

Μοντελοποίηση Στατικού Ηλεκτρισμού

Νικόλας Νικολάου
Καθηγητής φυσικής
Λύκειο Αγίου Αντωνίου

Εισαγωγή

Η εργασία η οποία παρουσιάζεται στο Παγκύπριο συνέδριο έχει να κάνει με ένα πρόγραμμα που φτιάχτηκε από το διδάσκοντα για σκοπούς διδασκαλίας του Στατικού Ηλεκτρισμού στην τάξη. Το λογισμικό κατασκευάστηκε με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού λογισμικού *Multimedia Builder*. Το θέμα του λογισμικού είναι ο Στατικός Ηλεκτρισμός. Η επιλογή του θέματος έγκειται στο γεγονός ότι ο στατικός ηλεκτρισμός είναι το πρώτο κεφάλαιο στη φυσική (γυμνάσιο και λύκειο) που ασχολείται με τον μικρόκοσμο του ατόμου, ενώ τα αποτελέσματά του είναι μεν εμφανή αλλά δύσκολο να κατανοηθούν από τους μαθητές εξαιτίας της κίνησης των ηλεκτρονίων. Πιο συγκεκριμένα, ως γνωστόν, τα ηλεκτρόνια δεν μπορεί να τα δει ο καθείς, αλλά πρέπει να αποδεχτεί την ύπαρξή τους και ταυτόχρονα να σκεφτεί την κίνηση, την οποία επίσης δεν έχει δει, για να μπορέσει να επεξηγήσει τα εμφανή αποτελέσματα του στατικού ηλεκτρισμού.

Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα αλλά και για το γεγονός ότι στο συγκεκριμένο θέμα υπάρχουν αρκετά καλές προσομοιώσεις που δείχνουν την κίνηση των ηλεκτρονίων, αποφασίσαμε τη μοντελοποίηση της παρούσας θεματικής, η οποία θα έχει πολλαπλά οφέλη, κυρίως από παιδαγωγικής απόψεως, τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς. Εν κατακλείδι, το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό πρόκειται για μια ευχάριστη διαδρομή προς την κατάκτηση της γνώσης του Στατικού Ηλεκτρισμού, με πλούσια αναλυτικά παραδείγματα.

Σε ποιους απευθύνεται;

Μέσα απ' τα Αναλυτικά Προγράμματα του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού, όπως παρατίθενται πιο κάτω, αναδεικνύεται σε ποιους μαθητές στοχεύει το συγκεκριμένο λογισμικό.

Αναλυτικό Γ΄ Γυμνασίου (όπως υπάρχει στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού: http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/nea-analytika-programmata/ektenes_programma_fysikesepistimes.pdf)

| ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ | | | |
|---|---|---|-----|
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ | ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ | | Π |
| | Οι μαθητές και μαθήτριες να: | | |
| 6. ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. | | Πυρηνική Γνώση – Διδακτικές Προσεγγίσεις και Πειραματικές Διαδικασίες | |
| 6.1 Ηλεκτρικό φορτίο. Ηλεκτρική φόρτιση. | 6.1.1 Αναγνωρίζουν το φορτίο ως μια ιδιότητα του ηλεκτρονίου και του πρωτονίου. 6.1.2 Αναφέρουν τη μονάδα μέτρησης του φορτίου στο σύστημα S.I. 6.1.3 Ορίζουν την ηλεκτρική δύναμη. | 6.1.1.1 Το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο φέρουν μια ιδιότητα που ονομάζεται ηλεκτρικό φορτίο. Με βάση αυτή την ιδιότητα τα ηλεκτρόνια συγκρατούνται μέσα στο άτομο και επίσης προκαλούν φαινόμενα που έχουν σχέση με τον ηλεκτρισμό. 6.1.2.1 Η μονάδα μέτρησης του φορτίου στο S.I. είναι το Coulomb (C). 6.1.3.1 Ηλεκτρικές δυνάμεις είναι δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων. | 0,5 |
| 6.2 Ηλεκτρική φόρτιση. | 6.2.1 Ορίζουν την ηλεκτρική φόρτιση των σωμάτων. 6.2.2 Εξηγούν την ηλεκτρική φόρτιση των σωμάτων με τριβή. 6.2.3 Αναφέρουν και εξηγούν φαινόμενα στη φύση που έχουν σχέση με την ηλεκτρική φόρτιση. | 6.2.1.1 Η διαδικασία με την οποία ένα σώμα αποκτά την ιδιότητα να ελκαστεί ηλεκτρικές δυνάμεις, ονομάζεται ηλεκτρική φόρτιση. 6.2.2.1 Η ηλεκτρική φόρτιση των σωμάτων με τριβή είναι αποτέλεσμα διαχωρισμού ηλεκτρικών φορτίων, έτσι ώστε το σώμα να έχει περίσσεια ή απώλεια ηλεκτρονίων, οπότε εμφανίζεται αντίστοιχα αρνητικά ή θετικά φορτισμένο. 6.2.3.1 Κεραυνός, Αστραπή, Τριβήματα και μικροί ακίνδυνοι σπινθήρες όταν βγάλουμε το συνθετικό μας πουλόβερ τραβώντας το πάνω από τα μαλλιά μας και άλλα. | 1 |

| ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ | | | |
|--|---|---|-----|
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ | ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ | | Π |
| | Οι μαθητές και μαθήτριες να: | | |
| 6.3 Ηλεκτρικές δυνάμεις. | 6.3.1 Αποδεικνύουν πειραματικά την ύπαρξη ηλεκτρικών δυνάμεων έλξης και άπωσης μεταξύ φορτισμένων σωμάτων και ελκτικών δυνάμεων μεταξύ φορτισμένων και ουδέτερων σωμάτων. | 6.3.1.1 Μια γυάλινη ράβδος αποκτά με τριβή σε μάλλινο ύφασμα θετικό φορτίο, ενώ μια ράβδος από εβονίτη αποκτά αρνητικό φορτίο. Δύο φορτισμένες ράβδοι από εβονίτη ή γυαλί απωθούνται ενώ μια φορτισμένη ράβδος από γυαλί και μια από εβονίτη έλκονται. Επίσης μια φορτισμένη ράβδος έλκει μικρά κομματάκια χαρτί. | 0,5 |
| 6.4 Αγωγοί και μονωτές. | 6.4.1 Διαπιστώνουν πειραματικά αν ένα υλικό επιτρέπει τη μετακίνηση ή όχι ηλεκτρικού φορτίου μέσα από τη μάζα του και ονομάζει αντίστοιχα το υλικό αγωγό ή μονωτή. | 6.4.1.1 Με πειραματική διαδικασία διαπιστώνουν ότι το ηλεκτρικό φορτίο έχει τη δυνατότητα να μετακινείται μέσα στη μάζα κάποιων υλικών (μονωτές), αλλά δε μετακινείται μέσα στη μάζα άλλων υλικών (μονωτές). Η πειραματική διαδικασία γίνεται με τη χρήση του ηλεκτροσκοπίου. | 1 |
| | 6.4.2 Αναφέρουν παραδείγματα μονωτών και αγωγών. | 6.4.2.1 Αγωγοί είναι γενικά όλα τα μέταλλα. Μονωτές είναι για παράδειγμα το ξύλο, το γυαλί, ο αέρας, το πλαστικό, το καουτσούκ και άλλα. | |

Αναλυτικό Β΄ Λυκείου Κοινού Κορμού (όπως υπάρχει στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού:

http://www.schools.ac.cy/eyliko/mesi/themata/fysiki/analytika_programmata/lykeiou/29_08_2005_b_lykeiou_koinos_kormos.pdf

| ΚΕΦ. | ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ | ΣΤΟΧΟΙ | ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ | ΠΕΡ. |
|------|---|--|---|------|
| 1.1 | ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ Στατικός ηλεκτρισμός Φόρτιση με τριβή Θετικά και αρνητικά φορτία Ηλεκτρικό εκκρεμές Ηλεκτροσκόπιο Δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων Νόμος Coulomb | <ul style="list-style-type: none"> Με τη συμπλήρωση της ύλης οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να: Εκτελούν απλά πειράματα φόρτισης σωμάτων με τριβή. Δικαιολογούν την ύπαρξη δύο ειδών φορτίων. Περιγράφουν τις δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων. Εξηγούν τη λειτουργία του ηλεκτρικού εκκρεμούς και του ηλεκτροσκοπίου. Διατυπώνουν το νόμο του Coulomb. Εξηγούν τις αστραπές και τους κεραυνούς | <p>Με απλά πειράματα φόρτισης με τριβή να έλκουν κομματάκια χαρτί.</p> <p>Να αποδεικνύουν την έλξη και άπωση μεταξύ φορτίων</p> <p>Να ελέγχουν κατά πόσο ένα σώμα είναι φορτισμένο ή όχι</p> <p>Πείραμα εκτροπής φλέβας νερού.</p> <p>Μικρές μελέτες.</p> <ol style="list-style-type: none"> Μελέτη λειτουργίας φωτοτυπικής μηχανής. Ηλεκτροστατικά φίλτρα. Αλεξικέρανα. | 2 |

Αναλυτικό Β΄ Λυκείου με κατεύθυνση τη φυσική και για το δώρο της θεωρητικής κατεύθυνσης της Β΄ λυκείου στις Τεχνικές (όπως υπάρχει στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού:

http://www.schools.ac.cy/eyliko/mesi/themata/fysiki/analytika_programmata/lykeiou/31_08_2006_b_lykeiou.pdf


| ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ | | | |
|--|---|---|---|
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ | ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ | | Π |
| | Οι μαθητές και μαθήτριες να: | | |
| 5 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ | | | |
| 5.1 Δομή του ατόμου και ηλεκτρικό φορτίο. | 5.1.1 Αναφέρουν τα συστατικά (σωματίδια) του ατόμου και αναγνωρίζουν ότι το φορτίο είναι μια ιδιότητα που φέρουν το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο. | 5.1.1.1 Το πρωτόνιο και το νετρόνιο είναι σωματίδια του πυρήνα του ατόμου. Τα ηλεκτρόνια είναι γύρω από τον πυρήνα. Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο φέρουν ίσο και αντίθετο φορτίο. | 3 |
| | 5.1.2 Αναγνωρίζουν ότι η φόρτιση στερεών σωμάτων γίνεται με μετακίνηση ηλεκτρονίων. | 5.1.2.1 Αρνητικά (θετικά) φορτισμένο στερεό σημαίνει πλεόνασμα (έλλειμμα) ηλεκτρονίων στο σώμα. 5.1.2.2 Φόρτιση ράβδων από εβονίτη, γυαλί, αλκαθίνη, perspex κλπ. | |
| | 5.1.3 Εκτελούν και ερμηνεύουν πειράματα στατικού ηλεκτρισμού. | 5.1.3.1 Απλά πειράματα με το ηλεκτροσκόπιο, (φόρτιση εξ επαφής ή εξ επαγωγής) με το ηλεκτρικό εκκρεμές και με τη συσκευή Van de Graaff. | |
| | 5.1.4 Συνδέουν και ερμηνεύουν φαινόμενα από την καθημερινή ζωή με το στατικό ηλεκτρισμό. | 5.1.4.1 Κεραυνός, αστραπή, ηλεκτρικός σπινθήρας κατά την εκφόρτιση σωμάτων. | |
| | 5.1.5 Γνωρίζουν τη διαφορά μεταξύ αγωγών και μονωτών. | 5.1.5.1 Οι αγωγοί επιτρέπουν τη διέλευση (μετακίνηση) φορτίου μέσα από τη μάζα τους ενώ οι μονωτές δεν επιτρέπουν. | |

| ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ | ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ | | Π |
| | Οι μαθητές και μαθήτριες να: | | |
| 5.2 Ο νόμος του Coulomb. | 5.2.1 Διατυπώνουν το νόμο του Coulomb και αναγνωρίζουν τις ομοιότητες και τις διαφορές με το νόμο της παγκόσμιας έλξης. | 5.2.1.1 Νόμος του Coulomb: $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ | 2 |
| | | 5.2.1.2 Η δύναμη στο νόμο του Coulomb είναι τόσο ελκτική όσο και απωστική (υπάρχουν δύο είδη φορτίου). Η δύναμη παγκόσμιας έλξης είναι πάντα ελκτική (υπάρχει μόνο ένα είδος μάζας). | |
| | | 5.2.1.3 Η σταθερά στο νόμο παγκόσμιας έλξης είναι ίση με: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^{-2} \text{ Kg}^{-2}$, ανεξάρτητη από το μέσο που περιβάλλει τα σώματα. Η σταθερά K στο νόμο του Coulomb εξαρτάται από το μέσο που περιβάλλει τα δύο φορτία. Στο κενό ή στον αέρα είναι ίση με: $K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 \text{ C}^{-2}$ | |
| | | 5.2.1.4 Τόσο η δύναμη Coulomb όσο και η δύναμη παγκόσμιας έλξης είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης από τα δύο φορτία ή τις δύο μάζες αντίστοιχα. (Νόμος αντιστρόφου τετραγώνου). | |
| | 5.2.2 Εφαρμόζουν το νόμο του Coulomb στη λύση προβλημάτων. | 5.2.2.1 Τα προβλήματα περιορίζονται σε απλές γεωμετρικές διατάξεις | |







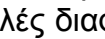

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, το λογισμικό απευθύνεται σε μαθητές της Γ΄ γυμνασίου, Β΄ λυκείου κοινού κορμού και Β΄ Λυκείου Κατεύθυνσης. Στην επόμενη ενότητα θα αναφέρουμε συγκεκριμένα πώς μπορεί να αξιοποιηθεί το λογισμικό.

Ανάλυση και Σχεδιασμός του Λογισμικού

Το λογισμικό με ένα ωραίο και ευφάνταστο τρόπο αναλύει όλες τις ενότητες που συμπεριλαμβάνονται στα πιο πάνω ΑΠ, συγκεκριμένα:

1. Με την έναρξη του λογισμικού και πριν την είσοδο στις ενότητες υπάρχει ένα βίντεο-αφόρμηση σχετικό με τον στατικό ηλεκτρισμό. Για να είμαστε ακριβείς, ένα απ' τα πιο αξιοπρόσεκτα θεάματα που προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών είναι η μηχανή που παράγει στατικό ηλεκτρισμό και ανασηκώνει τα μαλλιά. Αδράξαμε αυτή την ευκαιρία και προβάλλουμε, μέσα από ένα βίντεο, τα παθήματα ενός μαθητή μπροστά σε μια μηχανή παραγωγής στατικού ηλεκτρισμού. Πιστεύουμε ότι το συγκεκριμένο βίντεο θα τους κινήσει την περιέργεια και θα τους προκαλέσει να ασχοληθούν με το πρόγραμμα, ώστε να κατανοήσουν πλήρως το τι κρύβεται πίσω από την συμπεριφορά των μαλλιών.
Με τη λήξη του βίντεο, γίνεται αυτόματη μεταφορά στην αρχική επιφάνεια της εργασίας.
2. Με την έναρξη του λογισμικού και σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται από τον Μίκη, ο μαθητής καλείται να ανοίξει ένα φάκελο στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή του για να αποθηκεύει τις δραστηριότητες που καλείται να απαντήσει κατά τη διάρκεια της πλοήγησής του, έτσι ώστε στο τέλος να γίνει ανατροφοδότηση από τον καθηγητή και ταυτόχρονα να αποτελέσουν εφόδια για τα επόμενα μαθήματα.
3. Να αναφέρουμε ότι από άποψης σχεδιασμού σε κάθε σελίδα του προγράμματος υπάρχουν τα πιο κάτω κουμπιά στην ίδια πάντα θέση:
 - I. Ο Μίκη Μάους () θα είναι ο προσωπικός βοηθός του χρήστη και θα εξηγεί σε κάθε σελίδα τι πρέπει να προσέξει και τι πρέπει να πράξει. Βρίσκεται πάντα κάτω αριστερά, στην μπάρα με τα υπόλοιπα κουμπιά. Περνώντας τον

