

Χρήση του λογισμικού «Crocodile Physics» για τη διδασκαλία των ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων σε ιδανικό κύκλωμα LC

Ιωάννης Μπαγανάς¹, Αθανάσιος Πέρδος²
¹ Φυσικός, ² ΕΠΑΛ Ρόδου, jbaganas@gmail.com

² Δρ. Φυσικός - Πληροφορικός, Ελληνογαλλική Σχολή Καλαμαρί, perdos@kalamari.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι οι μαθητές / μαθήτριες να πειραματιστούν με το προτεινόμενο εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, “Crocodile Physics” ώστε να δημιουργήσουν τις κατάλληλες αναπαραστάσεις για το φαινόμενο των ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων σε ένα κύκλωμα LC. Έτσι τους δίνεται ένα φύλλο εργασίας που έχει ως διδακτικό στόχο την εξαγωγή των εξισώσεων που διέπουν το φαινόμενο. Παράλληλα υπάρχουν δραστηριότητες οι οποίες βοηθούν τους μαθητές να συσχετίσουν τα φυσικά μεγέθη των μηχανικών απλών αρμονικών ταλαντώσεων (συστήματος ελατηρίου – μάζας) με αυτά των ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων κυκλώματος LC. Στους μαθητές παρέχονται τα απαιτούμενα αρχεία στα οποία βασίζεται το φύλλο εργασίας.

Λέξεις Κλειδιά: Κύκλωμα LC, Λογισμικό Προσομοίωσης

Εισαγωγή

Ο υπολογιστής και οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ) έχουν πολύ μεγάλες δυνατότητες εκπαιδευτικής χρήσης, οι οποίες εξαρτώνται από το σκοπό για τον οποίο προορίζεται η χρήση αυτή. Στον χώρο των Φυσικών Επιστημών οι δυνατότητες χρήσης του υπολογιστή και των ΤΠΕ είναι θεωρητικά απεριόριστες (Σολομωνίδου 2001). Η προσομοίωση φαινομένων και διαδικασιών η δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων για ένα φαινόμενο ή μια διαδικασία, η αυξημένη αλληλεπίδραση με τον/ην χρήστη αποτελούν από τις πλέον σημαντικές δυνατότητες των εκπαιδευτικών λογισμικών. Από την άλλη πλευρά, η εποικοδομητική αντίληψη για τη διδασκαλία και τη μάθηση στις ΦΕ, η εργασία σε ομάδες και η συνεργατική και ανακαλυπτική μάθηση αποτελούν βασικές παιδαγωγικές αρχές οι οποίες χάρη στη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού αξιοποιούνται κατάλληλα στην τάξη.

Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στο σχολείο του σήμερα συμβάλλει στον εκσυγχρονισμό και την ποιοτική αναβάθμιση της εκπαιδευτικής πραγματικότητας. Έτσι η χρησιμοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων με την τεχνολογία των πολυμέσων δημιουργεί νέα, ελκυστικά περιβάλλοντα μάθησης διαδραστικού χαρακτήρα και επιτρέπει στο/στη μαθητή/μαθήτρια να προσεγγίζει και να επεξεργάζεται τη γνώση ολιστικά, με ποικίλους συνδυασμούς και δυνατότητες (Μπαμπινιώτης, 2000). Παράλληλα, οι ΤΠΕ ωθούν το μαθητή σε ομαδοσυνεργατικά μοντέλα μάθησης, ενισχύοντας τη διαπροσωπική επικοινωνία και αναδεικνύοντας κοινά μαθησιακά ενδιαφέροντα (Lehtinen 1996). Η μάθηση λοιπόν γίνεται πιο ενεργητική και επικοινωνιακή. Αναθεωρούνται οι μαθησιακοί στόχοι και για την επίτευξη των νέων μαθησιακών στόχων (επίλυση προβλήματος, συνεργατική εργασία σε σύνθετα έργα) απαιτείται εφαρμογή δημιουργικής και ευέλικτης γνώσης (Δημητρακοπούλου, 2001).

Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ όμως προωθεί και την εξατομικευμένη διδασκαλία, υπηρετώντας κατ’ αυτόν τον τρόπο την αρχή της ισότητας στη μάθηση (Ράπτης & Ράπτη, 2001). Τέτοιας μορφής διδασκαλία με τη χρήση διαθεματικού εκπαιδευτικού λογισμικού δίνει ευκαιρίες σε όλους τους μαθητές να επιλέγουν τις δικές τους διαδρομές και να αφιερώνουν όσο χρόνο χρειάζονται, για να αντιληφθούν και να συσχετίσουν διαφορετικές θεματικές ενότητες, στο πλαίσιο κοινών δραστηριοτήτων. Έτσι οι μαθητές αλληλεπιδρούν με το μαθησιακό περιβάλλον και μπορούν να έχουν τον έλεγχο της ροής και της κατεύθυνσης της πληροφορίας.

Βασικός άξονας στη χρήση των εκπαιδευτικών λογισμικών είναι η θεωρία του εποικοδομητισμού, που συνέβαλε στη θεώρηση της μάθησης ως μιας υποκειμενικής και ενεργού διαδικασίας «κτισίματος» νοημάτων του αναπτυσσόμενου ατόμου, μέσα από μια

αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του, και εισήγαγε την έννοια των γνωστικών σχημάτων συντελώντας στην κατάρριψη της αντίληψης της μάθησης ως μιας διαδικασίας μετάδοσης γνώσεων ή μιας παρουσίας των δομών ενός γνωστικού αντικείμενου (Ράπτης, 2001). Παράλληλα με την κατασκευή της γνώσης ο εποικοδομητισμός προτείνει ότι τα περιβάλλοντα μάθησης πρέπει να βασίζονται στην εμπειρία και στην πολλαπλότητα των ερμηνευτικών προσεγγίσεων της πραγματικότητας (Jonassen, 1991), καθώς και στις προηγούμενες εμπειρίες, τις νοητικές δομές και τις πεποιθήσεις που χρησιμοποιεί κανείς, για να ερμηνεύσει τα αντικείμενα και τα γεγονότα (Cooper, 1993).

Τι προσφέρουν όμως οι ΤΠΕ και ο εποικοδομητισμός στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών και πρέπει να ενταχθούν σε αυτή; Οι λόγοι που έχουν εκφραστεί εντάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **Επιστημολογικοί λόγοι:** Η χρήση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται και αναπτύσσουν σήμερα τη φυσική. Οι δυνατότητες των γρήγορων υπολογισμών, της επεξεργασίας συμβόλων, της παραγωγής εικόνων, της προσομοίωσης και της μοντελοποίησης φαινομένων, έχει μετατρέψει τον υπολογιστή σε βασικό εργαλείο κάθε φυσικού επιστήμονα.
- **Μαθησιακοί λόγοι:** έχουν αναπτυχθεί εκπαιδευτικά λογισμικά που δίνουν νέες δυνατότητες τόσο για τις δραστηριότητες με τις οποίες μπορούν πλέον να ασχοληθούν οι μαθητές, όσο και για την υποστήριξη της ίδιας της διαδικασίας της μάθησης.

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται ένα φύλλο εργασίας για το φαινόμενο των ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων σε ένα κύκλωμα LC. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται είναι λογισμικό προσομοίωσης. Σύστημα προσομοίωσης είναι κάθε σύστημα μίμησης ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος που αναπτύσσεται για επιστημονικούς ή εκπαιδευτικούς σκοπούς.

