – 450 nm
- ιώδες: περίπου 450 nm – 400 nm

Όταν παρατηρούμε το δίσκο του Νεύτωνα αρχικά βλέπουμε επτά διαφορετικά χρώματα. Όταν βλέπουμε ένα χρώμα στο δίσκο αυτό σημαίνει ότι όλα τα άλλα μήκη κύματος των χρωμάτων που δεν βλέπουμε και περιέχονται στο λευκό φως, απορροφούνται από το υλικό βαφής του χρώματος. Όταν ο δίσκος είναι ακίνητος ή κινείται αργά τότε αντιλαμβανόμαστε τα διαφορετικά χρώματα. Όταν ο δίσκος περιστρέφεται γρήγορα το ανθρώπινο μάτι δεν προλαβαίνει να ξεχωρίσει τα χρώματα και βλέπει τη σύνθεση τους δηλαδή το λευκό φως.



Δίσκος του Νεύτωνα (Οπτική) | Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Τμήμα Φυσικής

Η ανάμειξη των χρωμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση του φωτός με αποτέλεσμα την παραγωγή λευκού φωτός ονομάζεται ΣΥΝΘΕΣΗ του φωτός.

Το λευκό φως συντίθεται από την ανάμειξη κόκκινου, πράσινου και μπλε.

Τα αδιαφανή σώματα απορροφούν ένα μέρος της ακτινοβολίας και εκπέμπουν το υπόλοιπο. Οπότε το χρώμα που βλέπουμε τελικά εξαρτάται από δύο παράγοντες:

Από το χρώμα που φωτίζει.

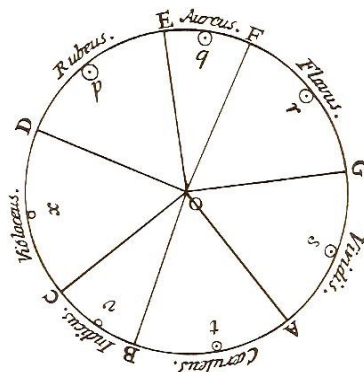
Από το χρώμα που απορροφά.

Αν ένα σώμα φωτίζεται με λευκό χρώμα και:

- φαίνεται ΛΕΥΚΟ, σημαίνει ότι δεν απορροφά καθόλου ακτινοβολία
- φαίνεται ΜΑΥΡΟ σημαίνει ότι έχει απορροφήσει όλη την ακτινοβολία
- φαίνεται ΚΟΚΚΙΝΟ σημαίνει ότι απορροφά όλες τις ακτινοβολίες εκτός από την κόκκινη την οποία διαχέει

Ο δίσκος του Νεύτωνα στην εκπαιδευτική διαδικασία

Ο δίσκος του Νεύτωνα χρησιμοποιείται εύκολα στην εκπαιδευτική διαδικασία ιδιαίτερα στο χώρο του σχολείου γιατί το κόστος κατασκευής του είναι ελάχιστο, η ίδια η κατασκευή εύκολη και όλα τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν με προσωπική εργασία φτιάχνοντας ατομικά το δίσκο του Νεύτωνα. Συνήθως η κατασκευή εντάσσεται στην ενότητα που αφορά το «Φως και τα χρώματα» στην ΣΤ' Δημοτικού.



Ο δίσκος του Νεύτωνα, ο αυθεντικός - Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών

Έτοιμο πρότυπο του δίσκου ή εκτύπωση δίσκου χωρίς χρώματα.

Υλικά που απαιτούνται:

- Ξυλομπογιές.
- Ψαλίδι.
- Χονδρή καρφίτσα ή λεπτή πρόκα.
- Κολλητική ταινία.
- Εύλινα καλαμάκια.
- Ιδανικά μέθοδος πλαστικοποίησης του δίσκου.

Τα παιδιά αφού κατασκευάσουν το δίσκο περνώντας τον στο ξύλινο καλαμάκι ώστε να περιστρέφεται με σταθερότητα, στρίβουν το δίσκο και με αυτό τον τρόπο «ανακατεύουν» τα χρώματα.

Στη συνέχεια καλούνται να απαντήσουν σε συγκεκριμένα ερωτήματα:

1. Τι παρατηρούμε ότι περιστρέφουμε τον δίσκο;
2. Τι παρατηρούμε αν τον περιστρέψουμε αργά;
3. Τι παρατηρούμε αν τον περιστρέψουμε με αντίθετη φορά; Αλλάζει το αποτέλεσμα;

Εφόσον υπάρχει η κατάλληλη τεχνολογία στο σχολείο ο δίσκος μπορεί να φτιαχτεί με:

- Πλαστικό κυκλικό δίσκο με τα χρώματα.
- Βάση στήριξης.
- Μοτέρ.



Άλλες εφαρμογές – Το τηλεσκόπιο του Νεύτωνα

Ο Νεύτωνας παρατηρώντας ότι ο συγκλίνων φακός είναι ένα είδος καμπύλου πρίσματος, συμπέρανε ότι θα εισάγει πάντοτε χρωματικό σφάλμα. Αυτό σημαίνει ότι θα αναλύει το λευκό φως, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ξεχωριστές εικόνες (μία για κάθε χρώμα) του παρατηρούμενου ουράνιου σώματος.



Ακριβές αντίγραφο τον κατοπτρικού τηλεσκοπίου που κατασκεύασε ο Νεύτων.

Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι μία «θολή» εικόνα. Γι' αυτόν τον λόγο σκέφθηκε να χρησιμοποιήσει κάτοπτρα. Κατασκεύασε το πρώτο κατοπτρικό τηλεσκόπιο και σήμερα γνωρίζουμε ότι το χρωματικό σφάλμα είναι δυνατό να διορθωθεί με τη χρήση σύνθετων φακών.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Ο Ισαάκ Νεύτων με την πραγματοποίηση των πειραμάτων του απέδειξε ότι το φως αναλύεται σε 7 χρώματα, από το συνδυασμό των χρωμάτων προκύπτει το λευκό φως και καθένα από τα χρώματα δεν αναλύεται περισσότερο. Με αυτό τον τρόπο άλλαξε τις μέχρι τότε θεωρίες για τα χρώματα και έθεσε τις βάσεις για την επιστήμη της Οπτικής, της Χρωματολογίας και της Ζωγραφικής.

*Άγγελος Βόσσος
Ορέστης Γκόνης-Κούκας*

Βιβλιογραφία

“Ο Νεύτων Και η Φύση Του Φωτός.” Ειδήσεις - Νέα - Το Βήμα Online, Tovima.gr, 28 Nov. 2010, www.tovima.gr/2010/11/28/science/o-neytwn-kai-i-fysi-toy-fwtos/.

Νταλακούδης, Νίκος. “Εγκύκλιος Παιδεία.” ΦΩΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑΤΑ(2), egpaid.blogspot.com/2010/03/2_21.html.

“Ιστορία Των Επιστημών & Της Τεχνολογίας (Γ Γενικού Λυκείου - Επιλογής) - ANENERΓΟ: Ηλεκτρονικό Βιβλίο.” Μετάβαση Στην Υπηρεσία Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία, ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C114/425/2861,10886/.

User, Super. “Home.” PANOPTIS, panoptisjournal.gr/.

“Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Τμήμα Φυσικής.” Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Τμήμα Φυσικής | Αίθουσα Πειραμάτων, phys-exp.physics.uoi.gr/.

“Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών.” Ο Δίσκος Του Νεύτωνα, ο Αυθεντικός - Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, efereth.wikidot.com/newton-disk.

Μαύρες Τρύπες

«Η μαύρη τρύπα (ή μελανή οπή) είναι το ουράνιο σώμα το οποίο δημιουργείται, όταν ένα αστέρι (περίπου) 3,5 φορές μεγαλύτερης μάζας από αυτήν του ήλιου μας, φτάνει στο τέλος της ζωής του. Το αστέρι συρρικνώνεται και αποκτά τόσο μεγάλη καμπυλότητα (ισχυρό βαρυτικό πεδίο) που μπορεί να καμπυλώσει έως και την ευθύγραμμη πορεία του φωτός. Το ισχυρό της βαρυτικό πεδίο, οφείλεται στον σχεδόν μηδενικό της όγκο και στην τεράστια πυκνότητα της.»

Στη διάρκεια της ζωής ενός άστρου υπάρχουν δύο αντίθετες δυνάμεις στις οποίες οφείλεται το μέγεθός του:

Η πρώτη οφείλεται στη πυρηνική σύνταξή που συμβαίνει στο εσωτερικό του με κατεύθυνση προς τα έξω και η βαρυτική δύναμη που είναι ανάλογη της μάζας του άστρου με κατεύθυνση προς το εσωτερικό του. Όσο αυτές οι δυνάμεις έχουν ίσα μέτρα το άστρο έχει σταθερό μέγεθος. Όταν καεί το πυρηνικό του καύσιμο (υδρογόνο) η βαρυτική δύναμη υπερισχύει με αποτέλεσμα το άστρο να υποστεί βαρυτική κατάρρευση. Η μαύρη τρύπα είναι μια από τις κατηγορίες νεκρών άστρων που διαμορφώνεται όταν η αρχική μάζα του άστρου είναι μεγαλύτερη από 3,5 ηλιακές μάζες

Υπερκαινοφανής Αστέρας:

Σε ένα άστρο υπάρχει η βαρυτική δύναμη και η απωστική δύναμη. Η βαρυτική συμπίεζει το άστρο και η απωστική ακριβώς το ανάποδο. Έτσι, υπάρχει ισορροπία στο άστρο. Η απωστική δύναμη υπάρχει με τη βοήθεια του υδρογόνου. Όταν τελειώσει το υδρογόνο υπερισχύει η βαρυτική δύναμη, φέρνοντας το άστρο κάποιες φορές σε στάδιο supernova, ή αλλιώς Υπερκαινοφανή Αστέρα. Το άστρο παράγει μεγάλα ποσά ενέργειας και φωτός, δημιουργώντας μια τεράστια έκρηξη. Ένας ακόμα τρόπος δημιουργίας του supernova, είναι όταν ένας λευκός νάνος (ήλιος που με την έλλειψη υδρογόνου έφτασε στο τέλος της ζωής του παγώνοντας) απορροφά το υλικό (τη μάζα) από ένα συνοδό αστέρα όταν φτάσει στο κρίσιμο όριο απορρόφησης μάζας, το λεγόμενο Όριο Τσαντρασεκάρ (Chandrasekhar), οπότε και θα υποστεί ομοίως θερμοπυρηνική έκρηξη καταρρέοντας κάτω από τη δύναμη της βαρύτητας.

Τρόπος δημιουργίας

Μετά από μια έκρηξη υπερκαινοφανούς (ευρέως γνωστή και ως super nova), αν η μάζα που απομένει είναι μεγάλη, η βαρύτητα επικρατεί, και το άστρο καταρρέει σε μελανή οπή. Όταν ένα αστέρι φτάσει στα τελευταία στάδια της εξέλιξης του και η μάζα που απομένει ξεπερνάει τις 3,5 Ηλιακές Μάζες τότε η πίεση εκφυλισμένων σωματιδίων δεν μπορεί να συγκρατήσει τη βαρυτική κατάρρευση με αποτέλεσμα το αντικείμενο *θεωρητικά* να συστέλλεται στο διηνεκές. Όταν η φυσική διάσταση του σώματος γίνει μικρότερη της ακτίνας Schwarzschild που ισούται με $2GM/c^2$ τότε η ταχύτητα

διαφυγής εξισώνεται με την ταχύτητα του φωτός με συνέπεια τίποτα να μην μπορεί να διαφύγει από το αντικείμενο. Πρόκειται για μια εξήγηση με βάση την κλασική φυσική. Αυτό εξηγεί και το μαύρο χρώμα αυτού του ουράνιου σώματος καθώς τα φωτόνια δεν μπορούν να «διαφύγουν» από το βαρυτικό του πεδίο.