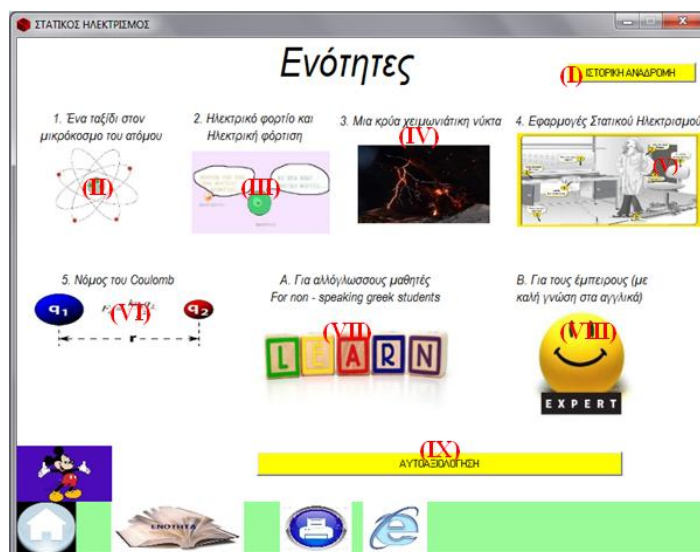
κέρσορα πάνω από το Μίκη Μάους θα μπορεί ο χρήστης να βλέπει τι έχει να του πει ο Μίκη σχετικά με τη σελίδα στην οποία βρίσκεται. Στις περιπτώσεις εκείνες που ο Μίκη δεν είχε να σημειώσει οτιδήποτε, δίνει γενικές οδηγίες. Σε πολλές περιπτώσεις αστειεύεται με τον χρήστη, εισάγοντας έτσι στο λογισμικό μια δόση χιούμορ που προσδίδει στο εκπαιδευτικό έργο, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί ένα πιο ευχάριστο κλίμα μάθησης.

- II. Το κουμπί  (σπίτι) σε επιστρέφει πάντοτε στην αρχική σελίδα.
- III. Το κουμπί  σε οδηγεί πάντοτε στην αρχική σελίδα της κάθε ενότητας στην οποία βρίσκεσαι.
- IV. Το κουμπί  δίνει τη δυνατότητα να εκτυπώσεις την συγκεκριμένη σελίδα στην οποία βρίσκεσαι.
- V. Το κουμπί  σου δίνει τη δυνατότητα να ανατρέξεις στο διαδίκτυο και να ψάξεις περαιτέρω πληροφορίες για οποιοδήποτε θέμα.
- VI. Το κουμπί  που σε επιστρέφει πάντοτε στην προηγούμενη σελίδα (σε πολλές περιπτώσεις αυτό το κουμπί απουσιάζει από την μπάρα εργασίας επειδή δε θέλουμε ο χρήστης να κατευθυνθεί προς την προηγούμενη σελίδα του προγράμματος αλλά να προχωρήσει μέσω της ενότητας).
- VII. Το κουμπί  σε οδηγεί στην επόμενη σελίδα του προγράμματος (και σ' αυτή την περίπτωση, σε πολλά σημεία το κουμπί απουσιάζει από την μπάρα εργασίας είτε γιατί θέλουμε ο χρήστης να κατευθυνθεί προς την επόμενη σελίδα του προγράμματος μέσω της ενότητας, είτε γιατί αυτή ολοκληρώθηκε).
- VIII. Σε πολλές διαφάνειες υπάρχουν επίσης και τα βέλη αριστερά () δεξιά () για να γίνετε πιο εύκολη η μετάβαση μπρος-πίσω στις σελίδες του προγράμματος (αυτά τα βέλη δεν αναιρούν τις ιδιότητες των βέλων «επόμενη» και «προηγούμενη» που αναφέραμε πιο πάνω, απλά κρίναμε ότι θα ήταν καλό στις συγκεκριμένες περιπτώσεις που υπάρχουν κι αυτά τα βέλη να γίνεται πιο εύκολη η μετάβαση στην επόμενη και προηγούμενη σελίδα).

4. Η αρχική επιφάνεια εργασίας έχει τη μορφή της διπλανής φωτογραφίας και περιλαμβάνει τις πιο κάτω ενότητες:

I. **Ιστορική Αναδρομή.** Επιλέγοντας τη συγκεκριμένη υπερσύνδεση/κουμπί ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαβάσει το άρθρο που αναφέρεται στην ιστορία του φορτίου και του στατικού ηλεκτρισμού από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

Ένα αρκετά εμπειριστατωμένο άρθρο που μπορεί να διαβαστεί από τον καθένα: «**Η εξέλιξη της Έννοιας του Ηλεκτρικού Φορτίου: Από τους αρχαίους Έλληνες στον Coulomb**», της



Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Υπ. Διδάκτορας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΤΔΕ, και του **Κωνσταντίνος Σκορδούλης**, Καθηγητής, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΤΔΕ.