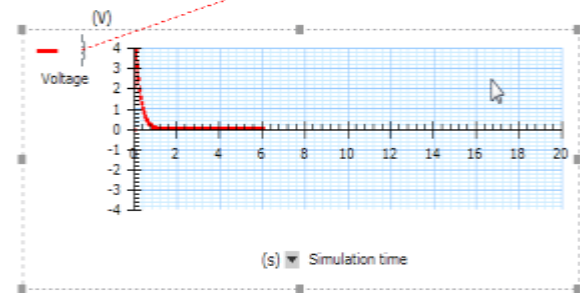
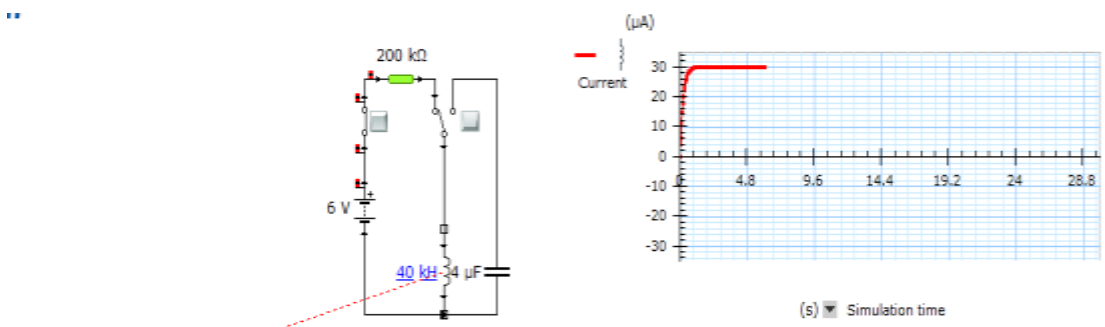
Τα εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοιώσεων σχεδιάζονται για τη διδασκαλία, τη μελέτη και την κατανόηση ενός φαινομένου μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς του φαινομένου και της ανάδρασης που παράγεται από την προσομοίωση σε χρόνο πραγματικό, ταχύτερο, ή βραδύτερο. Με τα λογισμικά προσομοιώσεων δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν φαινόμενα που θα ήταν αδύνατο να διερευνηθούν διαφορετικά, εξαιτίας της μη εύκολης προσπέλασης, της εξέλιξης σε πολύ σύντομο ή μεγάλο χρονικό διάστημα, ή ακόμα της υψηλής επικινδυνότητάς τους. Η χρήση των προσομοιώσεων επιτρέπει το χειρισμό και τον έλεγχο των μεταβλητών, πιο εύκολα από ότι