Σύμφωνα με την Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, ο χρόνος και ο τριών διαστάσεων χώρος συνιστούν ένα τετραδιάστατο συνεχές, τον Χωροχρόνο. Σ' αυτό το συνεχές εμπλέκεται και η βαρύτητα, η οποία διά της κατανομής της ύλης αλλά και της ενέργειας στο Σύμπαν καμπυλώνει τον Χωροχρόνο, όπως μία επίπεδη ελαστική μεμβράνη παραμορφώνεται όταν τεθεί πάνω της μια μεταλλική σφαίρα. Οι διαδρομές λοιπόν των διαφόρων αντικειμένων, που κινούνται μέσα στον Χωροχρόνο υφίστανται κύρτωση σαν να έλκονται από κάποιο βαρυτικό πεδίο. Οι Μελανές οπές προσδίδουν τέτοια καμπύλωση στον Χωροχρόνο ώστε προκαλείται σύγκλιση των διαδρομών που ακολουθούν ακόμα και οι ακτίνες του φωτός.

Πρόκειται λοιπόν για ουράνια σώματα με ασύλληπτη πυκνότητα και εξ αιτίας αυτού περιβάλλονται από ένα ισχυρό βαρυτικό πεδίο. Η βαρυτική έλξη μιας μελανής οπής είναι τόσο υψηλή, που έλκει και συλλαμβάνει σ' ένα αφάνταστα συντριπτικό εναγκαλισμό, οτιδήποτε σε κοντινή απόσταση. Ακόμα και το φως δεν μπορεί να διαφύγει από αυτόν τον εναγκαλισμό, με αποτέλεσμα να μη φτάνει φυσικά στα μάτια των παρατηρητών αλλά και στους αισθητήρες των ραδιοτηλεσκοπίων και εξ' ου και το όνομα αυτού του ουράνιου σώματος. Δίνοντας ένα πρόχειρο παράδειγμα, η πυκνότητα μιας μαύρης τρύπας θα μπορούσε να συγκριθεί με αυτήν της Γης εάν ήταν συμπιεσμένη στο μέγεθος ενός κερασιού.

Σύμφωνα με την Κβαντική Θεωρία κατά τον Stephen Hawking, οι Μελανές Οπές δεν είναι εντελώς μαύρες, εκπέμπουν σωματίδια και ακτινοβολία όλων των ειδών, όπως συμβαίνει με ένα θερμό σώμα. Η θερμοκρασία τους ανέρχεται σε περίπου ένα εκατομμυριοστό του βαθμού πάνω απ' το απόλυτο μηδέν για μια μάζα ίση με μερικές ηλιακές.

Τα χαρακτηριστικά μιας Μελανής Οπής είναι η μάζα, το φορτίο, και η στροφορμή. Μάλιστα μπορεί να έχει σχηματιστεί από πολύ μεγάλο πλήθος σωματιδίων διαφορετικών συγκεντρώσεων. Δεν εξαρτάται από την φύση του σώματος που κατέρρευσε, για να την σχηματίσει. Η συμπεριφορά της καθορίζεται απ' τους παρακάτω νόμους:

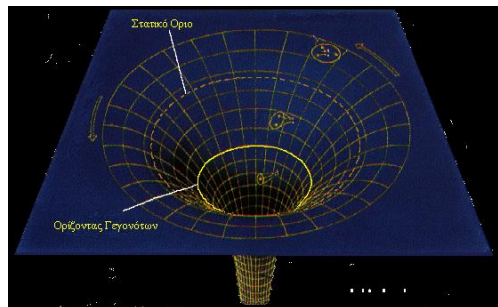
A. Μηδενικός νόμος: η βαρύτητα είναι σταθερή σε κάθε σημείο του ορίζοντα γεγονότων.

B. Πρώτος νόμος: υπακούει στην αρχή διατήρησης της ενέργειας, του φορτίου, της ορμής και της στροφορμής.

Γ. Δεύτερος νόμος: Η γενικευμένη εντροπία ουδέποτε είναι φθίνουσα συνάρτηση του χρόνου. Η επιφάνεια των Μελανών Οπών δεν ελαττώνεται σε καμμία περίπτωση αλληλεπίδρασής τους με κάποια μορφή ύλης. Η εντροπία είναι ένα μέτρο του πλήθους των εσωτερικών καταστάσεων (των τρόπων με τους οποίους μπορεί να διαταχθεί το

εσωτερικό), τις οποίες θα μπορούσε να έχει μια Μελανή Οπή, χωρίς να δείχνει καθόλου διαφορετική σε έναν εξωτερικό παρατηρητή.

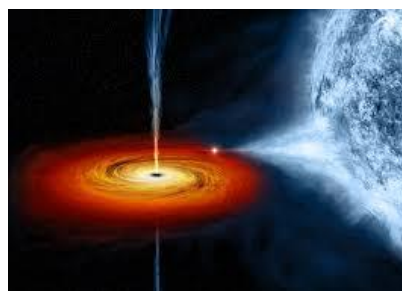
Δ. Τρίτος νόμος: Η επιφανειακή βαρύτητα ουδέποτε μηδενίζεται ακριβώς. Στο σχήμα απεικονίζεται μια Μελανή Οπή. Διακρίνεται ο Ορίζοντας Γεγονότων πού η ακτίνα του είναι η ακτίνα Schwarzschild. Οτιδήποτε συμβαίνει κάτω απ' αυτόν είναι καταδικασμένο στην αφάνεια. Ανάμεσα στον Ορίζοντα Γεγονότων και το Στατικό Όριο υπάρχει η Εργόσφαιρα μέσα στην οποία ότι βρεθεί υποβάλλεται σε περιδίνηση και εν συνεχεία σε εκτόξευση προς τα έξω με απίστευτη ταχύτητα. Πέραν του Στατικού Ορίου δεν υπάρχει επίδραση της Οπής. Η Μοναδικότητα, που λέγεται και σημειακή χωροχρονική ανωμαλία είναι το κέντρο της Οπής όπου περιέχεται όλη η μάζα του καταρρεύσαντος άστρου. Είναι ένα σημείο με άπειρη πυκνότητα όπως αντιλαμβάνεται κανείς. Εκεί δεν ισχύουν οι φυσικοί νόμοι και η φαντασία μπορεί να οργιάζει για το τι μπορεί να συμβαίνει στο σημείο αυτό. Κατά τον Stephen Hawking ίσως εκεί βρίσκεται και το τέλος του χρόνου, η αρχή του οποίου βρίσκεται στην Μεγάλη Έκρηξη της δημιουργίας του Σύμπαντος.



Όμως μια μαύρη τρύπα γίνεται να εντοπιστεί από εμάς αλλά δεν διακρίνονται όπως θα θέλαμε τα πάντα καθώς δεν μπορούμε να τα δούμε με το ανθρώπινο μάτι ή τηλεσκόπια. Μια Μελανή Οπή ανιχνεύεται από την παρατήρηση ύλης, η οποία βρίσκεται σε τροχιά γύρω από κάποιο συμπαγές και αόρατο αντικείμενο μεγάλης μάζας. Κι αυτό, επειδή εξακολουθεί να ασκεί την βαρυτική του επίδραση το άστρο, απ' το οποίο προήλθε η Μελανή Οπή, όπως την ασκούσε και πριν την κατάρρευση. Δηλαδή, και όπως είναι φυσικό, δεν παρατηρείται η ίδια, αλλά διαπιστώνεται η ύπαρξή της από την βαρυτική επίδραση που ασκεί σε γειτονικά της ουράνια σώματα. Ήδη έχουν παρατηρηθεί πολλά τέτοια συστήματα.

Οι μαύρες τρύπες είναι ίδιες μεταξύ τους, εκτός από τρεις χαρακτηριστικές ιδιότητες: τη μάζα τους, τη στροφορμή τους (εάν και πόσο γρήγορα περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα), και το ηλεκτρικό φορτίο τους. Οι μελανές οπές, διαγράφουν τις σύνθετες ιδιότητες των αντικειμένων που καταπίνουν.

Ένα αστρονόμος, μπορεί να μετρήσει τη μάζα των μαύρων τρυπών, μελετώντας το υλικό που είναι σε τροχιά γύρω τους. Μέχρι τώρα, έχουν βρεθεί δύο διαφορετικοί τύποι μαύρων οπών: οι αστρικές (οι οποίες μπορεί να είναι πιο βαριές ακόμη και από τον ήλιο μας) και τις υπερμεγέθεις (οι οποίες έχουν παρόμοιο βάρος με αυτό ενός μικρού γαλαξία). Υπάρχει, βέβαια, και περίπτωση οι μάζες των μελάνων οπών να μην είναι ίσες με αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω. Να είναι δηλαδή ενδιάμεσης μάζας, όπως και ονομάζονται.



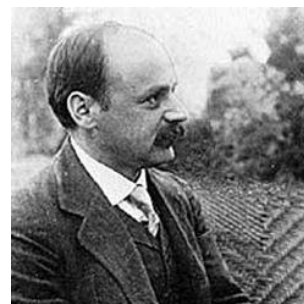
Οι μελανές οπές, έχουν την ιδιότητα να περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα, πρέπει, όμως, η ταχύτητα περιστροφής, να μην ξεπερνά ένα συγκεκριμένο όριο. Υπάρχει, επίσης, και η θεωρία ότι πολλές μελανές οπές του γαλαξία μας περιστρέφονται, καθώς τα αντικείμενα από τα οποία αποτελούνται έχουν την τάση να περιστρέφονται. Αν ισχύει αυτό, όμως, το φορτίο τους θα μηδενιζόταν, γεγονός το οποίο οδηγεί αστρονόμους στο να θεωρούν τις μελανές οπές αφόρτιστες.

Οι μελανές οπές οι οποίες έχουν μηδενική στροφορμή και δεν έχουν φορτίο, ονομάζονται Schwarzschild. Μαύρες τρύπες, οι οποίες έχουν στροφορμή διάφορη του μηδενός και δεν έχουν φορτίο, αποκαλούνται Kerr. Οι μελανές οπές οι οποίες δεν περιστρέφονται και είναι φορτισμένες, λέγονται Reissner-Nordström. Τέλος, οι μαύρες τρύπες οι οποίες περιστρέφονται και έχουν φορτίο, ονομάζονται Kerr-Newman. Έτσι, συνειδητοποιούμε ότι οι μόνες ιδιότητες που (θα ήταν ικανή να) έχει μια μελανή οπή, είναι η μάζα, το φορτίο και η στροφορμή.

Τύπος μελανής οπής	Μάζα	Στροφορμή	Φορτίο
Kerr	$M > 0$	$\Theta^*_{\iota} > 0$	$\Theta^*_{\eta} = 0$
Kerr-Newman	$M > 0$	$\Theta^*_{\iota} > 0$	$\nabla \times \mathbf{B}$
Reissner-Nordström	$M > 0$	$\Theta^*_{\iota} = 0$	$\nabla \times \mathbf{B}$
Schwarzschild	$M > 0$	$\Theta^*_{\iota} = 0$	$\Theta^*_{\eta} = 0$

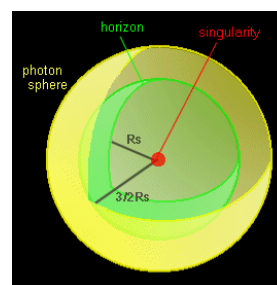
Μαύρη τρύπα Schwarzschild

Ο Karl Schwarzschild, (1873-1916), ένας Γερμανός φυσικός, ήταν ο πρώτος άνθρωπος που υπολόγισε τις λύσεις των εξισώσεων της Σχετικότητας οι οποίες εξηγούν τις μελανές οπές που δεν περιστρέφονται. Το 1915, ένα μήνα μετά τη δημοσίευση της θεωρίας της σχετικότητας, ο Schwarzschild ανακάλυψε τις εξισώσεις με τις οποίες μπορεί να περιγράψει μία μελανή οπή, η οποία δεν επιτρέπει την διαφυγή του φωτός και έτσι, ο χωρόχρονος καμπυλώνεται γύρω της. Οι εξισώσεις αυτές και οι λύσεις τους, βασίζονται στην δομή μιας μαύρης



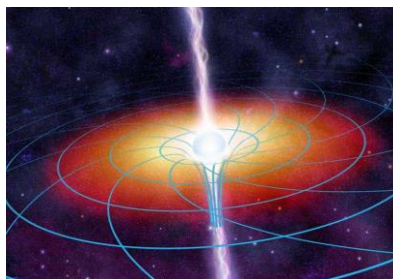
τρύπας (μάζα, μηδενικό ηλεκτρικό φορτίο ή στροφορμή).