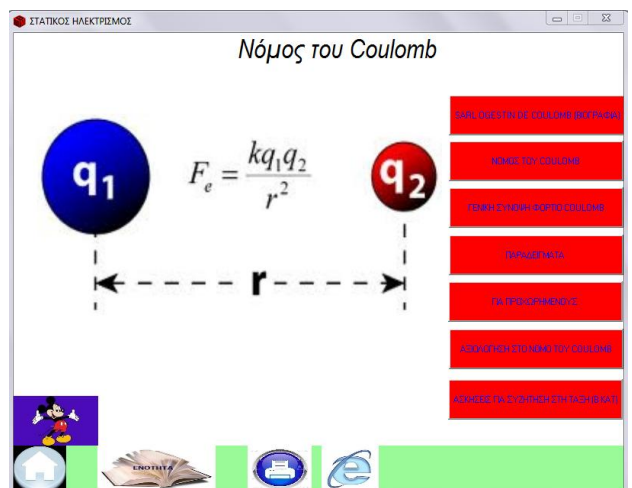
- II. **Ένα ταξίδι στον μικρόκοσμο του ατόμου.** Μέσα απ' αυτή την ενότητα γίνεται μια εισαγωγή στο άτομο και τα στοιχειώδη σωματίδιά του. Στα βίντεο που υπάρχουν, πέραν από τις σχηματικές αναπαραστάσεις των ατόμων, φαίνεται η κίνηση των ηλεκτρονίων αλλά και η δομή του ατόμου σχηματικά και γίνεται μια πρώτη εισαγωγή στη σχέση των σωματιδίων του ατόμου με τον στατικό ηλεκτρισμό. Τα φορτία των σωματιδίων αναφέρονται όχι μία αλλά αρκετές φορές, έτσι ώστε στο τέλος να γίνει εμπέδωση από τον μαθητή. Στην σύνοψη καταγράφονται τα πιο βασικά στοιχεία που πρέπει να κρατήσει ο μαθητής, ολοκληρώνοντας αυτή την ενότητα.
- III. **Ηλεκτρικό φορτίο και ηλεκτρική φόρτιση.** Αναφορά στο ηλεκτρικό φορτίο αλλά και στους τρεις τρόπους φόρτισης των σωμάτων, φόρτιση από τριβή, από επαγωγή και από απόσταση. Υπάρχουν πέραν των δέκα βιντεοσκοπημένων πειραμάτων για το φορτίο και την φόρτιση των σωμάτων και σε πολλά εξ αυτών, αφού δίνονται επεξηγήσεις με σχηματική αναπαράσταση και με λόγια, καλείται ο μαθητής να δώσει τις δικές του εξηγήσεις για κάποια πειράματα, έτσι ώστε ο καθηγητής, μέσα από τις απαντήσεις τους, να διαμορφώσει ακολούθως το μάθημα για τελική εμπέδωση και επιστημονική προσέγγιση των πειραμάτων εκ μέρους των μαθητών.
Ο μαθητής σε πολλές περιπτώσεις καλείται να ασκήσει κριτική και να περιγράψει αναλυτικά πως αντιλαμβάνεται τα πειράματα και σε άλλες να προβεί σε ταυτόχρονη ή μεταγενέστερη υλοποίηση του πειράματος, όπως βλέπει/είδε στο βίντεο και να προβεί στις ανάλογες διαπιστώσεις. (Ταυτόχρονα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τους διδάσκοντες για εργασία στο σπίτι, όπως λ.χ. κατασκευή ηλεκτροσκοπίου). Στη θεωρητική ανασκόπηση του κεφαλαίου αναφέρονται όλα όσα πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης με πολύ ωραία και παραστατικά σχήματα.
- IV. **Μία κρύα χειμωνιάτικη νύχτα.** Κεραυνοί και αστραπές αλλά και ηλεκτρικά τινάγματα από την δημιουργία σπινθήρων, επεξηγούνται με παραστατικό τρόπο μέσα από μια σειρά με βίντεο (εκτενής αναφορά στο τρόπο κίνησης των ηλεκτρονίων κατά τη δημιουργία ενός κεραυνού). Αναφορά στο αλεξικέραυνο και στο τρόπο λειτουργίας του. Σε πολλές περιπτώσεις τα βίντεο είναι στην αγγλική γλώσσα αλλά ο πολύ ωραίος και ευφάνταστος τρόπος κίνησης των ηλεκτρονίων, μπορεί να γίνει κατανοητός και από μαθητές που δεν μιλούν καλά αγγλικά.
- V. **Εφαρμογές στατικού ηλεκτρισμού.** Μια ενότητα που έχει να κάνει με τις εφαρμογές του στατικού ηλεκτρισμού στην καθημερινή μας ζωή. Οι υποενότητες εξηγούν την λειτουργία, της ηλεκτροστατικής βαφής, του εκτυπωτή laser, της φωτοτυπικής αλλά και άλλων εφαρμογών όπως επίσης και των προβλημάτων που προκύπτουν από τον στατικό ηλεκτρισμό και πως μπορούμε να τα αντιμετωπίσουμε. Τα περισσότερα από αυτήν την Ενότητα δεν αναφέρονται μέσα στα αναλυτικά προγράμματα αλλά ο χρήστης μπορεί να τα δει εγκυκλοπαιδικά και να δει τις χρήσεις του στατικού ηλεκτρισμού στην καθημερινότητα.
- VI. **Ο Νόμος του Coulomb.** Μαθηματική διατύπωση του νόμου του Coulomb, πέραν όμως της διατύπωσης υπάρχουν και αρκετά παραδείγματα που εισαγάγουν τον χρήστη στο πως μπορεί να επιλύει θεωρητικές ερωτήσεις και

ασκήσεις. Στα λυμένα παραδείγματα αναφέρεται πρώτα το πρόβλημα και καλείται ο μαθητής να σκεφτεί και να διαμορφώσει μια προσωπική άποψη για το πρόβλημα πριν να του παρουσιαστεί η απάντηση (η απάντηση παρουσιάζεται μ' ένα κλικ πάνω στο πρόβλημα, έτσι ο μαθητής μπορεί να έχει όσο χρόνο θέλει για να το σκεφτεί). Υπάρχουν ενότητες για προχωρημένους αλλά και παράθεση ασκήσεων για επίλυση από τους ίδιους μαθητές στην τάξη. Στη παράθεση των ασκήσεων, ο μαθητής καλείται να τις λύσει και να ταυτοποιήσει την δική του απάντηση μ' εκείνη που του δίνεται. Στην περίπτωση που διαφέρουν, καλείται να την επιλύσει και πάλι από την αρχή. Σε περίπτωση που αδυνατεί, απευθύνεται στον διδάσκοντα για περαιτέρω συζήτηση. Η γραπτή αξιολόγηση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε ηλεκτρονικά είτε να την τυπώσει και να την λύσει στο χαρτί. Σ' αυτή την ενότητα γίνεται σαφής διαχωρισμός του προγράμματος και της τάξης που είναι ο μαθητής: Υπάρχουν ενότητες για προχωρημένους, λ.χ. για του μαθητές της Β' Λυκείου με κατεύθυνση την φυσική.

Πιο κάτω θα αναλύσουμε τη χρήση του απ' τον ίδιο τον εκπαιδευτικό.

