



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Εργαστήριο Γνώσης και Αβεβαιότητας

Μεταπτυχιακή Εργασία

Η πληροφορική στη διδακτική της φυσικής

Φωτεινή Ζιαζιά
2022202002007

Επιβλέπων:

Μανόλης Γουάλλες
Αναπληρωτής Καθηγητής

Τρίπολη, Μάρτιος, 2022

Εγκρίθηκε από την εξεταστική επιτροπή την 15 Μαρτίου 2022

Εμμανουήλ Γουάλλες
Αναπληρωτής Καθηγητής

Κωνσταντίνος Βασιλάκης
Καθηγητής

Γεώργιος Λέπουρας
Καθηγητής

.....

Φωτεινή Ζιαζιά
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Copyright © ,Φωτεινή Ζιαζιά 2022
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε σε συνεργασία με το Εργαστήριο Γνώσης και Αβεβαιότητας (GAB LAB).

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Επιστήμης Υπολογιστών», στο τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών της σχολής Οικονομίας, Διοίκησης και Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου. Για την περάτωση της εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα αναπληρωτή καθηγητή μου Μανόλη Γουάλλες, για την εμπιστοσύνη, τη συνεχή του καθοδήγηση και την αμέριστη συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης της διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή που έδειξε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου σε αυτό το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

Περίληψη

Στη διαμόρφωση της επιστημονικής σκέψης το πείραμα από αρχαιοτάτων χρόνων είναι αυτό που έπαιξε καθοριστικό ρόλο. Σε αυτό βασίστηκε η εξέλιξη της φυσικής και γενικά των φυσικών επιστημών. Η εικόνα που έχουμε για τον κόσμο γύρω μας αλλά και όλα τα επιστημονικά επιτεύγματα που απολαμβάνουμε και έχουν κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιων και ευφυών πειραμάτων που μας οδήγησαν στην ανακάλυψη των εσωτερικών δομών λειτουργίας του κόσμου. Έτσι από όταν άρχισε να διατυπώνεται επιστημονική σκέψη, υπήρχε η ανάγκη μετάδοσης της γνώσης που προέκυπτε από τη μελέτη των φυσικών επιστημών. Ποιος είναι όμως ο καταλληλότερος τρόπος να γίνει αυτό? Πως θα μεταδώσουμε καλύτερα αυτή τη γνώση στους μαθητές ή φοιτητές μας? Πως θα καταστήσουμε κατανοητά στους μαθητές μας, φυσικά φαινόμενα που περιλαμβάνουν πολύπλοκες έννοιες? Τέτοιου είδους ερωτήματα που αφορούν στον τρόπο μετάδοσης αυτής της γνώσης έρχεται να απαντήσει η Διδακτική της Φυσικής. Τα τελευταία χρόνια στις προηγμένες κοινωνίες το σημαντικότερο ίσως πρόβλημα της εκπαίδευσης είναι η αποτελεσματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Υποστηρίζεται δε ότι η χρήση των εργαλείων που παρέχει η πληροφορική κάνει πιο αποτελεσματική τη διδασκαλία αυτών των επιστημών. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της διδασκαλίας της φυσικής στα σχολεία της μέσης εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα παρουσιάζει ομαδοποιημένα, προσομοιώσεις που στοχεύουν στην επίδειξη θεμάτων Φυσικής, που αφορούν στην ύλη των τριών τάξεων του Γυμνασίου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών που ισχύει για το Γυμνάσιο σήμερα. Επιπλέον, παρουσιάζει ηλεκτρονικές πλατφόρμες, στις οποίες μπορεί ο εκπαιδευτικός να βρεί προσομοιώσεις και εικονικά εργαστήρια σε κάθε θεματική ενότητα της φυσικής. Υλικό που μπορεί να αξιοποιηθεί από κάθε εκπαιδευτικό έτσι ώστε να πετύχει για τους μαθητές του το καλύτερο αποτέλεσμα που δεν είναι άλλο από το να κατανοήσουν καλύτερα το φαινόμενο που μελετάνε κάθε φορά. Παράλληλα το μάθημα να γίνεται πιο ενδιαφέρον και πιο ευχάριστο γι αυτούς.

Abstract

In the formation of scientific thought, the experiment from ancient times has played a decisive role. The evolution of physics and the natural sciences in general was based on this. The image we have of the world around us and all the scientific achievements we enjoy and have made our lives easier is the result of long and intelligent experiments that led us to discover the internal operating structures of the world. So, from the beginning of expression of the scientific thought, there was a need to transmit the knowledge that arose from the study of the natural sciences. Such questions are answered by the teaching of Physics. In recent years in advanced societies perhaps the most important problem of education is the effective teaching of the natural sciences. It is argued that the use of IT tools makes the teaching of these sciences more effective. The aim of this paper is to help optimize the teaching of physics in secondary schools. Specifically, it presents grouped electronic platforms in which the teacher can find simulations and virtual laboratories in each thematic unit of physics. These materials may be used by every educator to achieve the best result for their students, which is nothing more than to better understand the subject they study each time. At the same time, the lesson should become more interesting and enjoyable for them.

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας πινάκων	xi
Εισαγωγή	1
1 Η εξέλιξη στη διδακτική της Φυσικής	3
1.1 Η διδακτική της Φυσικής	3
1.2 Ο ρόλος του πειράματος στη Φυσική	4
1.3 Το πείραμα στην εκπαιδευτική διαδικασία	5
1.4 Οι μαθητές και τα πειράματα Φυσικής στη διδακτική πράξη	5
1.5 Η εργαστηριακή πρακτική στο διεθνή χώρο	6
2 Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση	9
2.1 Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση	9
2.2 Τεχνολογία και Μάθηση	10
2.3 Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση - Ιστορική αναδρομή	10
2.4 Οι ΤΠΕ στη διδακτική των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα	12
2.5 Εκπαιδευτικό Λογισμικό	12
2.5.1 Προσομοίωση (simulation)	13
2.5.2 Μικρόκοσμος (Microworld)	14
2.5.3 Μοντελοποιητής (Modeler)	14
2.6 Κατηγορίες εκπαιδευτικών εφαρμογών των ΤΠΕ στη Φυσική	15
2.6.1 Κατηγορίες προσομοιώσεων	15
2.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προσομοιώσεων	16
3 Ερευνητικός Προβληματισμός	19
4 Παρουσίαση εικονικών πειραμάτων	23
4.1 Α΄ τάξη Γυμνασίου	23
4.1.1 Μετρήσεις Μάζας- Ελατήρια	23
4.1.2 Θερμότητα, Θερμική ενέργεια και Θερμοκρασία	24
4.1.3 Θερμική Ισορροπία	25
4.1.4 Μάζα-Όγκος-Πυκνότητα	25
4.1.5 Το ηλεκτρικό Κύκλωμα	26
4.2 Β΄ τάξη Γυμνασίου	27
4.2.1 Ευθύγραμμη κίνηση	27
4.2.1.1 Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (Ε.Ο.Κ.)	27
4.2.1.2 Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη κίνηση	29
4.2.2 Δυνάμεις	31
4.2.2.1 Η δύναμη της Τριβής	31
4.2.2.2 Συνισταμένη δύο Δυνάμεων	32

4.2.3	Μηχανική των ρευστών	32
4.2.3.1	Υδροστατική πίεση	32
4.2.3.2	Άνοση και δυνάμεις υγρών	33
4.2.3.3	Μέτρηση της άνοσης	34
4.2.4	Μηχανική Ενέργεια	36
4.2.4.1	Μηχανική Ενέργεια Ι	36
4.2.4.2	Μηχανική Ενέργεια ΙΙ	36
4.3	Γ΄τάξη Γυμνασίου	38
4.3.1	Τρόποι ηλεκτρίσης	38
4.3.1.1	Ηλεκτρίση με τριβή	38
4.3.1.2	Ηλεκτρίση με επαφή	38
4.3.2	Νόμος Κουλόμπ	39
4.3.3	Το ηλεκτρικό πεδίο	40
4.3.4	Νόμος του Ωμ	40
4.3.5	Σύνδεση αντιστατών	41
4.3.5.1	Σύνδεση δύο αντιστατών σε σειρά	41
4.3.5.2	Παράλληλη σύνδεση αντιστατών	42
4.3.6	Απλή αρμονική ταλάντωση	43
4.3.6.1	Σώμα στην άκρη κατακόρυφου ελατηρίου	43
4.3.6.2	Σώμα στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου	44
4.3.6.3	Το απλό εκκρεμές	44
4.3.7	Μηχανικά κύματα	45
4.3.7.1	Εγκάρσιο κύμα	45
4.3.7.2	Διάμηκες κύμα	46
5	Ιστοσελίδες με προσομοιώσεις	47
5.1	Φωτόδεντρο	47
5.2	Πανεπιστήμιο Κολοράντο	47
5.3	Σιτσανλής Ηλίας	47
5.4	Ζαφειριάδης Φώτης	48
5.5	Αντώνιος Ι. Γκούτσιας	48
5.6	Vladimír Vaščák	48
5.7	EduMedia	48
5.8	PhysicsLAB	48
5.9	Sxoleio.eu	49
5.10	SimBucket	49
5.11	Science4greeksschools.wordpress	49
5.12	Kathimerinifysiki	49
5.13	Dimid.sites	50
6	Συμπεράσματα	51
	Βιβλιογραφία	53

Πίνακας σχημάτων

Εικόνα 2.1.	Διάδραση χρήστη με λογισμικό τύπου εκπαιδευτικής προσομοίωσης .	13
Εικόνα 4.1.	Ελατήρια - μάζα	23
Εικόνα 4.2.	Θερμότητα - Θερμική ενέργεια - Θερμοκρασία	24
Εικόνα 4.3.	Θερμική Ισορροπία	25
Εικόνα 4.4.	Μάζα - Όγκος - Πυκνότητα	26
Εικόνα 4.5.	Το ηλεκτρικό Κύκλωμα	26
Εικόνα 4.6.	Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση	27
Εικόνα 4.7.	Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση	29
Εικόνα 4.8.	Διάγραμμα u-t	30
Εικόνα 4.9.	Η δύναμη της Τριβής	31
Εικόνα 4.10.	Συνισταμένη δύναμη	32
Εικόνα 4.11.	Υδροστατική πίεση	33
Εικόνα 4.12.	Άωση και δυνάμεις υγρών	34
Εικόνα 4.13.	Μέτρηση της Άωσης	35
Εικόνα 4.14.	Μηχανική ενέργεια I	36
Εικόνα 4.15.	Μηχανική ενέργεια II	37
Εικόνα 4.16.	Ηλέκτριση με τριβή	38
Εικόνα 4.17.	Ηλέκτριση με επαφή	38
Εικόνα 4.18.	Νόμος Κουλόμπ	39
Εικόνα 4.19.	Το ηλεκτρικό πεδίο	40
Εικόνα 4.20.	Νόμος του Ohm	41
Εικόνα 4.21.	Σύνδεση αντιστατών σε σειρά	42
Εικόνα 4.22.	Παράλληλη σύνδεση αντιστατών	42
Εικόνα 4.23.	Ταλάντωση σε κατακόρυφο ελατήριο	43
Εικόνα 4.24.	Ταλάντωση σε οριζόντιο ελατήριο	44
Εικόνα 4.25.	Το απλό εκκρεμές	44
Εικόνα 4.26.	Εγκάρσιο κύμα	45
Εικόνα 4.27.	Διάμηκες κύμα	46

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 3.1.	Κατηγορίες απαντήσεων στο ερώτημα 1α	20
Πίνακας 3.2.	Κατηγορίες απαντήσεων στο ερώτημα 1β	20
Πίνακας 3.3.	Ποσοστό σωστών απαντήσεων	21
Πίνακας 4.1.	Πίνακας τιμών	24
Πίνακας 4.2.	Προσομοιώσεις Α Γυμνασίου	27
Πίνακας 4.3.	Προσομοιώσεις Β Γυμνασίου	37
Πίνακας 4.4.	Προσομοιώσεις Γ Γυμνασίου	46

Εισαγωγή

Στις μέρες μας είναι ευρέως αποδεκτό ότι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών και ιδιαίτερα της Φυσικής είναι ιδιαίτερα δύσκολη και τα αποτελέσματά της πολλές φορές σημαντικά κατώτερα των προσδοκιών μας, αφού περιλαμβάνει την διδασκαλία επιστημονικών εννοιών τις οποίες οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν [McD84]. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες οι έρευνες στη διδασκαλία της φυσικής έχουν στραφεί στη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση όρων και διαδικασιών της επιστήμης της Φυσικής [Dri85]. Οι έρευνες αυτές επικεντρώνονται συνήθως στη μελέτη των διαφορετικών αντιλήψεων και νοητικών αναπαραστάσεων που αποκτούν οι μαθητές πριν και μετά την διδασκαλία και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η συμβατική διδασκαλία είναι αναποτελεσματική στην αντιμετώπιση παρανοήσεων από τους μαθητές. Επίσης τα παιδιά μαθαίνουν καλύτερα μέσα από ενεργή συμμετοχή (βιωματική μάθηση) μέσα από συνεργασία και ομαδικά πειράματα και εργασίες.

Το πρόβλημα όμως είναι ότι δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν όλα τα πειράματα ή να αναπαρασταθούν όλα τα φυσικά φαινόμενα σε ένα σχολικό εργαστήριο γιατί δεν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες, όπως για παράδειγμα μικροσκοπική μελέτη στατικού ηλεκτρισμού ή αναπάρσταση του ηλιακού μας συστήματος. Επίσης ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι δεν είναι εύκολο τα παιδιά να επισκεφτούν κάποια ξένη χώρα για να δούν πιο σύγχρονα και πολύ καλά εξοπλισμένα εργαστήρια π.χ. CERN. Ειδικά στις μέρες μας δεν μπορούν να μεταβούν ούτε σε ένα απλό μουσείο ή εργαστήριο για να παρακολουθήσουν κάποια πειράματα που γίνονται εκεί λόγω των ειδικών συνθηκών που επικρατούν εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού. Εδώ λοιπόν έρχεται να βοηθήσει η πληροφορική με τα μέσα που διαθέτει, όπως προσομοιώσεις, εικονικά εργαστήρια κ.ά. Γι' αυτό έχει ενταχθεί και στα προγράμματα σπουδών της χώρας μας και τα μαθήματα της φυσικής υποστηρίζονται με κάποια εργαλεία προσομοίωσης ώστε να καταλαβαίνουν τα παιδιά καλύτερα αυτά που έχουμε να τους πούμε. Επίσης για τους ίδιους λόγους που ανέφερα παραπάνω πολλά πανεπιστήμια έχουν ασχοληθεί με την δημιουργία προσομοιώσεων. Έτσι άμεσα από το σπίτι ο καθένας μέσα από τον υπολογιστή μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να παρακολουθήσει το πιο δύσκολο πείραμα ή φαινόμενο.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει προσομοιώσεις και υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτικούς της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (και όχι μόνο), ώστε να τους διευκολύνει στην εκπαιδευτική διαδικασία. Όμως το θέμα των προσομοιώσεων είναι ταυτόσημο με τους υπολογιστές και κυρίως με το διαδίκτυο (Internet), το οποίο φέρνει στον υπολογιστή μας την παγκόσμια βιβλιοθήκη με μηδαμινό κόστος. Περιέχει εκατοντάδες χιλιάδες εκπαιδευτικές ιστοσελίδες, βιβλιοθήκες, Πανεπιστήμια, φορείς, μέσα από τους οποίους μπορεί ο καθένας να αντλήσει πάρα πολλές πληροφορίες και ειδικότερα στην περίπτωσή μας πάρα πολλές προσομοιώσεις για οποιοδήποτε φαινόμενο της Φυσικής. Αυτό που φιλοδοξεί αυτή η εργασία είναι να παρουσιάσει ομαδοποιημένα κάποια από αυτά ώστε να μπορεί κάποιος εύκολα και γρήγορα χωρίς να αφιερώσει χρόνο για «ψάξιμο» να πάρει άμεσα το αντίστοιχο υλικό που τον ενδιαφέρει. Έτσι λοιπόν θα παρουσιάσω εδώ ομαδοποιημένα εικονικά πειράματα που αφορούν σε κάποια θέματα της κλασικής μηχανικής, του ηλεκτρισμού και τις έννοιες θερμότητας-θερμοκρασίας. Είναι θέματα που οι μαθητές συναντάνε στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου, Α', Β' και Γ' (αλλά και Α', Β' και Γ' Λυκείου). Επομένως απευθύνονται στους μαθητές αυτών των τάξεων, στους καθηγητές που διδάσκουν αυτή

την ύλη αλλά και σε οποιονδήποτε άλλον που τον ενδιαφέρει η φυσική. Τα πειράματα αυτά συγκεντρώθηκαν ύστερα από έρευνα στο διαδίκτυο είναι αντιπροσωπευτικά αλλά επειδή σε κάθε περίπτωση αναφέρονται τουλάχιστον δύο εφαρμογές πιστεύω ότι καλύπτεται αρκετή ύλη, ενώ σε κάθε ένα από αυτά υπάρχει και το αντίστοιχο θεωρητικό υπόβαθρο κάθε φαινομένου. Επιλέχθηκαν θέματα από τη μηχανική διότι, πρώτον είναι ο πρωταρχικός και ο βασικότερος κλάδος της φυσικής, στον οποίον εμπεριέχονται οι βασικές έννοιες και αρχές της επιστήμης αυτής, δεύτερον είναι η περιοχή της φυσικής με την οποία σχετίζονται οι πρώτες εμπειρίες και επαφές των παιδιών, τόσο στο σχολείο όσο και στη καθημερινή ζωή και τρίτον καλύπτει μεγάλο μέρος της διδακτέας ύλης στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Επιλέχθηκαν θέματα από τον ηλεκτρισμό αφού ο όρος αυτός σχετίζεται με ένα μεγάλο πλήθος φαινομένων τα οποία συναντάμε στην καθημερινότητά μας. Οι κεραυνοί, οι ηλεκτρικές λάμπες όπως και πάρα πολλές συσκευές της σύγχρονης τεχνολογίας (φούρνοι μικροκυμάτων, ηλεκτρονικοί υπολογιστές κ.ά.) βασίζονται στον ηλεκτρισμό [P07]. Επίσης επειδή πολλές από τις έννοιες που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό είναι αφηρημένες (ηλεκτρικό φορτίο, τάση, ρεύμα κ.ά.), οι μαθητές είναι δύσκολο να τις κατανοήσουν πλήρως. Τέλος θέματα από θερμότητα – θερμοκρασία αφού πρόκειται για δύο έννοιες που οι μαθητές θεωρούν ταυτόσημες και η εξήγησή τους βρίσκεται στο μικρόκοσμο ο οποίος μόνο μέσα από μια προσομοίωση θα μπορούσε να γίνει πιο προσιτός και κατανοητός. Ο καθένας μπορεί να δει και να μελετήσει τα πειράματα αυτά στην αντίστοιχη ηλεκτρονική διεύθυνση, ενώ πολύ μεγαλύτερη αξία αποκτά αυτό αν χρησιμοποιηθεί από κάποιον «δάσκαλο» ο οποίος έτσι το λιγότερο που θα προσφέρει στους μαθητές του θα είναι ένα πιο ενδιαφέρον και ευχάριστο μάθημα.

Η δομή της εργασίας έχει ως εξής: Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στη διδακτική της Φυσικής και στην εξέλιξή της καθώς και στο ρόλο του πειράματος σε αυτό. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς και στο πώς επιδρούν αυτές οι τεχνολογίες στη διαδικασία της μάθησης. Επίσης αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης των ΤΠΕ στην διδασκαλία της Φυσικής. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιες έρευνες που έχουν γίνει και δείχνουν πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος του πειράματος στη Φυσική. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση εικονικών πειραμάτων κατάλληλα για την ύλη του Γυμνασίου, αλλά και Α΄, Β΄ και Γ΄ Λυκείου. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο πέντε παρουσιάζονται διάφορα πανεπιστήμια, ιδιώτες ή άλλοι φορείς που έχουν ασχοληθεί με αυτό και έχουν προτείνει λύσεις μέσω των σελίδων προσομοιώσεών τους. Στο τέλος στα συμπεράσματα γίνεται αναφορά στο τι θέλει περαιτέρω μελέτη και έρευνα. Τι αξίζει δηλαδή να μελετήσει κάποιος παραπάνω. Η εργασία τελειώνει με την παρουσίαση της βιβλιογραφίας που μελετήθηκε για την ολοκλήρωσή της.

Κεφάλαιο 1

Η εξέλιξη στη διδακτική της Φυσικής

Σύμφωνα με τον Richard P. Feynman [Fey63] το πρόβλημα της διδασκαλίας της Φυσικής στην πραγματικότητα, είναι μέρος του προβλήματος της διδασκαλίας οτιδήποτε οπουδήποτε - ένα πρόβλημα για το οποίο δεν υπάρχει γνωστή ικανοποιητική λύση. Υπάρχουν πολλά νέα σχέδια σε πολλές χώρες για την προσπάθεια διδασκαλίας της φυσικής, πράγμα που δείχνει ότι κανείς δεν είναι ικανοποιημένος με καμία μέθοδο. Πολλές από τις νέες μεθόδους φαίνονται καλές, γιατί κανείς δεν τις έχει δοκιμάσει αρκετό καιρό για να μάθει τα μειονεκτήματά τους, ενώ όλες οι παλιές μέθοδοι ήταν μαζί μας αρκετά για να δείξουν καθαρά τα λάθη τους [Fey63].

Το γεγονός είναι συνεχίζει ο Richard P. Feynman ότι κανείς δεν ξέρει πολύ καλά πώς να πει σε κανέναν άλλο πώς να διδάξει. Έτσι, όταν προσπαθούμε να καταλάβουμε πώς να διδάξουμε τη φυσική πρέπει να είμαστε κάπως σεμνοί, γιατί κανείς δεν ξέρει πραγματικά πώς. Είναι ταυτόχρονα ένα σοβαρό πρόβλημα και μια ευκαιρία για νέες ανακαλύψεις [Fey63].

1.1 Η διδακτική της Φυσικής

Ο Richard P. Feynman αναφέρει πέντε λόγους για τους οποίους πρέπει να διδάξουμε Φυσική.

- Ο πρώτος λόγος είναι, φυσικά, ότι η Φυσική είναι μια βασική επιστήμη και ως τέτοια χρησιμοποιείται στη μηχανική, τη χημεία και τη βιολογία και έχει κάθε είδους εφαρμογή στην τεχνολογία. Η Φυσική είναι η επιστήμη που μας λέει πώς λειτουργούν τα πράγματα.
- Ένας δεύτερος λόγος για τη διδασκαλία της Φυσικής ή οποιασδήποτε πειραματικής επιστήμης, είναι ότι διδάσκει παρεμπιπτόντως πώς να κάνουμε πράγματα με τα χέρια μας. Διδάσκει δηλαδή τεχνική χειρισμού πραγμάτων και επιπλέον τεχνικές μέτρησης και υπολογισμού. Επομένως, όσοι γνωρίζουν Φυσική θα είναι πολύ χρήσιμοι για να αντιμετωπίσουν τα τεχνικά προβλήματα που ανακύπτουν στην βιομηχανία.
- Ένας άλλος τρίτος σημαντικός λόγος για τη διδασκαλία της Φυσικής είναι για την ίδια την επιστήμη. Για τη δημιουργία επιστημόνων που όχι μόνο θα συμβάλουν στην ανάπτυξη της βιομηχανίας, αλλά θα συμβάλλουν και στην ανάπτυξη της γνώσης, για να μελετήσουμε τη φύση, για να εκτιμήσουμε το θαύμα και την ομορφιά της, παρόλο που κάποιος δεν μπορεί να γίνει επαγγελματίας επιστήμονας. Αυτή η γνώση της φύσης δίνει επίσης μια αίσθηση σταθερότητας και πραγματικότητας για τον κόσμο και διώχνει πολλούς φόβους και δεισιδαιμονίες.
- Ένας τέταρτος λόγος για τη διδασκαλία της επιστήμης και της Φυσικής ειδικότερα είναι ότι μέσα από αυτή μπορούμε να διδάξουμε πώς ανακαλύπτονται τα πράγματα. Η αξία της αμφισβήτησης, η αξία των ελεύθερων ιδεών - όχι μόνο για την ανάπτυξη της επιστήμης, αλλά η αξία των ελεύθερων ιδεών σε κάθε τομέα - γίνεται εμφανής. Η επιστήμη είναι ένας

τρόπος να διδάξουμε πώς γίνεται γνωστό κάτι, τι δεν είναι γνωστό, πώς να χειριστούμε την αμφιβολία και την αβεβαιότητα, ποιοι είναι οι κανόνες της απόδειξης, πώς να διακρίνουμε την αλήθεια από την απάτη. Αυτά είναι σίγουρα σημαντικές δευτερογενείς αποδόσεις της διδασκαλίας της επιστήμης και της Φυσικής ειδικότερα.

- Τέλος, μαθαίνοντας την επιστήμη μαθαίνουμε να χειριζόμαστε τη δοκιμή και το λάθος, να αναπτύσσουμε ένα πνεύμα εφευρέσεων και έρευνας που έχει τεράστια αξία πέρα από την επιστήμη. Μαθαίνει κανείς να αναρωτιέται: "Υπάρχει καλύτερος τρόπος να το κάνουμε;" (Και η απάντηση σε αυτό δεν είναι: "Ας δούμε πώς το κάνουν στις Ηνωμένες Πολιτείες", γιατί σίγουρα πρέπει να υπάρχει καλύτερος τρόπος από αυτόν!). Πρέπει να προσπαθήσουμε να βρούμε κάποιο νέο τέχνασμα ή ιδέα, να βρούμε κάποια βελτίωση στην τεχνική. Αυτό το ερώτημα είναι η πηγή μιας μεγάλης ελεύθερης ανεξάρτητης σκέψης, της εφεύρεσης και της ανθρώπινης προόδου σε όλα τα επίπεδα [Fey63].

1.2 Ο ρόλος του πειράματος στη Φυσική

Από πολύ παλιά έχει αναγνωριστεί η σπουδαιότητα του πειράματος στη διδακτική πράξη. Η Edgeworth στο βιβλίο της *Essays on Practical Education* [Edg11], υποστηρίζει ότι οι μαθητές νιώθουν μεγάλη ικανοποίηση όταν αποκτούν πειραματικά τη γνώση και όταν τα πειράματα ταιριάζουν στις ικανότητές τους. Επίσης προτιμούν να κάνουν οι ίδιοι πειράματα παρά να βλέπουν [Kök05]. Σύμφωνα με τον Piaget, ο ρόλος του πειράματος είναι πολύ σημαντικός γιατί όπως υποστηρίζει σκοπός του φυσικού πειράματος δεν είναι να πάρουμε απλά και μόνο μια αναπαραστατική εικόνα της πραγματικότητας, αλλά να κατανοήσουμε ότι η γνώση η οποία προκύπτει συνίσταται στο να δράσουμε και συνεπώς να μετασχηματίσουμε τις ήδη υπάρχουσες ιδέες [Pia61]. Άρα, η γνώση συνίσταται σε ενεργητικές διαδικασίες που καταλήγουν στον μετασχηματισμό του πραγματικού.