Ο Γερμανός επιστήμονας, υπολόγισε ότι αν η ταχύτητα διαφυγής ενός σώματος ισοδυναμεί με την ταχύτητα του φωτός, το αστρονομικό αντικείμενο έχει ακτίνα $R = 2,96$ φορές το λόγο $M/M_{\text{Ηλίου}}$. Συνεπώς, κάθε αντικείμενο με ακτίνα μικρότερη από αυτή του Schwarzschild, είναι μαύρη τρύπα.



Μαύρη τρύπα Kerr

Μία μαύρη τρύπα, χαρακτηρίζεται από ιδιοπεριστροφή. Αυτό, συμβαίνει, διότι τα περισσότερα άστρα στο σύμπαν, τα οποία γίνονται μελανές οπές, περιστρέφονται γύρω από τον άξονα τους.



(Η περιστρεφόμενη μαύρη τρύπα παρασέρνει γύρω της τον χωροχρονικό ιστό)

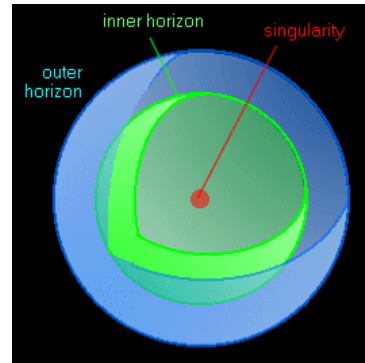
Ο Roy Kerr, ένας Νεοζηλανδός μαθηματικός, ανακάλυψε πρώτος 1963, εξισώσεις της σχετικότητας, που περιγράφουν περιστρεφόμενες μαύρες τρύπες.

Μια περιστρεφόμενη μαύρη τρύπα Kerr, έχει και δεύτερο (νοητό) κέλυφος, το στατικό όριο, που ταυτίζεται, στους πόλους περιστροφής της μαύρης τρύπας, με τον ορίζοντα γεγονότων, έχοντας την μέγιστη απόσταση στον ισημερινό του. Εργόσφαιρα ονομάζεται ο χώρος ανάμεσα στο στατικό όριο και τον ορίζοντα γεγονότων.

Το 1969 διατυπώθηκε η αντίληψη ότι, αν ένα σώμα εισέρθει στην εργόσφαιρα και διασπαστεί τμήμα του, τότε θα μπει στην μελανή οπή και θα απορροφηθεί, ενώ υπάρχει περίπτωση το υπόλοιπο να βγει από την εργόσφαιρα με μεγαλύτερη ενέργεια από ότι προηγουμένως το 1969, από τον Roger Penrose και ονομάζεται μηχανισμός Penrose.

Μαύρη τρύπα Reissner-Nordstrom

Μελανή οπή Reissner-Nordstrom, ονομάζεται κάθε μαύρη τρύπα, η οποία είναι ηλεκτρικά φορτισμένη, αλλά δεν περιστρέφεται. Οι μαύρες τρύπες Reissner-Nordstrom έχουν δυο διαφορετικούς ορίζοντες γεγονότων: όσο πιο πολύ φορτίο έχει η μελανή οπή Reissner-Nordstrom, τόσο πιο κοντά είναι οι δύο ορίζοντες γεγονότων της. Επίσης, στις μαύρες τρύπες αυτές έχουν πάντα μια φωτονική σφαίρα. Οι δύο αυτοί ορίζοντες, έχουν διάφορες συνέπειες, όμως, όπως το γεγονός ότι, αν διασταυρωθεί ένα σώμα και με τους δύο τους, ο χρόνος και ο χώρος αλλάζουν ρόλο στη σφαίρα που περιβάλλεται από τον εσωτερικό ορίζοντα, τον ορίζοντα Cauchy και επανέρχονται στους συνήθεις ρόλους τους. Συνεπώς, η ιδιομορφία έχει μια χρονική φύση και μπορεί να αποφευχθεί.



Η ιδιομορφία ονομάζεται «γυμνή», όταν το φορτίο της μελανής οπής είναι μεγάλο και τότε οι δύο ορίζοντες εξαφανίζονται. Υπάρχει η αντίληψη από πολλούς φυσικούς ότι δεν μπορεί να προκύψει μια τέτοια κατάσταση, καθώς, η αρχή της κοσμικής λογοκρισίας εμποδίζει να σχηματιστούν «γυμνές» ιδιομορφίες.

Έτσι, συμπεραίνουμε ότι, αν και οι μελανές οπές Reissner-Nordstrom έχουν μελετηθεί από επιστήμονες και κατέχουν διάφορες ιδιότητες, θεωρείτε αδύνατο να συναντηθούν ποτέ στην πραγματικότητα. Αυτό συμβαίνει, διότι οι μελανές οπές πάντα περιστρέφονται και ποτέ δεν είναι συνολικά φορτισμένες.

Υπάρχει η θεωρία ότι το κέντρο μιας μαύρης τρύπας πηγάει από μια περιοχή χωροχρόνου και ότι δεν συρρικνώνεται από τίποτα, όπως η αντίληψη ότι οι μαύρες τρύπες δημιουργούν σύμπαντα, που έχει υποθέσει ο Lee Smolin.

Ταχύτητα διαφυγής

Σε ένα σύστημα σώματος-πλανήτη το σώμα έλκεται από τον πλανήτη με βαρυτική δύναμη. Ανάλογα με την θέση του σώματος σε σχέση με την επιφάνεια του πλανήτη ή το σώμα έχει διαφορετική μηχανική ενέργεια. Η μηχανική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται από το άθροισμα της κινητικής (K) και βαρυτικής δυναμικής του ενέργειας (U_B). Υπάρχει ένα σημείο σε σχέση με την επιφάνεια του πλανήτη στο οποίο και τα δύο είδη ενέργειας έχουν τιμή 0. Η ελάχιστη ταχύτητα που απαιτείται ώστε να φτάσει ένα σώμα σε ένα σημείο όπου δεν έλκεται πια από το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη με μηδενική (εκείνη την χρονική στιγμή) ταχύτητα ονομάζεται ταχύτητα διαφυγής (u_{esc}). Ο τύπος για να υπολογίσουμε την τιμή της ταχύτητας διαφυγής είναι ο εξής:

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

όπου M είναι η μάζα του ουράνιου σώματος, R η απόσταση από το κέντρο του ουράνιου σώματος και G η παγκόσμια σταθερά της βαρύτητας.

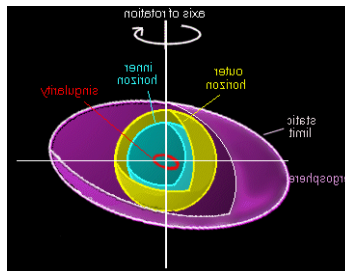
Καθώς στην περίπτωση της μαύρης τρύπας η τιμή της μάζας της «αγγίζει το άπειρο» ακόμα και η ταχύτητα του φωτός ($c = 3 \times 10^8$ m/s) δεν είναι αρκετά μεγάλη ώστε να υπερισχύσει της βαρυτικής έλξης της μαύρης τρύπας.

Είδη μελανής οπής

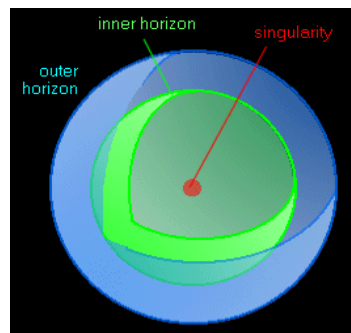
1). Schwarzschild (1916)



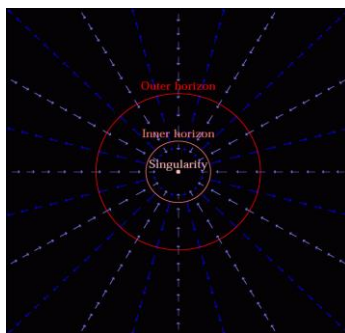
2). Kerr (1963)



3). Reissner–Nordström



4). Kerr–Newman



Ενδιαφέροντα στοιχεία:

- Η πυκνότητα (ρ) μίας μαύρης τρύπας είναι ίση με αυτή ενός πρωτονίου.
- Μαύρες τρύπες υπάρχουν στο κέντρο κάθε γαλαξία, όχι μόνο στους σπειροειδείς.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι μαύρες τρύπες, είναι ένα φαινόμενο, που δημιουργείται στο τέλος της ζωής ενός αστεριού. Όταν τελικά συμβεί αυτό η μαύρη τρύπα δημιουργείται αντί για κόκκινο γίγα, λευκό νάνο ή υπερκαινοφανής αστέρας. Η μαύρη τρύπα, έχει τεράστια πυκνότητα αλλά μικρό όγκο. Σε αυτήν ούτε το φως δεν μπορεί να διαφύγει καθώς η ταχύτητα που χρειάζεται για να το κάνει αυτό είναι τεράστια (ταχύτητα διαφυγής), καθώς η μαύρη τρύπα έλκει τα πάντα λόγω της τεράστιας πυκνότητάς της.

*Στέφανος Ζαΐμης
Γιάννης Διπλάρης
Πέτρος Εμμανουιλίδης*

Βιβλιογραφία

- Μελανές οπές, Σεμινάρια Φυσικής, 2007 (Μπεθάνη Αγνή)
- “Τα Είδη Των Μαύρων Οπών.” Φυσική Για Όλους, physics4u.gr/blog/2018/09/06/τα-είδη-των-μαύρων-οπών/.
- Newsbomb, Newsbomb -. “Τι Θα Συνέβαινε Αν «Επεφτε» Κανείς Μέσα Σε Μάυρη Τρύπα;” Newsbomb.gr, 9 Jan. 2015, www.newsbomb.gr/bombplus/blogs/story/542032/ti- tha-synevaine-an-epefte-kaneis-mesa-se-mayri-trypa.
- Μελανή Οπή, www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=Μελανή_Οπή.
- http://www.daviddarling.info/images/Kerr_black_hole.gif
- http://www.daviddarling.info/images/Reissner-Nordstrom_black_hole.gif
- <https://media.giphy.com/media/lSIX33tdIBvAk/giphy.gif>
- <https://focus.ua/files/images/0/42476.jpg>

Χρήσιμα videos

- <https://www.youtube.com/watch?v=e-P5IFTqB98>
- <https://www.youtube.com/watch?v=yWO-cvGETRQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ulCdoCfw-bY>