- VII. **Για αλλόγλωσσους μαθητές.** Σε πολλά σχολεία πλέον υπάρχει πληθώρα μαθητών με πρόβλημα στην ελληνική γλώσσα. Η πραγματικότητα του πολυπολιτισμικού σχολείου μας οδήγησε να εντάξουμε στο συγκεκριμένο πρόγραμμα ενότητες που αφορούν τους αλλόγλωσσους μαθητές. Οι μαθητές αυτοί (πρέπει τουλάχιστον να γνωρίζουν την αγγλική γλώσσα) καλούνται μέσα απ' τις οδηγίες του λογισμικού να ξεκινήσουν πρώτα από την συγκεκριμένη ενότητα και ακολούθως να μεταβούν στις άλλες. Η συγκεκριμένη πορεία έγκειται στο γεγονός ότι σ' αυτή την ενότητα υπάρχουν μια σειρά από βίντεο που θα τους βοηθήσει να κατανοήσουν την φυσική που κρύβεται πίσω από το ηλεκτρικό φορτίο και τον στατικό ηλεκτρισμό. Στη συνέχεια καλούνται να ακολουθήσουν την κανονική διαδρομή, έτσι ώστε να εμπεδώσουν αυτές τις έννοιες και στην ελληνική γλώσσα.
- VIII. **Για προχωρημένους (με καλή γνώση στα αγγλικά).** Σ' αυτή την ενότητα υπάρχει μια σειρά από 4 βίντεο που ξεκινά από το άτομο και φτάνει μέχρι τον νόμο του Coulomb με σχηματική επεξήγηση. Αρκετά καλή σειρά που αναφέρεται στους μαθητές της Β' Λυκείου με κατεύθυνση την φυσική.
- IX. **Αυτοαξιολόγηση.** Οι μαθητές καλούνται πριν κλείσουν το πρόγραμμα να προβούν σε μια γενική αναθεώρηση των γνώσεων που έχουν αποκτήσει, με μια σειρά από 30 ερωτήσεις.

5. Η κάθε ενότητα έχει την μορφή του διπλανού σχήματος. Τα κουμπιά στο δεξί μέρος της επιφάνειας εργασίας παραπέμπουν σε αντίστοιχες υποενότητες. Πατώντας ο χρήστης πάνω στο κάθε κόκκινο κουμπί προχωρά στην υποενότητα που έχει επιλέξει. Μπορεί να επιστρέφει στην αρχική ενότητα με το κουμπί «ενότητα» στο κάτω μέρος. Να αναφέρουμε ότι όλες οι ενότητες έχουν την ίδια μορφή με την ενότητα για το νόμο του Coulomb.



Πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί;

Τελειώνοντας με την παρουσίαση του προγράμματος θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μπορεί πολύ εύκολα να διδαχθεί από τους καθηγητές της Γ΄ Γυμνασίου, της Β΄ Λυκείου κορμού και Β΄ Λυκείου κατεύθυνσης, όπως επίσης και στις Τεχνικές Σχολές για το Β΄ έτος θεωρητικής κατεύθυνσης. Για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε πώς χρησιμοποιείται από τον κάθε καθηγητή θα επικαλεστούμε τα αναλυτικά προγράμματα που έχουμε παρουσιάσει πιο πάνω.

Καθηγητές φυσικής στη Γ΄ Γυμνασίου

Μέσα στο αναλυτικό υπάρχουν σαν ενότητες

6.1: Ηλεκτρικό φορτίο και ηλεκτρική φόρτιση

6.2: Ηλεκτρική φόρτιση

6.3: Ηλεκτρικές δυνάμεις

6.4: Αγωγοί και μονωτές

Οι μαθητές σ' αυτή την περίπτωση μπορούν να ασχοληθούν με τις πρώτες δύο ενότητες του προγράμματος: Ένα ταξίδι στο μικρόκοσμο του ατόμου και Ηλεκτρικό φορτίο και ηλεκτρική φόρτιση. Σ' αυτές τις ενότητες περιέχονται όλα τα πιο πάνω καθώς και οι επιμέρους στόχοι του αναλυτικού προγράμματος. Υπάρχει ανατροφοδότηση σε αρκετές περιπτώσεις μέσα από διπλά βίντεο για το ίδιο θέμα, υπάρχει βοήθεια για αδύνατους μαθητές, αλλά και στην περίπτωση των καλών μαθητών μπορούν να προχωρήσουν στις επόμενες δύο ενότητες του προγράμματος: Μια κρύα χειμωνιάτικη νύχτα και χρήσεις του στατικού ηλεκτρισμού, έτσι ώστε να μπορέσουν να μάθουν περισσότερα πράγματα για τον στατικό ηλεκτρισμό. Μέσα στις πρώτες δύο ενότητες υπάρχουν αρκετές δραστηριότητες που καλούνται οι μαθητές να αναπτύξουν και να απαντήσουν ώστε να μπορέσει ο καθηγητής μέσα από τις απαντήσεις να κάνει τον σχεδιασμό του επόμενου μαθήματος και να τους δώσει ανατροφοδότηση σε έννοιες που δεν έχουν καταλάβει. Το πρόγραμμα δεν κατευθύνει τους μαθητές αλλά τους αφήνει να σκεφτούν και να αυτενεργήσουν αναλόγως.

Υπερκαλύπτονται όλοι οι διδακτικοί στόχοι του αναλυτικού και μπορεί να αποκτηθεί όλη η πυρηνική γνώση που αναφέρετε στο αναλυτικό πρόγραμμα που Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού. Επίσης μπορεί να αναπτυχθεί και η δημιουργικότητα των μαθητών μέσα από κατασκευές που προτείνονται να γίνουν απ' το πρόγραμμα.

Οι μαθητές στο τέλος μπορούν να κάνουν και την αυτοαξιολόγησή τους, έτσι ώστε να δουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει μέσα από την ανασκόπηση του προγράμματος.