Η σχεδόν αποκλειστική διδασκαλία και μάθηση μέσω της καθαρής μνήμης σε καμία περίπτωση δεν διδάσκει τη Φυσική ως επιστήμη. Τίποτα δεν είναι κατανοητό μόνο με απομνημόνευση. Η απομνημόνευση των νόμων δεν επιτρέπει σε κάποιον να κάνει εφαρμογές αυτών των νόμων σε νέες καταστάσεις. Από την αποστήθιση η γνώση δεν γίνεται κατανοητή και η ομορφιά της φύσης δεν εκτιμάται. Δεν λείπει πώς ανακαλύφθηκαν τα πράγματα ούτε αποκαλύπτει την αξία ενός εφευρετικού ελεύθερου μυαλού.

Ήταν ακατανόητο για τους ανθρώπους της χώρας μου λέει ο Richard P. Feynman όταν ανέφερα πώς στη Λατινική Αμερική το υλικό απομνημονεύεται εντελώς χωρίς κατανόηση. Οι διαλέξεις υπαγορεύονται τόσο αργά που οι μαθητές μπορούν να τις αντιγράψουν λέξη προς λέξη στα τετράδια τους και οι προτάσεις επαναλαμβάνονται και έτσι μπορούν να τις ελέγξουν ξανά. «Η εμπειρία που έχω με κάνει να σκέφτομαι ότι αυτή είναι μία από τις κύριες αποτυχίες στην εκπαίδευση των μαθητών στη Λατινική Αμερική» [Fey63].

Άρα πρέπει να απαλλάξουμε τα χαμηλότερα επίπεδα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από την στείρα απομνημόνευση. Να κάνουμε τα παιδιά να ενδιαφέρονται αρκετά για την επιστήμη με έναν αληθινό, ζωντανό και ενεργό τρόπο ενώ είναι μικρά.

Στην παράδοση των μαθημάτων που αφορούν στις Φυσικές επιστήμες και στη Φυσική ειδικότερα σκοπός είναι πέραν της απόκτησης βασικής γνώσης (θεωρίας) η καλλιέργεια της περιέργειας, της ανακάλυψης, του πειραματισμού κ.λπ. του μαθητή, ώστε να επιτευχθεί η εφαρμογή τους στην καθημερινότητά του. Αυτό στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση επιτυγχάνεται μέσω του πειραματισμού στην τάξη, με τη χρήση υλικών οικείων προς τους μαθητές (ή ακόμη και παιχνιδιών). Όμως τα πειράματα, σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, έχουν μια θετική εικόνα και αποδοχή από τους μαθητές. Σκοπός των πειραμάτων, είναι η γνωστική, συναισθηματική και ψυχοκινητική ανάπτυξη των μαθητών. Η γνωστική ανάπτυξη, αναφέρεται στην ικανότητα των παιδιών να παρατηρούν και να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα καθώς και στη δυνατότητα να διατυπώνουν υποθέσεις τις οποίες μπορούν και επαληθεύουν. Αυτό σημαίνει ότι για να βελτιωθεί η διδασκαλία της Φυσι-

κής, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην πειραματική προσέγγιση για την προώθηση της κατανόησης των εννοιών από τους μαθητές [McD84]. Η συναισθηματική ανάπτυξη αναφέρεται στην αρχική επαφή με το μάθημα της Φυσικής και στη δημιουργία θετικής στάσης απέναντί του. Τέλος, η ψυχοκινητική ανάπτυξη αναφέρεται στην απόκτηση χειρωνακτικών ικανοτήτων, όπως π.χ. ο τρόπος που φτιάχνονται τα παγάκια, πώς να τα πιάνουν και πώς να τα βγάζουν μέσα από τις θήκες τους [Avr13]. Σύμφωνα με τον Piaget [Pia64] το πείραμα βοηθά τη διανοητική ανάπτυξη του παιδιού αφού οι ψηλαφητικοί χειρισμοί των αντικειμένων στο περιβάλλον σχηματίζουν τις πιο σπουδαίες εντυπώσεις στον μαθητή.

1.3 Το πείραμα στην εκπαιδευτική διαδικασία

Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών παρατηρούμε ότι υπάρχουν διαφορετικές τάσεις όσον αφορά τον τρόπο που πραγματοποιείται το πείραμα κατά την εκπαιδευτική διαδικασία [Κόκ01]. Οι κυριότερες από αυτές είναι οι εξής:

- Η παραδοσιακή προσέγγιση, εδώ το πείραμα είναι πείραμα επίδειξης και εκτελείται συνήθως από τον εκπαιδευτικό ενώ η συμμετοχή του μαθητή είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη.
- Η ανακαλυπτική προσέγγιση κατά την οποία επίσης έχουμε πείραμα επίδειξης αλλά μπορεί να εκτελείται σε ομάδες από μαθητές ή ατομικά. Εδώ ο εκπαιδευτικός παίζει τον ρόλο του μεσάζοντα ανάμεσα στον μαθητή και το πείραμα, ενώ προωθητική δύναμη στην πειραματική διαδικασία αποτελούν η περιέργεια και το ενδιαφέρον του μαθητή.
- Η εποικοδομητική προσέγγιση όπου το πείραμα αποτελεί ισχυρό εργαλείο πρόκλησης εννοιολογικής αλλαγής. Εδώ ο στόχος του πειράματος είναι η πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης. Εισάγεται στη διδασκαλία μόνο εφόσον προάγει τις γνωστικές εκείνες διεργασίες στους μαθητές που επιτρέπουν να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στις γνώσεις που επιθυμείται να οικοδομήσουν και στις προϋπάρχουσες ιδέες [Χαλ00]. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ενεργός και απαραίτητος ώστε να δοθεί στον μαθητή η κατάλληλη γνωστική στήριξη.

Με την εποικοδομητική προσέγγιση η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες γίνεται μια φυσική και λογική διαδικασία. Συνδυάζει την κατανόηση των φυσικών εννοιών με την ανάπτυξη δεξιοτήτων στις επιστημονικές διαδικασίες και παράλληλα την απόκτηση επιστημονικής νοοτροπίας από τους μαθητές [Κόκ04].

Στόχος του πειράματος είναι κυρίως η ανάπτυξη των νοητικών δεξιοτήτων και η καλλιέργεια της επιστημονικής σκέψης. Μέσα από το πείραμα οι μαθητές ελέγχουν τις υποθέσεις τους και τις ισχυροποιούν ή τις απορρίπτουν. Με την οργάνωση της πειραματικής διαδικασίας διακρίνουν λύσεις και επιλέγουν την κατάλληλη πορεία για την επαλήθευση των υποθέσεών τους συντελώντας στη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη και του εργαστηρίου με την καθημερινή ζωή [Κώτ05].

1.4 Οι μαθητές και τα πειράματα Φυσικής στη διδακτική πράξη

Πολλοί ερευνητές στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών θεωρούν ότι τα πειράματα είναι ένα οργανικό, αναπόσπαστο και αναντικατάστατο μέρος του μαθήματος της Φυσικής, καθώς επίσης και ένα πολύ ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο στα χέρια κατάλληλα εκπαιδευμένων δασκάλων [Aro92]. Ακόμη, ερευνητές και εκπαιδευτικοί υποστηρίζουν ότι κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής η εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές πρακτικές έχει πολύ μεγάλη αξία [Τσε02], πρώτον γιατί οι μαθητές καλούνται να κάνουν νοητικούς χειρισμούς των εννοιών της Φυσικής κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος ή όταν ελέγχουν μια υπόθεση που έχουν κάνει ή όταν εκτελούν αξιόπιστες μετρήσεις και δεύτερον γιατί ο εκπαιδευτικός επιλέγοντας τον τρόπο

αξιοποίησης του πειράματος μέσα στη σχολική αίθουσα μπορεί να καθορίσει το είδος των γνώσεων που θα κατακτήσουν οι μαθητές και κυρίως να καταλάβουν τη βασική διαδικασία με την οποία δημιουργείται, ελέγχεται και τροποποιείται η επιστημονική γνώση [Χαλ00]. Επομένως τα πειράματα Φυσικής βοηθούν τους μαθητές:

- Να εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης [Σολ06].
- Να μπορούν να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, να διατυπώσουν και να διερευνήσουν υποθέσεις και να επιλύσουν πιθανές ασυμφωνίες ανάμεσα στις ιδέες τους και σε αυτές που παρουσιάζονται στα πειράματα.
- Να βελτιώσουν τις δεξιότητες παρατήρησης και μελέτης των φυσικών φαινομένων και ειδικότερα να διατυπώνουν ερωτήματα τα οποία παραπέμπουν σε επιστημονικό τρόπο προσέγγισης του φυσικού κόσμου.
- Να διερευνούν και να επιλύουν καθημερινά προβλήματα αναπτύσσοντας ως στάση ζωής τη διαδικασία της επιστημονικής μεθοδολογίας και σε άλλες καταστάσεις εκτός της σχολικής αίθουσας.
- Να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας [Χαλ00].

Επομένως το πείραμα θεωρείται απαραίτητο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης λόγω των σκοπών που εξυπηρετεί. Δεν συμβάλλει μόνο στην κατανόηση της θεωρίας, αλλά και στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες στους μαθητές. Εκτελώντας πειράματα ο μαθητής υποχρεώνεται να εργαστεί μόνος του, να κάνει υποθέσεις, να επιλέξει τα κατάλληλα μέσα, να κάνει μετρήσεις, να παρατηρήσει, να εφαρμόσει τρόπους και τελικά να καταλήξει σε συμπεράσματα τα οποία χρήζουν και επαλήθευσης [Κώτ05]. Μέσα από αυτή την διαδικασία εξοικειώνεται με την επιστημονική μεθοδολογία και μαθαίνει να έχει επιμονή, αλλά και υπομονή, να παίρνει πρωτοβουλίες και να βασίζεται στις δικές του δυνάμεις. Επίσης, η εξάσκηση του μαθητή με την εκτέλεση πειραμάτων, τον φέρνει σε επαφή με το επιστημονικό λεξιλόγιο – ορολογία και την κατανόηση εξειδικευμένων οδηγιών. Μαθαίνει να εκφράζεται με σαφήνεια, πληρότητα και συντομία επιτρέποντάς του να καταλήγει σε σωστά συμπεράσματα προφορικά ή γραπτά [Κόκ01].

Παράλληλα, με την εκτέλεση του πειράματος ο εκπαιδευτικός απελευθερώνεται από την αυστηρή επιτήρηση της τάξης, σταματάει να μιλάει συνέχεια σαν να δίνει διάλεξη και έχει χρόνο για να δίνει οδηγίες σε κάθε έναν μαθητή ξεχωριστά.

Δυστυχώς, όμως το υψηλό κόστος της υλικοτεχνικής υποδομής ενός κλασσικού εργαστηρίου είχε σαν αποτέλεσμα σε πολλές χώρες του κόσμου να έχουν γίνει κατά καιρούς περικοπές στην υποστήριξη εργαστηριακών υποδομών. Το γεγονός αυτό καθώς και η ελλιπής κατάρτιση των διδασκόντων λειτουργούν ως ανασταλτικοί παράγοντες για την επιλογή του πειράματος ως μέσο διδασκαλίας. Σε πολλές απ' αυτές τις περιπτώσεις οι πειραματικές διατάξεις αντικαταστάθηκαν μερικώς ή εξολοκλήρου από αντίστοιχες προσομοιώσεις τους στον Υπολογιστή [ΜΥ98] μιας και ήταν πολύ οικονομικότερες. Παραβλέφθηκε όμως το γεγονός ότι πολλοί από αυτούς που πρωτοστάτησαν στην εφαρμογή στην εκπαίδευση προσομοιούμενων πειραμάτων τόνισαν ιδιαίτερα ότι αυτό το υλικό με κανένα τρόπο δεν θα αντικαθιστούσε τις πραγματικές πειραματικές διατάξεις αλλά θα τις συμπλήρωνε και θα βοηθούσε στην κατανόησή τους. Σε έρευνες που έγιναν διαπιστώθηκε ότι οι χρήστες τέτοιων εφαρμογών δεν συνειδητοποιούσαν ότι οι προσομοιώσεις είναι στην ουσία αναπαραστάσεις της θεωρίας και ότι τα φαινόμενα αυτά καθαυτά δεν λαμβάνουν χώρα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που προβλέπονται από το μοντέλο [Τaw76].

1.5 Η εργαστηριακή πρακτική στο διεθνή χώρο

Για πρώτη φορά το 1850 στην Αγγλία δίνεται έμφαση στη μέθοδο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο, με την έννοια ότι πρέπει κυρίως να στοχεύει στην καλλιέργεια του νου.

Στο δεύτερο μισό του 19ου αιώνα πραγματοποιείται μια πολύ σημαντική αλλαγή με τη στροφή από την έως τότε θεωρητική μελέτη των Φυσικών Επιστημών και της Φυσικής ειδικότερα, στη χρήση του εργαστηρίου. Υποστηρίζεται ότι αυτό έγινε για δύο λόγους:

- α της ικανότητας του εργαστηρίου να αναπτύσσει στους μαθητές δεξιότητες όπως η παρατηρητικότητα και η επαγωγική σκέψη και
- β της αντίληψης ότι η άμεση επαφή με το φυσικό κόσμο αποτελεί το καταλληλότερο μέσο στη μελέτη των Φυσικών Επιστημών [G91].

Αρχικά διδασκόταν πρώτα η θεωρία και το πείραμα είχε σκοπό την επιβεβαίωσή της, παράλληλα το πείραμα γινόταν από το δάσκαλο με επίδειξη και λιγότερο ατομικά από μικρές ομάδες μαθητών. Αυτό ανατρέπεται με την εισαγωγή της ανακαλυπτικής μεθόδου ("heuristic" method) του Armstrong. Σύμφωνα με τον Woolnough [Woo85], η προσέγγιση του Armstrong βασίζεται στην ιδέα να "τοποθετηθεί το παιδί στη θέση του ερευνητή". Ο Thompson D. [D56] υποστηρίζει ότι δύο πράγματα είναι ουσιώδη για το σχεδιασμό της προσέγγισης Armstrong:

- α οι μαθητές οφείλουν να εκτελέσουν το πείραμα μόνοι τους και
- β τα πειράματα που εκτελούνται δεν πρέπει να επιβεβαιώνουν απλώς τη θεωρία που έχει ήδη διδαχθεί, αλλά να βοηθούν τους μαθητές να ανακαλύψουν κάτι που αρχικά είναι άγνωστο ή και αβέβαιο.

Στην Αμερική στις αρχές της δεκαετίας του '60 το PSSC (Physical Science Study Curriculum), το BSCS (Biological Science Curriculum Study) και το CHEM για τη Χημεία, είναι τα σημαντικότερα από τα αναλυτικά προγράμματα σύμφωνα με τα οποία το εργαστήριο δεν αποτελεί απλώς ένα μέσο για επαλήθευση της θεωρίας, αλλά τον πυρήνα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Με αυτά τα προγράμματα καθιερώθηκε η μάθηση μέσα από την "ανακάλυψη". Σύμφωνα με αυτά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κύριο ρόλο έχει η κατανόηση η οποία επιτυγχάνεται μέσα από την άσκηση των μαθητών στο εργαστήριο [Δεν09].

Κεφάλαιο 2

Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση

2.1 Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Ο όρος «ΤΠΕ» (Τεχνολογίες/-α Πληροφορίας & Επικοινωνιών) αποτελεί απόδοση στα ελληνικά του διεθνούς «ICT» (Information and Communications Technologies) [wike]. (Σημείωση: Ας προσεχτεί ότι πρόκειται για «Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών» και όχι «Πληροφορική», όπως λανθασμένα πολλές φορές αναγράφεται. Μπορεί επίσης να αποδοθεί ως «Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών», καθώς η λέξη «information» στα αγγλικά είναι ίδια σε ενικό και πληθυντικό, δηλ. δεν υπάρχει ο τύπος «informations»).

Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε στο σύνολο των διαθέσιμων ψηφιακών τεχνολογιών (τεχνολογικά προϊόντα, καθώς και τεχνολογικά εργαλεία σχεδίασης, παραγωγής, αξιολόγησης) που βασίζονται στη διαχείριση της ψηφιακής πληροφορίας (παραγωγή, αναπαράσταση, επεξεργασία, αποθήκευση) και στη μετάδοσή της μέσω δικτύων επικοινωνίας και κυρίως του Διαδικτύου. Σήμερα οι όροι ΤΠΕ και ψηφιακές τεχνολογίες (ή και απλώς τεχνολογία) χρησιμοποιούνται τις περισσότερες φορές ισοδύναμα.

Οι ΤΠΕ βρίσκουν εφαρμογή σε πάρα πολλές δραστηριότητες του ανθρώπου αφού με αυτές βελτιώνεται και αυξάνεται η αποδοτικότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών σε κάθε πεδίο δραστηριότητας. Η χρήση των ΤΠΕ στο εμπόριο, στην επιστήμη, στις μεταφορές, στη διακυβέρνηση, στην εκπαίδευση κ.λ.π. έχει σαν αποτέλεσμα την ταχύτητα στην παραγωγή, την ακρίβεια και λεπτομέρεια στην επεξεργασία, την ευκολία στην αποθήκευση και μετάδοση πληροφοριών και γνώσεων κ.ά. οδηγώντας έτσι στη βελτίωση της ποιότητας του επιπέδου διαβίωσης.

Στην εκπαίδευση συγκεκριμένα η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει στόχο:

- α τη βελτίωση της ποιότητας των μαθησιακών εμπειριών και
- β την επίτευξη υψηλότερου επιπέδου μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Η βελτίωση της ποιότητας των μαθησιακών εμπειριών σχετίζεται με τη συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες που απαιτούν γνωστικές διεργασίες υψηλότερου επιπέδου (ανάλυση, σύνθεση, αξιολόγηση) και οδηγούν σε αντίστοιχα επίπεδα μάθησης.

Η επίτευξη υψηλότερου επιπέδου μαθησιακών αποτελεσμάτων σχετίζεται με την αποδοτικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας και της μάθησης. Με τη χρήση των ΤΠΕ επιτυγχάνεται η εκπαίδευση μεγαλύτερου αριθμού μαθητών, η διατήρηση των γνώσεων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ανάπτυξη σημαντικών «οριζόντιων» δεξιοτήτων παράλληλα με τις γνώσεις του γνωστικού πεδίου, όπως π.χ. ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας παράλληλα με εμβάθυνση στο γνωστικό αντικείμενο [Δημ15].

2.2 Τεχνολογία και Μάθηση

Στην εκπαίδευση-μάθηση η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα αναπαράστασης της γνώσης με πολλούς τρόπους. Το παραδοσιακό έντυπο μέσο προσφέρει αναπαραστάσεις μόνο στατικής μορφής (κειμένο, εικόνα), ενώ το ψηφιακό μέσο επιτρέπει τη διαχείριση δυναμικών αναπαραστάσεων για την παρουσίαση πληροφορίας στην οθόνη (π.χ. ήχος, σχεδιοκίνηση, βίντεο), ενώ παράλληλα εισάγει και το χαρακτηριστικό της διάδρασης (π.χ. ο μαθητής μπορεί να επεμβαίνει και να αλλάζει τα δεδομένα σε μία αναπαράσταση και να παρατηρεί κάθε φορά το αποτέλεσμα της ενέργειάς του).

Σύμφωνα με τους de Vries, Demetriadis και Ainsworth [Eri09] οι σύγχρονες ψηφιακές αναπαραστάσεις μπορούν να είναι:

- δυναμικές (dynamic): εξελίσσονται στον χρόνο (π.χ. αφήγηση, ηχητικές υποδείξεις, σχεδιοκίνηση -2D ή 3D- και βίντεο κλιπ),
- διαδραστικές (interactive): επιτρέπουν και ενθαρρύνουν εκτεταμένη διάδραση μεταξύ μαθητή και τεχνολογικού συστήματος (π.χ. διάδραση πλοήγησης, αναζήτησης ή μαθησιακή διάδραση σε προσομοιώσεις και μικρόκοσμους),
- συνεργατικές (co-constructed): παράγονται κατά τη συνεργατική κατασκευή αναπαραστάσεων από ομάδες μαθητών (π.χ. συνεργατική δημιουργία εννοιολογικού χάρτη, αναπαραστάσεις σε τεχνολογικά περιβάλλοντα για τη συνεργατική μάθηση),
- οπτικοποιημένες (visualized): αναπαραστάσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή τεχνικών οπτικοποίησης σε μεγάλο πλήθος δεδομένων (π.χ. σε εφαρμογές οπτικοποίησης αλγορίθμων/κώδικα, εφαρμογές οπτικοποίησης της επιχειρηματολογίας κ.λπ.),
- πολλαπλά συνδεδεμένες (multiply linked): αναπαραστάσεις που προσφέρουν πολλαπλές υπερσυνδέσεις για πολύδρομη διάσχιση (criss-crossing) (π.χ. υπερκείμενο, υπερμέσα, σημασιολογικά δίκτυα).

Η τεχνολογία μπορεί να ενθαρρύνει ή να αποθαρρύνει τη διάδραση των μαθητών σε μια αναπαράσταση. Για παράδειγμα μια τεχνολογία προσομοίωσης επιτρέπει και ενθαρρύνει τη διάδραση των μαθητών με το προσομοιωμένο σύστημα. Ακόμα, μια τεχνολογία που αναπαριστά έναν κοινόχρηστο χώρο συνεργασίας ενθαρρύνει προς την κατεύθυνση της συνεργατικής οικοδόμησης αναπαραστάσεων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ενεργοποίηση γνωστικών διεργασιών από τους μαθητές οι οποίες οδηγούν τελικά στην οικοδόμηση δομών γνώσης στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Αξίζει να τονιστεί, όμως, πως τα τεχνολογικά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να διαχειριστούν και άλλους παράγοντες σημαντικούς στη διαδικασία της μάθησης, όπως το συναίσθημα (π.χ. συναισθηματικοί πράκτορες) ή το κίνητρο συμμετοχής (π.χ. ψηφιακά παιχνίδια μάθησης), [Δημ15].

2.3 Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση - Ιστορική αναδρομή

Η εισαγωγή διαφόρων μορφών τεχνολογίας στην εκπαίδευση είναι φαινόμενο πολλών δεκαετιών και αποκτά ευρεία έκταση κατά τις αρχές του 20ου αιώνα [B04]. Κατά την ένταξη αυτή των τεχνολογιών και της πληροφορικής στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερα σημαντικά στάδια ή φάσεις εισαγωγής [Bar96]:

- Η περίοδος της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και των διδακτικών μηχανών (πριν το 1970),
- η πληροφορική προσέγγιση (1970-1980),
- η πληροφορική ως μέσο και ως αντικείμενο εκπαίδευσης (1980-1989),

- οι τεχνολογίες της πληροφορικής και των επικοινωνιών ως μέσο διδασκαλίας και μάθησης (μετά το 1990).

A Φάση: Η πρώτη ή εισαγωγική φάση σχετίζεται με την ένταξη των Τεχνολογιών της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση και χαρακτηρίζεται από την προσπάθεια εισαγωγής και ένταξης των διάφορων media και τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ήδη από το τέλος του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου αναπτύσσεται στις ΗΠΑ μια βιομηχανία παραγωγής εκπαιδευτικών ταινιών και ένα παιδαγωγικό ρεύμα με στόχο την «οπτική» κατάρτιση των μαθητών που πολύ γρήγορα μετατράπηκε σε «οπτικοακουστική» [Sae69]. Από τα μέσα της δεκαετίας του '60 αντικείμενο έρευνας αποτελούν οι τρόποι αξιοποίησης του υπολογιστή, με την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Φοιτητές των Πανεπιστημίων Stanford και Irvine της Αμερικής εργάστηκαν πάνω σε αυτό και έδωσαν τα αποτελέσματά τους με τη μορφή εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης φυσικών φαινομένων. Την περίοδο αυτή κάνει την εμφάνισή του ο όρος «εκπαιδευτική τεχνολογία» (educational technology), που με τη στενή του έννοια αναφέρεται στη χρησιμοποίηση τεχνολογιών και τεχνικών συσκευών στη διδασκαλία και τη μάθηση [Sol99] [Kan89]. Ο όρος εκπαιδευτική τεχνολογία με την ευρεία έννοια χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει την ορθολογική χρήση μίας ή περισσότερων τεχνολογιών με σκοπό την απόκτηση ενός εκπαιδευτικού αποτελέσματος. Χαρακτηρίζει επίσης το λόγο, τις αξίες και τα υποτιθέμενα ή πραγματικά αποτελέσματα που αντιστοιχούν σε αυτές τις πρακτικές [Die94].

B Φάση: Η δεύτερη φάση ξεκινά στις αρχές της δεκαετίας του 1970 αποτελεί το πρώτο καθαρά πληροφορικό στάδιο που αφορά κυρίως την «πληροφορική προσέγγιση» και η προβληματική του αποκρυσταλλώνεται στις πρώτες επίσημες εκθέσεις ειδικών [Nor78] σχετικά με την «πληροφοριοποίηση» της κοινωνίας και τις επιπτώσεις της στην εκπαίδευση. Αυτή την περίοδο έχουμε την εισαγωγή των υπολογιστών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση των ανεπτυγμένων τεχνολογικά χωρών.

Γ Φάση: Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από μια σφαιρική προσέγγιση η οποία προτείνει τους «Υπολογιστές στα σχολεία» στη Μεγάλη Βρετανία, την «Πληροφορική για όλους» στη Γαλλία, ενώ αντίστοιχα προγράμματα εισαγωγής των υπολογιστών εξελίσσονται στις ΗΠΑ και στις άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ΗΠΑ η εισαγωγή υπολογιστών στο σχολικό σύστημα προωθήθηκε τόσο από ερευνητές και εκπαιδευτικούς όσο και από τη βιομηχανία και την αγορά. Στη δεκαετία αυτή (του '80), η εμφάνιση των μικροϋπολογιστών κάνει πιο αισθητή τη χρήση των εφαρμογών της τεχνολογίας της πληροφορίας στην εκπαίδευση. Καθώς τα χαρακτηριστικά των συσκευών αυτών εξελίσσονται αναπτύσσονται νέες προσεγγίσεις. Για παράδειγμα η διαδομένη χρήση σύνθετων αριθμητικών μεθόδων, η λήψη δεδομένων μέσω υπολογιστή από πειραματικές συσκευές, η παραγωγή γραφημάτων και η αξιοποίηση των ψηφιοποιημένων εικόνων που έχουν ληφθεί για παράδειγμα από δορυφόρους [AΔη99].