Υποβρύχια

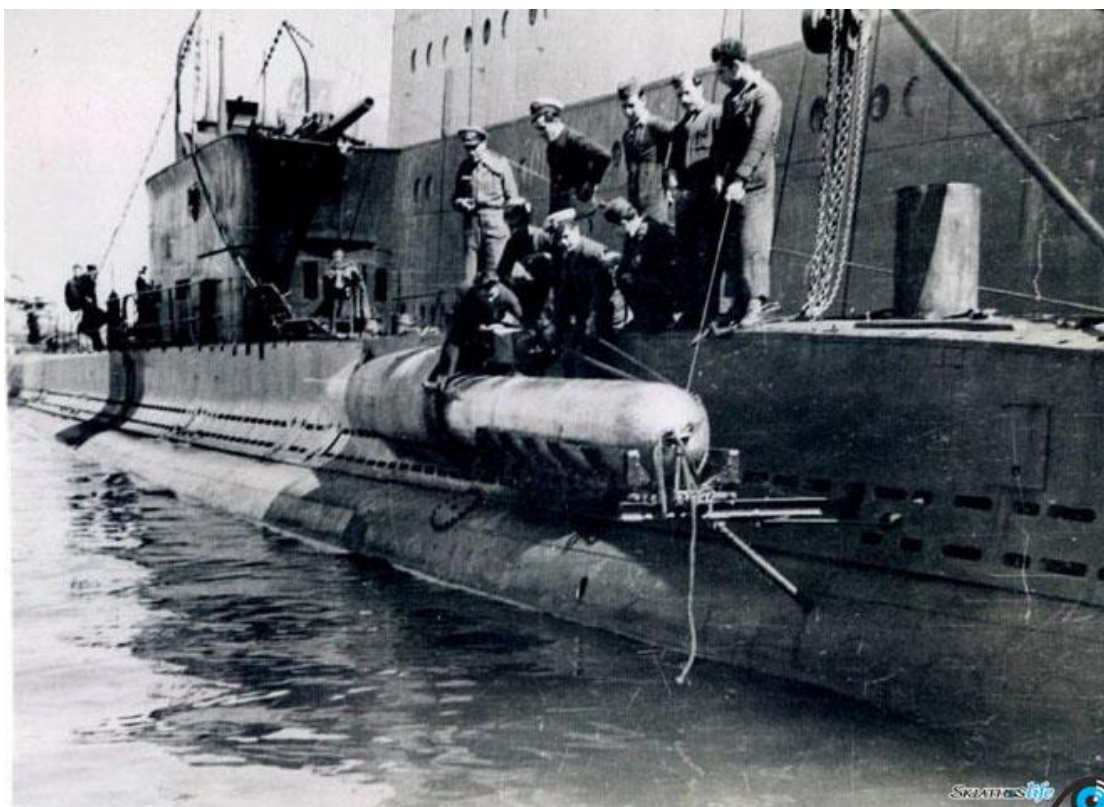
Στο παρόν άρθρο θα εξετάσουμε τα υποβρύχια και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν. Θα δώσουμε έμφαση και στο πώς χρησιμοποιούνται εν καιρό πολέμου και πιο συγκεκριμένα το πώς εκτοξεύουν από τορπίλες έως και πυρηνικές κεφαλές. Επίσης θα αναφερθούμε σε διάφορες αξιοσημείωτες ναυμαχίες όπου έλαβαν εκείνα μέρος. Τέλος, αν μπορέσουμε θα κατασκευάσουμε και μία μινιατούρα ενός υποβρυχίου. Γενικά όμως θα ερευνήσουμε τη χρήση της φυσικής και τους διάφορους μηχανισμούς του υποβρυχίου και κυρίως του πυρηνικού. Αλλά πού χρησιμεύουν ή χρησίμευσαν τα υποβρύχια;

Από τι αποτελείται;

- ✓ Στην πράξη πρόκειται για δυο κυλίνδρους, με τον ένα να περιβάλλει τον άλλον και μεταξύ τους να υπάρχει κενός χώρος.
- ✓ Ο εσωτερικός κύλινδρος είναι η περιοχή όπου διαμένει το πλήρωμα και είναι εγκατεστημένα όλα τα μηχανικά, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα του σκάφους.
- ✓ Ανάμεσα σε αυτό το μέρος και τον εξωτερικό κύλινδρο, το κέλυφος, υπάρχει ο κενός χώρος μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η κατάδυση και η ανάδυση του υποβρυχίου. Ο χώρος αυτός είναι γνωστός ως δεξαμενή έρματος.

Πώς ακριβώς δουλεύει ένα υποβρύχιο;

- ✓ Το υποβρύχιο είναι είδος σκάφους που έχει τη δυνατότητα να κινείται πάνω και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Τα πρώτα υποβρύχια κατασκευάστηκαν τον 17ο και τον 18ο αιώνα και έμοιαζαν περισσότερο με μεταλλικούς κυλινδρικά σχήματα που φιλοξενούσαν συνήθως ένα άτομο.
- ✓ Όταν το υποβρύχιο πρέπει να καταδυθεί, η δεξαμενή έρματος πλημμυρίζει με νερό. Όταν, αντίστοιχα, το πλήρωμα αποφασίσει να ανέβει στην επιφάνεια της θάλασσας μαζεύεται στη δεξαμενή έρματος αέρας υπό υψηλή πίεση και το νερό αδειάζει. Έτσι το υποβρύχιο μετατρέπεται σε ένα είδος μεταλλικού μπαλονιού που η άνωση της θάλασσας το ωθεί στην επιφάνεια (σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη: Τα υγρά ασκούν δύναμη σε κάθε σώμα που βυθίζεται μέσα σε αυτά. Η δύναμη αυτή ονομάζεται άνωση, είναι κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω και το μέτρο της ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα)



Εδώ είναι ένα παλιό υποβρύχιο, από τα πρώτα που κατασκευάστηκαν...

Είδη υποβρυχίων

➤ Πυρηνικό: Σε κάθε ένα πυρηνικό υποβρύχιο ή πλοίο υπάρχει ένα μικρός πυρηνικός αντιδραστήρας διάσπασης. Η διάσπαση του πυρήνα του ουρανίου δημιουργεί δύο μικρότερους πυρήνες και απελευθερώνει μεγάλα ποσά θερμότητας. Μέρος της θερμότητας αυτής απορροφάτε από νερό που κυκλοφορεί γύρω από τον πυρήνα του αντιδραστήρα. Το νερό αυτό μπορεί να είναι ελαφρά ραδιενεργό επειδή ακριβώς διαρρέει γύρω από τον πυρήνα του αντιδραστήρα. Για τον λόγο αυτό κινείται σε ένα κλειστό κύκλωμα και δεν χρησιμοποιείται απευθείας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

➤ Το πρώτο υποβρύχιο turtle: Με τη συνθήκη, η Αγγλία παραχωρούσε τα εδάφη της στις ΗΠΑ. Κατά τη διάρκεια των πολυετών συγκρούσεων έγιναν σκληρές μάχες σε στεριά και θάλασσα. Μια από τις καθοριστικές στιγμές του πολέμου ήταν ο ναυτικός αποκλεισμός της Βοστώνης από τους Άγγλους, που εξασφάλιζε της συνέχιση της τροφοδοσίας. Η ανάγκη να σπάσει ο ναυτικός αποκλεισμός από τους Άγγλους ήταν και ο λόγος που οδήγησε στην κατασκευή του πρώτου πολεμικού υποβρυχίου. Έδρασε τις πρώτες ημέρες της Αμερικανικής Επανάστασης το 1776 και έμοιαζε με δύο κελύφη χελώνας ενωμένα, που είχαν στην κορυφή ένα περισκόπιο. Από τη μορφή του πήρε και το όνομά του, «Turtle» (χελώνα). Εφευρέτης του σκάφους ήταν ο David Bushnell,

φοιτητής στο Yale, ο οποίος το επινόησε και το σχεδίαζε κατά το διάστημα από το 1771 έως το 1775....

Άνωση

Άνωση ονομάζεται η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ένα σώμα από το ρευστό μέσα στο οποίο βρίσκεται. Η άνωση έχει κοινή διεύθυνση με το βάρος του σώματος, και αντίθετη φορά.

Το μέγεθος της άνωσης προκύπτει από την Αρχή του Αρχιμήδη κατά την οποία: «Κάθε σώμα βυθισμένο σε ρευστό δέχεται δύναμη ίση και αντίθετη με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει». Η αντίστοιχη μαθηματική έκφραση είναι $A = \rho * g * V$, όπου: ρ : πυκνότητα ρευστού, g : η επιτάχυνση βαρύτητας και V : όγκος βυθισμένου σώματος

Πλεύση

Ένα πλοίο επιπλέει, παρότι η πυκνότητα του υλικού κατασκευής του (χάλυβας) είναι μεγαλύτερη του νερού, εφόσον εκτοπίζει όγκο νερού που έχει βάρος ίσο ή μεγαλύτερο με το δικό του. Το υποβρύχιο έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το εκτόπισμά του με πλήρωση ύδατος ειδικών δεξαμενών που φέρει.

Πυκνότητα

Η πυκνότητα ενός υποβρυχίου ρυθμίζεται με την είσοδο έξοδο νερού στις δεξαμενές έρματος. Με αυτόν το τρόπο αυξάνεται ή μειώνεται το βάρος του υποβρυχίου και επιτυγχάνεται η κατάλληλη πυκνότητα ώστε το υποβρύχιο να βυθίζεται και να αναδύεται.

Γερμανικά υποβρύχια στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο

Στα πρώτα στάδια του πολέμου, τα U-Bots ήταν εξαιρετικά αποτελεσματικά στην καταστροφή της ναυτιλίας των Συμμάχων, αρχικά στη μέση του Ατλαντικού, όπου υπήρχε ένα μεγάλο κενό στην αεροπορική κάλυψη και ένα εκτεταμένο εμπόριο εφοδίων και τροφίμων στην άλλη μεριά του Ατλαντικού, το οποίο ήταν κρίσιμο για την επιβίωση της Μεγάλης Βρετανίας. Αυτή η συνεχής δράση έγινε γνωστή ως η μάχη του Ατλαντικού, με τις ανεπτυγμένες βρετανικές τεχνικές άμυνας όπως το ASDIC και το ραντάρ, και τα γερμανικά υποβρύχια σε ένα κυνήγι που ονομαζόταν “Wolf Packs”, κατά το οποίο πολλά υποβρύχια συγκεντρώνονταν στην ίδια περιοχή, καθιστώντας ευκολότερο γι' αυτά να βυθίσουν ένα συγκεκριμένο στόχο. Αργότερα, όταν οι ΗΠΑ μπήκαν στον πόλεμο, τα U-Bots βρίσκονταν από τις ανατολικές ακτές των ΗΠΑ και του Καναδά έως τον Κόλπο του Μεξικού και την Αρκτική. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η τεράστια απειλή, ο συμμαχικός στόλος βασιζόταν κυρίως στα Destroyers (αντιτορπλικά) του, τα οποία διέθεταν ειδικούς μηχανισμούς με στόχο την εντόπιση των U-Bots και ήταν ευέλικτα σε αντίθεση για παράδειγμα με τα Battleships (θωρηκτά).



Γερμανικό U-Bot σε λιμάνι κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου

Η βύθιση του υποβρυχίου «Κούρσκ»

- **Το υποβρύχιο**

Το Κουρσκ ήταν ένα πυρηνοκίνητο υποβρύχιο του Βορείου Στόλου του Ρωσικού Ναυτικού. Το όνομά του δόθηκε από τη Μάχη του Κούρσκ που έγινε κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου στην περιοχή του Κούρσκ της Ρωσίας. Το υποβρύχιο, που τέθηκε σε υπηρεσία τον Δεκέμβριο του 1994, είχε μήκος 154 m, εκτόπισμα 16.400 τόνων, διπλό κύτος και μπορούσε να φέρει 24 πυραύλους Κρουζ P-700 Granit καθώς και τορπίλες διαμέτρου 533 mm. και 650mm. Για τις αποστολές του υποβρυχίου λίγα είναι γνωστά, εκτός από μία αποστολή παρακολούθησης αμερικάνικου στόλου στη Μεσόγειο.