Καθηγητές φυσικής στη Β΄ Λυκείου Κορμού

Στο αναλυτικό (όπως μπορούμε να δούμε στην αρχή της ανάλυσης) υπάρχουν οι ενότητες:

- Φόρτιση με τριβή
- Θετικά και αρνητικά φορτία
- Ηλεκτρικό εκκρεμές
- Ηλεκτροσκόπιο
- Δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων και
- ο νόμος του Coulomb

Επίσης στις δραστηριότητες προτείνονται:

- Απλά πειράματα φυσικής
- Να επιδεικνύουν έλξη και άπωση
- Να ελέγχουν κατά πόσο ένα σώμα είναι φορτισμένο ή όχι

- Μικρές μελέτες ως προς την λειτουργία της φωτοτυπικής μηχανής, των ηλεκτροστατικών φίλτρων και των αλεξικέραυνων
- Τελειώνοντας οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να:
- Εκτελούν απλά πειράματα
 - Δικαιολογούν την ύπαρξη δύο φορτίων
 - Περιγράφουν τις δυνάμεις μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων
 - Εξηγούν την λειτουργία του ηλεκτρικού εκκρεμούς
 - Διατυπώνουν το νόμο του Coulomb και επιλύουν απλά προβλήματα
 - Εξηγούν τις αστραπές και τους κεραυνούς.

Σε αυτή τη περίπτωση ισχύουν όλα όσα έχουμε αναφέρει πιο πάνω, ενώ επιπλέον, οι μαθητές, μπορούν να ασχοληθούν με ολόκληρο το πρόγραμμα, με εξαίρεση την ενότητα «Για προχωρημένους», η οποία απευθύνεται στους μαθητές της Β΄ Λυκείου με κατεύθυνση την φυσική. Ισχύουν επίσης ότι έχουμε αναφέρει και για τους καθηγητές της Γ΄ Γυμνασίου.

Καλύπτονται όλοι οι στόχοι και δραστηριότητες του αναλυτικού προγράμματος.

Καθηγητές φυσικής στη Β΄ Λυκείου κατεύθυνσης και στη Β΄ έτος θεωρητικής κατεύθυνσης Τεχνικών Σχολών.

Σε αυτή την περίπτωση το αναλυτικό έχει τροποποιηθεί και εμφανίζεται σ' αυτή τη μορφή:

| | Οι μαθητές και μαθήτριες να: | Εισηγήσεις για δραστηριότητες | Π. |
|----------------------|---|--|----|
| Στατικός Ηλεκτρισμός | Ανακαλούν τη δομή του ατόμου και τα ηλεκτρικά φορτία. Μονάδα μέτρησης ηλεκτρικού φορτίου. | | 3 |
| | Διερευνούν τη φόρτιση σωμάτων και την ύπαρξη Ηλεκτροστατικών δυνάμεων. | Εκτελούν και ερμηνεύουν πειράματα στατικού ηλεκτρισμού (Φορτίζουν καλαμάκια, μπαλόνια κλπ. και παρατηρούν τις ηλεκτρικές δυνάμεις). Απλά πειράματα φόρτισης ηλεκτρικού εκκρεμούς και ηλεκτροσκοπίου. | |
| | Αναγνωρίζουν τη διαφορά μεταξύ αγωγών και μονωτών. | | |
| | Συνδέουν και ερμηνεύουν φαινόμενα από την καθημερινή ζωή με το στατικό ηλεκτρισμό. Κεραυνός, αστραπή, ηλεκτρικός σπινθήρας κατά την εκφόρτιση σωμάτων. Παρουσιάζουν την εργασία τους. | Εργασία για το φαινόμενο του κεραυνού και της αστραπής. | 1 |
| | Διατυπώνουν τον νόμο του Coulomb και αναγνωρίζουν τις ομοιότητες και τις διαφορές με τον νόμο της παγκόσμιας έλξης. | Διερευνούν το νόμο του Coulomb με τη χρήση ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας. | 4 |

Στο ΝΑΠ δίνεται έμφαση περισσότερο στα πειράματα και τις δραστηριότητες, γεγονός το οποίο στηρίζεται από το λογισμικό μας, ενώ ταυτόχρονα καλύψαμε όλους τους στόχους και τις δραστηριότητες του νέου αλλά και παλαιότερων αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών, μέσα από τις δραστηριότητες για προχωρημένους και τις ασκήσεις που δίνονται για καλύτερη εφαρμογή του νόμου του Coulomb.

Καλύπτονται όλοι οι στόχοι και δραστηριότητες και των δύο αναλυτικών προγραμμάτων