Δ Φάση: Το τελευταίο αυτό στάδιο έχει ξεκινήσει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 και βρίσκεται σε εξέλιξη ακόμα και σήμερα. Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της φάσης είναι η γενικευμένη ένταξη των ΤΠΕ στις διάφορες πτυχές της εκπαιδευτικής δραστηριότητας και οι σημαντικές προσπάθειες που καταβάλλονται για την ενσωμάτωση των ΤΠΕ σε όλο το εύρος του προγράμματος σπουδών. Τα αποτελέσματα όμως πολλών εμπειρικών ερευνών δεν συμφωνούν με τις αισιόδοξες προβλέψεις για την επανάσταση που θα επιφέρει ο υπολογιστής στη διδασκαλία και κυρίως στη μάθηση [Pap80]. Πολλά ερωτήματα δεν απαντήθηκαν επαρκώς, ενώ η δημιουργική χρήση του υπολογιστή στη σχολική πραγματικότητα παραμένει μια δυνατότητα που πρέπει να επιβεβαιωθεί από την καθημερινή εκπαιδευτική πράξη

[Μακ95]. Η δεκαετία του '90 είναι κυρίως η δεκαετία της τεχνολογίας των πολυμέσων που δίνει νέα ώθηση στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών, ενώ παράλληλα δημιουργείται ένα γενικότερο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των εφαρμογών αυτών στην εκπαίδευση.

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.

2.4 Οι ΤΠΕ στη διδακτική των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει αναπτυχθεί ελληνικό εκπαιδευτικό λογισμικό ποιότητας και χρησιμοποιείται στο Γυμνάσιο, στο Λύκειο και στα Πανεπιστήμια. Το 1985 ιδρύθηκε το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων (Ι.Τ.Υ.Ε.) με έδρα την Πάτρα. Από το 1992 εποπτεύεται από το Υπουργείο Παιδείας & Θρησκευμάτων και διαθέτει διοικητική, οικονομική και επιστημονική αυτοτέλεια. Με το άρθρο 2 του Ν. 2909/2001 ο οποίος διέπει τη λειτουργία του, μετονομάστηκε σε Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών (Ε.Α.Ι.Τ.Υ.).

Το Ε.Α.Ι.Τ.Υ. με το νέο νόμο 3966/2011 μετονομάστηκε σε Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων (Ι.Τ.Υ.Ε.) και είναι ο τεχνολογικός πυλώνας στήριξης των δράσεων ΤΠΕ στην εκπαίδευση και ο φορέας της έκδοσης του έντυπου (σχολικά βιβλία) και ηλεκτρονικού υλικού για την εκπαίδευση. Επίσης το Ι.Τ.Υ.Ε. ανέλαβε την διοίκηση & διαχείριση του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου, του μεγαλύτερου δικτύου χρηστών στη χώρα [wikd].

Τα τελευταία χρόνια, το υπουργείο Παιδείας μέσω του Β' ΚΠΣ, δίνει ώθηση στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών και γενικότερα στην αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην εκπαίδευση. Μέσα από την υλοποίηση διαφόρων έργων του ΥΠΕΠΘ, του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, του Ε.Α.Ι.Τ.Υ. κλπ., στο πλαίσιο των οποίων χρηματοδοτήθηκαν μικτές ομάδες (από ακαδημαϊκούς, ερευνητές και ερευνήτριες, εταιρίες ή αναπτυξιακές ομάδες) ή ανεξάρτητοι φορείς, έχουν αναπτυχθεί ή προσαρμοστεί στα ελληνικά μια σειρά από τίτλοι εκπαιδευτικού λογισμικού, πολλοί από τους οποίους αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες (ανοικτά διερευνικά περιβάλλοντα, τίτλοι λογισμικού με συγκεκριμένο περιεχόμενο, πακέτα ανάπτυξης μοντελοποιήσεων, κλπ.). Τα λογισμικά αυτά χαρακτηρίζονται από ποιότητα από τεχνική και παιδαγωγική άποψη, αφού συνεχώς αξιολογούνται από την εκάστοτε συντονιστική αρχή. Στα πλαίσια της ενέργειας «ΟΔΥΣΣΕΙΑ» του ΥΠΕΠΘ αναπτύχθηκαν για τις ΦΕ (π.χ. Διανύσματα στη Φυσική και τα Μαθηματικά) εκπαιδευτικά λογισμικά από ελληνικούς φορείς, ενώ παράλληλα διεθνή εκπαιδευτικά λογισμικά προσαρμόστηκαν για την ελληνική εκπαίδευση (Interactive Physics, Modellus).

Στο πλαίσιο του Β' Επιχειρησιακού Προγράμματος Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ) αναπτύχθηκαν από το 2003 και ύστερα, πακέτα εκπαιδευτικού λογισμικού που συνοδεύουν τα νέα σχολικά βιβλία ή που αποτελούν ολοκληρωμένα θεματικά πακέτα με βάση ψηφιακό υλικό και συνοδεύονται και από φύλλα εργασίας (τετράδιο μαθητή/μαθήτριας), συμβουλευτικούς οδηγούς για τους και τις εκπαιδευτικούς, οδηγίες χρήσης των προσομοιώσεων και των άλλων ψηφιακών υλικών κ.ά. Το υλικό αυτό έχει αναρτηθεί σε μεγάλο μέρος στην Εκπαιδευτική Πύλη του ΥΠΕΠΘ και στην ιστοσελίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου ώστε να είναι διαθέσιμο σε όποιον θέλει (εκπαιδευτικό ή μη) να το χρησιμοποιήσει.

2.5 Εκπαιδευτικό Λογισμικό

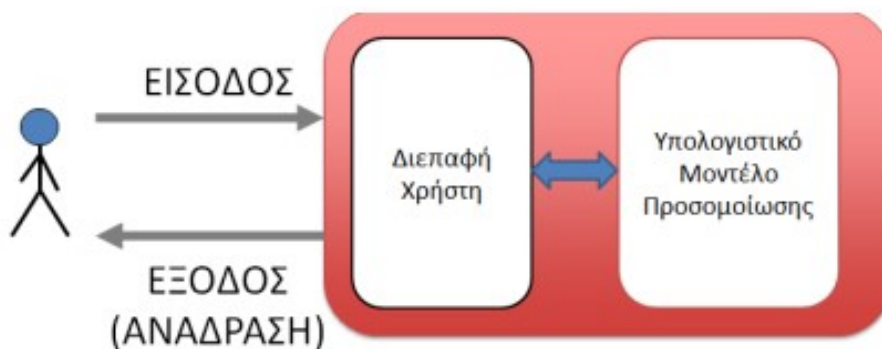
Τα λογισμικά εκπαιδευτικής προσομοίωσης (educational simulation software) είναι κλασικά γνωστικά εργαλεία τα οποία προσομοιώνουν στον υπολογιστή τη λειτουργία του συστήματος (ή

φαινομένου) που αποτελεί στόχο μάθησης, προσφέροντας ταυτόχρονα υψηλού βαθμού διάδραση με τους χρήστες.

Οι μαθητές μπορούν να διαδράσουν με το λογισμικό και με την καθοδήγηση του δασκάλου να καταλάβουν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος ή φαινομένου που θέλουν να μελετήσουν. Για παράδειγμα σε μια προσομοίωση Φυσικής οι μαθητές μεταβάλλουν την αντίσταση ενός αγωγού και παρατηρούν πως αυτό επηρεάζει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο είναι συνδεδεμένος αυτός ο αγωγός.

Υπάρχουν τρεις σημαντικές κατηγορίες λογισμικού τις οποίες ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει ως γνωστικά εργαλεία ώστε να υλοποιήσει δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης για τους μαθητές του. Αυτές είναι:

- Προσομοίωση (Simulation)
- Μικρόκοσμος (Microworld)
- Μοντελοποιητής (Modeler)



Εικόνα 2.1. Διάδραση χρήστη με λογισμικό τύπου εκπαιδευτικής προσομοίωσης

2.5.1 Προσομοίωση (simulation)

Μια εκπαιδευτική προσομοίωση σε υπολογιστή είναι ένα λογισμικό που προσομοιώνει (μιμείται) τη λειτουργία ενός φυσικού ή τεχνητού συστήματος του πραγματικού κόσμου, έτσι ώστε ο μαθητής να διαδράσει με την προσομοίωση και να οικοδομήσει γνώσεις για τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος που μελετά. Μια προσομοίωση βασίζεται πάντοτε σε κάποιο υπολογιστικό μοντέλο (computational model) [wika], δηλ. ένα απλούστερο ή συνθετότερο μοντέλο που εκτελείται από το λογισμικό προσομοίωσης (μικρόκοσμος ή μοντελοποιητή) και προσομοιώνει τη λειτουργία του συστήματος που μελετά ο μαθητής.

Η διεπαφή χρήστη προσφέρει τη δυνατότητα ώστε ο μαθητής να επηρεάσει την προσομοίωση, δηλ. να αλλάξει την είσοδο (input) δεδομένων στο λογισμικό. Ταυτόχρονα, το λογισμικό θα πρέπει με βάση το υπολογιστικό μοντέλο, να ανταποκρίνεται στην είσοδο που δίνει ο χρήστης και να εμφανίζει τις αντίστοιχες αλλαγές στην έξοδο (output) – η οποία συνήθως είναι η οθόνη του υπολογιστή– ώστε ο εκπαιδευόμενος να καταλάβει το αποτέλεσμα που είχαν οι ενέργειές του στη συμπεριφορά του προσομοιωμένου συστήματος.

Ο συνδυασμός αυτών των ενεργειών, δηλ. (α) η είσοδος δεδομένων από τον χρήστη και (β) η έξοδος (ή ανάδραση) από το λογισμικό, ολοκληρώνει τον κύκλο αλληλεπίδρασης με την προσομοίωση, κάτι που προσφέρει τη βάση για ενεργοποίηση γνωστικών διεργασιών σχετικών με τη μάθηση μέσω διερεύνησης.

Ένα κλασικό παράδειγμα λογισμικού προσομοίωσης είναι ο προσομοιωτής πτήσης [fi]. Αυτό το λογισμικό προσομοιώνει τη λειτουργία μιας πτητικής μηχανής ενώ ο χρήστης- χειριστής έχει

τη δυνατότητα με τα διάφορα χειριστήρια να κατευθύνει τη μηχανή και να μάθει με ασφάλεια τη λειτουργία της και την πτητική της συμπεριφορά. Ανάλογα με τους χειρισμούς του χρήστη στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται ένδειξη ως επιτυχημένη ή όχι πορεία της πτητικής μηχανής.

Άλλο παράδειγμα είναι η προσομοίωση λειτουργίας εκσκαφέα [tbr]. Και εδώ ο χρήστης μπορεί να μάθει τη λειτουργία αυτού του μηχανήματος χωρίς προσωπικό κίνδυνο ή οποιαδήποτε πιθανή φθορά της μηχανής.

Μπορεί όμως μια προσομοίωση να αφορά και κοινωνικά φαινόμενα. Για παράδειγμα το λογισμικό προσομοίωσης σχολικής τάξης Simschool [sim], δίνει την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να δοκιμάσει να αντιμετωπίσει διάφορες προβληματικές καταστάσεις σε περιβάλλον προσομοίωσης και να δοκιμάσει παιδαγωγικές λύσεις τις οποίες σε πραγματικές συνθήκες δεν θα είχε ποτέ –ίσως– την ευκαιρία να εφαρμόσει και να κατανοήσει την αξία ή τους περιορισμούς τους.

2.5.2 Μικρόκοσμος (Microworld)

Ο μικρόκοσμος είναι ένα ειδικό περιβάλλον προγραμματισμού (ειδικές προσομοιώσεις) πιο σύνθετο από μία απλή προσομοίωση που επιτρέπει στον χρήστη (δάσκαλο ή μαθητή) την ανάπτυξη ποικιλίας προσομοιώσεων που όμως αναφέρονται στο ίδιο γνωστικό αντικείμενο. Έτσι, συχνά μιλάμε για μικρόκοσμους π.χ. Φυσικής, Χημείας, Πληροφορικής κ.λπ. [wikb]. Για την ευκολότερη ανάπτυξη των ειδικών αυτών προσομοιώσεων το λογισμικό μικρόκοσμου προσφέρει μια κατάλληλη διεπαφή που υποστηρίζει οπτικό (visual) προγραμματισμό (δηλ. προγραμματισμό με τοποθέτηση αντικειμένων στην οθόνη και καθορισμό ιδιοτήτων τους). Παραδείγματα μικρόκοσμων είναι:

- A Το Interactive Physics, ένα γνωστό λογισμικό μικρόκοσμου Φυσικής που κυκλοφορεί στην ελληνική γλώσσα και είναι διαθέσιμο στα ελληνικά σχολεία. Ο χειριστής της εφαρμογής μπορεί να χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα εργαλεία (αντικείμενα του φυσικού κόσμου, όπως σώματα, τροχαλίες, αρθρώσεις, ηλεκτρικά φορτία κ.λπ.), ώστε να δημιουργήσει προσομοιώσεις φαινομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης.
- B Προγραμματιστικά περιβάλλοντα τύπου Logo (Logo-like programming environments), τα οποία απευθύνονται κυρίως σε μικρότερες ηλικίες [cmk]. Πρόκειται για περιβάλλοντα προγραμματισμού με ειδικά χαρακτηριστικά που τα καθιστούν φιλικά προς τους μικρούς μαθητές, ώστε να τους εμπλέκουν ευχάριστα σε δημιουργικές δραστηριότητες.
- Γ Το Microworlds Pro, είναι ένα εμπορικό προϊόν, αλλά κυκλοφορεί στην ελληνική γλώσσα και είναι διαθέσιμο στα Ελληνικά σχολεία.

2.5.3 Μοντελοποιητής (Modeler)

Οι μοντελοποιητές είναι ισχυρά προγραμματιστικά εκπαιδευτικά εργαλεία, καθώς επιτρέπουν τη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων (δηλ. ουσιαστικά προσομοιώσεων) για κάθε γνωστικό αντικείμενο (και όχι για συγκεκριμένο όπως οι μικρόκοσμοι). Ο χρήστης διευκολύνεται μέσα από τη γλώσσα προγραμματισμού να αναπτύξει το υπολογιστικό μοντέλο του συστήματος/φαινομένου που τον ενδιαφέρει, ώστε να προχωρήσει στις διερευνητικές του δραστηριότητες. Ένα από τα δημοφιλέστερα και ελεύθερα διαθέσιμα εργαλεία μοντελοποίησης/προσομοίωσης είναι το περιβάλλον NetLogo, το οποίο περιγράφεται ως ένα «πολυπρακτορικό προγραμματιζόμενο περιβάλλον μοντελοποίησης». Εδώ ο χρήστης (εκπαιδευτικός ή εκπαιδευόμενος) μπορεί να υλοποιήσει σε γλώσσα Logo ένα υπολογιστικό μοντέλο του φαινομένου που μελετά.

Άλλα επίσης γνωστά εμπορικά λογισμικά μοντελοποίησης είναι τα Stella και iThink της isee systems.

2.6 Κατηγορίες εκπαιδευτικών εφαρμογών των ΤΠΕ στη Φυσική

Για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και της Φυσικής ειδικότερα έχουν δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών διαφορετικά είδη εκπαιδευτικών λογισμικών. Τα κυριότερα από αυτά τα είδη είναι:

- Λογισμικά που παράγουν προσομοιώσεις φαινομένων, καταστάσεων ή συσκευών
- Λογισμικά που επιτρέπουν τη δημιουργία και δοκιμή μοντέλων
- Συστήματα υποστήριξης και λήψης δεδομένων από πειραματικές διατάξεις
- Νοήμονα συστήματα διδασκαλίας
- Ηλεκτρονικά βιβλία πολυμέσων, και
- Λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης

Τα πιο διαδεδομένα από αυτά, είναι αυτά των προσομοιώσεων και των μοντελοποιήσεων. Υπάρχουν βέβαια και εκπαιδευτικά λογισμικά που συνδυάζουν στοιχεία από δύο ή περισσότερες κατηγορίες και δύσκολα θα μπορούσαν να ενταχθούν στη μία ή στην άλλη. Για παράδειγμα, συχνά τα λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης εμπεριέχουν και ένα τμήμα παρουσίασης περιεχομένου με τη μορφή πολυμέσων ή ακόμα και κάποιες πολύ απλές προσομοιώσεις. Με την πάροδο του χρόνου, μέσω της ανάπτυξης και της εξέλιξης της τεχνολογίας, οι κατηγορίες αυτές αν και διατηρούν τα βασικά τους χαρακτηριστικά, τροποποιούνται με το συνδυασμό ήχου, εικόνας, φωτογραφίας, animation και βίντεο, κάνοντάς τες ιδιαίτερα ελκυστικές στους μαθητές. Οι εφαρμογές της Εικονικής Πραγματικότητας και τα τρισδιάστατα γραφικά έδωσαν νέες δυνατότητες στην αλληλεπίδραση και στην αμεσότητα της δράσης και αναμένεται να παίξουν έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο κατά την επόμενη δεκαετία [Μικ98]. Τέλος, η τεχνολογία της επικοινωνίας από απόσταση (INTERNET) δίνει τη δυνατότητα μέσω εργαλείων επικοινωνίας (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τηλεσυνδιάσκεψη) τα υπάρχοντα εκπαιδευτικά λογισμικά ή τα νέα λογισμικά που αναπτύσσονται, να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα από διαφορετικούς χρήστες που βρίσκονται σε διαφορετικούς τόπους, χώρες ή ηπείρους.

2.6.1 Κατηγορίες προσομοιώσεων

Επειδή ο όρος «προσομοιώσεις» καλύπτει ένα ευρύ φάσμα λογισμικού, είναι απαραίτητο να γίνει μια γενική διάκριση ανάμεσα στα είδη των προσομοιώσεων [ΑΔη99]. Έτσι έχουμε την παρακάτω κατηγοριοποίηση:

Πρώτον ανάλογα με το αντικείμενο που μελετάται έχουμε τα εξής είδη:

- α. Λογισμικά που προσομοιώνουν ένα φαινόμενο ή κατάσταση, όπως:
 - Φαινόμενα που εξελίσσονται πολύ αργά ή πολύ γρήγορα ή που είναι επικίνδυνα π.χ. αντιδράσεις οξειδωσης, κρούσεις, πυρηνικές αντιδράσεις.
 - Φαινόμενα που δε φαίνονται με γυμνό οφθαλμό π.χ. μικρόκοσμος, κίνηση ηλεκτρονίων.
 - Φαινόμενα τα οποία λόγω κλίμακας δεν μπορούν να παρατηρηθούν αν δεν υπάρχουν τα κατάλληλα όργανα π.χ. μακρόκοσμος, κίνηση των πλανητών.
 - Καταστάσεις που εμπλέκουν ανύπαρκτες ή ιδανικές οντότητες π.χ. επιφάνειες δίχως τριβές, ιδανικό αέριο.
 - Θεωρίες και μοντέλα π.χ. κινητική θεωρία, ατομικό μοντέλο.

β Λογισμικά που προσομοιώνουν τη λειτουργία συσκευών ή μηχανημάτων (π.χ. το αμπερόμετρο).

Δεύτερον ανάλογα με την ποικιλία των φαινομένων που προσομοιώνουν, έχουμε τα εξής είδη λογισμικών:

α Κλειστά συστήματα: Αυτά τα λογισμικά παράγουν προσομοιώσεις συγκεκριμένων φαινομένων και ο χρήστης είναι απλώς παρατηρητής, αφού δεν έχει τη δυνατότητα να παρέμβει και να μεταβάλει οτιδήποτε.

β Ανοιχτά συστήματα: Είναι αυτά στα οποία ο χρήστης μπορεί, αρκεί να έχει την απαιτούμενη γνώση, να κατασκευάσει ο ίδιος ένα φαινόμενο που θέλει να μελετήσει. Μέσα από μια βιβλιοθήκη βασικών οντοτήτων μπορεί να επιλέξει τα κατάλληλα στοιχεία και να φτιάξει τη δική του προσομοίωση π.χ. στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων όπως, στο λογισμικό Interactive Physics. Και

Τρίτον ανάλογα με τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη με το παρατηρούμενο σύστημα, διακρίνουμε δύο είδη προσομοιώσεων:

α Αυτές που απλώς αναπαριστούν ένα φαινόμενο χωρίς καμία δυνατότητα παρέμβασης από το χρήστη ή προσφέρουν μικρές ανούσιες επιλογές π.χ. επιλογή ταχύτητας εξέλιξης φαινομένου.

β Αυτές στις οποίες ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις τιμές των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν την εξέλιξη του φαινομένου που αναπαριστά η προσομοίωση, με αποτέλεσμα να έχει μελετήσει πλήρως το θέμα σε όλο του το εύρος (διαδραστικές προσομοιώσεις).

2.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προσομοιώσεων

Από τη δεκαετία του '70 που έχουμε την εισαγωγή των υπολογιστών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση των ανεπτυγμένων τεχνολογικά χωρών μέχρι σήμερα, οι δυνατότητες των Υπολογιστών έχουν αυξηθεί κατά πολύ. Μπορούν να μοντελοποιήσουν πιο πειστικά πειραματικές διαδικασίες που θα μπορούσαν να εκτελεστούν σε ένα πραγματικό εργαστήριο και επιπλέον παρέχουν τη δυνατότητα στους επιμορφούμενους να ασκήσουν μεγαλύτερο έλεγχο στην εκπαιδευτική διαδικασία [EC98].

Σύμφωνα με έρευνες [B K01], οι προσομοιώσεις συμπεριλαμβάνονται όλο και περισσότερο στην εκπαίδευση γιατί έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

- Είναι αποτελεσματικές γιατί ενσωματώνουν οπτικοποίηση και αλληλεπίδραση και συνθέτουν ένα εικονικό μαθησιακό περιβάλλον το οποίο βοηθάει στην κατανόηση της φυσικής.
- Είναι απεριόριστες με την έννοια ότι πρόκειται για λογισμικές εφαρμογές και άρα δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός στην δημιουργία τους (σε αντίθεση με το πραγματικό πείραμα).
- Είναι ευέλικτες στη χρήση γιατί μπορούν να προσαρμοστούν σε διαφορετικές μαθησιακές δυσκολίες και περιβάλλοντα.
- Παρέχουν ασφάλεια τόσο για τον χρήστη (σε αντίθεση και εδώ με το πραγματικό πείραμα), όσο και για τα συστήματα Η/Υ, στα οποία υλοποιούνται.
- Είναι φτηνές στην εγκατάσταση και τη χρήση. Ως λογισμικά προϊόντα δεν απαιτούν ιδιαίτερες εγκαταστάσεις (τα σχολικά εργαστήρια Η/Υ αρκούν), ούτε χρειάζονται δαπανηρή συντήρηση. Η χρήση είναι ακόμα πιο απλοποιημένη όταν πρόκειται για διαδικτυακές εφαρμογές.

- Είναι ελκυστικές αλλά και οικείες στο μαθητόκοσμο, γιατί συνήθως εμφανίζονται με μορφή παρόμοια με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια με τα οποία είναι εξοικειωμένοι οι έφηβοι.
- Είναι τέλος ανεξάρτητες από τόπο και χρόνο. Μπορούν να εγκατασταθούν σε κάθε διαθέσιμο Η/Υ στο σχολείο ή στο σπίτι και να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Όμως παρόλα αυτά, πολλοί από αυτούς που πρωτοστάτησαν στην εφαρμογή στην εκπαίδευση προσομοιούμενων πειραμάτων, τόνισαν ιδιαίτερα ότι αυτό το υλικό με κανένα τρόπο δεν θα αντικαθιστούσε τις πραγματικές πειραματικές διατάξεις αλλά θα τις συμπλήρωνε και θα βοηθούσε στην κατανόησή τους [VH71], [R85], [Taw76]. Υπάρχουν δηλαδή κάποια θέματα που χρειάζονται προσοχή και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν από τους διδάσκοντες [ΑΔη99]. Ας δούμε λοιπόν ορισμένα από τα μειονεκτήματα των συστημάτων προσομοίωσης:

- Η ευκολία χειρισμού των μεταβλητών. Αυτή η ευκολία στις προσομοιώσεις μπορεί να δώσει στους μαθητές την εντύπωση ότι αυτό μπορεί να γίνεται το ίδιο εύκολα και στην πραγματικότητα.
- Μοντέλα, δεδομένα και προϋποθέσεις που δεν εξετάζονται. Κάθε προσομοίωση βασίζεται σε ένα σαφώς προσδιορισμένο μοντέλο της πραγματικότητας (συχνά πρόκειται για κάποιο μαθηματικό μοντέλο, προκαθορισμένο εσωτερικά στο σύστημα). Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα μόνο να χειριστούν τους παράγοντες και τις μεταβλητές του μοντέλου, χωρίς να έχουν ουδεμία αλληλεπίδραση με το ίδιο το μοντέλο ή γνώση αυτού.
- Παραπλανητικές ή αναξιόπιστες προσομοιώσεις. Σε κάθε προσομοίωση έχουμε μια απλοποίηση και ίσως μια εξιδανίκευση της πραγματικότητας. Κάποιες απλοποιήσεις μπορεί να είναι χρήσιμες και αποδεκτές, ενώ άλλες να παραπλανούν ή να είναι ανακριβείς. Σε αυτή την περίπτωση κάθε άλλο παρά έχουμε αναπαράσταση της πραγματικότητας.
- Η προσομοίωση μπορεί να προκαλέσει στους μαθητές σύγχυση με την πραγματικότητα. Η ευκολία στη χρήση και στην αλλαγή των μεταβλητών μπορεί να δημιουργήσει την αίσθηση ενός διαφορετικού κόσμου που είναι πολύ πιο απλός και εύκολος στον χειρισμό από ότι συμβαίνει στην πραγματικότητα.
- Διπλές απλουστεύσεις και απλοποιήσεις. Η σύγχυση που αναφέραμε παραπάνω μπορεί να γίνει ακόμα πιο έντονη και άρα πιο επικίνδυνη όταν πρόκειται για προσομοιώσεις που χρησιμοποιούν υπολογιστικά μοντέλα ενός επιστημονικού μοντέλου ή μιας θεωρίας η οποία είναι από μόνη της απλοποίηση της πραγματικότητας (για παράδειγμα η κινητική θεωρία). Καταλήγουμε τότε να εργαζόμαστε με ένα μοντέλο του μοντέλου δίχως συχνά αυτό να γίνεται σαφές στους μαθητές.
- Μερική χρήση των αισθήσεων. Οι αισθήσεις που εμπλέκονται σε μια προσομοίωση, είναι προς το παρόν τουλάχιστον μόνο η όραση και η ακοή. Αυτό από μόνο του είναι αρκετό να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι δεν μπορούν οι προσομοιώσεις να αντικαταστήσουν τα πραγματικά σχολικά εργαστήρια.