- **Η τελευταία αποστολή**

Το Κουρσκ στις 12 Αυγούστου 2000 βρισκόταν στη Θάλασσα του Μπάρεντς που αποτελεί τμήμα του Αρκτικού Ωκεανού. Είχε σύμφωνα με τη λίστα των θυμάτων που δόθηκε στη δημοσιότητα 118 επιβαίνοντες. Η αποστολή του Κουρσκ, σχετιζόταν με την δοκιμή νέων οπλικών συστημάτων. Η συγκεκριμένη αποστολή περιλάμβανε μεταξύ άλλων την εκτόξευση πυραύλων Κρουζ από το Κουρσκ και αμέσως μετά την συνάντησή του με έναν σχηματισμό πλοίων και την προσβολή τους με ομοβροντία τορπιλών.

- **Το ατύχημα και η βύθιση**

Στις 07:47 ώρα Ρωσίας, σειсмоγράφοι στη Νορβηγία καταγράφουν δόνηση έντασης 2,2 Ρίχτερ και δύο λεπτά αργότερα καταγράφεται, από περισσότερους σειсмоγράφους ανά τον κόσμο, δόνηση 4,2 Ρίχτερ. Οι δονήσεις οφείλονται σε εκρήξεις που έχουν σημειωθεί στο Κουρσκ. Ο Βλαντίμιρ Κουρογιέντοφ, επικεφαλής του Ρωσικού Ναυτικού ανέφερε πως το Κουρσκ συγκρούστηκε, χωρίς να αναφέρει με τι. Οι εκρήξεις που αναφέρθηκαν προκλήθηκαν, σύμφωνα με έρευνες που έγιναν αργότερα, στο μπροστινό τμήμα του υποβρυχίου και καθώς το υποβρύχιο ήταν σε βάθος περισκοπίου. Εξαιτίας των εκρήξεων αυτών τα δύο μπροστινά τμήματα

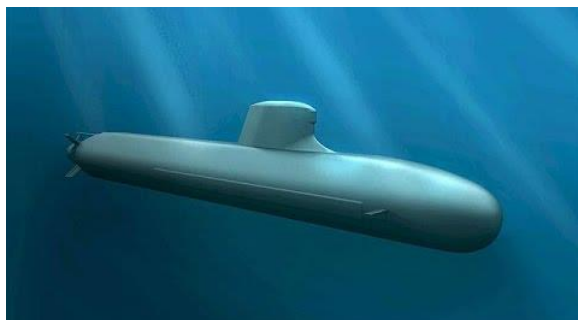
πλημμύρισαν, με αποτέλεσμα να πνιγούν όσοι βρίσκονταν εκεί. Άλλα υποβρύχια έσπευσαν στο σημείο του ατυχήματος και το βρήκαν να έχει υποστεί βλάβες και να βρίσκεται με κάποια κλίση στο βυθό της θάλασσας, σε βάθος μεταξύ 100 και 160 μέτρων. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες σχετικά με το ατύχημα όπως για παράδειγμα ότι το Κουρσκ συγκρούστηκε με άλλο αμερικάνικο υποβρύχιο, όμως τέτοιες θεωρίες δεν έχουν αποδειχτεί και το μυστήριο παραμένει.



Το Κουρσκ πριν το ατύχημα

A26: Το πιο σύγχρονο υποβρύχιο του κόσμου

Αυτό το επιστημονικό θαύμα το οποίο αποκαλείται A26 είναι το πιο σύγχρονο υποβρύχιο του κόσμου και είναι εξοπλισμένο με τα πιο ικανά ηλεκτρονικά, κινητικά, οπλικά και αμυντικά συστήματα τα οποία δικαιολογούν την μοναδικότητά του. Αυτό το συγκεκριμένο υποβρύχιο κόστισε 37,4 εκατομμύρια ευρώ. Έχει εκτόπισμα 1900 τόνους, μήκος 63 μέτρα διάμετρο σκάφους, 6,4 μέτρα και βύθισμα 6 μέτρα. Το ξεχωριστό αυτού του τεχνολογικού θαύματος δεν είναι μόνο οι ικανότητές του αλλά η δυνατότητα να μπορεί να αναβαθμίζεται και να εξοπλίζεται με ποιο σύγχρονα συστήματα με σχετικά εύκολο τρόπο. Είναι συναρμολογημένο από 5 διαφορετικά κομμάτια τα οποία μπορούν να αποσυναρμολογούνται και να αντικαθίστανται από άλλα ποιο σύγχρονα ή να προστεθούν και άλλα μέρη. Ο κύριος ο σκοπός της κατασκευής του είναι η εξερεύνηση και όχι η μάχη αλλά ο όμιλος ο οποίος το κατασκεύασε (Saab) υποστηρίζει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πολεμικούς σκοπούς. Καθώς τα μέρη από τα οποία αποτελείται μπορούν να αποσυνδεθούν και να αντικατασταθούν με οπλικά συστήματα. Αυτό το υποβρύχιο είναι πολύ χρήσιμο και θα ωφελήσει σημαντικά στο σύντομο χρονικό διάστημα.



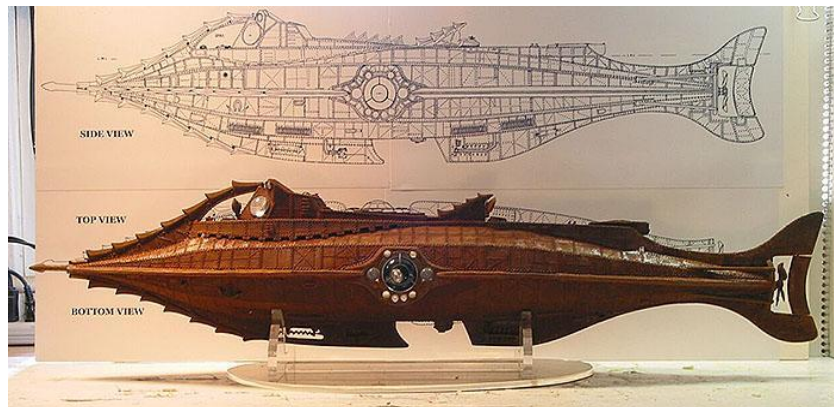
Το υποβρύχιο A26

Τρόπος εκτόξευσης πυρηνικών κεφαλών

Αρχικά ένα εκρηκτικό εξατμίζει μία φιάλη νερού σε ατμό. Καθώς η πίεση του αυξανόμενου ατμού οδηγεί τον πύραυλο έξω από το κυλινδρικό σημείο εκτόξευσης, παρέχει αρκετή ορμή για να καθαρίσει το όπλο την επιφάνεια του νερού. Αυτό το «κοκτέιλ» από υψηλή πίεση και επικίνδυνα εκρηκτικά κάνει όλη την διαδικασία της εκτόξευσης κρίσιμη, γι' αυτό και πρέπει να προηγηθούν πολύπλοκα μέτρα ασφαλείας.

Ενδιαφέρουσες επιπλέον πληροφορίες

1. Ο όρος «βρύχια» πρωτοεμφανίστηκε στα έπη του Ομήρου και σήμαινε «πολύ βαθιά νερά».
2. Ο συγγραφέας Ιούλιος Βερν σκέφτηκε τα υποβρύχια (μεγάλου μεγέθους) πριν κατασκευαστεί κάποιο. Το υποβρύχιο που επινόησε ονομαζόταν Ναυτίλος και παρουσιάζεται στο μυθιστόρημα «20.000 λέυγες κάτω από τη θάλασσα».



Ο Ναυτίλος

Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε εγώ και η ομάδα μου είναι τα εξής. Αρχικά η λειτουργία των υποβρυχίων και γενικότερα τα υποβρύχια είναι βασισμένα σε κάποιους συγκεκριμένους νόμους της φυσικής. Αρχικά, στον θεμελιώδη (αρχή του Αρχιμήδη) νόμο της άνωσης στον οποίο βασίζεται η κατάδυση και η ανάδυση του υποβρυχίου. Επιπρόσθετος, στην πυκνότητα για την ομαλή πλεύση του υποβρυχίου. Τέλος, όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα τα οποία εμπεριέχει μέσα είναι βασισμένα στον νόμο του Ohm. Το γενικό συμπέρασμα αυτού του θέματος είναι η σημαντικότητα της εφεύρεσης των υποβρυχίων είτε για την εμπόλεμη ζώνη είτε για εμπορικούς ή για ανακαλυπτικούς λόγους όπως για παράδειγμα την ανακάλυψη υποθαλάσσιων πολιτισμών ή ευρημάτων τα οποία είναι σχεδόν ακατόρθωτο να μελετηθούν και να εντοπιστούν.

*Αλέξανδρος Κουμπλής
Γεώργιος Κοντοδίνας
Βασίλης-Τσαμπίκος Καραγιάννης*

Βιβλιογραφία

“Φυσική (Β Γυμνασίου): Ηλεκτρονικό Βιβλίο.” Μετάβαση Στην Υπηρεσία Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία, ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B200/530/3511,14403/.

Angel Follow. “Πληροφορίες Για Το Υποβρύχιο.” LinkedIn SlideShare, 14 Dec. 2016, www.slideshare.net/achouvi/ss-70133810.

Hellenicnavy, Webmaster. “Αρχική.” Πολεμικό Ναυτικό - Επίσημη Ιστοσελίδα, www.hellenicnavy.gr/el/o-stolos-mas/ypovryxia.html.

“Η «Χελώνα». Το Πρώτο Πολεμικό Υποβρύχιο Στην Ιστορία. Το Κατασκεύασε Ένας Φοιτητής Για Να Πολεμήσει Τους Άγγλους Στον Πόλεμο Της Ανεξαρτησίας.” ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ, 29 Nov. 2018, www.mixanitouxronou.gr/i-chelona-to-proto-polemiko-ipovrichio-stin-istoria-to-kataskevase-enas-fititis-gia-na-polemisi-tous-anglous-ston-polemo-tis-anexartias/.

<https://ioannousofiaa.wordpress.com/category/%CE%B2%CF%85%CE%B8%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CF%80%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7/page/8/>

http://www.pi-schools.gr/books/gymnasio/fysiki_b/math/kef4_64_86.pdf

<https://www.ww2.gr/index.php?option=articles&search=U-boat>

<http://www.armynow.net/rtosiko-ypovrixio-koursk-lepto-pros-lepto-diasosi/>

Υπέρηχοι

Γενικά, οι υπέρηχοι όπως αναφέρεται από την ονομασία τους, είναι ήχοι με συχνότητες που το ανθρώπινο αυτί δεν μπορεί να αντιληφθεί. Το ακουστό φάσμα, δηλαδή το διάστημα μεταξύ των συχνοτήτων που ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί, ξεκινά από τα 20Hz μέχρι και τα 20.000Hz. Τους υπερήχους τους συναντάμε κυρίως στον ιατρικό τομέα. Για παράδειγμα, το μηχάνημα το οποίο χρησιμοποιεί ο ιατρός για να παρατηρήσει το έμβρυο κατά την εγκυμοσύνη, ή ακόμα για να παρατηρήσει τα νεφρά, αλλά και άλλα όργανα του σώματος, λειτουργεί με τη βοήθεια των υπερήχων. Ο υπέρηχος δηλαδή, είναι η ενέργεια ηλεκτρικού σήματος που μετατρέπεται σε μηχανική ταλάντωση υψηλών συχνοτήτων, με την βοήθεια ενός ηλεκτροακουστικού μετατροπέα.

Η ιστορία του υπερήχου

Πρώτοι από όλους ασχολήθηκαν με τους υπερήχους οι αδελφοί Curie, το 1880. Αυτοί ασχολήθηκαν με τους υπερήχους, έκαναν πειράματα με αυτούς και βρήκαν διάφορα υλικά που αντιδρούν όταν εκτεθούν σε αυτούς. Μετά από λίγα χρόνια, περίπου το 1910-1920, ήταν πολύ σημαντικό να βρεθεί κάποιος αποτελεσματικός τρόπος ανίχνευσης αντικειμένων κάτω από την επιφάνεια του νερού, καθώς τότε χρησιμοποιούνταν πολύ τα υποβρύχια για πολεμικές αποστολές, αλλά υπήρχε ζήτηση εύρεσης του βυθισμένου τιτανικού στον Β. Ατλαντικό ωκεανό. Έτσι, ο Langevin, ο οποίος ήταν μαθητής του Pierre Curie εφάρμοσε αυτά που είχαν ανακαλύψει οι δύο αδελφοί στα υποβρύχια, βελτιωμένα από τον ίδιο.