στις κλασσικές πειραματικές διατάξεις των σχολικών εργαστηρίων, κάτι που ευνοεί τη διερεύνηση και τη μάθηση μέσω ανακάλυψης, για τους μαθητές που ενθαρρύνονται να κάνουν υποθέσεις και να διερευνούν.

Ενότητα Σχολικού Βιβλίου - Λογισμικό

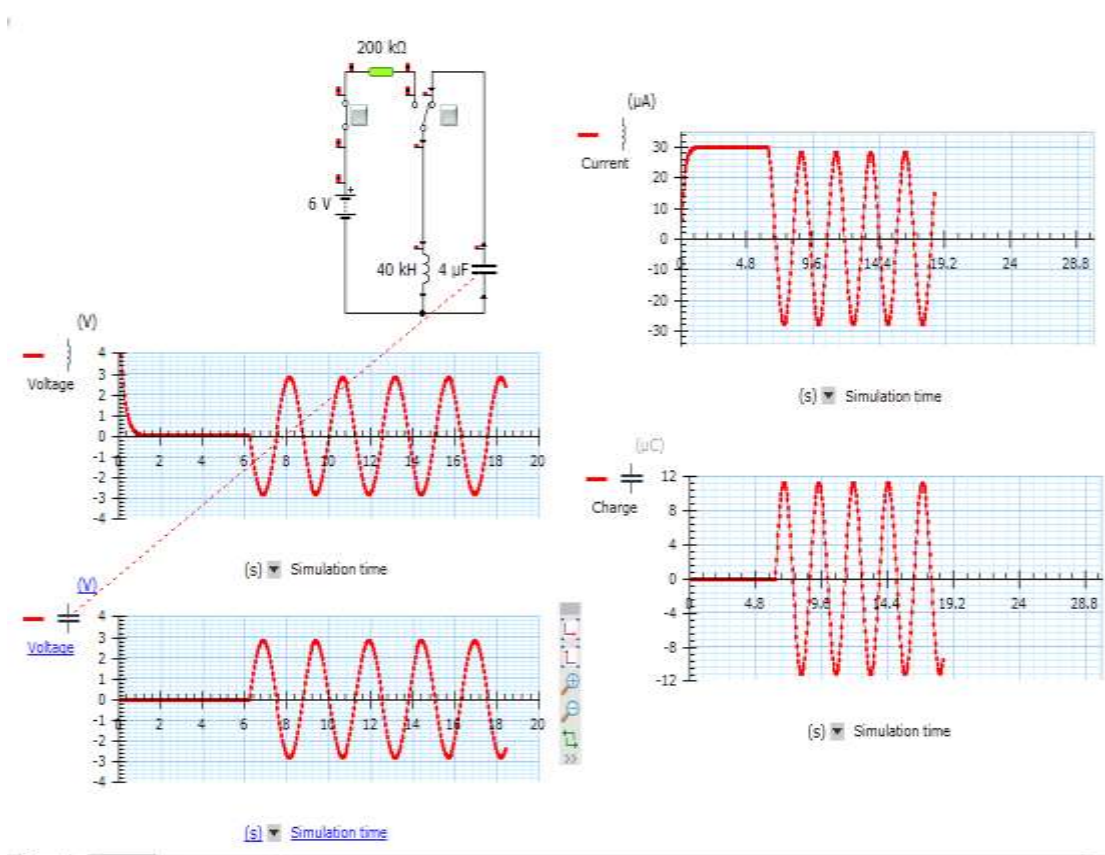
Η ενότητα του βιβλίου που σχετίζεται με το φύλλο εργασίας είναι αυτή των ηλεκτρικών ταλαντώσεων και συγκεκριμένα από το βιβλίο μαθητή της Γ΄ Λυκείου Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης (Ιωάννου, 2001). Ειδικότερα οι έννοιες που θα διδαχθούν και οι διδακτικοί στόχοι που είναι επιθυμητό να επιτευχθούν με τη χρήση του λογισμικού και των φύλλων εργασίας είναι σχετικοί με το φαινόμενο των ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων σε ιδανικό κύκλωμα LC.