Κεφάλαιο 3

Ερευνητικός Προβληματισμός

Έρευνες των τελευταίων δεκαετιών στη διδακτική της φυσικής δείχνουν τη δυσκολία των μαθητών να κατανοήσουν βασικές έννοιες [McD84]. Τα τελευταία είκοσι χρόνια στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος βρίσκεται η έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και της Φυσικής ειδικότερα. Στόχος της είναι κυρίως:

- Η μελέτη των μηχανισμών μάθησης και συγκρότησης εννοιολογικών πλαισίων και νοητικών μοντέλων.
- Η διερεύνηση της απόστασης που μπορεί να υπάρχει στις αντιλήψεις των μαθητών και φοιτητών για τα φυσικά φαινόμενα από τις καθιερωμένες επιστημονικές αντιλήψεις που έχουν διατυπωθεί για αυτά.
- Η μελέτη στρατηγικών μάθησης σε σχέση με το επίπεδο γνώσης των μαθητών και φοιτητών πριν από τη διδασκαλία του αντικειμένου.
- Ο σχεδιασμός νέων διδακτικών στρατηγικών και η ανάπτυξη νέων καινοτομικών αναλυτικών προγραμμάτων [A T98].

Επίσης η ανακάλυψη των ιδεών των μαθητών και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν σχετικά με όρους και διαδικασίες της επιστήμης της φυσικής αποτελεί αντικείμενο έρευνας [Dri85] [Dui91]. Ακόμα η έρευνα συχνά εστιάζει στη μελέτη των διαφορετικών αντιλήψεων και των νοητικών αναπαραστάσεων τις οποίες οι μαθητές αποκτούν πριν και μετά τη διδασκαλία. Πολλές ανεξάρτητες έρευνες έχουν δείξει ότι μαθητές και σπουδαστές όλων των βαθμίδων έχουν σοβαρές δυσκολίες τόσο στην κατανόηση όσο και στην εφαρμογή των βασικών εννοιών της Φυσικής σε απλές φυσικές διαδικασίες. Έρευνες δείχνουν επίσης ότι η παρανόηση από τους μαθητές εννοιών της Φυσικής δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη συμβατική διδασκαλία. Για παράδειγμα η διαφορετική αντίληψη που έχουν οι μαθητές για την ταχύτητα και την επιτάχυνση θεωρείται ότι δύσκολα αντιμετωπίζεται με τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Συχνά οι μαθητές συνδέουν την ταχύτητα με τη θέση του κινούμενου σώματος [EC80] και μπερδεύουν την ταχύτητα με την επιτάχυνση ή δημιουργούν αναλογίες μεταξύ τους [EC81]. Τέλος σοβαρές δυσκολίες αντιμετωπίζουν όταν χρησιμοποιούν γραφικές ή στροβοσκοπικές αναπαραστάσεις της κίνησης [R94] [McD87].

Πιο συγκεκριμένα μια έρευνα των: Α. Τζιμογιάννης, Ε. Κωσταδήμας, Α. Τ. Μικρόπουλος, [A T98], στόχο είχε να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με απλές ευθύγραμμες κινήσεις (ομαλές, επιταχυνόμενες και επιβραδυνόμενες). Η έρευνα έγινε σε μαθητές της Α΄ Λυκείου και διερευνήθηκε η κατανόηση και εφαρμογή των εννοιών της στιγμιαίας ταχύτητας και επιτάχυνσης σε ευθύγραμμες κινήσεις απλών σωμάτων. Το δείγμα της έρευνας ήταν 57 μαθητές και η έρευνα έγινε σε δύο φάσεις. Οι μαθητές κλήθηκαν αρχικά να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο παρατηρώντας τις απεικονίσεις των διαφόρων πειραμάτων στο χαρτί, ενώ στη συνέχεια μετά από

15 ημέρες απάντησαν ξανά στο ερωτηματολόγιο, αφού πρώτα παρακολούθησαν την προσομοίωση των πειραμάτων στην οθόνη του υπολογιστή. Κάθε μαθητής είχε τον δικό του υπολογιστή και μπορούσε να επαναλάβει τις προσομοιώσεις των πειραμάτων όσες φορές χρειαζόταν για να κατανοήσει τις διαδικασίες και τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων μεγεθών. Σε ένα 1ο πείραμα αυτής της έρευνας μελετήθηκε η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση δύο όμοιων κινητών τα οποία ξεκινούν την ίδια χρονική στιγμή και διανύουν αποστάσεις κατά την ίδια φορά στον ίδιο χρόνο. Λαμβάνονται στιγμιότητα σε ίσα χρονικά διαστήματα και οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν και να δικαιολογήσουν την απάντησή τους στις ερωτήσεις:

- α Υπάρχει κάποια χρονική στιγμή που τα δύο κινητά έχουν την ίδια στιγμιαία ταχύτητα;
- β Πόση είναι η επιτάχυνση των δύο κινητών;

Τα αποτελέσματα της έρευνας για τα ερωτήματα 1α και 1β χωρίς χρήση και με χρήση προσομοιώσεων φαίνονται στους παρακάτω πίνακες 3.1 και 3.2.

Πίνακας 3.1. Κατηγορίες απαντήσεων στο ερώτημα 1α

α.α	Διαδικασία	Χωρίς χρήση προσομοιώσεων Ποσοστό %	Με χρήση προσομοιώσεων Ποσοστό %
1	Ανεπαρκής προσέγγιση	46	25
2	Σύγκριση θέσης-ταχύτητας	25	19
3	Σύγκριση μέσης-στιγμιαίας ταχύτητας	12	10
4	Σωστή απάντηση με επαρκή αιτιολόγηση	17	46

Πίνακας 3.2. Κατηγορίες απαντήσεων στο ερώτημα 1β

α.α	Διαδικασία	Χωρίς χρήση προσομοιώσεων Ποσοστό %	Με χρήση προσομοιώσεων Ποσοστό %
1	Ανεπαρκής προσέγγιση	19	16
2	Σύγκριση ταχύτητας-επιτάχυνσης	19	16
3	Σωστή απάντηση με επαρκή αιτιολόγηση	62	68

Παρατηρούμε ότι η ανεπαρκής προσέγγιση και η σύγκριση θέσης-ταχύτητας καθώς και μέσης και στιγμιαίας ταχύτητας, εμφανίζονται σε μικρότερο ποσοστό 25%, 19% και 10% αντίστοιχα όταν το πείραμα γίνεται με τη χρήση προσομοιώσεων, έναντι του 46%, 25% και 12% αντίστοιχα όταν το πείραμα γίνεται στο χαρτί. Επίσης έχουμε περισσότερες σωστές απαντήσεις, ποσοστό 46% στο πείραμα με προσομοίωση, έναντι του 17% στο πείραμα στο χαρτί πίνακας 3.1.

Επίσης παρατηρούμε ότι η ανεπαρκής προσέγγιση και η σύγκριση ταχύτητας-επιτάχυνσης εμφανίζεται σε μικρότερο ποσοστό 16% και 16% αντίστοιχα όταν το πείραμα γίνεται με τη χρήση προσομοιώσεων, έναντι του 19% και 19% αντίστοιχα όταν γίνεται στο χαρτί. Επίσης έχουμε περισσότερες σωστές απαντήσεις, 68%, στο πείραμα με προσομοίωση, έναντι του 62% στο πείραμα στο χαρτί πίνακας 3.2.

Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν και στα έξι ακόμα έργα-πειράματα που έκαναν και αναφέρονται στην ίδια έρευνα. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 3.3, που δείχνει το ποσοστό των σωστών απαντήσεων μετά από τη διδασκαλία χωρίς προσομοιώσεις και το αντίστοιχο ποσοστό μετά από τη διδασκαλία με τη χρήση προσομοιώσεων.

Πίνακας 3.3. Ποσοστό σωστών απαντήσεων

Έργο	Χωρίς χρήση προσομοιώσεων (%)	Με χρήση προσομοιώσεων (%)
1	18	46
2	61	68
3	23	46
4	28	47
5	19	30
6	21	33
7	28	39

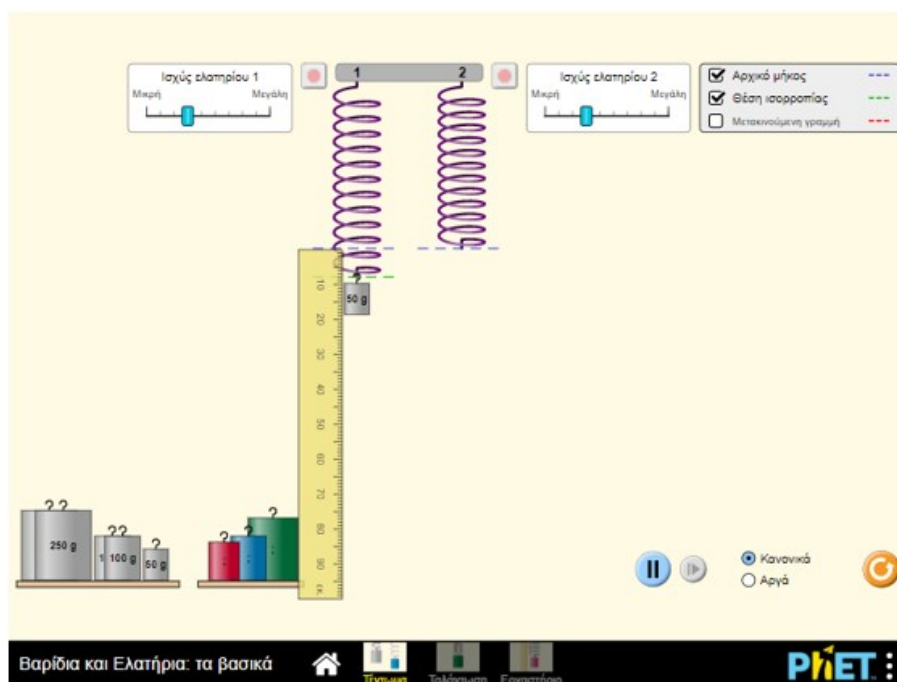
Κεφάλαιο 4

Παρουσίαση εικονικών πειραμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται προσομοιώσεις που αναφέρονται σε θέματα Φυσικής τα οποία αφορούν στην διδακτέα ύλη της Α΄, Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου που μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και σε τάξεις του Λυκείου.

4.1 Α΄ τάξη Γυμνασίου

4.1.1 Μετρήσεις Μάζας- Ελατήρια



Εικόνα 4.1. Ελατήρια - μάζα

Με τη βοήθεια της παραπάνω προσομοίωσης στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phec], μπορούμε να πραγματοποιήσουμε και τα 2 πειράματα στην αντίστοιχη ενότητα της Φυσικής Α΄ Γυμνασίου (Πείραμα 2 και Πείραμα 3).

Οδηγίες εκτέλεσης

Πείραμα 1

Τοποθετούμε διαδοχικά τις μάζες στο ελατήριο, με τον κανόνα μετράμε τις αντίστοιχες επιμηκύνσεις και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα τιμών (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1. Πίνακας τιμών

Μάζες σταθμών (σε γραμμάρια)	Επιμηκύνσεις ελατηρίου (σε εκατοστά)
50	
100	
250	

Με βάση αυτές τις τιμές φτιάχνουμε το διάγραμμα επιμήκυνσης-μάζας. Με αυτή τη διαδικασία και το διάγραμμα που συμπληρώσαμε έχουμε κάνει τη βαθμονόμηση ενός αυτοσχέδιου δυναμόμετρου.

Πείραμα 2

Τοποθετούμε μια άγνωστη μάζα στο ελατήριο και σημειώνουμε την επιμήκυνσή του. Με τη βοήθεια του διαγράμματος βρίσκουμε πόσα γραμμάρια ήταν αυτή η άγνωστη μάζα.

4.1.2 Θερμότητα, Θερμική ενέργεια και Θερμοκρασία

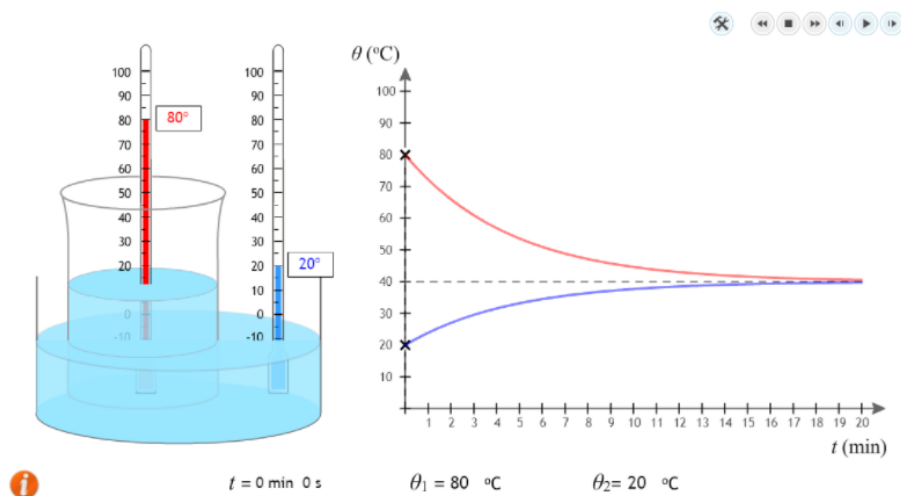


Εικόνα 4.2. Θερμότητα - Θερμική ενέργεια - Θερμοκρασία

Αυτό το βίντεο που βρίσκεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση [you] βοηθάει πάρα πολύ στο να καταλάβουν τα παιδιά τις έννοιες: Θερμότητα, Θερμική ενέργεια και Θερμοκρασία. Μπορεί ο εκπαιδευτικός να το παρουσιάσει στην τάξη αλλά και τα παιδιά να το δουν πάλι στο σπίτι ώστε να κατανοήσουν τις έννοιες αυτές και τις διαφορές τους.

4.1.3 Θερμική Ισορροπία

Θερμική Ισορροπία: πείραμα 1



Εικόνα 4.3. Θερμική Ισορροπία

Με αυτή την προσομοίωση στην ηλεκτρονική διεύθυνση [seic] μπορούμε να παρακολουθήσουμε πώς δύο υγρά με διαφορετική θερμοκρασία όταν έρχονται σε θερμική επαφή φτάνουν τελικά στην ίδια θερμοκρασία. (Σημείωση: Αυτή η προσομοίωση λόγω του ότι έχει σταματήσει η υποστήριξη του Adobe Flash Player, για να "τρέξει", απαιτείται η εγκατάσταση μιας επέκτασης στον browser).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Σε αυτό το πείραμα φέρνουμε σε θερμική επαφή δύο δοχεία που περιέχουν νερό σε διαφορετική θερμοκρασία: το ένα ζεστό και το άλλο κρύο. Μπορείς να αλλάζεις τη μάζα του νερού που έχει κάθε δοχείο και την αρχική του θερμοκρασία. Εδώ η θερμική επαφή είναι άμεση, δηλαδή τοποθετείς το δοχείο με το ζεστό νερό μέσα στο δοχείο με το κρύο νερό.

Οδηγίες εκτέλεσης

Πατώντας το βελάκι της αναπαραγωγής παρατηρείς πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία σε κάθε δοχείο, ώπου να επέλθει κατάσταση θερμικής ισορροπίας. Παράλληλα βλέπουμε να σχηματίζεται η γραφική παράσταση θερμοκρασίας-χρόνου για το νερό των δύο δοχείων (Εικ.4.3).

4.1.4 Μάζα-Όγκος-Πυκνότητα

Με τη βοήθεια αυτής της προσομοίωσης στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phed] δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές/μαθήτριες να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες της Μάζας, του Όγκου και της πυκνότητας.

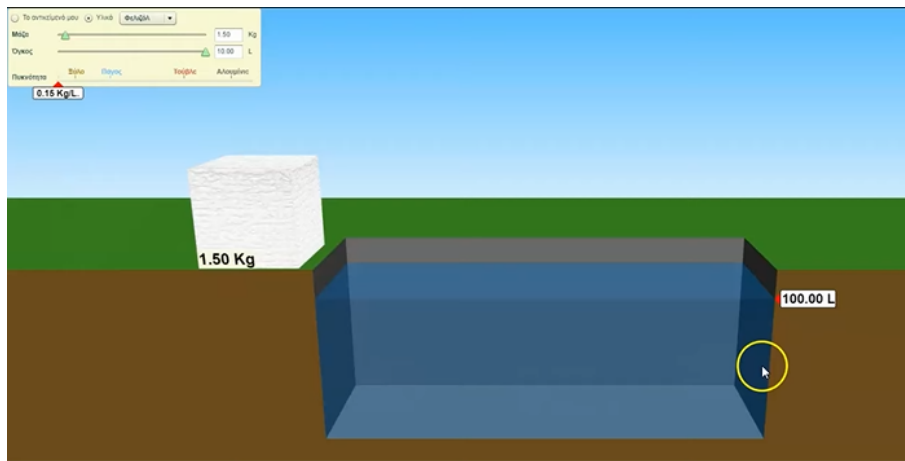
Θεωρητικό υπόβαθρο

Μάζα είναι η ύλη από την οποία αποτελείται ένα σώμα. Όγκος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα. Η πυκνότητα εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται σε μια μονάδα όγκου. Η πυκνότητα είναι χαρακτηριστικό του υλικού κάθε σώματος. Έτσι η πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται ως το πηλίκο που έχει ως αριθμητή τη μάζα του σώματος από αυτό το υλικό και παρονομαστή τον όγκο του σώματος. Δηλαδή:

πυκνότητα = μάζα/όγκο ή με σύμβολα: $\rho = m/V$

Οδηγίες εκτέλεσης

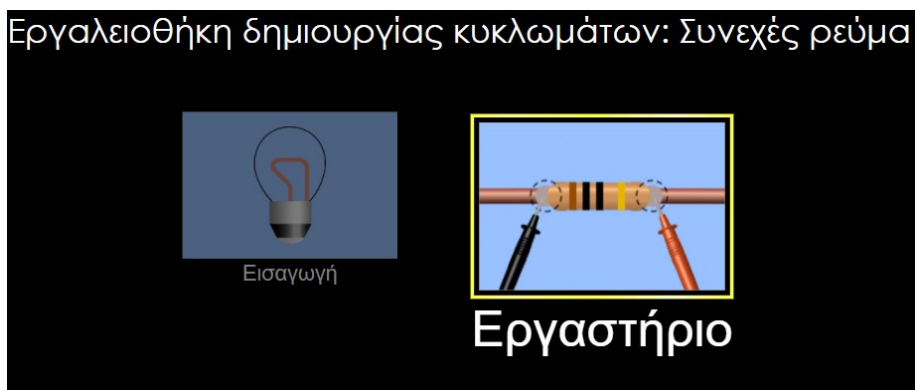
Ανοίγουμε την προσομοίωση και στο παράθυρο πάνω αριστερά επιλέγουμε με το «ποντίκι» το υλικό από το οποίο θα αποτελείται ο κύβος, τη μάζα του και τον όγκο του. Από τη μάζα και



Εικόνα 4.4. Μάζα - Όγκος - Πυκνότητα

τον όγκο υπολογίζουμε την πυκνότητα. Στη συνέχεια με το «ποντίκι» ρίχνουμε τον κύβο μέσα στη δεξαμενή με το νερό και βλέπουμε πως συμπεριφέρεται (βυθίζεται ή επιπλέει σε αυτό) ανάλογα με την πυκνότητα που έχει σε σχέση με την πυκνότητα του νερού. Ακόμα αλλάζοντας όγκο και μάζα στον ίδιο κύβο οι μαθητές/μαθήτριες βλέπουν ότι η πυκνότητα παραμένει η ίδια.

4.1.5 Το ηλεκτρικό Κύκλωμα



Εικόνα 4.5. Το ηλεκτρικό Κύκλωμα

Στην ηλεκτρονική διεύθυνση [rheb] έχουμε τη δυνατότητα να βρεθούμε σε ένα εικονικό εργαστήριο Φυσικής (Εικ.4.5). Παρέχει ένα περιβάλλον εργασίας, διερεύνησης και μελέτης των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και των διεργασιών που λαβαίνουν χώρα μέσα σε αυτά. Επειδή πολλές από τις έννοιες που σχετίζονται με τα ηλεκτρικά κυκλώματα είναι αφηρημένες (τάση, ρεύμα κ.ά.), οι μαθητές είναι δύσκολο να τις κατανοήσουν πλήρως, επομένως η διδασκαλία του κεφαλαίου των ηλεκτρικών κυκλωμάτων με τη βοήθεια των προσομοιώσεων δίνει τη δυνατότητα τόσο σε εκπαιδευτικούς όσο και σε μαθητές και μαθήτριες να προσεγγίσουν με καλύτερες προϋποθέσεις όχι μόνο τον πραγματικό, αλλά και τον ιδεατό κόσμο του ηλεκτρισμού.

Συγκεκριμένα οι μαθητές/μαθήτριες της Α Γυμνασίου μέσα σε αυτό το περιβάλλον έχουν τη δυνατότητα να εξοικειωθούν με τα στοιχεία ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος (ηλεκτρική πηγή, λαμπτήρας, διακόπτης, καλώδια, βολτόμετρο, αμπερόμετρο) και να κατανοήσουν καλύτερα την έννοια του βραχυκυκλώματος, αφού μπορούν να πειραματιστούν σε αυτό το εργαστήριο με απόλυτη ασφάλεια, έναντι του πραγματικού εργαστηρίου.

Πίνακας 4.2. Προσομοιώσεις Α' Γυμνασίου

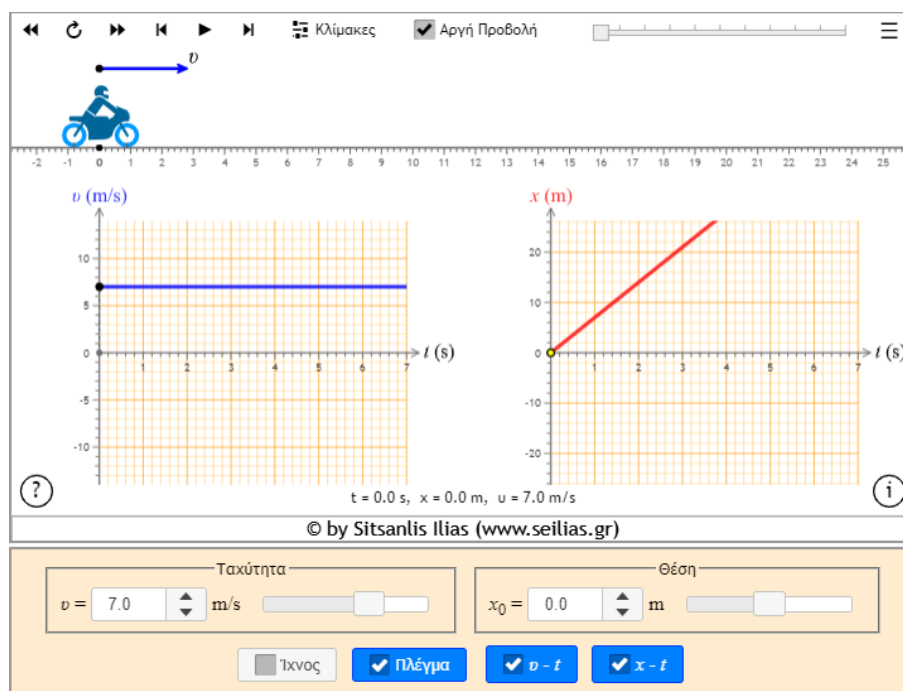
Προσομοίωση	Θεματική ενότητα	Τάξη	Γλώσσα	Ηλικία	Κόστος
phet.colorado	Μετρήσεις Μάζας-Ελατήρια	Α', Β' Γυμνασίου, Γ' Λυκείου	Ελληνικά	12-18	Δωρεάν
youTube	Θερμότητα-Θερμοκρασία-Θερμική ενέργεια	Α' Γυμνασίου	Ελληνικά	8-12	Δωρεάν
Seilias	Θερμική Ισορροπία	Α', Β' Γυμνασίου	Ελληνικά	12-18	Δωρεάν
phet.colorado	Μάζα-Όγκος-Πυκνότητα	Α' και Β' Γυμνασίου	Ελληνικά	12-15	Δωρεάν
phet.colorado	Το Ηλεκτρικό Κύκλωμα	Α', Γ' Γυμνασίου και Β' Λυκείου	Ελληνικά	8-18	Δωρεάν

4.2 Β' τάξη Γυμνασίου

4.2.1 Ευθύγραμμη κίνηση

Όταν μελετάμε την κίνηση ενός σώματος θέλουμε να γνωρίζουμε τη θέση και την ταχύτητα του κάθε χρονική στιγμή. Οι εξισώσεις της κίνησης περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο τα βασικά αυτά μεγέθη μεταβάλλονται με το χρόνο. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι και η χρήση διαγραμμάτων για την απεικόνιση της μεταβολής των μεγεθών σε σχέση με το χρόνο.

4.2.1.1 Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (Ε.Ο.Κ.)