Pierre Curie

Ο Langevin ανακάλυψε το 1916 ότι οι κρύσταλλοι χαλαζία είναι «ευαίσθητοι ανιχνευτές». Δηλαδή ότι στο μέλλον θα μπορεί να γίνει η πηγή των υπερηχητικών κυμάτων που θα χρειαζόντουσαν για την ανίχνευση υποβρυχίων. Με βάση αυτή την ανακάλυψη, προχώρησε στην κατασκευή ενός μετατροπέα (transducer) ο οποίος αποτελούνταν από έναν κρύσταλλο χαλαζία ανάμεσα σε δύο ατσάλινα επίπεδα ηλεκτροδίων. Με αυτό μπορούσε να παράγει κάτω από την επιφάνεια του νερού σε συχνότητες των kHz.



Paul Langevin

Δυστυχώς όμως, για λειτουργικούς λόγους, η μηχανή αυτή δεν μπορούσε τελικά να εντοπίσει τα εχθρικά υποβρύχια. Αυτός ήταν και ο λόγος για τον οποίο δεν χρησιμοποιήθηκε στον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο. Βέβαια, ο Langevin ζούσε ακόμα, όταν οι τεχνικές του έγιναν οι βάσεις για την κατασκευή των συστημάτων SONAR (Sound Navigation And Ranging), τα οποία ήταν πάρα πολύ χρήσιμα και σημαντικά για τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Ταυτοχρόνως με τα συστήματα SONAR, αναπτύχθηκαν και τα συστήματα RADAR (Radio Detecting and Ranging) τα οποία αποδείχθηκαν τελικά πιο χρήσιμα και χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο.

Συγχρόνως με την πρόοδο των υπερήχων στον στρατιωτικό τομέα, οι υπέρηχοι εξελίσσονταν και στην ιατρική. Εκεί, ανακαλύφθηκε ότι λόγω του ότι τα κύματα των υπερήχων μπορούσαν να περάσουν μέσα από τους ανθρώπινους ιστούς, μπορούσαν και να θερμαίνουν ιστούς οι οποίοι βρίσκονταν βαθιά μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Το 1950 η συνεχής δέσμη των υπερήχων άρχισε να χρησιμοποιείται ως ένα θεραπευτικό μέσο. Την ίδια εποχή, ο Fry άρχισε να μελετά τα βιολογικά και καταστροφικά αποτελέσματα που είχαν.

Από το 1937 και μετά, άρχισαν προσπάθειες εύρεσης ενός τρόπου να χρησιμοποιηθούν οι υπέρηχοι με διαγνωστικό και όχι θεραπευτικό σκοπό, από τους αδελφούς Dussik στην Αυστρία. Αυτοί μελέτησαν την ικανότητα των υπερήχων να απεικονίζουν διάφορα σημεία, καθώς και παθήσεις του εγκεφάλου. Το 1949, ο Ludwig έδειξε ότι γινόταν να απεικονίσει την κύστη ενός σκύλου και ο Wild έδειξε ότι μπορούσε να ανιχνεύσει όγκους του μαστού και του εγκεφάλου, συγκρίνοντάς τους με τους φυσιολογικούς ιστούς του καθενός. Το 1953, ο Leksell, με τη βοήθεια των υπερήχων, βρήκε ένα αιμάτωμα στον εγκέφαλο ενός παιδιού 16 μηνών και του το αφαίρεσε. Έτσι, το 1953 καθιερώθηκε η ηχοεγκεφαλογραφία. Στη συνέχεια, ανακαλύφθηκαν διάφορες χρήσεις των υπερήχων στη μαιευτική.

Χρήση υπερήχων από τα ζώα

Οι νυχτερίδες είναι εκ του φυσικού τυφλές, όμως για να μπορούν να πετάξουν χωρίς να χτυπάνε συνεχώς σε διάφορα αντικείμενα που παρευρίσκονται στο περιβάλλον τους χρησιμοποιούν έναν άλλο τρόπο «όρασης». Από το στόμα τους βγάζουν έναν ήχο ίσως λίγο ενοχλητικό για το ανθρώπινο αυτί. Στη συνέχεια, ο ήχος που έστειλε η νυχτερίδα υπάρχει περίπτωση να ανακλασθεί, έτσι καταλαβαίνει πως υπάρχει αντικείμενο μπροστά του ή θήραμα. Επίσης, άλλα ζώα όπως δελφίνια και οδοντωτές φάλαινες έχουν παρατηρηθεί να εκπέμπουν υπερηχητικές συχνότητες από δομές στο ρινικό πέρασμα που ονομάζονται «φωνητικά χείλη» για να περιηγηθούν και να εντοπίσουν τη λεία τους.



Εκτός αυτού, μια άλλη κατηγορία φαλαινών παράγει έναν ήχο, συνήθως σε συχνότητες που ακούγονται στο ανθρώπινο αυτί, αλλά συχνά αγγίζει συχνότητες υψηλότερες από 20 kHz.

Με την βοήθεια αυτών των ζώων, και κυρίως της νυχτερίδας, δημιουργήθηκε και το γνωστό “SONAR” που έχουν τα υποβρύχια για να καταλαβαίνουν εάν υπάρχει αντικείμενο μπροστά τους, ή πόση απόσταση απέχουν από το έδαφος.

Τα οδοντοκυτώδη χρησιμοποιούν και αυτά τον ηχοεντοπισμό (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως), αν και οι επιστήμονες δεν έχουν ανακαλύψει ακόμη τον ακριβή τρόπο λειτουργίας του. Ο ηχοεντοπισμός του δελφινιού αρχίζει με διακριτούς «χτύπους», οι οποίοι πιστεύεται πως δημιουργούνται, όχι στο λάρυγγα, αλλά στο ρινικό σύστημα. Ο ωοειδής λιπώδης ιστός που υπάρχει ψηλά στο κεφάλι του δελφινιού συγκεντρώνει τον ήχο σε μια δέσμη η οποία «φωτίζει» το πεδίο που υπάρχει μπροστά στο ζώο. Πώς ακούν τα δελφίνια την ηχώ τους; Από ό,τι φαίνεται, όχι με τα αφτιά τους, αλλά με την κάτω σιαγόνα τους και τα συναφή όργανα, τα οποία συνδέονται με το μέσο αφτί. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτή την περιοχή υπάρχει το ίδιο είδος λίπους που έχει και ο ωοειδής ιστός στο κεφάλι του δελφινιού.

Τα ηχοεντοπιστικά «κλικ» του δελφινιού μοιάζουν καταπληκτικά με μια μαθηματική κυματομορφή η οποία ονομάζεται συνάρτηση Γκάμπορ. Αυτή η συνάρτηση, λέει ο Χιουζ, αποδεικνύει ότι τα «κλικ» του δελφινιού «αποτελούν ένα σχεδόν ιδεώδες από μαθηματική άποψη ηχοεντοπιστικό σήμα».

Τα δελφίνια μπορούν να προσαρμόζουν την ισχύ των ηχοεντοπιστικών τους ήχων, ποικίλλοντάς την από απλό ψίθυρο ως εκκωφαντικό θόρυβο έντασης 220 dB (ντεσιμπέλ). Ένας ήχος τέτοιας έντασης ξεπερνάει μέχρι και τις βολές αυτόματου όπλου (130 dB). Εξοπλισμένα με πολύ πιο ισχυρό ηχητικό ανιχνευτή, τα δελφίνια μπορούν να ανιχνεύσουν αντικείμενα τόσο μικρά όσο μια μπάλα οχτώ cm από απόσταση 120 m, ή ίσως και περισσότερο σε πιο ήσυχα νερά.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Όταν συλλογίζεστε τις εκπληκτικές αισθήσεις που είναι έκδηλες στον έμβιο κόσμο, δεν σας γεμίζει αυτό με δέος και θαυμασμό; Οι ταπεινοί, ενημερωμένοι άνθρωποι συνήθως έτσι αισθάνονται, πράγμα που μας επαναφέρει στο ερώτημα σχετικά με το πώς είμαστε εμείς, οι άνθρωποι πλασμένοι. Ομολογουμένως, οι αισθήσεις μας συχνά ωχριούν σε σχέση με αυτές ορισμένων ζώων και εντόμων. Εντούτοις, μόνο εμείς συγκινούμαστε από αυτά που παρατηρούμε στη φύση. Γιατί έχουμε τέτοια αισθήματα; Επίσης, γιατί προσπαθούμε, όχι απλώς να καταλάβουμε τις λειτουργίες των έμβιων όντων, αλλά και να κατανοήσουμε το σκοπό τους καθώς και να μάθουμε τη δική μας θέση ανάμεσά τους; Και όμως η απάντηση είναι μία, και όμως πολύ ξακουστή, η λογική. Κάτι που κανένα άλλο είδος ζώου έχει. Για αυτό και σήμερα ζούμε σε έναν κόσμο που ο άνθρωπος είναι κυρίαρχος. Φυσικά ακόμα στον ίδιο μας τον πλανήτη που κατοικούμε.

Όμως ίσως στα επόμενα χρόνια, η ανθρωπότητα να εξελιχθεί τόσο πολύ που η ζωή να εξελιχθεί και σε άλλους πλανήτες.

*Λουμίδης Άρης,
Μήτσαινας Μιχάλης,
Μουζάκης Γιώργος*

Βιβλιογραφία:

- “Υπέρηχος.” *Wikipedia*, Wikimedia Foundation, 23 Jan. 2018, Accessed 7 Jan 2019, el.wikipedia.org/wiki/Υπέρηχος.
- “Γιατί ο Ήχος Στην Αργή Κίνηση Είναι Βαθύτερος.” *Coolweb.gr*, Accessed 7 Jan 2019 coolweb.gr/ixos-argi-kinisi/.
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia. “Pierre Curie.” *Encyclopædia Britannica*, Encyclopædia Britannica, Inc., 11 May 2018, Accessed 7 Jan 2019, www.britannica.com/biography/Pierre-Curie.
- History of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Part 1*, Accessed 7 Jan 2019 www.ob-ultrasound.net/langevin.html.
- <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/MED382/ΙΣΤΟΡΙΚΑ%20ΣΤΟΙΧΕΙΑ%20%26%20ΑΡΧΕΣ%20ΥΠΕΡΗΧΩΝ%20ΜΑΥΡΑ.pdf>
- Avila, Paola. “How Do Animals Use Ultrasound and Infrasound?” *Prezi.com*, 14 Dec. 2011, prezi.com/es0bs3wbimhz/how-do-animals-use-ultrasound-and-infrasound/.
- Wang, Jessie. “Which Birds & Animals Produce Ultrasound.” *Beijing Ultrasonic*, 27 July 2018, www.bjultrasonic.com/which-birds-animals-produce-ultrasonic-sound/.
- A Roman Centurion, or Army Officer, Dressed for Battle - Watchtower ONLINE LIBRARY*, wol.jw.org/el/wol/d/r11/lp-g/102003162.

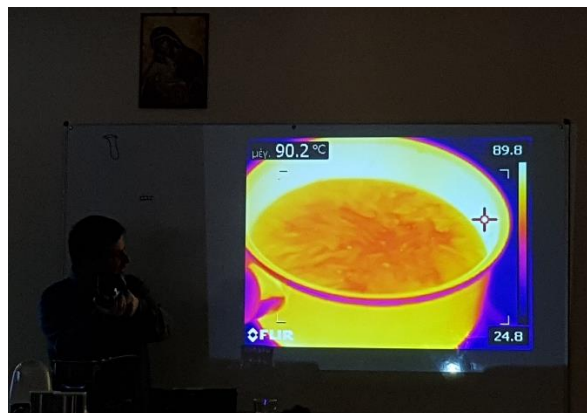
Εργαστήριο Θερμογραφίας

Την Τρίτη, 26 Φεβρουαρίου 2019 στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της Φυσικής Σκέψης υλοποιήθηκε ένα πολύ ενδιαφέρον **εργαστήριο θερμογραφίας**.