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται είναι “Crocodile Physics” το οποίο είναι από τα προτεινόμενα στη Β΄ φάση επιμόρφωσης των καθηγητών Φυσικής. Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα να εξερευνηθεί τόσο το φαινόμενο της μηχανικής απλής αρμονικής ταλάντωσης όσο και της ηλεκτρομαγνητικής ταλάντωσης ιδανικού κυκλώματος LC.

Σε ότι αφορά τη συγκεκριμένη διδακτική πρόταση χρησιμοποιούνται δύο σκηνές διάδρασης. Η μία σχετίζεται με το ιδανικό κύκλωμα LC και η άλλη με μία μηχανική απλή αρμονική ταλάντωση. Η σκηνή με το ιδανικό κύκλωμα LC χωρίζεται σε δύο φάσεις, μία στην οποία υπάρχει κύκλωμα με πηγή, ωμική αντίσταση, και πηνίο και μία που υπάρχει μόνο πηνίο και πυκνωτής. Οι δύο φάσεις φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν παρακάτω.

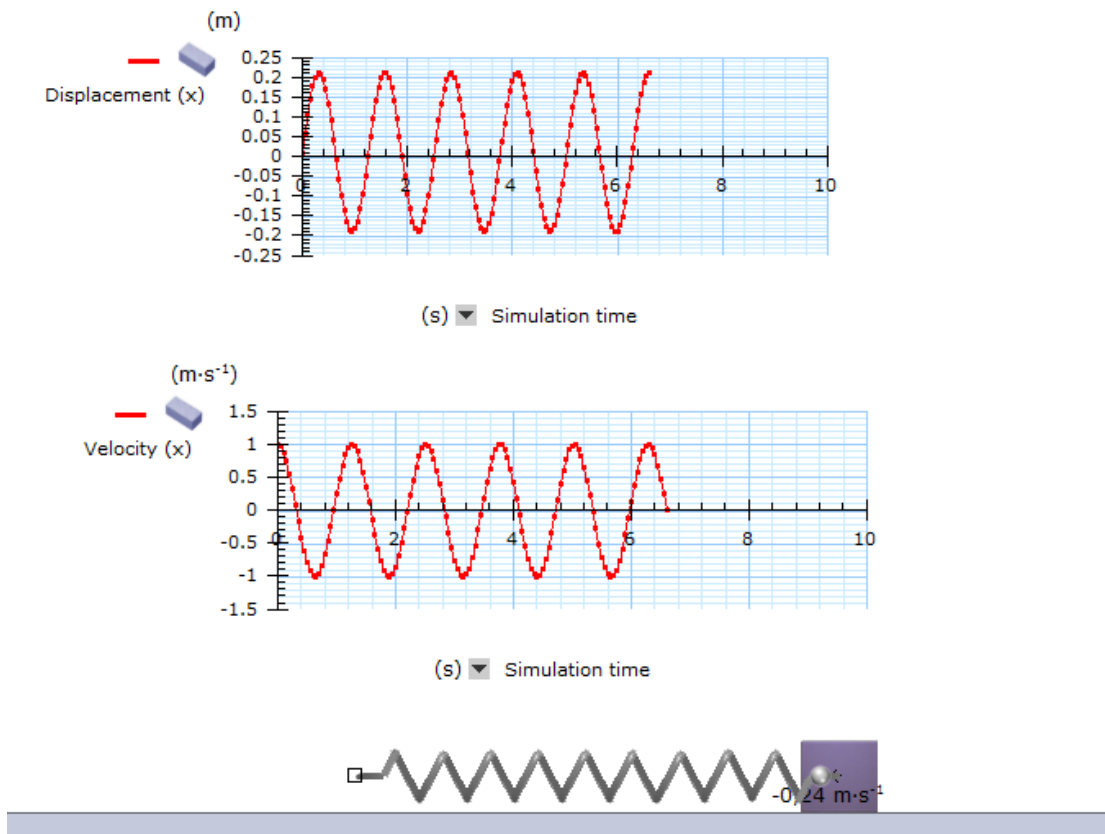


Εικόνα 1: κύκλωμα με πηγή, ωμική αντίσταση, και πηνίο



Εικόνα 2: κύκλωμα με πηνίο και πυκνωτή

Το φύλλο εργασίας περιλαμβάνει όπως αναφέρθηκε παραπάνω και μία σκηνή που παρουσιάζει το φαινόμενο της μηχανικής απλής αρμονικής ταλάντωσης. Η συγκεκριμένη σκηνή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3: σύστημα οριζόντιου ελατηρίου - μάζας

Διδακτικοί στόχοι – Πλαίσιο Διδασκαλίας

Το φύλλο εργασίας έχει δημιουργηθεί έτσι ώστε μετά την εκτέλεση του οι μαθητές να είναι σε θέση:

- Να εξηγούν γιατί το ρεύμα δεν αποκτά ακαριαία τη μέγιστη τιμή σε κύκλωμα που περιέχει πηγή, ωμική αντίσταση και πηνίο.
- Να υπολογίσουν την ένταση του ρεύματος σε κύκλωμα που περιέχει πηγή, ωμική αντίσταση και πηνίο.
- Να εξηγούν γιατί σε κύκλωμα LC που υπάρχει ήδη ρεύμα στο πηνίο, ενώ δεν υπάρχει πηγή η ένταση του ρεύματος δεν μηδενίζεται ακαριαία.
- Να συγκρίνουν τις γραφικές παραστάσεις της έντασης του ρεύματος και του ηλεκτρικού φορτίου σε συνάρτηση με το χρόνο σε κύκλωμα LC με τις αντίστοιχες της μετατόπισης και της ταχύτητας σε ένα σύστημα οριζόντιου ελατηρίου - μάζας το οποίο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
- Να συσχετίσουν τα φυσικά μεγέθη των δύο φαινομένων δηλαδή αυτά της ηλεκτρομαγνητικής ταλάντωσης με αυτά της μηχανικής
- Να εξάγουν τον τύπο $T = 2\pi\sqrt{LC}$ συγκρίνοντας τις γραφικές παραστάσεις της τάσης στο πηνίο με την τάση στον πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο και ανακαλώντας τους τύπους $F = -kx$ και $F = ma = m \frac{dv}{dt}$ όπου F είναι η δύναμη, k η σταθερά του ελατηρίου, m η μάζα του σώματος στο σύστημα ελατηρίου - μάζας.