Εικόνα 4.6. Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση

Με τη βοήθεια της παραπάνω προσομοίωσης στην ηλεκτρονική διεύθυνση [seib], μπορούμε να παρακολουθήσουμε την κίνηση ενός σώματος (μοτοσυκλετιστή) σε ευθεία γραμμή με σταθερή ταχύτητα Ε.Ο.Κ. (Εικ.4.6).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Ταχύτητα και χρόνος

Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ονομάζουμε μια κίνηση στην οποία η ταχύτητα παραμένει σταθερή. Επειδή η ταχύτητα παραμένει σταθερή η μέση ταχύτητα και η στιγμιαία ταχύτητα, σε οποιαδήποτε χρονικό διάστημα, είναι μεταξύ τους ίσες. Έτσι για να υπολογίσουμε την ταχύτητα σε μια χρονική στιγμή αρκεί να υπολογίσουμε την μέση ταχύτητα σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα Δt .

$$v = \Delta x / \Delta t \quad (1)$$

Μετατόπιση, θέση και χρόνος
Αν το σώμα την χρονική στιγμή

$$t = t_0$$

βρίσκεται στην θέση

$$x = x_0$$

και την τυχαία χρονική στιγμή t στην θέση x τότε ισχύει:

$$u = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

από την οποία για

$$t_0 = 0$$

προκύπτει η εξίσωση της κίνησης

$$x = x_0 + vt$$

Η τελευταία εξίσωση αποτελεί την "εξίσωση κίνησης" του σώματος. Η εξίσωση αυτή μας απαντά στο ερώτημα πού βρίσκεται το σώμα την χρονική στιγμή t . Αν την χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα βρίσκεται στην αρχή του συστήματος αναφοράς δηλαδή

$$x_0 = 0$$

τότε η παραπάνω εξίσωση γράφεται πιο απλά $x = vt$ και το διάγραμμα $x - t$ είναι μια ευθεία που περνά από την αρχή των αξόνων

Διαγράμματα

- Σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο είναι μια ευθεία γραμμή παράλληλη προς τον άξονα του χρόνου. Το εμβαδόν του σχήματος στο διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου που περικλείεται από την γραφική παράσταση της ταχύτητας, του άξονα του χρόνου και τις ευθείες

$$t = t_1$$

και

$$t = t_2$$

είναι αριθμητικά ίσο με την μετατόπιση του σώματος στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα Δt .

- Σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο είναι ευθεία γραμμή ενώ η κλίση στο διάγραμμα θέσης - χρόνου είναι αριθμητικά ίση με την ταχύτητα. Όταν η κλίση είναι μεγάλη (απότομη) τότε είναι μεγάλη και η ταχύτητα.

Σώμα σε ηρεμία

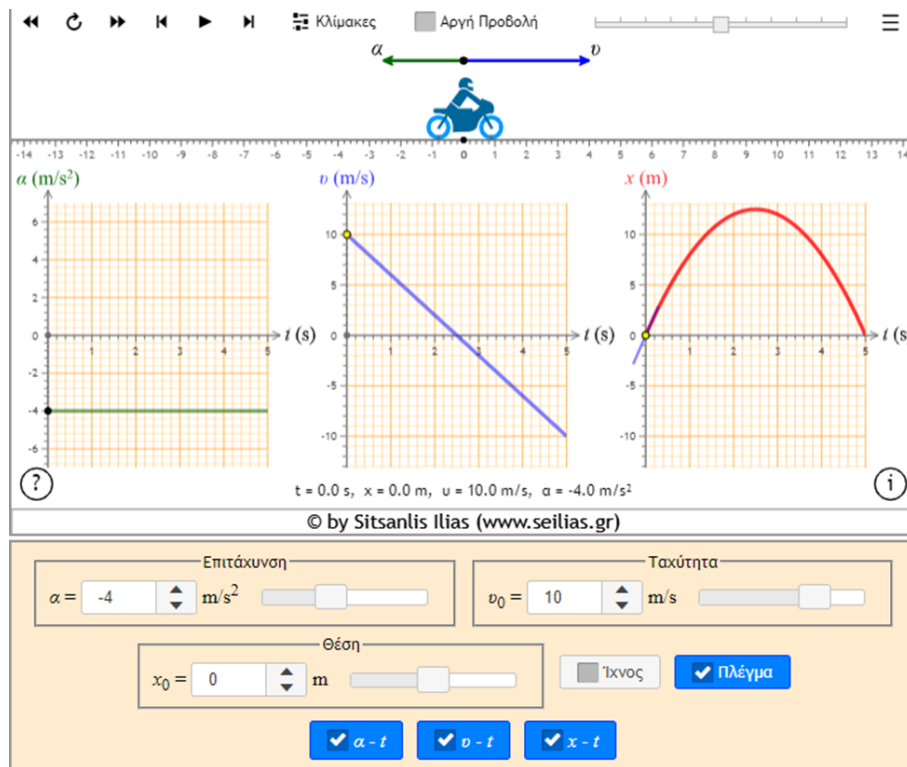
Η ακινησία ή η ηρεμία σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς μπορεί να θεωρηθεί ως ομαλή κίνηση με ταχύτητα $v = 0$. Σ' αυτή την περίπτωση, το διάγραμμα της ταχύτητας συμπίπτει με τον άξονα του χρόνου. Όταν το σώμα είναι ακίνητο, η θέση του είναι σταθερή, οπότε το διάγραμμα θέσης-χρόνου είναι ευθεία γραμμή παράλληλη με τον άξονα των χρόνων.

Οδηγίες εκτέλεσης

Κάνοντας «κλικ» πάνω αριστερά στο βελάκι έναρξης αρχίζει το σώμα να κινείται ενώ παράλληλα παρατηρούμε να σχηματίζονται τα διαγράμματα $v - t$ και $x - t$. Επίσης έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε αργή προβολή στο αντίστοιχο «κουτάκι» ώστε να είναι πιο εύκολο να παρακολουθήσουμε το φαινόμενο. Με την επιλογή αναίρεση πάνω αριστερά μπορεί ο εκπαιδευόμενος να επαναλάβει το πείραμα όσες φορές θέλει για να το κατανοήσει καλύτερα.

Από το μενού στο κάτω μέρος μπορούμε να επιλέξουμε την τιμή της ταχύτητας και την αρχική θέση. Όμως για να μεταβάλλουμε την ταχύτητα του σώματος μπορούμε ακόμα να σύρουμε το διάνυσμα της ταχύτητας, το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου καθώς και το διάγραμμα θέσης χρόνου αλλάζοντας την κλίση της ευθείας. Επίσης για να μεταβάλλουμε την αρχική θέση του σώματος μπορούμε να σύρουμε τον μοτοσυκλετιστή, τον άξονα της κίνησης ή το κίτρινο σημείο στο διάγραμμα θέσεως - χρόνου. Ενώ για να μεταβάλλουμε τον χρόνο θα πρέπει να σύρουμε τα μαύρα σημεία σε ένα από τα διαγράμματα κάποια χρονική στιγμή. Αν επιλέξουμε ρυθμίσεις μπορούμε να μεταβάλλουμε τις κλίμακες στα διαγράμματα και στον άξονα κίνησης.

4.2.1.2 Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη κίνηση



Εικόνα 4.7. Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση

Πσορομοίωση με την οποία μπορούμε να μελετήσουμε την ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση στην ηλεκτρονική διεύθυνση [seia].

Θεωρητικό υπόβαθρο

Η εξίσωση της ταχύτητας

Η κίνηση στην οποία η ταχύτητα αλλάζει το ίδιο στη μονάδα του χρόνου ή αλλάζει όπως λέμε με σταθερό ρυθμό, δηλαδή η κίνηση στην οποία η επιτάχυνση $a = \Delta v / \Delta t$ είναι σταθερή την ονομάζουμε ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη. Στις κινήσεις αυτές διακρίνουμε δυο περιπτώσεις:

α το μέτρο της ταχύτητας του κινητού αυξάνεται ή τα διανύσματα της επιτάχυνσης και της ταχύτητας έχουν την ίδια φορά οπότε η κίνηση ονομάζεται ομαλά επιταχυνόμενη.

β το μέτρο της ταχύτητας του κινητού μειώνεται ή τα διανύσματα έχουν αντίθετη φορά οπότε η κίνηση ονομάζεται ομαλά επιβραδυνόμενη. Συχνά γίνεται η παρερμηνεία πως αν η επιτάχυνση είναι αρνητική τότε η κίνηση είναι επιβραδυνόμενη, αυτό είναι σωστό μόνο στην περίπτωση εκείνη που ταυτόχρονα η ταχύτητα είναι θετική.

Αν για $t = 0$ είναι

$$u = u_0$$

και την χρονική στιγμή t έχει ταχύτητα u τότε:

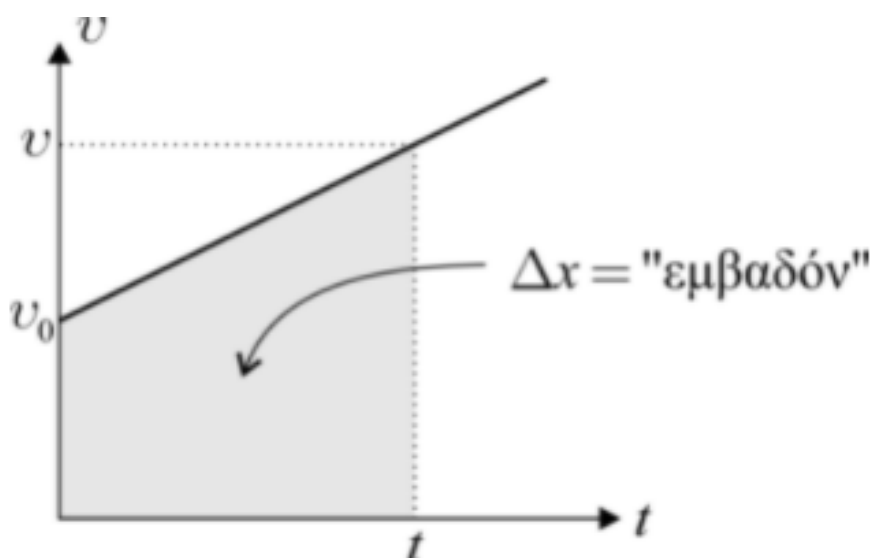
$a = \Delta u / \Delta t$ από την οποία προκύπτει:

$$u = u_0 + at(1)$$

Η τελευταία εξίσωση (1) παριστάνει ευθεία σε ένα διάγραμμα $u - t$.

Η εξίσωση της κίνησης.

Η εξίσωση κίνησης, δηλαδή ο προσδιορισμός της θέσης ενός αντικειμένου το οποίο επιταχύνεται ομαλά σε συνάρτηση με το χρόνο προκύπτει με γραφικό τρόπο από το διάγραμμα $u - t$ (Εικ.4.8).



Εικόνα 4.8. Διάγραμμα $u-t$

Αποδεικνύεται ότι το εμβαδόν του τραπεζίου που περικλείεται μεταξύ της γραμμής που παριστά την ταχύτητα και των αξόνων u, t (Εικ. 4.8) είναι ίσο με τη μετατόπιση στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση. Οπότε, αν υπολογίσουμε το εμβαδόν χρησιμοποιώντας αντί των αριθμητικών τιμών, τα σύμβολα

$$u, u_0, t$$

οδηγούμαστε στην εξίσωση για τη μετατόπιση Δx .

$$\Delta x = u_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Η παραπάνω εξίσωση για την μετατόπιση ισχύει σε κάθε περίπτωση (ανεξάρτητα από το πρόσημο της αρχικής ταχύτητας και της επιτάχυνσης).

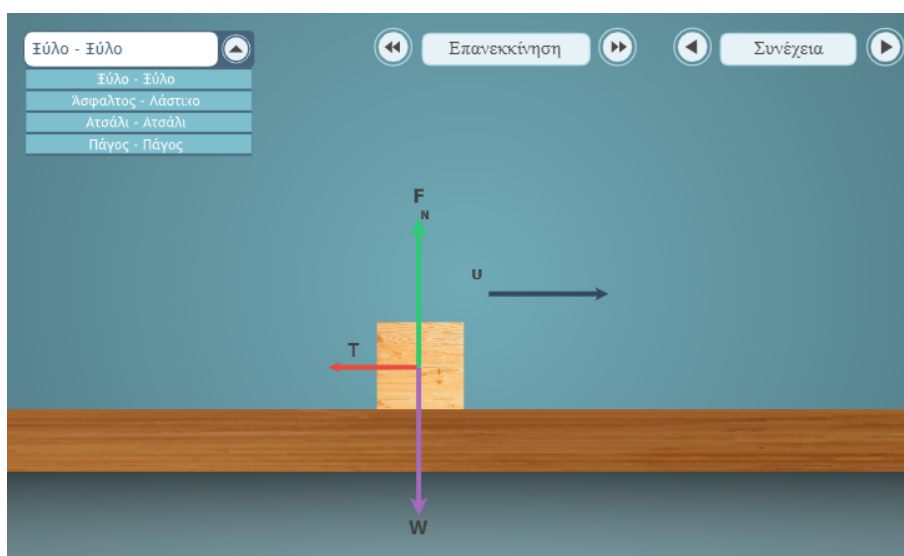
Οδηγίες εκτέλεσης

Εδώ το περιβάλλον είναι ίδιο όπως και στην προηγούμενη προσομοίωση. Άρα όπως και πριν κάνοντας «κλικ» πάνω αριστερά στο βελάκι έναρξης αρχίζει το σώμα να κινείται ενώ παράλληλα παρατηρούμε να σχηματίζονται τα διαγράμματα $u - t$ και $x - t$ αλλά επιπλέον εδώ έχουμε να σχηματίζεται και το διάγραμμα $a - t$. Επίσης έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε αργή προβολή στο αντίστοιχο «κουτάκι» ώστε να είναι πιο εύκολο να παρακολουθήσουμε το φαινόμενο. Με την επιλογή αναίρεση πάνω αριστερά μπορεί ο εκπαιδευόμενος να επαναλάβει το πείραμα όσες φορές θέλει για να το κατανοήσει καλύτερα.

Από το μενού στο κάτω μέρος μπορούμε να επιλέξουμε την τιμή της αρχικής ταχύτητας, την αρχική θέση και την επιτάχυνση. Όμως για να μεταβάλλουμε την αρχική ταχύτητα του σώματος μπορούμε να σύρουμε το διάνυσμα της ταχύτητας ή το κίτρινο σημείο στο διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου. Επίσης για να μεταβάλλουμε την αρχική θέση του σώματος μπορούμε να σύρουμε τον μοτοσυκλετιστή, τον άξονα της κίνησης ή το κίτρινο σημείο στο διάγραμμα θέσης - χρόνου. Για να μεταβάλλουμε την επιτάχυνση του σώματος μπορούμε να σύρουμε το διάνυσμα της επιτάχυνσης, το διάγραμμα της επιτάχυνσης - χρόνου ή να αλλάξουμε την κλίση του διαγράμματος ταχύτητας - χρόνου. Ενώ για να μεταβάλλουμε τον χρόνο θα πρέπει να σύρουμε τα μαύρα σημεία σε ένα από τα διαγράμματα κάποια χρονική στιγμή. Τέλος αν επιλέξουμε ρυθμίσεις μπορούμε να μεταβάλλουμε τις κλίμακες στα διαγράμματα και στον άξονα κίνησης.

4.2.2 Δυνάμεις

4.2.2.1 Η δύναμη της Τριβής



Εικόνα 4.9. Η δύναμη της Τριβής

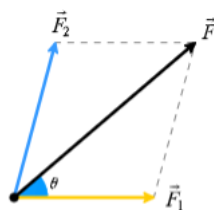
Σε αυτή την προσομοίωση στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phol] αισθητοποιείται η έννοια της δύναμης της Τριβής.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Η τριβή είναι η δύναμη που ασκείται από ένα σώμα σε ένα άλλο όταν βρίσκονται σε επαφή και το ένα κινείται ή τείνει να κινηθεί σε σχέση με το άλλο. Η διεύθυνση της τριβής είναι παράλληλη προς τις επιφάνειες που εφάπτονται και έχει φορά τέτοια ώστε να αντιστέκεται στην ολίσθηση της μιας επιφάνειας πάνω στην άλλη. Το μέτρο της εξαρτάται από την κάθετη δύναμη και από τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή.

Οδηγίες εκτέλεσης

Ανοίγουμε την προσομοίωση και στο παράθυρο πάνω αριστερά δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε διαφορετικό υλικό για τις επιφάνειες και να βλέπουμε πως μεταβάλλεται το διάνυσμα άρα και το μέτρο της δύναμης της τριβής. Επίσης παρατηρούμε και πως αυτό επηρεάζει την ταχύτητα του σώματος. Παράλληλα βλέπουμε την κατεύθυνση του βάρους και της κάθετης δύναμης (Εικ.4.9).



F = 11.9 N, $\theta = 40.4^\circ$

© by Sitsanlis Ilias (www.seilias.gr)

<p>Δύναμη 1</p> <p>$F_1 = 7$ N</p>	<p>Γωνία με τον Οριζόντιο άξονα</p> <p>$\theta_1 = 0^\circ$</p>
<p>Δύναμη 2</p> <p>$F_2 = 8$ N</p>	<p>Γωνία με τον Οριζόντιο άξονα</p> <p>$\theta_2 = 75^\circ$</p>

Εικόνα 4.10. Συνισταμένη δύναμη

4.2.2.2 Συνισταμένη δύο Δυνάμεων

Στην ηλεκτρονική διεύθυνση [seig] βρίσκουμε μια εφαρμογή με την οποία μπορούμε να μελετήσουμε τον υπολογισμό της συνισταμένης δύο δυνάμεων.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Όταν δύο δυνάμεις F_1 και F_2 ενεργούν σε ένα σημείο ενός σώματος τότε μπορούμε να τις αντικαταστήσουμε με μία δύναμη F (συνισταμένη) η οποία είναι ίση με το διανυσματικό άθροισμα των δύο αυτών δυνάμεων.

Οδηγίες εκτέλεσης

Οι μαθητές/μαθήτριες έχουν τη δυνατότητα σύροντας τα διανύσματα των δυνάμεων F_1 και F_2 να επιλέγουν τα μέτρα τους και τη γωνία που σχηματίζουν οι κατευθύνσεις τους και να βλέπουν το μέτρο και την κατεύθυνση της συνισταμένης τους. Επίσης μπορούν να επιλέξουν τις τιμές για τις δυνάμεις και τις γωνίες και από το παράθυρο στο κάτω μέρος της προσομοίωσης (Εικ.4.10).

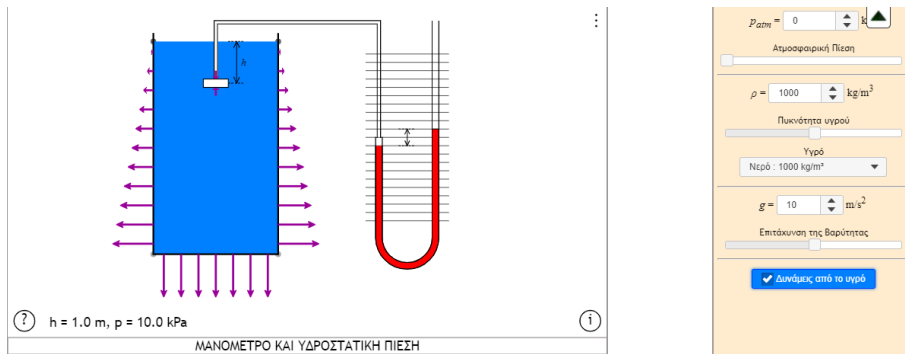
4.2.3 Μηχανική των ρευστών

Ρευστά ονομάζουμε τα σώματα που δεν έχουν σταθερό σχήμα αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται. Τα ρευστά σώματα επίσης έχουν τη δυνατότητα να ρέουν. Τα πιο κοινά ρευστά είναι το νερό και ο αέρας.

4.2.3.1 Υδροστατική πίεση

Με αυτή την εφαρμογή που βρίσκουμε στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phok], μελετάμε εικονικά τη μέτρηση της υδροστατικής πίεσης σε διάφορα υγρά και τους παράγοντες από τους οποίους αυτή εξαρτάται. Πρόκειται για ένα απλό εργαστηριακό πείραμα αρκετά εύκολο και συνηθισμένο.

Χρησιμοποιούμε για αυτό ένα μανόμετρο το οποίο αποτελείται από ένα σωλήνα σχήματος U του οποίου το ένα σκέλος συνεχίζει και στην άκρη του έχει μια ελαστική μεμβράνη την οποία μπορούμε να βυθίζουμε μέσα στο υγρό που βρίσκεται στο διπλανό δοχείο και να μετράμε την



Εικόνα 4.11. Υδροστατική πίεση

πίεση που δέχεται στην επιφάνειά της από το υγρό. Ο σωλήνας σχήματος U περιέχει υδράργυρο ή κάποιο άλλο υγρό, συνήθως λάδι.

- A Όταν η μεμβράνη βρίσκεται εκτός του υγρού τότε το υγρό στα δύο σκέλη του σωλήνα βρίσκεται στο ίδιο ύψος. Στη μεμβράνη δεν ασκείται πίεση.
- B Όταν η μεμβράνη τοποθετηθεί στο υγρό, τότε το υγρό που βρίσκεται στο σκέλος του σωλήνα που συνδέεται με τη μεμβράνη βρίσκεται σε μικρότερο ύψος. Στη μεμβράνη ασκείται πίεση. Η επιφάνεια του υγρού κατεβαίνει στο αριστερό τμήμα του κυρτού σωλήνα και ανεβαίνει στο δεξιό. Η διαφορά στάθμης του υγρού που βρίσκεται στο σωλήνα «μετρά» την υδροστατική πίεση στη μεμβράνη. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι πάνω δεξιά έχουμε την επιλογή να μετράμε μόνο την πίεση στο υγρό και όχι την ατμοσφαιρική, αν επιλέξουμε πάνω δεξιά $P_{atm}=0$

Θεωρητικό υπόβαθρο

Γνωρίζουμε ότι η υδροστατική πίεση που ασκείται από υγρό πυκνότητας ρ , σε σώμα το οποίο βρίσκεται σε βάθος h , δίνεται από τη σχέση: $P=\rho gh$ (1) όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας,

$$g = 10m/s^2$$

. Σκοπός είναι με το εικονικό πείραμα να επαληθεύσουμε τη σχέση (1) ή να "ανακαλύψουμε" τη σχέση μεταξύ των παραπάνω μεγεθών. Η πίεση μετριέται σε Kilopascal (KPa). $1KPa=1000Pa$, $1 Pa= IN/m$.

Οδηγίες εκτέλεσης

Η μεμβράνη ανυψώνεται και κατεβαίνει έχοντας πατημένο πάνω της το αριστερό κουμπί του ποντικιού. Στην δεξιά πλευρά της εικόνας μπορούμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε διάφορα υγρά. Θα παρατηρήσουμε ότι μετά την εισαγωγή κάποιου υγρού, εμφανίζεται η πυκνότητά του. Στο κάτω μέρος φαίνονται οι τιμές του βάθους (σε m) και της υδροστατικής πίεσης (σε KPa).

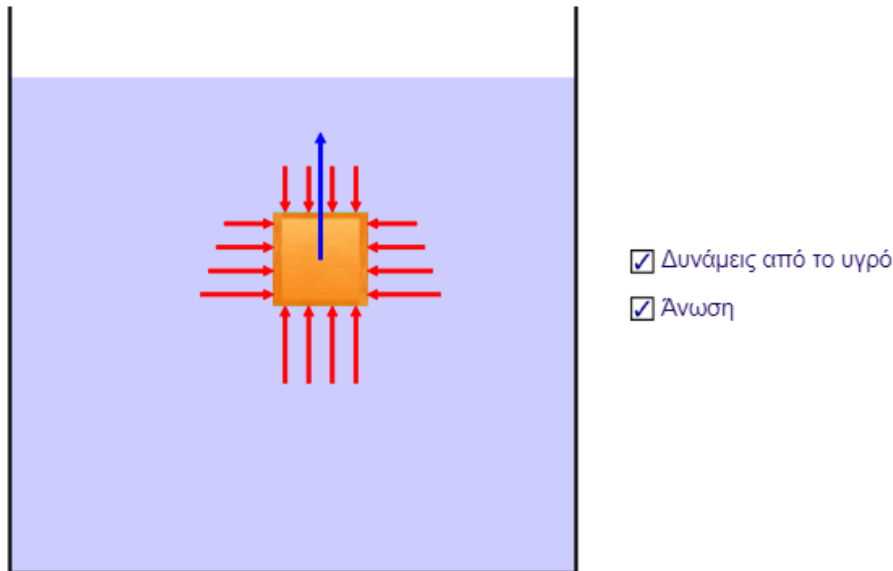
4.2.3.2 Άνοση και δυνάμεις υγρών

Αυτή η προσομοίωση στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phoc] βοηθάει να καταλάβουμε τη δύναμη της άνοσης αισθητοποιώντας τις δυνάμεις που δέχεται ένα σώμα όταν βυθίζεται σε ένα ρευστό (υγρό ή αέριο).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Γνωρίζουμε ότι το υγρό ασκεί δύναμη στο σώμα που είναι βυθισμένο μέσα σε αυτό η οποία οφείλεται στην υδροστατική πίεση. Έτσι στην κάτω επιφάνεια του κύβου εμβαδού A ασκείται δύναμη

$$F_A = p_A * A$$



Εικόνα 4.12. Άνωση και δυνάμεις υγρών

και στην επάνω

$$F_B = p_B * A$$

. Σύμφωνα με το νόμο της υδροστατικής πίεσης στην κάτω επιφάνεια του κύβου επικρατεί μεγαλύτερη πίεση από ότι στην επάνω δηλαδή

$$p_A > p_B$$

και επομένως

$$F_A > F_B$$

. Η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούνται από το υγρό στον κύβο λόγω της υδροστατικής πίεσης έχει κατακόρυφη διεύθυνση με φορά προς τα πάνω. Η συνισταμένη αυτή δύναμη είναι η άνωση.

Οδηγίες εκτέλεσης

Αρχικά επιλέγουμε δεξιά με «κλικ» του «ποντικιού» να εμφανίζονται τα διανύσματα των δυνάμεων που ασκούνται στα τοιχώματα του σώματος από το υγρό και το διάνυσμα της άνωσης (Εικ.4.12). Ύστερα πατώντας το αριστερό πλήκτρο του «ποντικιού», «πιάνουμε» το σώμα και το μετακινούμε. Παρατηρούμε ότι το διάνυσμα της άνωσης μεγαλώνει καθώς το σώμα βυθίζεται σιγά-σιγά στο υγρό, ενώ δεν αλλάζει από τη στιγμή που ολόκληρο το σώμα βρίσκεται στο υγρό. Δηλαδή η άνωση δεν εξαρτάται από το βάθος εφόσον ολόκληρο το σώμα βρίσκεται στο υγρό.