Παιδαγωγική αξία του λογισμικού

- Το λογισμικό έχει παιδαγωγική αξία, είναι κατάλληλο, αξιοποιεί τις ανάγκες των μαθητών και τους μαθησιακούς στόχους του αναλυτικού προγράμματος. Παρέχει ευκαιρίες ανάπτυξης των ανώτερων λειτουργιών, της νόησης μέσω σύνθετων και δημιουργικών δραστηριοτήτων και προσεγγίζει διαθεματικά τη γνώση. Επίσης παρέχει τη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης και παρουσιάζει αυθεντικές καταστάσεις. Προάγει την κριτική σκέψη μέσα από τον προβληματισμό για τα διάφορα πειράματα που παρουσιάζονται.
- Επιπλέον έχει γνωστική αξία αφού επιτυγχάνεται η γνώση μέσα από πληροφοριακά κείμενα για τον στατικό ηλεκτρισμό, βίντεο με πειράματα για κατανόηση κλπ. Επίσης έχει και κοινωνικοπολιτισμική αξία, αφού γίνεται ιστορική διαδρομή του στατικού ηλεκτρισμού και δίνεται έμφαση στους αλλόγλωσσους μαθητές.
- Οι μαθητές εκτός από τις γνώσεις και δεξιότητες στη φυσική, αποκτούν και γνώσεις και δεξιότητες που αφορούν τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, αφού καλούνται να αποθηκεύσουν αρχείο, να επικοινωνήσουν με email, να σερφάρουν στο internet, να εκτυπώσουν κ.τ.λ.
- Στις δραστηριότητες του συγκεκριμένου λογισμικού, αποφασίσαμε να μην υπάρχει εξ ολοκλήρου ανατροφοδότηση από το ίδιο το λογισμικό, γιατί θεωρούμε περισσότερο παιδαγωγικό, να μην δίνονται έτοιμες οι απαντήσεις, αλλά να αποθηκεύονται στο αρχείο και να ελέγχονται από τον καθηγητή, ώστε να ελέγχονται από τον ίδιο και να πραγματοποιείται ανατροφοδότηση στο επόμενο μάθημα.
- Παρέχονται ευκαιρίες σε αλλόγλωσσους μαθητές, αλλά και σε αδύνατους μαθητές να γίνει κατανόηση των φαινομένων μέσα από διπλές δραστηριότητες και σε αρκετές περιπτώσεις με τα κουμπιά: ΒΟΗΘΕΙΑ, ΕΠΙΛΕΟΝ ΒΟΗΘΕΙΑ τους δίνεται η ευκαιρία να ανατρέξουν σε διαφορετικές δραστηριότητες ή να επαναλάβουν δραστηριότητες για καλύτερη κατανόηση.
- Κατά τη γνώμη μας, το περιεχόμενο του συγκεκριμένου λογισμικού είναι συμβατό με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών που απευθύνεται, σχετίζεται με τους στόχους του Αναλυτικού προγράμματος, καλύπτεται σε βάθος το θέμα, απουσιάζουν τα γλωσσικά λάθη, αντιμετωπίζονται οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες μέσω απλοποιημένων δραστηριοτήτων και είναι ακριβές, άρτιο έγκυρο και ενημερωμένο.
- Πέραν όμως όλων αυτών παρέχει και την δυνατότητα σε άριστους μαθητές να πληροφορηθούν για περισσότερα πράγματα αλλά και να αναπτύξουν τις δεξιότητες τους μέσα από την επίλυση δύσκολων ασκήσεων που παρέχονται.
- Τέλος, είναι ένα ανοικτό λογισμικό, εύκολο στη χρήση και χαρακτηρίζεται από ελκυστικότητα και χιούμορ ώστε να προκαλεί το ενδιαφέρον του μαθητή. Θεωρούμε ότι το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο διδακτικό έργο των καθηγητών Φυσικής.

Επίλογος

Η δημιουργία του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού αποτέλεσε μία ευχάριστη και δημιουργική πορεία. Σαν εκπαιδευτικός ένιωσα ηθική ικανοποίηση για την κατασκευή ενός δικού μου λογισμικού, το οποίο θα διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία. Είναι καιρός λοιπόν όλοι οι εκπαιδευτικοί να εκτιμήσουν, να υποστηρίξουν και να χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας στην εκπαίδευση για μία εκσυγχρονισμένη και καινοτόμο διδασκαλία. Ευχαριστίες στην φιλόλογο Αγγελική Ριαλά για όλες τις διορθώσεις που έκανε στο λογισμικό και στη συγγραφή της εργασίας.

Βιβλιογραφία

- Χαμπιαούρης, Κ. (2013) *Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική Διοίκηση, σημειώσεις μαθήματος*, C.I.I.M. Λεμεσός.
- Ρουσιάς, Χ. (2013) *Εκπαιδευτικό Λογισμικό, σημειώσεις μαθήματος*, C.I.I.M. Λεμεσός
- Μαντζαρίδου, Α., & Ράπτης, Α. Δ., & Χαμπιαούρης, Κ. (2009). *Κατασκευάζοντας Εκπαιδευτικό Λογισμικό με Multimedia Builder*. Αθήνα: Α.Α. Λιβάνη.
- Αναλυτικά προγράμματα Μέσης εκπαίδευσης Κύπρου. Ανακτήθηκε από www.moec.gov.cy/analytika_programmata/programmata_spoudon.html
- Χρυσόχου, Α.(2008) *Φυσική Γ Γυμνασίου*. Αθήνα: Εκδόσεις Βολονάκη.
- Κυργιάκης, Χ. (2010) *Φυσική Β' Λυκείου Γεν. Παιδείας*, Εκδόσεις Βολονάκη, Αθήνα
- Στεφανίδου & Σκορδούλης. (2010) *Η εξέλιξη της Έννοιας του Ηλεκτρικού Φορτίου: Από τους αρχαίους Έλληνες στον Coulomb*, ΠΤΔΕ, Αθήνα
- Στεφανίδου & Σκορδούλης. (2011) *Διδάσκοντας τη φύση της επιστήμης μέσα από την ιστορία των φυσικών επιστημών- Η περίπτωση του ηλεκτρικού φορτίου*, ΠΤΔΕ, Αθήνα

Τα βίντεο αναρτήθηκαν από ιστοσελίδες όπως:

- <http://etaksi2011.wordpress.com/2012/02/01/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=Ur0KxpeyToc>
- <http://www.youtube.com/watch?v=sRG44gPtkZ0>
- http://www.youtube.com/watch?v=T0Gr_otJyeQ
- <http://www.youtube.com/watch?v=ynDbiQVdbUk>
- <http://www.youtube.com/watch?v=N1nx4k-IIsQ>
- <http://www.youtube.com/watch?v=yntNyMp0XKY>
- <http://www.seilias.gr/>