Φύλλο Εργασίας

Τα αρχεία (aat, circuit LC) που απαιτούνται για να πραγματοποιηθούν οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας δίνονται αρχικά στους μαθητές. Τα αρχεία περιέχουν τα απαραίτητα κυκλώματα μηχανικής και ηλεκτρομαγνητικής ταλάντωσης τα οποία έχουν σχεδιαστεί από

τους καθηγητές. Σκοπός δεν είναι οι μαθητές να σχεδιάσουν την προσομοίωση αλλά χάρη σε αυτήν να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα της ταλάντωσης. Έτσι το φύλλο εργασίας που δίνεται στους μαθητές περιλαμβάνει τις παρακάτω δραστηριότητες:

1η Δραστηριότητα

1. Ανοίξτε το αρχείο με το όνομα «circuit LC».
2. Τοποθετήστε τον διακόπτη αριστερά στο κύκλωμα έτσι ώστε αυτό να αποτελείται από την πηγή ($E = 6V$), την ωμική αντίσταση ($R = 200k\Omega$) και το πηνίο ($L = 40kH$).
3. Ξεκινήστε την προσομοίωση πατώντας το κουμπί start simulation και μετά από μερικά δευτερόλεπτα ξαναπατήστε το για να σταματήσει.
4. Παρατηρώντας τα διαγράμματα της έντασης του ρεύματος στο πηνίο και της τάσης στα άκρα του σε συνάρτηση με τον χρόνο εξηγήστε γιατί η ένταση του ρεύματος στο πηνίο δεν αποκτά ακαριαία την μέγιστη τιμή της;
5. Υπολογίστε την μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

2η Δραστηριότητα

1. Τοποθετήστε τον διακόπτη δεξιά ώστε το κύκλωμα να αποτελείται από το πηνίο και τον πυκνωτή.
2. Πατήστε το κουμπί start simulation ώστε να ξεκινήσει πάλι η προσομοίωση και μετά από λίγα δευτερόλεπτα πατήστε το κουμπί ξανά για να σταματήσει.
3. Παρατηρώντας το παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι στο κύκλωμα LC, το ρεύμα στο πηνίο δεν μηδενίζεται ακαριαία; Να εξηγήσετε γιατί.

3η Δραστηριότητα

1. Ανοίξτε το αρχείο «aat». Παρατηρήστε ότι υπάρχει ένα σύστημα το οποίο εκτελεί μηχανικές απλές αρμονικές ταλαντώσεις. Το σύστημα αποτελείται από ένα οριζόντιο ελατήριο (σταθεράς $k = 100N/m$) και μια μάζα ($m = 4kg$).
2. Τοποθετώντας τη μάζα στην θετική ακραία θέση (δεξιά) πατήστε το κουμπί start simulation ώστε να ξεκινήσει η προσομοίωση. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα πατήστε ξανά το κουμπί για να σταματήσει η προσομοίωση.
3. Να συγκρίνετε τις γραφικές παραστάσεις της έντασης του ρεύματος και του ηλεκτρικού φορτίου σε συνάρτηση με το χρόνο σε κύκλωμα LC με τις αντίστοιχες της μετατόπισης και της ταχύτητας στο σύστημα οριζοντίου ελατηρίου – μάζας το οποίο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
4. Να συσχετίσετε τα φυσικά μεγέθη των δύο φαινομένων δηλαδή αυτά της ηλεκτρομαγνητικής ταλάντωσης (ένταση ρεύματος, ηλεκτρικό φορτίο, κ.τ.λ.) με αυτά της μηχανικής (απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας, ταχύτητα, κ.τ.λ.) και (ανακαλώντας τους τύπους $F = -kx$, $a = \frac{dv}{dt}$ και $F = ma = m \frac{dv}{dt}$ όπου F είναι η δύναμη, k η σταθερά του ελατηρίου, m η μάζα του σώματος στο σύστημα ελατηρίου - μάζας.)
5. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

Σύστημα ελατηρίου – μάζας (μηχανικές ταλαντώσεις)	Κύκλωμα LC (ηλεκτρομαγνητικές ταλαντώσεις)
Απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας (x)	
Ταχύτητα (v)	
Επιτάχυνση (a)	
Δύναμη (F)	
Σταθερά ελατηρίου (k)	
Μάζα (m)	
Κινητική ενέργεια (K)	
Δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης (U)	
Ολική ενέργεια της ταλάντωσης (E)	

6. Να γράψετε τις εξισώσεις της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο και του ηλεκτρικού φορτίου του πυκνωτή, σε συνάρτηση με τον χρόνο.
7. Να γράψετε την εξίσωση που συνδέει τις μέγιστες τιμές, της έντασης του ρεύματος στο πηνίο και του ηλεκτρικού φορτίου στον πυκνωτή.
8. Να εξάγετε τον τύπο $T = 2\pi\sqrt{LC}$ ο οποίος δίνει την περίοδο των ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων ενός κυκλώματος LC, συγκρίνοντας τις γραφικές παραστάσεις της τάσης στο πηνίο με την τάση στον πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο και χρησιμοποιώντας τον παραπάνω πίνακα που συμπληρώσατε.