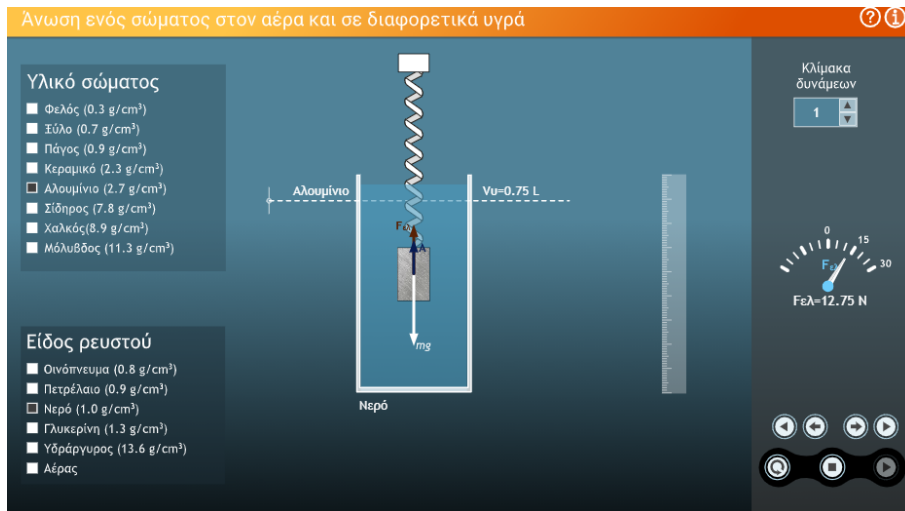
4.2.3.3 Μέτρηση της άνωσης

Σε αυτή την προσομοίωση που βρίσκουμε στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phob] προσομοιώνεται ένα απλό πείραμα που αφορά την άνωση που ασκείται σε σώμα βυθισμένο σε ένα υγρό. Ένα σώμα το οποίο κρέμεται σε δυναμόμετρο βυθίζεται σε ένα υγρό αφού το σέρνουμε με πατημένο το πλήκτρο του «ποντικιού» (Εικ.4.13).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Τα ρευστά 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. Δηλαδή:

Άνωση = Βάρος υγρού ή αερίου που εκτοπίζεται, ή



Εικόνα 4.13. Μέτρηση της Άνωσης

Άνωση = (Μάζα υγρού ή αερίου που εκτοπίζεται) * g ή

Άνωση = (όγκος υγρού ή αερίου που εκτοπίζεται)*(πυκνότητα υγρού ή αερίου) * g ή

$A = \rho(\text{υγρού ή αερίου}) * g * V(\text{βυθισμένο})$

όπου A η άνωση που ασκείται σε σώμα βυθισμένο σε υγρό ή αέριο πυκνότητας ρ , g η επιτάχυνση της βαρύτητας και V(βυθισμένο) ο όγκος ή το μέρος του όγκου του σώματος που είναι βυθισμένο στο υγρό ή στο αέριο. Η άνωση μπορεί να υπολογισθεί πειραματικά με δύο τρόπους:

α Ο ένας είναι ζυγίζοντας το υγρό που θα χυθεί από ένα γεμάτο δοχείο κατά τη βύθιση του σώματος και από τη σχέση $w = mg$ να υπολογίσουμε το βάρος w του υγρού, οπότε $A = w$ (Άνωση=Βάρος υγρού που εκτοπίστηκε).

β Ο άλλος είναι να ζυγίσουμε το σώμα στον αέρα και να βρούμε το βάρος του σώματος mg και όταν βυθιστεί στο υγρό και ισορροπεί θα ισχύει: $F_{ελ} + A = mg$ ή $A = mg - F_{ελ}$. (1)

Σημείωση: εδώ θεωρείται ότι

$$g = 9,81 m/s^2$$

Οδηγίες εκτέλεσης

α Τρόπος: Αρχικά επιλέγουμε από αριστερά και πάνω με ένα «κλικ» το υλικό του σώματος και αριστερά και κάτω το είδος του ρευστού στο οποίο θα το βυθίσουμε. Στη συνέχεια σέρνουμε το σώμα και το βυθίζουμε στο υγρό σιγά-σιγά, παρατηρώντας ότι εμφανίζονται δίπλα στο δοχείο η ανύψωση της στάθμης του υγρού, και η τιμή του όγκου σε λίτρα (L) του εκτοπιζόμενου υγρού (που είναι ίση με τον όγκο του βυθισμένου σώματος). Από την τιμή αυτή του όγκου του υγρού και την πυκνότητά του που φαίνεται αριστερά, υπολογίζουμε τη μάζα του:

$$m(\text{υγρου}) = V(\text{υγρου}) * \rho(\text{υγρου})$$

τέλος από τη σχέση $w = mg$ βρίσκουμε την τιμή του βάρους του εκτοπιζόμενου υγρού που είναι ίση με την άνωση.

β Τρόπος: Όμοια και εδώ επιλέγουμε αρχικά από αριστερά και πάνω με ένα «κλικ» το υλικό του σώματος και αριστερά και κάτω το είδος του ρευστού στο οποίο θα το βυθίσουμε. Στη συνέχεια σέρνουμε το σώμα και το βυθίζουμε στο υγρό σιγά-σιγά παρατηρώντας ότι εμφανίζονται δίπλα στο δοχείο η ανύψωση της στάθμης του υγρού, η τιμή του όγκου σε λίτρα (L)

του εκτοπιζόμενου υγρού (που είναι ίση με τον όγκο του βυθισμένου σώματος) και δεξιά η τιμή της $F_{ελ}$. Από τις τιμές των πυκνοτήτων που φαίνονται αριστερά υπολογίζουμε το m_g και από τη σχέση (1) βρίσκουμε την τιμή της άνωσης.

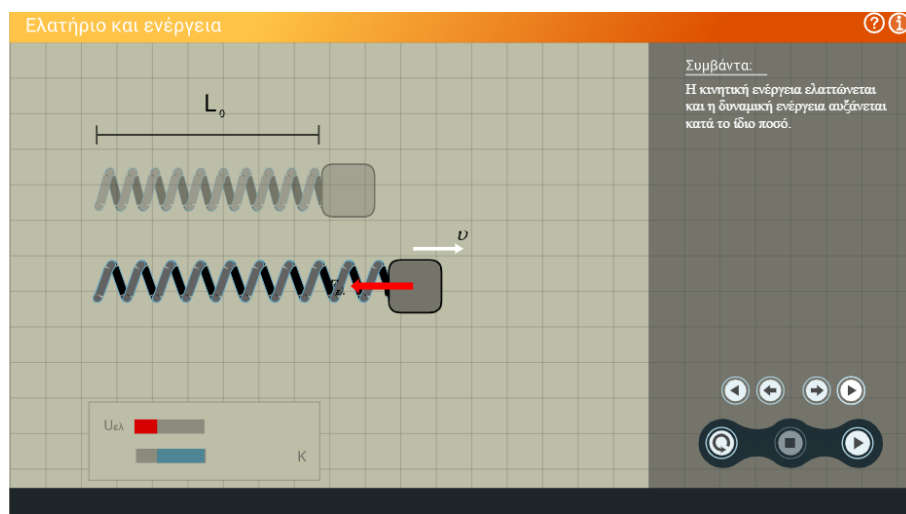
4.2.4 Μηχανική Ενέργεια

Το άθροισμα της δυναμικής (U) και της κινητικής ενέργειας (K) ενός σώματος ή συστήματος σωμάτων κάθε χρονική στιγμή ονομάζεται μηχανική ενέργεια του σώματος ή του συστήματος (Εμηχανική):

$$E_{μηχανική} = U + K$$

Όταν σ' ένα σώμα ή σύστημα σωμάτων επιδρούν μόνο βαρυτικές, ηλεκτρικές ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης, η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή.

4.2.4.1 Μηχανική Ενέργεια I



Εικόνα 4.14. Μηχανική ενέργεια I

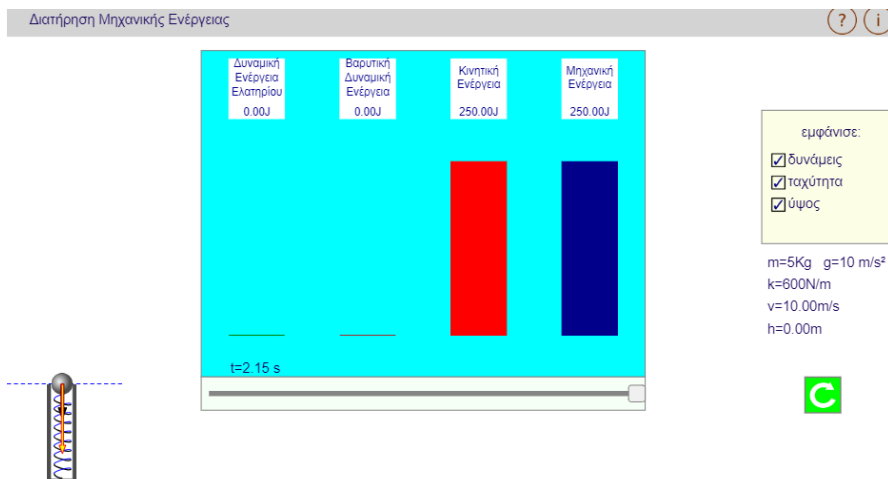
Με αυτή την προσομοίωση στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phoh] μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας όταν στο σώμα ασκούνται δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης.

Συγκεκριμένα η κινητική και δυναμική ενέργεια δύο σωμάτων, ελατηρίου-σφαίρας, που αλληλεπιδρούν (σύστημα σωμάτων), μπορούν να μετατρέπονται η μια στην άλλη (Εικ.4.14). Όταν η σφαίρα έρχεται σε επαφή με το ελατήριο, η κινητική της ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια του ελατηρίου. Η μετατροπή αυτή συμβαίνει μέσω του έργου των δυνάμεων που ασκούνται ανάμεσα στο ελατήριο και το σώμα. Το άθροισμα της δυναμικής (U) και της κινητικής ενέργειας (K) του συστήματος, μηχανική ενέργεια (Εμηχανική), κάθε χρονική στιγμή παραμένει σταθερή. Ταυτόχρονα εμφανίζονται τα διανύσματα της ταχύτητας και της δύναμης του ελατηρίου.

4.2.4.2 Μηχανική Ενέργεια II

Εδώ, στη διεύθυνση [phog] φαίνεται πάλι η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας όταν στο σώμα ασκούνται μόνο βαρυτικές δυνάμεις.

Κατά την κίνηση της μπάλας η δύναμη του βάρους που ασκείται από τη γη στην μπάλα παράγει έργο. Η μετατροπή της ενέργειας της μπάλας από κινητική σε δυναμική (ή αντίστροφα) γίνεται μέσω του έργου του βάρους της μπάλας. Όταν η μπάλα εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω, τη



Εικόνα 4.15. Μηχανική ενέργεια II

στιγμή που η μπάλα φεύγει από το ελατήριο έχει κινητική ενέργεια. Καθώς ανεβαίνει, μειώνεται η ταχύτητά της συνεπώς και η κινητική της ενέργεια. Ταυτόχρονα όμως αυξάνεται το ύψος της μπάλας από το σημείο εκτόξευσης (ή από το έδαφος) και επομένως αυξάνεται η βαρυτική δυναμική της ενέργεια. Κατά την ανοδική κίνηση της μπάλας η κινητική της ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική.

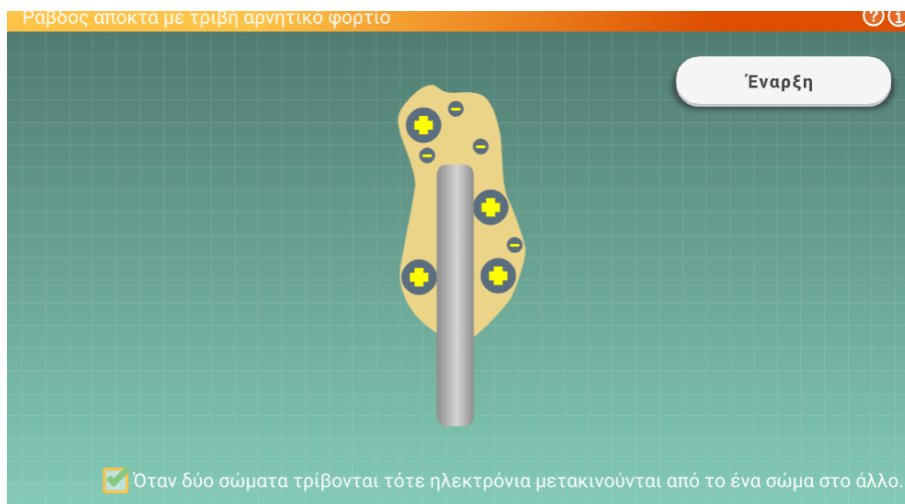
Όταν η μπάλα φθάσει στο ανώτερο σημείο της τροχιάς, η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία, συνεπώς η μπάλα δεν έχει κινητική ενέργεια. Η δυναμική της ενέργεια όμως είναι μέγιστη. Όλη η κινητική ενέργεια της μπάλας μετατράπηκε σε δυναμική.

Κατά την καθοδική κίνηση της μπάλας η ταχύτητά της αυξάνεται επομένως και η κινητική της ενέργεια. Ταυτόχρονα και το ύψος από το σημείο εκτόξευσης μειώνεται συνεπώς και η δυναμική ενέργεια μειώνεται. Κατά την καθοδική κίνηση της μπάλας η δυναμική ενέργειά της μετατρέπεται σε κινητική.

Κατά την κατακόρυφη κίνηση της μπάλας η δυναμική και η κινητική της ενέργεια μεταβάλλονται: Η δυναμική μετατρέπεται σε κινητική και αντίστροφα. Παρατηρούμε ότι σε κάθε θέση της μπάλας η μηχανική ενέργεια έχει την ίδια σταθερή τιμή (Εικ.4.15).

Πίνακας 4.3. Προσομοιώσεις Β΄Γυμνασίου

Προσομοίωση	Θεματική ενότητα	Τάξη	Γλώσσα	Ηλικία	Κόστος
seilias	Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (Ε.Ο.Κ.)	Β΄Γυμνασίου,Α΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
seilias	Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση	Β΄Γυμνασίου,Α΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
photodentro	Η δύναμη της Τριβής	Β΄Γυμνασίου,Α΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
seilias	Συνισταμένη δύο Δυνάμεων	Β΄Γυμνασίου,Α΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
photodentro	Υδροστατική πίεση	Β΄Γυμνασίου,Γ΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
photodentro	Άωση και δυνάμεις υγρών	Β΄Γυμνασίου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
photodentro	Μέτρηση της άωσης	Β΄Γυμνασίου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
photodentro	Μηχανική Ενέργεια I	Β΄Γυμνασίου,Α΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν
photodentro	Μηχανική Ενέργεια II	Β΄Γυμνασίου,Α΄Λυκείου	Ελληνικά	13-18	Δωρεάν



Εικόνα 4.16. Ηλέκτριση με τριβή

4.3 Γ' τάξη Γυμνασίου

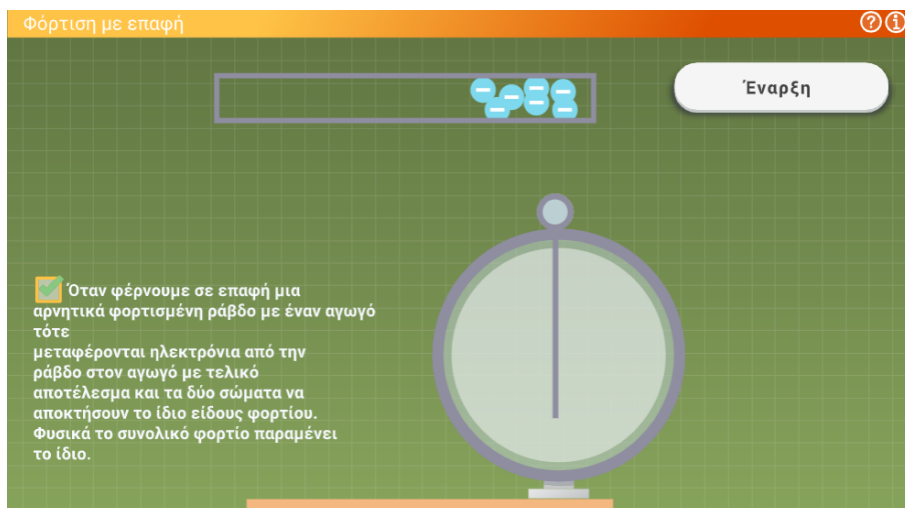
4.3.1 Τρόποι ηλέκτρισης

4.3.1.1 Ηλέκτριση με τριβή

Στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phon] μπορούμε να παρακολουθήσουμε πως ηλεκτρόνια μετακινούνται από το ένα σώμα στο άλλο με αποτέλεσμα να προκύψουν δύο φορτισμένα σώματα. Κατά την ηλέκτριση με τριβή λόγω της ισχύος της αρχής διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου προκύπτει ότι τα δύο σώματα που τρίβονται αποκτούν ίσα και αντίθετα φορτία (Εικ.4.16).

4.3.1.2 Ηλέκτριση με επαφή

Όμοια στην ηλεκτρονική διεύθυνση [phom] προσομοιώνεται η μεταφορά ηλεκτρονίων από ένα φορτισμένο σώμα σε ένα αφόρτιστο με αποτέλεσμα να προκύψουν επίσης δύο φορτισμένα σώματα (Εικ.4.17).



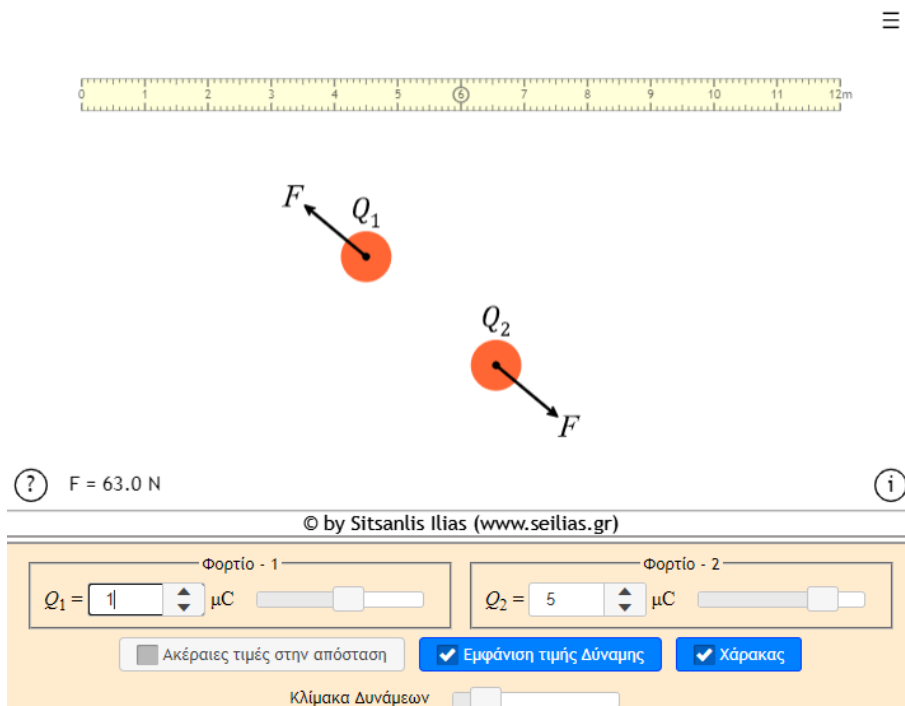
Εικόνα 4.17. Ηλέκτριση με επαφή

Κατά την ηλέκτριση με επαφή ισχύει η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου: Το άθροισ-

σμα των φορτίων που αποκτούν τα δύο σώματα τελικά είναι ίσο με το φορτίο που αρχικά είχε το ένα.

4.3.2 Νόμος Κουλόμπ

Στην ηλεκτρονική διεύθυνση [seif] μπορούμε να παρακολουθήσουμε μια προσομοίωση μελέτης του Νόμου Coulomb.



Εικόνα 4.18. Νόμος Κουλόμπ

Θεωρητικό υπόβαθρο

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης (F) με την οποία αλληλεπιδρούν δύο σημειακά φορτία (q_1 και q_2) είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης (r).

Στη γλώσσα των Μαθηματικών γράφουμε:

$$F = Kq_1q_2/r^2$$

Το K είναι μια σταθερά αναλογίας. Η τιμή της εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώματα και από το σύστημα των μονάδων που χρησιμοποιούμε. Η τιμή της στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων για το κενό και κατά προσέγγιση για τον αέρα είναι:

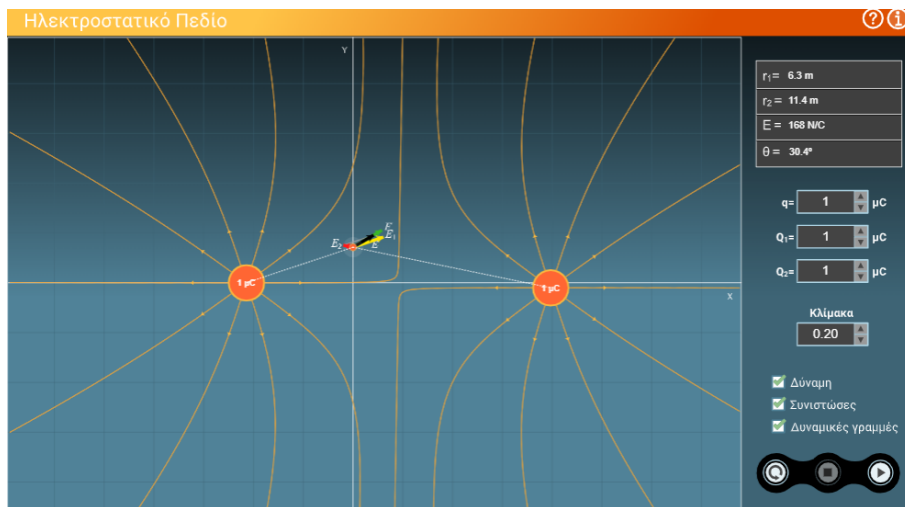
$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Τα διανύσματα που παριστάνουν τις δυνάμεις που ασκούνται από το ένα φορτίο στο άλλο βρίσκονται στην ευθεία που συνδέει τα δύο φορτία (Εικ.4.18). Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα για τη δράση-αντίδραση που μάθαμε στην προηγούμενη τάξη, οι δύο αυτές δυνάμεις έχουν αντίθετη φορά και ίσα μέτρα.

Οδηγίες εκτέλεσης

Μπορούμε να σύρουμε τα φορτία σε διαφορετικές θέσεις και να βλέπουμε πως μεταβάλλεται η δύναμη που ασκεί το ένα στο άλλο. Επίσης στο κάτω μέρος έχουμε τη δυνατότητα να αλλάζουμε το μέγεθος των φορτίων και να βλέπουμε πως μεταβάλλεται τότε η δύναμη.

4.3.3 Το ηλεκτρικό πεδίο



Εικόνα 4.19. Το ηλεκτρικό πεδίο

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μια περιοχή του χώρου ονομάζεται ηλεκτρικό πεδίο αν ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε κάθε φορτισμένο σώμα που φέρνουμε μέσα σ' αυτή.

Η περιγραφή του ηλεκτρικού πεδίου είναι δύσκολη και δύσχρηστη. Ο Φαραντέι (Faraday) εισήγαγε έναν πιο εύκολο τρόπο περιγραφής του ηλεκτρικού πεδίου μέσω των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών ο οποίος χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα (Εικ.4.19). Επειδή αυτές οι γραμμές δείχνουν τη διεύθυνση και το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης, τις ονομάζουμε δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου.

Αν γνωρίζουμε τη μορφή των δυναμικών γραμμών μπορούμε να προσδιορίσουμε τη διεύθυνση της ηλεκτρικής δύναμης. Παρατηρώντας επίσης πόσο πυκνές ή αραιές είναι οι δυναμικές γραμμές μπορούμε να εκτιμήσουμε πόσο ισχυρή ή ασθενής είναι η ηλεκτρική δύναμη. Επομένως, για να προσδιορίσουμε την ηλεκτρική δύναμη, δεν είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε από ποιο σώμα ή από ποια σώματα ασκείται («πηγές του πεδίου»). Αρκεί να γνωρίζουμε τη μορφή των δυναμικών γραμμών, δηλαδή ποια είναι η διεύθυνσή τους και πόσο πυκνές είναι.

Όλα αυτά αισθητοποιούνται στην προσομοίωση που βρίσκουμε στην ηλεκτρονική διεύθυνση [rhoi].

Οδηγίες εκτέλεσης

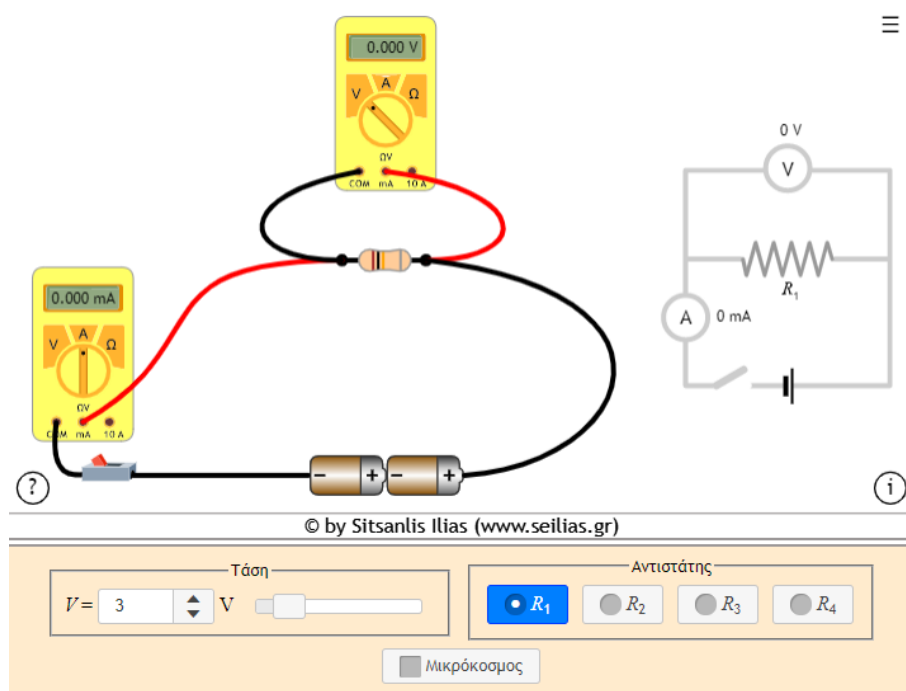
Μπορούμε να σύρουμε τα φορτία και να αλλάζουμε την ευθεία πάνω στην οποία βρίσκονται αλλά και την μεταξύ τους απόσταση και να βλέπουμε το διάνυσμα της δύναμης που δέχεται το φορτίο «υπόθεμα» q. Επίσης έχουμε τη δυνατότητα να αλλάζουμε και από το παράθυρο δεξιά την απόσταση αλλά και τα μέτρα των φορτίων.