Οι μαθητές, υπό την καθοδήγηση και την τεχνική υποστήριξη του θερμογράφου κ. Ραπακούλια Νικόλα '88, χρησιμοποίησαν δύο υπερσύγχρονες θερμικές κάμερες και πραγματοποίησαν πλήθος εντυπωσιακών πειραμάτων.

Μέσω των θερμικών καμερών οι μαθητές απέκτησαν οπτική πρόσβαση, σε πραγματικό χρόνο, σε θερμικά φαινόμενα που διαφορετικά δεν είναι ορατά. Μεταξύ άλλων οι μαθητές μας είδαν το θερμικό αποτύπωμα του σώματός τους στην καρέκλα, της παλάμης τους στο θρανίο, της σύγκρουσης δύο σωμάτων, της γόμας καθώς σβήνουμε, της θερμότητας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο. Επίσης παρατήρησαν τον βρασμό του νερού, τη θέρμανση ενός μετάλλου και μελέτησαν την επίδραση των σύγχρονων θερμομονωτικών υλικών στη μεταφορά θερμότητας. Θερμομέτρησαν από απόσταση τους καθηγητές των δύο τμημάτων Φυσικής Σκέψης κκ. Ανδρικόπουλο Νικόλαο και Κωνσταντίνου Παύλο και πληροφορήθηκαν για τις χρήσεις και τις εφαρμογές της θερμογραφίας.

Οι δύο ώρες κύλισαν ιδιαίτερα γρήγορα και φυσικά πολύ ευχάριστα. Ήταν πράγματι ένα πολύ θερμό εργαστήριο.



Τι κοινό έχει ο Michael Phelps με τον Michael Jordan. Εκτός βέβαια από το όνομα και οι δύο χρησιμοποιούν την Φυσική στο άθλημα τους. Όπως ο Michael Phelps έτσι και ο Michael Jordan εκμεταλλεύονται πληθώρα εννοιών της Φυσικής στο τομέα τους. Παρ' όλα αυτά δεν είναι οι μόνοι που χρησιμοποιούν την Φυσική στον αθλητισμό καθώς ο αθλητισμός και η Φυσική είναι δύο στενά σχετιζόμενες έννοιες.

Κολύμβηση



Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η Φυσική παίζει καθοριστικό ρόλο στην απόδοση των αθλητών. Αρχικά, στην κολύμβηση τα τρία φυσικά μεγέθη που παίζουν καθοριστικό ρόλο είναι: Η τριβή, ο κυματισμός και η αντίσταση της πίεσης. Η αντίσταση που δημιουργεί η τριβή οφείλεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στο σώμα του κολυμβητή και στα μόρια του νερού και επιφέρει καθυστέρηση στις κινήσεις του αθλητή. Επιπλέον, καθώς ο κολυμβητής σηκώνει το χέρι του και «τραβάει» το νερό η τριβή με το νερό του δίνει ώθηση με αποτέλεσμα να κολυμπάει πιο γρήγορα. Ο 3^{ος} νόμος του Νεύτωνα εφαρμόζεται και κατά τη διάρκεια των κινήσεων του αθλητή. Συγκεκριμένα, όταν κολυμπάει ο αθλητής ασκεί κάποια δύναμη στο νερό, ενώ παράλληλα το νερό ασκεί ίση δύναμη σε αυτόν. Στη συνέχεια, κατά την εκκίνηση του κολυμβητή καθώς έρχεται σε επαφή με το νερό του ασκείται η δύναμη της άνωσης. Η άνωση είναι η δύναμη που επιτρέπει στον αθλητή να παραμένει στην επιφάνεια και να μην βουλιάζει, έτσι ώστε να μπορέσει να συνεχίσει τον αγώνα. Άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την επίδοση του αθλητή είναι ο κυματισμός. Αυτός εμφανίζεται οποτεδήποτε υπάρχει μία διαταραχή από την θέση ισορροπίας, η οποία ταξιδεύει ή διαδίδεται από μία περιοχή του συστήματος σε μία άλλη. Δηλαδή, για παράδειγμα, όταν ο αθλητής κουνάει τα πόδια του δημιουργεί κύματα τα οποία μπορούν να επιβραδύνουν τον πίσω αθλητή. Έτσι για την αποφυγή αυτού του φαινομένου οι αγωνίστηκες πισίνες αποτελούνται από 10 διαδρομές οι οποίες χωρίζονται με πλαστικές λωρίδες που εμποδίζουν την εξάπλωση των κυμάτων σε όλη την έκταση της πισίνας. Επιπλέον, οι ίδιοι οι κολυμβητές παίρνουν κάποια μέτρα ώστε να βελτιώσουν τις αποδόσεις τους. Ειδικότερα, ξυρίζουν τις τρίχες κάποιων σημείων του σώματός τους όπως είναι τα πόδια, το πρόσωπο και οι μασχάλες τους για την μείωση της αντίστασης. Επιπροσθέτως, για τον ίδιο σκοπό, οι κολυμβητές χρησιμοποιούν αγωνιστικά σκουφάκια τα οποία συγκρατούν τα μαλλιά που θα εμπόδιζαν τη ροή του αθλητή. Άλλο σημαντικό κομμάτι του εξοπλισμού ενός κολυμβητή είναι και το αγωνιστικό του μαγιό, γνωστό στην αγορά ως «καρχαρίας», το οποίο αποτελείται από 65% νάιλον, 34% ελαστάνη και 1% καρβίδιο πυριτίου συντελώντας στην μείωση της αντίστασης στα γενετικά όργανα του αθλητή, αλλά και στο στήθος μιας αθλήτριας. Πιο αποτελεσματικό θα ήταν ένα μαγιό που θα κάλυπτε όλα τα μέρη του σώματος ενός αθλητή ώστε να μειώνεται σε ακόμα μεγαλύτερο μέρος

η αντίσταση. Κάτι που απαγορεύτηκε στις αρχές του 21ου αιώνα καθώς καθόριζε αποφασιστικά την επίδοση των αθλητών. Στη συνέχεια, αξιοσημείωτος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπ' όψη είναι η κατασκευή του βατήρα και η χρήση του από τον αθλητή. Συγκεκριμένα, ο βατήρας αποτελείται από μία τραχιά επιφάνεια που επιτρέπει στον αθλητή να «γαντζώνει» τα πόδια του με αποτέλεσμα να παίρνει περισσότερη ώθηση. Επιπλέον, οι αγωνιστικοί βατήρες αποτελούνται από μία επιπρόσθετη βάση που είναι κατασκευασμένη εξ' ολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα. Μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε υφιστάμενες βάσεις μεταλλικές ή από μπετό και να φέρει, κατ' επιλογή, λαβή υπτίου ή ρυθμιζόμενο υποπόδιο. Οι διαστάσεις του κυμαίνονται περίπου στα 50x60 cm ή 50x70 cm.



Υδατοσφαίριση

Αξιοσημείωτη είναι η συνεισφορά της Φυσικής στο άθλημα της υδατοσφαίρισης. Αρχικά, σημαντικός είναι ο ρόλος της στη ρίψη της μπάλας και στην αναπήδησή της στην επιφάνεια του νερού. Ειδικότερα, χάρη στην αρχή διατήρησης της ορμής η μπάλα αντανακλάται στο νερό το οποίο συμπεριφέρεται σαν τοίχος δίνοντας στη μπάλα την ανάλογη ώθηση με τη δύναμη που της ασκεί ο αθλητής. Το παραπάνω φαινόμενο συμβαίνει λόγω της επιφανειακής τάσης του νερού. Επιπλέον, η καλύτερη γωνία ρίψης της μπάλας από τον αθλητή είναι αυτή των 45 μοιρών καθώς έτσι η μπάλα διανύει τη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση. Επιπρόσθετα, οι επαγγελματίες αθλητές ακολουθούν μία συγκεκριμένη τεχνική για να παίρνουν τη αναγκαία ώθηση ώστε να καλύτερο πιθανό σουτ (εικόνα). Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια του σουτ οι αθλητές υψώνουν το χέρι που δεν κρατάει τη μπάλα έξω από το νερό «τραβώντας» το με σκοπό να αποκτήσουν παραπάνω ώθηση. Τέλος, όπως η μπάλα έτσι και το σκουφί του αθλητή αξιοποιούν τους νόμους της φυσικής. Όσον αφορά το σκουφί, είναι κατασκευασμένο από πλαστικό στη περιοχή των αυτιών με τρύπες για να ακούγεται η σφυρίχτρα του διαιτητή κάτω από το νερό ενώ το κύριο μέρος του αποτελείται από νάιλον. Το υλικό αυτό έχει επιλεγεί από την ομοσπονδία του υγρού στίβου λόγω της μεγάλης του αντοχής και ελαστικότητας έτσι ώστε να μην σκίζεται όταν τραβιέται από τον αντίπαλο. Από την άλλη το μαγιά του αθλητή είναι κατασκευασμένο από τερεφθαλικό πολυβουτυλένιο, το οποίο χρησιμοποιείται λόγω της υψηλής αντοχής, της ακαμψίας και της σκληρότητάς του. Τέλος, η μπάλα που χρησιμοποιείται στους επίσημους αγώνες τηρεί τα παρακάτω χαρακτηριστικά: έχει περιφέρεια 68 ως 71 cm και βάρος 400 ως 450 g. Ακόμα πρέπει να είναι στρογγυλή, καλά φουσκωμένη και εντελώς αδιάβροχη.



Ένα ακόμη άθλημα που έχει πολύ στενή σχέση με τη Φυσική είναι καλαθοσφαίριση. Αρχικά, η αναπήδηση μιας μπάλας μπάσκει οφείλεται αποκλειστικά στη Φυσική. Αναλυτικότερα, όταν «ντριμπλάρουμε», το χέρι μας και η βαρύτητά ωθούν την μπάλα προς το έδαφος (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα). Καθώς πέφτει, η μπάλα επιταχύνεται (2^{ος} νόμος του Νεύτωνα). Η μπάλα θέλει να παραμείνει σε κίνηση, έτσι ώστε να σπρώξει το έδαφος όταν το χτυπήσει, συμπιέζοντας τον αέρα μέσα της. Το έδαφος σπρώχνει προς τα πάνω με ένα ίσο, αλλά με αντίθετη φορά ποσό δύναμης με αποτέλεσμα η μπάλα να αναπηδήσει πίσω στο χέρι μας (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα). Η ενέργεια στον πεπιεσμένο αέρα μεταφέρεται πίσω στην μπάλα, ωθώντας την ξανά σε κίνηση. Αν έπρεπε να πάρετε το χέρι σας μακριά και να σταματήσετε ντρίμπλα, η μπάλα θα συνέχιζε να αναπηδά λόγω του πρώτου νόμου του Νεύτωνα, αλλά θα επιβραδυνθεί και τελικά θα σταματήσει λόγω τριβής.

Ακόμα ο σχεδιασμός του εξωτερικού μιας μπάλας αφορά σημαντικά την τριβή. Πιο συγκεκριμένα, μια λεπτομέρεια που έχει κάθε μπάλα είναι μικρές εξοχές στην επιφάνεια του δέρματος. Η προσθήκη αυτών των προσκρούσεων αφορούσε την τριβή. Όταν η μπάλα συγκρούεται με το δάπεδο, η τριβή εξομαλύνει τα πράγματα με την πάροδο του χρόνου και όσο περισσότερα σημεία επαφής ενός αντικειμένου έχουν με μια άλλη επιφάνεια, τόσο μεγαλύτερη είναι η τριβή. Έτσι, οι εξοχές της μπάλας ουσιαστικά αυξάνουν την επιφάνεια της μπάλας και την ποσότητα τριβής που ασκείται σε αυτήν. Αυτό την κάνει ιδανική για έναν αθλητή να την πιάσει και να τη χειριστεί χωρίς φόβο ότι η μπάλα θα γλιστρήσει μακριά σε τυχαία κατεύθυνση.