Συμπεράσματα

Έτσι όπως διαμορφώνεται η διδακτική πρόταση εκτιμούμε ότι γίνεται πολύ πιο γρήγορα η ανάκληση των αναπαραστάσεων που έχουν οι μαθητές σε σχέση με τις μηχανικές ταλαντώσεις και την αυτεπαγωγή. Επίσης δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να συνεργαστούν, να συζητήσουν και να εξάγουν από κοινού τις σχέσεις που διέπουν την ηλεκτρομαγνητική ταλάντωση σε ένα ιδανικό κύκλωμα LC. Ακόμη χάρη στη χρήση του φύλλου εργασίας αλλά και των διαφορετικών σκηνών που περιλαμβάνονται στα αρχεία του λογισμικού οι μαθητές μπορούν να επιλέγουν τις δικές τους διαδρομές και να αφιερώνουν όσο χρόνο χρειάζονται, για να αντιληφθούν και να συσχετίσουν τα φαινόμενα στο πλαίσιο των κοινών δραστηριοτήτων. Οι μαθητές λοιπόν αλληλεπιδρούν με το μαθησιακό περιβάλλον και δεν είναι παθητικοί δέκτες όπως συμβαίνει σε ένα πλαίσιο μετωπικής διδασκαλίας. Έτσι και ο ρόλος του καθηγητή αλλάζει και αποκτάει καθαρά καθοδηγητικό χαρακτήρα.

Στους μελλοντικούς μας στόχους εντάσσεται η δημιουργία και άλλων παρόμοιων διδακτικών προτάσεων καθώς και η επίλυση των ασκήσεων του σχολικού βιβλίου όπου αυτό είναι εφικτό με τη χρήση λογισμικού προσομοίωσης.

Βιβλιογραφία

- Cooper, P.A. (1993), Paradigm shifts in designed instruction: From behaviorism to cognitivism to constructivism, Educational Technology, Vol. 33, No. 5 pp. 12- 19.
- Jonassen, D.H. (1991), Evaluating constructivistic learning, Educational Technology, Vol. 31, No 9 pp.28-33.
- Lehtinen, E. & Repo, S. (1996), Activity, social interaction, and reflective abstraction: Learning advanced mathematical concepts in computer environment, In S. Jarvela (Ed.), What are the possibilities of technology in learning? e-publication of symposium "Learning and Technology- dimensions to learning processes in different learning environments", Department of Teacher Education, University of Oulu, Finland, 1997.
- <http://www.crocodile-clips.com/>
- Δημητρακοπούλου, Α. (2001), Το επιστημονικό πεδίο των Εκπαιδευτικών Εφαρμογών των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας και η σχέση τους με την Εκπαίδευση από απόσταση: Βασικές θεωρήσεις, Πρακτικά 1ου Συνεδρίου Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 27-28 Μαΐου 2001.
- Μπαμπινιώτης Γ., (2000), Νέες τεχνολογίες και ποιοτική Παιδεία, εφ. ΤΟ ΒΗΜΑ, 3-12-2000.
- Ιωάννου Α., Ντάνος Γ., Πήττας Α., Ράπτης Σ., (2001) Φυσική Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα
- Ράπτης, Α., Ράπτη, Α. (2002), Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας: Ολική προσέγγιση, Αθήνα.
- Σολομωνίδου, Χ. (2001). Εκπαιδευτικό λογισμικό Φυσικών Επιστημών: από τη σχεδίαση στη διδασκαλία στην τάξη. Στο Π. Κόκκοτας (επιμ.) 'Οι Φυσικές Επιστήμες στην Ελλάδα σήμερα: προβλήματα και προοπτικές'. Αθήνα: εκδ. Γρηγόρη, 139-165