4.3.4 Νόμος του Ωμ

Στην ηλεκτρονική διεύθυνση [seie] βρίσκουμε μια εφαρμογή με την οποία μπορούμε να γνωρίσουμε τα κύρια βήματα της μέτρησης της αντίστασης ενός αντιστάτη. Επιλέγουμε έναν αντιστάτη και στην συνέχεια για διάφορες τιμές της τάσης σημειώνουμε τις ενδείξεις των οργάνων και υπολογίζουμε την αντίσταση του αντιστάτη.

Παράλληλα με την επιλογή «μικρόκοσμος» στο κάτω μέρος (Εικ.4.20) μπορούμε να παρακολουθούμε την κίνηση των ηλεκτρονίων.

Θεωρητικό υπόβαθρο



Εικόνα 4.20. Νόμος του Ohm

Αντίσταση R ενός αγωγού ονομάζουμε το πηλίκο της διαφοράς δυναμικού V που επικρατεί στα άκρα ενός αγωγού προς την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει:

$$R = V/I$$

Αν ο αγωγός είναι μεταλλικός τότε παρατηρούμε από το πείραμα πως το πηλίκο αυτό παραμένει σταθερό (εφόσον και η θερμοκρασία του συγκεκριμένου αγωγού παραμένει σταθερή). Το παραπάνω συμπέρασμα αποτελεί τον νόμο του Ohm.

Νόμος του Ohm:

$$R = \text{σταθερό ή } V/I = \text{σταθερό}$$

4.3.5 Σύνδεση αντιστατών

Σε ένα κύκλωμα συνήθως υπάρχουν περισσότεροι από ένας αντιστάτες συνδεδεμένοι με διάφορους τρόπους. Αν διαθέτουμε δύο αντιστάτες R_1 και R_2 , τότε μπορούμε να τους συνδέσουμε μόνο με δύο διαφορετικούς μεταξύ τους τρόπους: σε σειρά και παράλληλα. Με τη βοήθεια του εικονικού εργαστηρίου (που αναφέρθηκε και στην Α΄ τάξη) στη ηλεκτρονική διεύθυνση [pheb], μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τα αντίστοιχα κυκλώματα και από τις μετρήσεις που θα πάροουμε να υπολογίσουμε την ισοδύναμη αντίσταση.

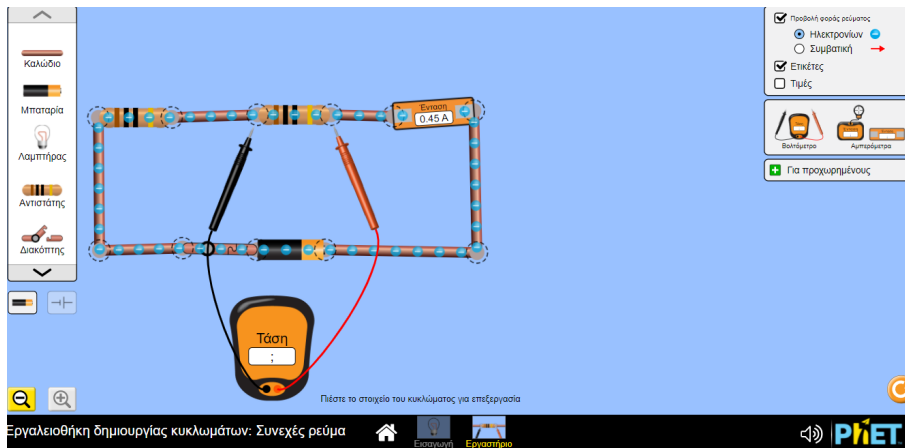
4.3.5.1 Σύνδεση δύο αντιστατών σε σειρά

Θεωρητικό υπόβαθρο

Γενικά η ισοδύναμη αντίσταση δύο ή περισσότερων αντιστατών που συνδέονται σε σειρά είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεών τους.

Οδηγίες εκτέλεσης

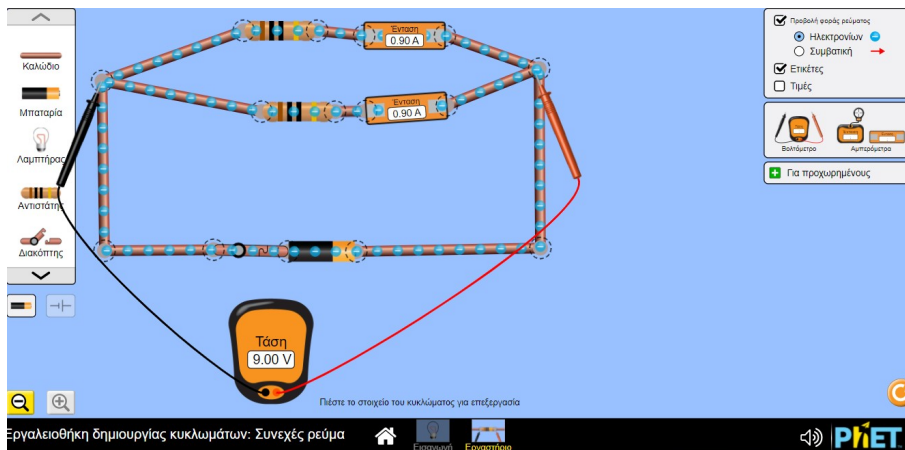
Ανοίγοντας λοιπόν το εικονικό εργαστήριο παίρνουμε από την εργαλειοθήκη αριστερά αντιστάτες, καλώδια, διακόπτη, ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) και από δεξιά τα όργανα μέτρησης βολτόμετρα και αμπερόμετρα και φτιάχνουμε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 4.21. Και από τους δύο αντιστάτες διέρχεται το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I το οποίο μετράμε με το αμπερό-



Εικόνα 4.21. Σύνδεση αντιστάτων σε σειρά

μετρο. Με τη βοήθεια των βολτόμετρων μπορούμε να επιβεβαιώσουμε ότι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του συστήματος είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων που μετράμε στα άκρα κάθε αντιστάτη. Έτσι, αν εφαρμόσουμε το νόμο του Ωμ για κάθε έναν αντιστάτη και για το συνολικό κύκλωμα, θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των αντιστάτων του.

4.3.5.2 Παράλληλη σύνδεση αντιστάτων



Εικόνα 4.22. Παράλληλη σύνδεση αντιστάτων

Θεωρητικό υπόβαθρο

Στην παράλληλη σύνδεση αντιστάτων για την ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$ ισχύει:

$$1/R_{ολ} = 1/R_1 + 1/R_2$$

Γενικά όσο ο αριθμός των αντιστάτων αυξάνεται, η ισοδύναμη αντίσταση ελαττώνεται και είναι μικρότερη από καθεμιά από τις αντιστάσεις των αντιστάτων που συνδέονται παράλληλα.

Οδηγίες εκτέλεσης

Και εδώ, όπως στη σύνδεση σε σειρά πραγματοποιούμε ένα εικονικό πείραμα. Ανοίγουμε λοιπόν το εικονικό εργαστήριο, παίρνουμε από την εργαλειοθήκη αριστερά αντιστάτες, καλώδια, διακόπτη, ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) και από δεξιά τα όργανα μέτρησης βολτόμετρα και αμπερόμετρα και φτιάχνουμε το κύκλωμα. Τώρα οι αντιστάτες συνδέονται όπως δείχνει η εικόνα 4.22. Παρατηρούμε ότι στα άκρα τους εφαρμόζεται η ίδια διαφορά δυναμικού που είναι ίση με τη δια-

φορά δυναμικού του συστήματος. Με τη βοήθεια των αμπερόμετρων διαπιστώνουμε ότι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή είναι ίση με το άθροισμα των εντάσεων που διαρρέουν κάθε αντιστάτη. Έτσι, αν εφαρμόσουμε το νόμο του Ωμ για κάθε έναν αντιστάτη και για το συνολικό κύκλωμα, θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι για την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος ισχύει:

$$1/R_{ολ}=1/R_1 + 1/R_2$$

4.3.6 Απλή αρμονική ταλάντωση

Θεωρητικό υπόβαθρο

Οι περιοδικές κινήσεις όπου το σώμα κινείται ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς, ονομάζονται ταλαντώσεις.

Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης η συνισταμένη δύναμη που δέχεται το σώμα μεταβάλλεται. Κατά την κίνησή του ωστόσο το σώμα περνά από μια θέση στην οποία η συνισταμένη δύναμη που ασκείται σ' αυτό μηδενίζεται. Η θέση αυτή ονομάζεται θέση ισορροπίας του σώματος. Κάθε ταλάντωση πραγματοποιείται γύρω από τη θέση ισορροπίας του ταλαντούμενου σώματος. Καθώς το σώμα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας η δύναμη τείνει να το επαναφέρει προς αυτήν για αυτό και λέγεται δύναμη επαναφοράς.

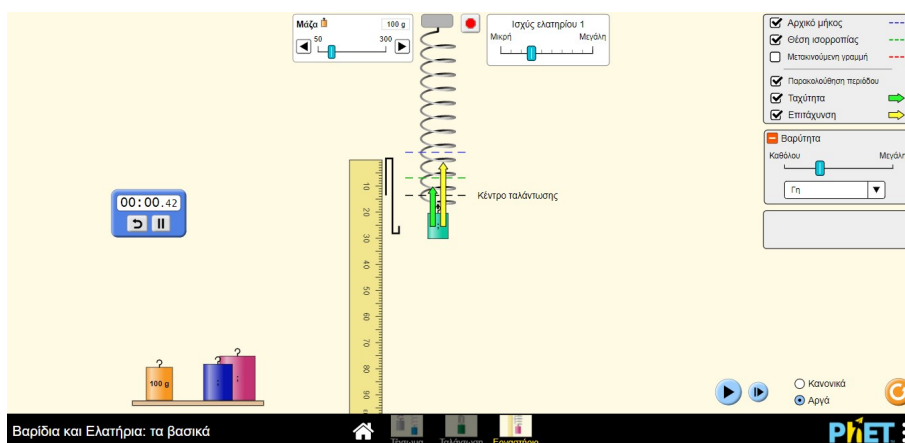
Όταν η δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη με την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας τότε η κίνηση που κάνει το σώμα ονομάζεται απλή αρμονική ταλάντωση.

Για να περιγράψουμε μια ταλάντωση χρησιμοποιούμε ορισμένα φυσικά μεγέθη: την περίοδο, τη συχνότητα και το πλάτος της ταλάντωσης.

- Περίοδος της ταλάντωσης (T) ονομάζεται ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης.
- Συχνότητα (f) ονομάζεται ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων (N) που εκτελεί το σώμα σε χρονικό διάστημα Δt προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- Και πλάτος της ταλάντωσης ονομάζεται η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας.

Παρακάτω αναφέρονται οι προσομοιώσεις για τρεις περιπτώσεις απλής αρμονικής ταλάντωσης και οι αντίστοιχες ηλεκτρονικές τους διευθύνσεις.

4.3.6.1 Σώμα στην άκρη κατακόρυφου ελατηρίου

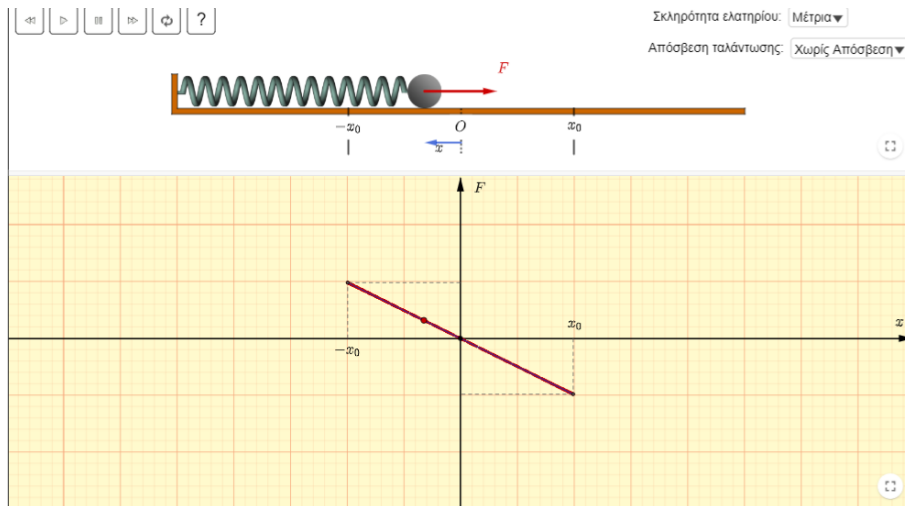


Εικόνα 4.23. Ταλάντωση σε κατακόρυφο ελατήριο

Σε αυτή την προσομοίωση [phea] μπορούμε να παρακολουθήσουμε την κατακόρυφη ταλάντωση ενός σώματος, να μετρήσουμε την περίοδο και το πλάτος της ταλάντωσης, ενώ παράλληλα

βλέπουμε τα διανύσματα της ταχύτητας και της επιτάχυνσης (Εικ.4.23). Επίσης έχουμε τη δυνατότητα με την επιλογή «αργά» να παρακολουθήσουμε πιο προσεκτικά την κίνηση και τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες περνάει το σώμα.

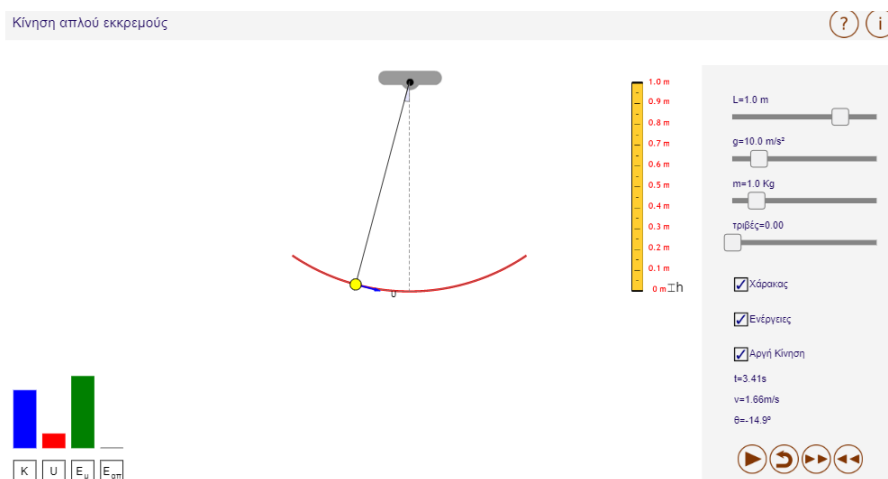
4.3.6.2 Σώμα στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου



Εικόνα 4.24. Ταλάντωση σε οριζόντιο ελατήριο

Σε αυτή την προσομοίωση [phod] μπορούμε να παρακολουθήσουμε την οριζόντια ταλάντωση ενός σώματος. Βλέπουμε τα διανύσματα της δύναμης και της απομάκρυνσης καθώς και τη γραφική παράσταση που δείχνει τη σχέση αυτών των μεγεθών (Εικ.4.24). Από τη γραφική παράσταση που είναι ευθεία, συμπεραίνουμε ότι η δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη με την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας.

4.3.6.3 Το απλό εκκρεμές



Εικόνα 4.25. Το απλό εκκρεμές

Εδώ [phoj] μπορούμε να παρακολουθήσουμε την κίνηση του απλού εκκρεμούς και με τη δυνατότητα «αργή κίνηση». Βλέπουμε το διάνυσμα της ταχύτητας ενώ κάτω αριστερά την ενέργεια της ταλάντωσης (Εικ.4.25). Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης πραγματοποιείται

περιοδικά μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε κινητική και αντίστροφα. Στην ιδανική περίπτωση που δεν υπάρχουν δυνάμεις τριβής η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης, δηλαδή το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας, διατηρείται σταθερό.

4.3.7 Μηχανικά κύματα

Τα μηχανικά κύματα έχουν δύο βασικά κοινά χαρακτηριστικά:

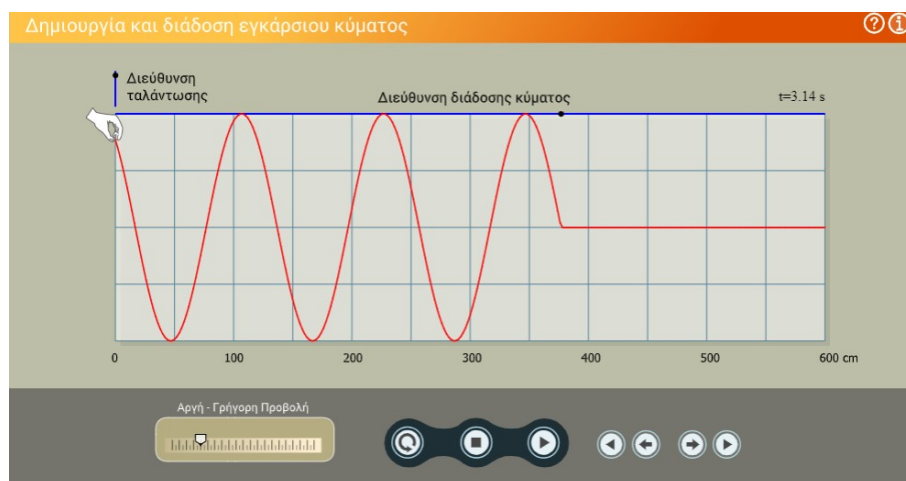
- α Διαδίδονται μέσα στα υλικά μέσα.
- β Μεταφέρουν μηχανική ενέργεια.

Διακρίνουμε δύο βασικούς τύπους κυμάτων ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των σωματιδίων του μέσου διάδοσης:

- Εγκάρσιο κύμα: όπου τα σωματίδια του μέσου διάδοσης ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
- Διάμηκες κύμα: όπου τα σωματίδια του μέσου μέσα στο οποίο διαδίδεται το κύμα ταλαντώνονται κατά την ίδια διεύθυνση που διαδίδεται το κύμα.

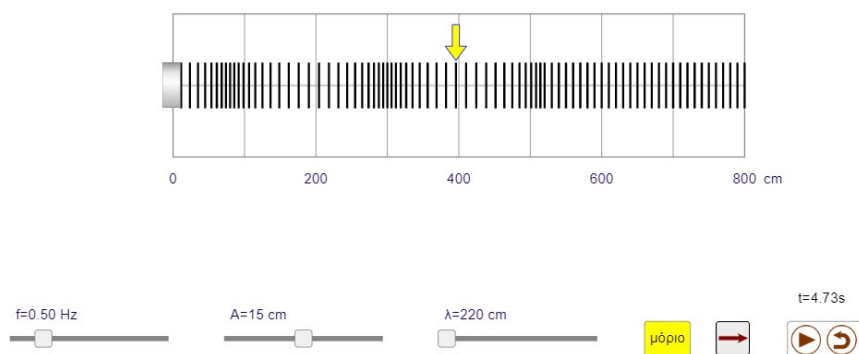
Παρακάτω αναφέρονται οι προσομοιώσεις για τα δύο είδη κυμάτων και οι αντίστοιχες ηλεκτρονικές τους διευθύνσεις.

4.3.7.1 Εγκάρσιο κύμα



Εικόνα 4.26. Εγκάρσιο κύμα

Σε αυτή την προσομοίωση [phoe] μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη δημιουργία και διάδοση ενός εγκάρσιου κύματος. Κουνώντας πάνω-κάτω το άκρο ενός οριζόντιου τεντωμένου σχοινού, η παραμόρφωση ταξιδεύει κατά μήκος του σχοινού. Διαδοχικά τμήματα του σχοινού κάνουν την ίδια κίνηση που προκαλέσαμε στο άκρο του αλλά σε επόμενους χρόνους. Τα σωματίδια του σχοινού μετατοπίζονται κάθετα στη διεύθυνσή του (εικόνα 4.27). Και εδώ έχουμε τη δυνατότητα αργής προβολής για καλύτερη κατανόηση του φαινομένου. Επίσης μπορούμε να μετρήσουμε το πλάτος, την περίοδο της ταλάντωσης και το μήκος κύματος.



Εικόνα 4.27. Διάμηκες κύμα

4.3.7.2 Διάμηκες κύμα

Σε ελατήριο είναι δυνατόν να διαδοθεί και ένας άλλος τύπος κύματος: το διάμηκες κύμα [phof]. Αν στο ένα άκρο του ελατηρίου πλησιάσουμε τις σπείρες του ελατηρίου έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα πύκνωμα σπειρών και μετά τις αφήσουμε ελεύθερες, τότε το πύκνωμα των σπειρών διαδίδεται κατά μήκος του ελατηρίου (εικόνα 4.26). Στο κάτω μέρος έχουμε τη δυνατότητα να επιλέγουμε διαφορετικές τιμές για την συχνότητα και το πλάτος της ταλάντωσης, καθώς και για το μήκος του κύματος.

Πίνακας 4.4. Προσομοιώσεις Γ΄Γυμνασίου

Προσομοίωση	Θεματική ενότητα	Τάξη	Γλώσσα	Ηλικία	Κόστος
photodentro	Ηλεκτρισμός με Τριβή	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
photodentro	Ηλεκτρισμός με Επαφή	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
seilias	Ο Νόμος του Coulomb	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
photodentro	Ηλεκτρικό πεδίο	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
seilias	Ο Νόμος του Ohm	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
colorado	Σύνδεση αντιστατών σε σειρά	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
colorado	Σύνδεση αντιστατών παράλληλα	Γ΄Γυμνασίου, Β΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
colorado	Ταλάντωση σε κατακόρυφο ελατήριο	Γ΄Γυμνασίου, Γ΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
photodentro	Ταλάντωση σε οριζόντιο ελατήριο	Γ΄Γυμνασίου, Γ΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
photodentro	Το απλό εκκρεμές	Γ΄Γυμνασίου, Γ΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
photodentro	Εγκάρσιο Κύμα	Γ΄Γυμνασίου, Γ΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν
photodentro	Διάμηκες Κύμα	Γ΄Γυμνασίου, Γ΄Λυκείου	Ελληνικά	14-18	Δωρεάν

Κεφάλαιο 5

Ιστοσελίδες με προσομοιώσεις

Ψηφιακές πλατφόρμες όπου μπορεί να βρεί κανείς υλικό και να το χρησιμοποιήσει ώστε να πετύχει μια πιο αποτελεσματική διδασκαλία, έχουν δημιουργηθεί από διάφορους φορείς, υπουργεία παιδείας των κρατών, πανεπιστήμια αλλά και ιδιώτες.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά σε κάποιες από αυτές, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να έχουμε σαν αποτέλεσμα μια πιο αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση της Φυσικής.

5.1 Φωτόδεντρο

Το Φωτόδεντρο <http://photodentro.edu.gr/aggregator/> είναι ο Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Σε αυτό μπορεί να έχουν πρόσβαση εκπαιδευτικοί, μαθητές, γονείς αλλά και οποιοσδήποτε άλλος ενδιαφερόμενος. Το ψηφιακό υλικό που παρέχει βρίσκεται ή στα αποθετήρια «Φωτόδεντρο» του Υπουργείου Παιδείας ή σε άλλα, «εξωτερικά» αποθετήρια ή εκπαιδευτικές πύλες. Η χρήση αυτού του υλικού στοχεύει στο να βοηθήσει στη διδασκαλία της φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και κυρίως στο λύκειο.

5.2 Πανεπιστήμιο Κολοράντο

Η πλατφόρμα αυτή <https://phet.colorado.edu/> ιδρύθηκε από τον νομπελίστα Carl Wieman το 2002. Είναι ένα πρόγραμμα του Πανεπιστημίου του Κολοράντο Boulder. Έκτοτε συνεχώς αναπτύσσεται δημιουργώντας όλο και περισσότερες προσομοιώσεις ύστερα από εκτεταμένη εκπαιδευτική έρευνα. Παρέχει δωρεάν διαδραστικές προσομοιώσεις για τις φυσικές επιστήμες αλλά και τα μαθηματικά.

5.3 Σιτσανλής Ηλίας

Ο Σιτσανλής Ηλίας είναι Φυσικός στο 1ο Γενικό Λύκειο Αλεξανδρούπολης. Έχει φτιάξει μια πολύτιμη και ανοικτή σε όλους ιστοσελίδα <https://www.seilias.gr/> με υλικό πλούσιο σε ποσότητα και ποιότητα που καλύπτει όλο το φάσμα της σχολικής ύλης στο μάθημα της φυσικής και είναι πολύτιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς κυρίως της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για περισσότερο από δέκα χρόνια. Επίσης εδώ θα βρούμε ακόμα προσομοιώσεις για τη χημεία και τη γεωγραφία.

Για την λειτουργία των προσομοιώσεων σε FLash μπορούμε να κατεβάσουμε έναν flash player και να εκτελούμε τις προσομοιώσεις τοπικά στον υπολογιστή μας. Η χρήση του Flash μέσω browser έχει καταργηθεί.

5.4 Ζαφειριάδης Φώτης

Ο Ζαφειριάδης Φώτης είναι Φυσικός και διδάσκει στο Γ.ΕΛ Σκουτάρεως του νομού Σερρών. Η ιστοσελίδα <https://users.sch.gr/fotiszaf/RECOVER/phys/index.php/home.html> που έχει φτιάξει περιλαμβάνει προγράμματα κατασκευασμένα με το Geogebra (τα οποία τρέχουν μέσω του browser, Chrome, Mozilla κ.λ.π.) και με τα Interactive Physics 2005 και Modellus 2.5.

Η ιστοσελίδα ασχολείται:

1. Με προσομοιώσεις φυσικής λυκείου. Τα αρχεία - προσομοιώσεις σε αυτή την ιστοσελίδα, τρέχουν μέσα από τον εκάστοτε Browser (Chrome, Firefox, InternetExplorer ...)
2. Με Παρουσιάσεις Φυσικής και Βιολογίας (Α και Β Λυκείου). Οι Παρουσιάσεις είναι σε power point (που τρέχουν μέσω της ιστοσελίδας) prezi.
3. Με θέματα πανελληνίων εξετάσεων (προηγούμενων ετών), ύλη σχολικών βιβλίων, σχολικά βιβλία κ.λ.π.

5.5 Αντώνιος Ι. Γκούτσιας

Ο Αντώνης Γκούτσιας είναι και αυτός Φυσικός και στην ιστοσελίδα του <https://aclass.physicsgr.net/>

υπάρχουν προσομοιώσεις που είναι διαθέσιμες με ένα Click και ο μαθητής μαζί με τον καθηγητή του έχει στη διάθεσή του ένα διαδραστικό σύμπαν. Σε αυτό τον ιστότοπο υπάρχει τουλάχιστον μία προσομοίωση για κάθε δύσκολη παράγραφο της Φυσικής.