Επιπροσθέτως, το πιο σημαντικό κομμάτι της καλαθοσφαίρισης, το σουτ εξαρτάται από τη Φυσική. Πιο αναλυτικά, οι αθλητές προπονούνται αμέτρητες ώρες ώστε να τελειοποιήσουν την τεχνική τους και κυρίως την δυνατότητά τους να δίνουν στροφές στη μπάλα όταν σουτάρουν. Αν ρίξουμε μια μπάλα χωρίς να της δώσουμε στροφές στο χείλος του στεφανίου ή το ταμπλό τότε η μπάλα θα αναπηδήσει σε μια σχετικά ευθεία γραμμή, πηγαίνοντας προς την αντίθετη κατεύθυνση από το στεφάνι. Αν όμως στοχεύσουμε προς το χείλος του στεφανιού ή το ταμπλό ενώ δίνουμε στροφές στη μπάλα, θα παρατηρήσουμε ότι δεν θα αναπηδήσει βίαια από το χείλος ή το ταμπλό όπως έκανε την πρώτη φορά αλλά θα παραμένει πιο κοντά στο στεφάνι όταν αναπηδά.

Συμπληρωματικά το γήπεδο και τα παπούτσια των αθλητών είναι κατασκευασμένα ώστε να προστατεύουν τους ίδιους τους αθλητές από τους κραδασμούς, κάτι που έχει φυσικά συμβεί με τη βοήθεια της Φυσικής. Από τη μια πλευρά το γήπεδο αποτελείται από ειδικό παρκέ το οποίο είναι κούφιο και στις άκρες του γηπέδου υπάρχουν αεραγωγοί. Έτσι ο αέρας απορροφάει τους κραδασμούς κατά την πτώση των αθλητών. Από την άλλη πλευρά, τα παπούτσια των αθλητών διαθέτουν αντικραδασμικούς πάτους κατασκευασμένους από μαλακό υλικό το οποίο απορροφάει της δυνάμεις που ασκούνται.

Στίβος



Ο στίβος είναι ένα ακόμη άθλημα το οποίο εξαρτάτε αισθητά από τη Φυσική. Αρχικά, το ταρτάν είναι κατασκευασμένο για να απορροφάει τους κραδασμούς ώστε οι αθλητές να αποφύγουν πιθανούς τραυματισμούς στα γόνατα ή τους αστραγάλους τους και για να παρέχει μια ισχυρή και σταθερή βάση που επιτρέπει στον αθλητή να πάρει ώθηση. Επίσης, εφαρμόζεται ο 3^{ος} νόμος του Νεύτωνα καθώς ο αθλητής χρησιμοποιεί τους μύες των ποδιών του για να σπρώξει το έδαφος. Αυτό σημαίνει ότι το έδαφος ασκεί μια ίσου μέτρου και με αντίθετη φορά δύναμη ωθώντας τον αθλητή προς τα μπροστά. Ακόμα, βρίσκει εφαρμογή και ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα. Πιο συγκριμένα, ο νόμος αυτός μας λέει ότι η δύναμη ισούται με τη μάζα επί την επιτάχυνση. Έτσι για τον αθλητή, όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκεί στο έδαφος τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η επιτάχυνση του. Επιπροσθέτως τα παπούτσια των αθλητών είναι άκρως σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, τα παπούτσια αυτά έχουν στο κάτω μέρος τους καρφιά τα οποία μεγιστοποιούν την τριβή. Έτσι ο αθλητής μπορεί να ασκήσει ακόμη περισσότερη δύναμη κάτι που θα βελτιώσει δραματικά τον χρόνο του αθλητή.

Σκι



Βασική είναι και η συνεισφορά της Φυσικής στο άθλημα του σκι. Οι αθλητές του σκι φοράνε μία κολλητή στολή έτσι ώστε η αντίσταση του αέρα κατά την κατάβαση του αθλητή να είναι μειώνεται. Ακόμη οι αγωνιστικές στολές που φοράνε είναι κατασκευασμένες με τέτοιο υλικό ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία στο σώμα τους σταθερή. Το χρώμα είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας γιατί επηρεάζει το πορώδες του υφάσματος σύμφωνα με την Wolters. Ο ιδανικός συνδυασμός χρωμάτων είναι αυτός του κόκκινου, του άσπρου και του μπλε χρώματος διότι: το κόκκινο είναι ένα θαυμάσιο χρώμα γιατί δεν είναι πολύ πυκνό, το άσπρο δεν απαιτεί καθόλου ποσότητα χρώματος ενώ το μπλε απαιτεί πολλή ποσότητα χρώματος και κατά συνέπεια τείνει να μειώσει το πορώδες της στολής. Πολλοί αγωνιζόμενοι προτιμούν το λευκό γιατί δεν απαιτεί καθόλου χρωστική και συνεπώς έχει το μεγαλύτερο πορώδες. Επιπλέον, ο εξοπλισμός των σκιέρ είναι επίσης καθώς βασίζει την λειτουργία του στη Φυσική. Συγκεκριμένα, στην άκρη κάθε μπατόν έχει τοποθετηθεί ένα εξάρτημα ώστε να μπορεί να καρφώνεται στο χιόνι και κατ' επέκταση να δίνει ώθηση στον αθλητή. Τέλος, κάθε αθλητής τοποθετεί κερί στο κάτω μέρος των σκι, με αποτέλεσμα η επιφάνεια να γίνεται πιο λεία και έτσι να μειώνεται η τριβή. Αυτό, βοηθάει σε μεγάλο βαθμό τον αθλητή αφού του επιτρέπει να «τσουλάει» πιο εύκολα.

Ποδόσφαιρο



Αναμφισβήτητα, το άθλημα του ποδοσφαίρου βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην έννοια της Φυσικής. Ειδικότερα τα παπούτσια των παιχτών είναι εφοδιασμένα με πλαστικά καρφιά τα οποία είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να καρφώνονται στο χορτάρι δίνοντας ώθηση και αυξάνοντας την ολική ισορροπία του παίχτη. Επιπρόσθετα, όσον αφορά την μπάλα αποτελείται από 28 κομμάτια καθώς απ' όσο πιο πολλά κομμάτια αποτελείται τόσο πιο σφαιρική είναι η μπάλα. Ενώ η μπάλα ζυγίζει 400-450 g έτσι ώστε να αναπηδάει κατάλληλα πάνω στο γρασίδι. Ακόμα οι παίκτες φοράν ειδικές στολές οι οποίες είναι κατάλληλες για την απορρόφηση του ιδρώτα των αθλητών κρατώντας το σώμα τους σε χαμηλή θερμοκρασία. Τέλος τα σημαϊάκια των διαιτητών είναι κατασκευασμένα από έντονα και φωσφορίζε χρώματα για να μπορούν να αντανακλούν στους προβολείς του σταδίου κατά τους νυχτερινούς αγώνες .

Επίλογος

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, η συνεισφορά της Φυσικής στον αθλητισμό είναι χωρίς καμία αμφιβολία καθοριστική. Αφενός οι κανόνες όλων των παραπάνω αθλημάτων έχουν βασιστεί στην έννοια της Φυσικής και αφετέρου όλοι προσπαθούν να βελτιώσουν την απόδοσή τους μέσα από τον καλύτερο εξοπλισμό και την καλύτερη κατανόηση της Φυσικής.

*Νικόλας Στεφανής
Νικόλας Ταμπρατζής
Τουρνάκης Γιώργος*

Βιβλιογραφία

<http://www.poolsport.gr/el/pages/profile>

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4954/1/ch_11.pdf

<http://www.snowclub.gr/forums/index.php?showtopic=19353>

<https://www.sport24.gr/Sports/OlympicGames/iroestourio/kolumvhsh-to-antipalo-deos-toy-stivoy.4184242.html>

<https://www.bostonglobe.com/sports/celtics/2018/07/09/kyrie-irving-surgically-repaired-left-knee-shows-post-rust/gBVAR5LMhZr4VIPFAq5H5J/story.html>

https://www.oregonlive.com/sports/2017/08/when_is_usain_bolt_running_at.html

<https://www.serre-chevalier.com/en/winter/ski-area/skipass/ski-passes/>

<https://www.givemesport.com/1244064-leo-messi-roasted-four-espanyol-players-with-an-incredible-dribble-during-20-win>

<http://www.shoottowin.in/sportscience>

Επιτυχόντες μαθητές της Γ' Γυμνασίου στους διαγωνισμούς της Ε.Μ.Ε 2018-19

Θαλής 2018-19

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ
ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ
ΓΚΙΩΝΗ
ΓΚΟΝΗΣ ΚΟΥΚΙΑΣ
ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΗΣ
ΖΑΧΑΡΑΚΗ
ΙΩΑΚΕΙΜΙΔΗΣ
ΚΑΜΟΥΔΗΣ
ΚΑΡΑΜΠΑΤΕΑΣ
ΚΟΚΟΤΑΚΗΣ
ΚΟΥΜΠΛΗΣ
ΚΟΥΝΤΟΥΡΗΣ
ΚΡΙΕΖΗΣ
ΛΕΝΤΖΑΚΗ
ΜΠΑΔΟΓΙΑΝΝΑΚΗ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ
ΠΟΛΥΔΩΡΟΣ
ΡΟΥΣΣΟΣ ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ
ΣΙΩΖΟΥ
ΦΡΑΓΚΟΣ

ΑΡΗΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΙΩΑΝΝΑ
ΟΡΕΣΤΗΣ
ΒΑΙΛΕΙΟΣ
ΠΕΤΡΟΣ
ΔΗΜΗΤΡΑ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΚΩΝ/ΝΟΣ
ΣΤΡΑΤΗΣ
ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΩΝΙΟΣ
ΛΙΛΑ
ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ
ΑΧΙΛΛΕΑΣ
ΚΩΝ/ΝΟΣ
ΙΑΣΩΝ
ΜΥΡΤΩ
ΑΧΙΛΛΕΑΣ

Ευκλείδης 2018-19

ΙΩΑΚΕΙΜΙΔΗΣ
ΡΟΥΣΣΟΣ ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΙΑΣΩΝ

Γ' ΒΡΑΒΕΙΟ

Διακριθέντες μαθητές της Γ' Γυμνασίου στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Φυσικής

«Αριστοτέλης» 2019

ΒΟΣΣΟΣ
ΛΟΥΜΙΔΗΣ
ΑΣΛΑΝΙΔΗΣ
ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΗΣ
ΓΚΟΝΗΣ ΚΟΥΚΙΑΣ
ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ
ΡΟΥΣΣΟΣ ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ

ΑΓΓΕΛΟΣ	1 ^ο ΒΡΑΒΕΙΟ ΑΡΙΣΤΕΙΑΣ
ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ	1 ^ο ΒΡΑΒΕΙΟ ΑΡΙΣΤΕΙΑΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ	3 ^ο ΒΡΑΒΕΙΟ ΑΡΙΣΤΕΙΑΣ
ΠΕΤΡΟΣ	3 ^ο ΒΡΑΒΕΙΟ ΑΡΙΣΤΕΙΑΣ
ΟΡΕΣΤΗΣ	ΕΥΦΗΜΟΣ ΜΝΕΙΑ
ΔΗΜΗΤΡΗΣ	ΕΥΦΗΜΟΣ ΜΝΕΙΑ
ΙΑΣΟΝΑΣ	ΕΥΦΗΜΟΣ ΜΝΕΙΑ