5.6 Vladimír Vaščák

Ο Vladimír Vaščák είναι ένας δάσκαλος στη Μοραβία της Τσεχίας και στην ιστοσελίδα του <https://www.vascak.cz/>

μπορεί να βρει κανείς και να χρησιμοποιήσει ψηφιακό υλικό για τη φυσική από τη μηχανική μέχρι ατομική και πυρηνική φυσική και τη θεωρία της σχετικότητας.

5.7 EduMedia

Αυτή η ηλεκτρονική πλατφόρμα <https://www.edumedia-sciences.com/en/> περιλαμβάνει τρεις τύπους πόρων: διαδραστικές προσομοιώσεις, κούιζ και βίντεο. Απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς και μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης περιλαμβάνει πρόγραμμα σπουδών για κατ' οίκον εκπαίδευση.

5.8 PhysicsLAB

Το PhysicsLAB <http://www.physicslab.org/> ξεκίνησε τον Ιούνιο του 1997, στο Daytona Beach της Φλόριντα. Το 2018 ο ιστότοπος έφτασε να περιλαμβάνει περίπου 1900 διαδραστικά μαθήματα, εργαστήρια και φύλλα εργασίας. Το PhysicsLAB περιλαμβάνεται, με τον τίτλο Physics Lab Online, στον ιστότοπο ComPADRE της Αμερικανικής Ένωσης Φυσικών Εκπαιδευτικών. Επίσης το διαδικτυακό προπτυχιακό πρόγραμμα του Τμήματος Μηχανικών του Πανεπιστημίου του Cambridge χρησιμοποιεί ως πόρους πολλά από τα μαθήματά του. Τέλος πάρα πολλοί εκπαιδευτικοί βοηθούν τους μαθητές τους με το ψηφιακό υλικό του PhysicsLAB.

5.9 Sxoleio.eu

Σε αυτή την ιστοσελίδα <https://sxoleio.eu/> θα βρεί κανείς μια μεγάλη συλλογή διαδραστικών προσομοιώσεων, τα καλύτερα δωρεάν προγράμματα και εκπαιδευτικό λογισμικό που στοχεύουν στην καλύτερη κατανόηση ενός συγκεκριμένου θέματος στη Φυσική. Επιπλέον θα βρεί αντίστοιχο υλικό και για θέματα άλλων επιστημών όπως χημεία, αστρονομία, μαθηματικά και πληροφορική.

5.10 SimBucket

Το SimBucket <https://www.simbucket.com/welcome-to-simbucket/> ιδρύθηκε το 2014 χρησιμοποιώντας λογισμικό συγγραφής HTML5 από την ομάδα: Chris Bruce – Physics, AP Physics C, Robotics, Martin Kulak – Αστρονομία, AP Physics 1 and 2, Chemistry, David Torpe – Physical Science, Physics 1 and 2, Advanced Physics, Astronomy, Kevin Shane – Physics, Robotics.

Όλα έχουν σχεδιαστεί για να είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικά προς τους μαθητές. Είναι μια συλλογή από προσομοιώσεις HTML5, σεμινάρια, βίντεο καρέ-καρέ και το νέο σπίτι του ChemThink.

Αυτός ο ιστότοπος διατηρείται από τη Nerd Island Studios, LLC, μια μικρή ομάδα δασκάλων γυμνασίου. Προσφέρουν εθελοντικά 500-1000 ώρες κάθε χρόνο αναπτύσσοντας προσομοιώσεις και σεμινάρια και συντηρώντας τις ιστοσελίδες. Το ετήσιο επαναλαμβανόμενο κόστος περιλαμβάνει διακομιστές ιστού, εγγραφή τομέα και άδειες λογισμικού ενώ βασίζονται σε δωρεές από τους χρήστες για να μπορούν οι ιστότοποι να λειτουργούν και να αναπτύσσονται.

5.11 Science4greekschools.wordpress

Αυτή η ιστοσελίδα <https://science4greekschools.wordpress.com/> ιδρύθηκε από τον Κώστα Λαμπρόπουλο εκπαιδευτικό με ειδικότητα Φυσικού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Περιλαμβάνει προσομοιώσεις Αστρονομίας, Μαθηματικών, Φυσικής και Προγραμματισμού για μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου. Επίσης ταξινομημένα θέματα Φυσικής Πανελλαδικών εξετάσεων.

Στο σύνδεσμο που παρατίθεται υπάρχουν όλα τα θέματα που έχουν δοθεί στο μάθημα της Φυσικής (τώρα Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών) από το 2000 έως και το 2021. Η ταξινόμηση έχει γίνει ανά ενότητα και ανά τύπο θεμάτων, ώστε να μπορεί ο μαθητής πιο εύκολα να λύνει τα αντίστοιχα θέματα με την ολοκλήρωση της μελέτης της εκάστοτε ενότητας. Θέματα που η απάντησή τους περιέχει θεωρία από διάφορες ενότητες έχουν ταξινομηθεί με βάση τη χρονολογική σειρά που διδάσκονται αυτές. Για παράδειγμα θέμα που περιέχει ταλαντώσεις και φαινόμενο Doppler έχει ταξινομηθεί στα θέματα του φαινομένου Doppler, αφού με βάση τις οδηγίες του υπουργείου αυτό διδάσκεται μετά το αντίστοιχο των αρμονικών ταλαντώσεων. Από το 2015 και μετά έχουν γίνει αρκετές αλλαγές στην ύλη των εξετάσεων που περιγράφονται στο τέλος του pdf.

Τα προγράμματα έχουν φτιαχτεί με Python και είναι απαλλαγμένα από κακόβουλο κώδικα.

5.12 Kathimerinifysiki

Την Καθημερινή Φυσική <https://www.kathimerinifysiki.gr/> ξεκίνησε ο Στέφανος Βαμβάκος. Ο Στέφανος Βαμβάκος σπούδασε Φυσική στο Πανεπιστήμιο της Πάτρας, αλλά μέχρι να τελειώσει συνειδητοποίησε ότι τα μισά απ' όσα έμαθε τα είχε ξεχάσει. Του αρέσει να βλέπει ταινίες, εκπαιδευτικά βίντεο στο YouTube και να ψάχνει την όποια άκυρη απορία του έχει καρφωθεί τη συγκεκριμένη ημέρα, στο ίντερνετ, πολλές φορές καταλήγοντας σε μέρη εντελώς ξεκάρφωτα με την απορία που είχε. Πιστεύει πως η επιστήμη είναι υπερβολικά όμορφη

για να μη βιώνεται απ' όλους και γι' αυτό ξεκίνησε την Καθημερινή Φυσική – απλές εξηγήσεις στο γιατί ο κόσμος μας λειτουργεί έτσι όπως τον ξέρουμε. Το ιστολόγιο δεν έχει καθόλου διαφημίσεις και η Καθημερινή Φυσική είναι και θα παραμείνει δωρεάν, για πάντα, για όλους.

5.13 Dimid.sites

”Teaching Physics” <https://dimid.sites.sch.gr/>
υλικό για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση Γυμνάσιο και Λύκειο.

Έγγραφα θεωρίας που βοηθούν την κατανόηση και μελέτη του μαθήματος, φύλλα εργασίας κ.λπ. Παρουσιάσεις βιντεομαθήματα και άλλα πολυμεσικά αρχεία που έχουν δημιουργηθεί για την εποπτική διδασκαλία του μαθήματος. Ασκήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού/λάθους, κατανόησης και ανάπτυξης.

Ο διαδικτυακός αυτός τόπος δημιουργήθηκε μέσω του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου τον Μάρτη του 2020 σε μια προσπάθεια να καλυφθούν οι ανάγκες τηλεκπαίδευσης που προέκυπταν τότε, από το αναγκαστικό κλείσιμο των σχολείων και τη δυσλειτουργία των παρεχόμενων εργαλείων. Καθώς η επισκεψιμότητά του αυξανόταν διαρκώς, η δημιουργός αποφάσισε να συνεχίσει την προσπάθεια και να ανεβάσει εδώ το εκπαιδευτικό υλικό που έχει δημιουργήσει και συγκεντρώσει όλα τα χρόνια που υπηρετεί το δημόσιο σχολείο.

Δραστηριότητες και υλικό για όλες τις τάξεις του γυμνασίου και λυκείου. Για να μπει στην τάξη που σε ενδιαφέρει, κάνεις κλικ στο αντίστοιχο κουμπί.

Το υλικό εμπλουτίζεται διαρκώς.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

Οι κατηγορίες εκπαιδευτικού λογισμικού Φυσικής που υπάρχουν σήμερα, προσφέρουν πολλές δυνατότητες τόσο για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας όσο και για την ενασχόληση των μαθητών με νέες για αυτούς δραστηριότητες. Ειδικότερα οι προσομοιώσεις Φυσικής που υπάρχουν, καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος της ύλης της τόσο σε σχολικό επίπεδο όσο και πέρα από αυτό (πανεπιστημιακό και ερευνητικό). Οι προσομοιώσεις αυτές παράλληλα με την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας μπορούν να αποτελέσουν και ένα δυναμικό ερευνητικό εργαλείο για τη μελέτη των μαθητικών αντιλήψεων.

Η παρούσα έρευνα ασχολήθηκε με τη συλλογή και ομαδοποίηση προσομοιώσεων που αφορούν στη διδακτέα ύλη της Φυσικής των τάξεων του γυμνασίου. Κατά τη διάρκεια όμως της μελέτης αυτής αναδύθηκαν επιπλέον ζητήματα, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενα μελλοντικών εργασιών.

Για παράδειγμα δεν υπάρχουν προσομοιώσεις στη μέτρηση του μήκους και στη μέτρηση του χρόνου (ύλη Α Γυμνασίου). Επίσης οι προσομοιώσεις που υπάρχουν και αφορούν στη σύνθεση δυνάμεων (ύλη Β Γυμνασίου) δεν βοηθούν στην κατανόηση του θέματος από τους μαθητές και επιδέχονται βελτίωση. Ακόμα στην ενέργεια και τις μετατροπές της οι προσομοιώσεις που υπάρχουν δεν είναι αρκετές.

Επίσης, η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί στη δημιουργία μιας βιβλιοθήκης που να περιλαμβάνει όλες τις προσομοιώσεις με κάποιο ταξινομημένο και οργανωμένο τρόπο για την ύλη της Φυσικής στο Λύκειο, αφού αυτό που διαπιστώθηκε στη διάρκεια αυτής της εργασίας είναι ότι υπάρχει πολύ υλικό και γι αυτό είναι πολύ δύσκολο να βρει κανείς αυτό που τον ενδιαφέρει. Χάνεται πολύς χρόνος στο να «ψάχνεις» για κάθε αντικείμενο ξεχωριστά, εξ αρχής, τι είναι αυτό που σου ταιριάζει από κάθε πανεπιστήμιο ή φορέα που έχει δημιουργήσει τέτοιο εκπαιδευτικό υλικό.

Το υπουργείο παιδείας της Ελλάδας έχει δημιουργήσει μια πλατφόρμα (Φωτόδεντρο) με προσομοιώσεις που υποστηρίζουν την ύλη της Φυσικής τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο, αλλά δεν καλύπτει όλα τα αντικείμενα και επίσης θα πρέπει να ανανεώνεται και να εμπλουτίζεται, ώστε να μπορεί να υποστηρίξει την εκπαιδευτική διαδικασία σε κάθε ενότητα της Φυσικής.

Ακόμα, ένας τομέας στον οποίο υπάρχει περιθώριο έρευνας είναι η χρήση εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας στη διδακτική της Φυσικής. Τέτοιες εφαρμογές έχουν διαδοθεί εδώ και αρκετό καιρό, κυρίως ως ηλεκτρονικά παιχνίδια στρατηγικής (και ρόλων), π.χ. το SimCity και το SimEarth. Στη διδακτική της Φυσικής αντίστοιχη εφαρμογή αποτελεί το εικονικό εργαστήριο. Το εικονικό εργαστήριο αν και δεν αποτελεί ακόμα πλήρη εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας (θυμίζει περισσότερο "εικονική τάξη" με προσομοιώσεις), αποτελεί σημαντικό βοήθημα στη εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μέχρι τώρα γνωστές εφαρμογές του, αφορούν προσομοίωση της εκτέλεσης κάποιου πειράματος όπου ο εκπαιδευόμενος επιλέγει τις συνθήκες εκτέλεσης του πειράματος (όργανα, υλικά, τιμές μεγεθών, κ.λ.π.) και η εφαρμογή προχωρεί στην προσομοίωση. Η χρήση εικονικού εργαστηρίου παρουσιάζει πλεονεκτήματα ιδιαίτερα για τη διδασκαλία σε μεγάλο αριθμό εκπαιδευομένων.

Τέλος επειδή νέες κατηγορίες λογισμικών αναμένεται να αναπτυχθούν σε ευρεία κλίμακα, μέσω της επέκτασης της εφαρμογής των τεχνικών της εικονικής πραγματικότητας, καθώς και της προσπάθειας ανάπτυξης λογισμικών που στηρίζουν τη συνεργατική μάθηση και αλληλεπίδραση των μαθητών μέσω τοπικού δικτύου και διαδικτύου (Internet), το οποίο υλικό υποστηρίζει τη διδασκτέα ύλη του σχολείου, θα πρέπει να ενημερώνεται, ώστε να προσαρμόζεται και να περιλαμβάνει ότι νεότερο του προσφέρει η Τεχνολογία, για να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερα αποτελέσματα για τους μαθητές μας.

Βιβλιογραφία

- [Aro92] A. Arons. *XML:Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής*. Τροχαλία, Αθήνα, 1992.
- [Avr13] L. Avraamidou. *Prospective elementary teachers' science teaching orientations and experiences that impacted their development*. *International Journal of Science Education*. 2013.
- [Bar96] Bruillard E. Baron G.L. *XML:L 'inform atique et ses usagers dans / 'education*. PUF Paris, 1996.
- [cmk] cmkfutures. URL: <https://cmkfutures.com/gary>.
- [col] colorado.edu. *Διαδραστικές Προσομοιώσεις Phet*. URL: <https://phet.colorado.edu/>.
- [D56] Thompson D. *XML:Science teaching in schools during the second half of the nineteenth century*, *School Science Review*, 37, 298-305. 1956.
- [Die94] H. Dieuzeibe. *XML:Les nouvelles technologies, Outiis d'enseignement*. Nathan,Paris, 1994.
- [Dri85] Tiberghien A.(Eds) Driver R. Guesne E. *XML:Children 's ideas in science*. Open University Press,London, 1985.
- [Dui91] Goldberg & Nidderer Duit. *XML:Research in Physics Learning:Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN-University of Kiel, 1991.
- [EC80] Trowbridge D. E. και McDermott L. C. *Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension*, *American Journal of Physics* 48(12), 1020. 1980.
- [EC81] Trowbridge D. E. και McDermott L. C. *Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension*, *American Journal of Physics* 49(3), 242. 1981.
- [EC98] Hazel E. και Baillie C. *XML: Improving Teaching and Learning in Laboratoriew. Gold Giide Seeriew, No. 4 (Canberra: Higher Education Research & Development Society of Australasia*. 1998.
- [Edg11] Richard Lovell Edgeworth. *Essays on Practical Education*. J. Johnson & co.,Λονδίνο, 1811.
- [edu] edumedia-sciences. *edumedia*. URL: <https://www.edumedia-sciences.com/en>.
- [Eri09] Shaaron Ainsworth Erica de Vries Σταύρος Δημητριάδης. *XML: Εκμάθηση ενισχυμένη με τεχνολογία*. Σπρίνγκερ, Ντόρντρεχτ, 2009.
- [Fey63] Dr. Feynman. *The Problem of Teaching Physics in Latin America, is a transcript of the keynote speech given by Richard Feynman at the First Inter-American Conference on Physics Education in Rio de Janeiro*. Νοέ. 1963.
- [fli] flightprosim. URL: <https://www.flightprosim.com>.

- [fot] fotiszaf. *Προσομοιώσεις Φυσικής Ζαφειριάδης*. URL: <http://users.sch.gr/fotiszaf/RECOVER/phys/index.php/home.html>.
- [G91] De Boer G. *XML: A history of ideas in science education, Implications for practice*. New York Teachers College Press, Columbia University, 1991.
- [kat] kathimerinifysiki. *Καθημερινή Φυσική*. URL: <https://www.kathimerinifysiki.gr/>.
- [McD84] L.C. McDermott. *XML: Research on conceptual understanding in mechanics, Physics Today*. 37,(7), 24-32. 1984.
- [McD87] Rosenquist M.L. & van Zee E.H. McDermott L. C. *Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. American Journal of Physics*, 55(6), 503-513. 1987.
- [Mil11] P. H. Miller. *XML: Piaget's theory: Past, present, and future*. 2011.
- [MY98] M. Mahendran και J. Young. *XML: Use of advanced technology videotapes in the delivery of structural engineering course. European Journal of Engineering Education*, 23, 327-333. European Journal of Engineering Education, 1998.
- [Nor78] A. Nora S. & Minc. *XML: L' informatisation de la societe*. La Documentation Francaise, Paris, 1978.
- [P07] Hewitt P. *XML: Οι Εννοιες της Φυσικής. Μετάφραση: Ελένη Σηφάκη, Γιάννης Παπαδόγγονας*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2007.
- [Pap80] S. Papert. *XML: Mind-storms, Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York, 1980.
- [phea] phet.colorado.edu. *Βαρίδια και ελατήρια*. URL: https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_el.html.
- [pheb] phet.colorado.edu. *Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων*. URL: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_el.html.
- [phec] phet.colorado.edu. *Μάζες και ελατήρια*. URL: <https://phet.colorado.edu/el/simulations/masses-and-springs>.
- [phed] phet.colorado.edu. *Πυκνότητα*. URL: <https://phet.colorado.edu/el/simulation/density>.
- [phoa] photodentro.edu. *Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου*. URL: <http://photodentro.edu.gr/aggregator/>.
- [phob] photodentro.edu. *Φωτόδεντρο-Άνοση ενός σώματος στον αέρα και σε διαφορετικά υγρά*. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1628>.
- [phoc] photodentro.edu. *Φωτόδεντρο-Άνοση και δυνάμεις υγρών*. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1629>.
- [phod] photodentro.edu. *Φωτόδεντρο-Αρμονική ταλάντωση και δύναμη*. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1625>.
- [phoe] photodentro.edu. *Φωτόδεντρο-Δημιουργία και διάδοση εγκάρσιου κύματος*. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1666>.
- [phof] photodentro.edu. *Φωτόδεντρο-Διαμήκη κύματα*. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1611>.

- [phog] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1564>.
- [phoh] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Ελατήριο και ενέργεια. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1664>.
- [phoi] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Ηλεκτροστατικό πεδίο. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621>.
- [phoj] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Κίνηση απλού εκκρεμούς. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1665>.
- [phok] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Μανόμετρο και υδροστατική πίεση. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1631>.
- [phol] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Μελετώντας την τριβή σε διαφορετικές επιφάνειες. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1632>.
- [phom] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Φόρτιση με επαφή. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1598>.
- [phon] photodentro.edu. Φωτόδεντρο-Φόρτιση με τριβή. URL: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1595>.
- [phya] physicsgr. Προσομοιώσεις για κάθε παράγραφο της Φυσικής της Α' Λυκείου - Μαθαίνοντας στο Διαδίκτυο Φυσική! URL: <http://aclass.physicsgr.net/>.
- [phyb] physicslab. Καλώς ήλθατε στο PhysicsLAB! URL: <http://www.physicslab.org/>.
- [Pia61] J. Piaget. Η γενετική προσέγγιση της ψυχολογίας της σκέψης. *Journal of Educational Psychology*, 52 (6), 275–281, 1961.
- [Pia64] J. Piaget. *Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. J. Res. Sci. Teach.*, 2: 176–186. 1964.
- [R85] Barnard R. XML: Experience with low cost laboratory data. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 13, 91-96. 1985.
- [R94] Beichner R. Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762. 1994.
- [Sae69] P. Saettler. *XML: A History of Instructional Technology*. McGraw-Hill, New York, 1969.
- [seia] seilias. Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση. URL: https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=546&Itemid=32&catid=21.
- [seib] seilias. Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση. URL: https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=547&Itemid=32&catid=21.
- [seic] seilias. Θερμική Ισορροπία. URL: http://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=283&Itemid=37.
- [seid] seilias. Φυσική Και Φωτογραφία. URL: <https://www.seilias.gr/>.
- [seie] seilias. Φυσική και φωτογραφία-Μέτρηση Αντίστασης Αντιστάτη - Νόμος του Ohm. URL: https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=592&Itemid=32&catid=18.
- [seif] seilias. Φυσική και φωτογραφία-Νόμος Coulomb. URL: https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=484&Itemid=32&catid=20.
- [seig] seilias. Φυσική και φωτογραφία-Συνισταμένη δύο Δυνάμεων. URL: https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=580&Itemid=32&catid=21.

- [Sim] SimBucket. *Simulations SimBucket*. URL: <https://www.simbucket.com/welcome-to-simbucket/>.
- [sim] simschooll.org. URL: <https://www.simschooll.org>.
- [sit] Dimid sites. *Front Page My School Lab*. URL: <https://dimid.sites.sch.gr/>.
- [sxo] sxoleio.eu. *Φυσική-Physics*. URL: <https://sxoleio.eu/>.
- [Taw76] D. Tawney. *XML:Simulation and modeling in science computer assisted learning. Technical Report No. 11, National Development Programme in Computer Assisted Learning*. NDPCAL, London, 1976.
- [tbr] tbrk.org. URL: <https://www.tbrk.org/esterel/backhoe.html>.
- [Vas] Vascak. *RNDr. Vladimír Vaščák - Osobní Stránky Učitele z Moravy*. URL: <https://www.vascak.cz/>.
- [VH71] de Vahl Davis και 1971 Holmes. *XML: The Use of APL in Engineering Education (Canberra:Systems Development Institute Monograph, IBM, SDI-005*. 1971.
- [Wal18] Manolis Wallace. *Working with the Society and for the Society: A Different Way to Run a Cultural Informatics Lab*. Οκτ. 2018. URL: <https://www.mdpi.com/>.
- [wika] wikipedia. *Computational model*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Computational_model.
- [wikb] wikipedia.org. *Educational technology*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_technology.
- [wikc] wikipedia.org. *Information and communications technology*. URL: https://el.wikipedia.org/wiki/Information_and_communications_technology.
- [wikd] wikipedia.org. *Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων*. URL: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%99%CE%BD%CF%83%CF%84%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%8D%CF%84%CE%BF_%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82_%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%95%CE%BA%CE%B4%CF%8C%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD.
- [Woo85] Allsop T. Woolnough B. *XML:Practical work in science, Cambridge University Press, Cambridge*. Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
- [wor] wordpress. *Αστρονομία, Μαθηματικά, Φυσική και Προγραμματισμός για μαθητές Γυμνασίου - Λυκείου*. URL: <https://science4greeksschools.wordpress.com/>.
- [you] youtube. *Θερμότητα Θερμοκρασία Θερμική ενέργεια*. URL: <https://youtu.be/nmYk6xE21SQ>.
- [A T98] Α. Τ. Μικρόπουλος Α. Τζιμογιάννης Ε. Κωσταδήμας. *Διδασκαλία Φυσικής και υπολογιστές. Μελέτη της συμβολής των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της Κινηματικής*. 1998.
- [AΔη99] Α.Δημητρακοπούλου. *XML:Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των φυσικών επιστημών, ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ, 3η περίοδος, Vol. Η', No 30, Άνοιξη 1999, σελ. 48-58*. 1999.
- [B K01] Α.Τζιμογιάννης και Β. Κόμης. *XML: Προσομοιώσεις υπολογιστή στη διδασκαλία και τη μάθηση φυσικής: μια περίπτωση μελέτη για την κατανόηση της τροχιάς κίνησης από τους μαθητές*. 2001.
- [B04] Κόμης Β. *XML:Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, Αθήνα*. 2004.

- [Γεώ04] Τσούλος Γεώργιος. *Εικονικά Παιδαγωγικά Πειράματα Μηχανικής, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ*. 2004.
- [Δεν09] Πατρινόπουλος Μ. Δενδρινός Κ. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Μάι. 2009. URL: <https://www.uowm.gr/kodifeet>.
- [Δημ15] Σταύρος Ν. Δημητριάδης. *XML: Θεωρίες Μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. ΣΕΑΒ, 2015. ISBN: 978-960-603-097-0.
- [Καν89] Ι. Κανάκης. *Διδασκαλία και μάθηση με σύγχρονα μέσα επικοινωνίας*. Εκδόσεις Γρηγόρη, 1989.
- [Κόκ01] Ι. Κόκκοτας Π. & Βλάχος. *XML: Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα. Προβλήματα και προοπτικές*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα, 2001.
- [Κόκ04] Π. Κόκκοτας. *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος II: Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Παναγιώτης Κόκκοτας, 2004.
- [Κόκ05] Π. Κόκκοτας. *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος πρώτο*. Εκδόσεις Γρηγόρη, 2005.
- [Κώτ05] Κ. Κώτσης. *XML: Διδασκαλία της Φυσικής & Πείραμα*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2005.
- [Μακ95] Γ. Μακράκης Β. Κοντογιαννοπούλου- Πολυδωρίδη. *XML: Υπολογιστές στην εκπαίδευση: μια κριτική επισκόπηση στο διεθνή χώρο και στην Ελλάδα*. Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 1995.
- [Μικ98] Α. Μικρόπουλος. *Η εικονική πραγματικότητα στην υποστήριξη της διδασκαλίας της φυσικής. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ Αφιέρωμα στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών Περίοδος Γ Τόμος Η Τεύχος 26 Καλοκαίρι 1998 σελ 23-28*. 1998.
- [Σολ06] Χ. Σολομωνίδου. *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα, 2006.
- [Σολ99] Χ. Σολομωνίδου. *XML: Εκπαιδευτική τεχνολογία. Μέσα, υλικά, διδακτική χρήση και αξιοποίηση*. Εκδόσεις Καστανιώτη, Αθήνα, 1999.
- [Τσε02] Β. Τσελφές. *XML: Δοκιμή και Πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Νήσος, Αθήνα, 2002.
- [Χαλ00] Κ. Χαλκιά. *Το πείραμα στο μάθημα της Φυσικής: Σχολιασμός και επισημάνσεις για το ρόλο και τη σημασία του. Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για Φυσικές Επιστήμες - Πώς διδάσκουμε Φυσική στην τάξη και στο σχολικό εργαστήριο; Τεύχος 6. Ένωση Ελλήνων Φυσικών*, Αθήνα, 2000.

