



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΡΟΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

**«ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ ΤΟΥ
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΗΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

[Βελέντζας Αθανάσιος, ΕΔΙΠ, ΣΕΜΦΕ]

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

[Βελέντζας Αθανάσιος, ΕΔΙΠ, ΣΕΜΦΕ]

[Θεοδώνης Ιωάννης, ΕΔΙΠ, ΣΕΜΦΕ]

[Παυλοπούλου Καλλίσπη, ΕΔΙΠ, ΣΕΜΦΕ]

[ΑΘΗΝΑ, 02/2023]

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια υλοποίησης της διπλωματικής μου εργασίας προπτυχιακού επιπέδου της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών. Με την ολοκλήρωσή της, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που συνέβαλαν στη διεκπεραίωσή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κύριο Αθανάσιο Βελέντζα για την βοήθεια, την υποστήριξη που μου πρόσφερε και για την καθοδήγησή του καθόλη την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας

Επίσης, ευχαριστώ την κυρία Παυλοπούλου Καλλίοπη, τον κύριο Θεοδώνη Ιωάννη και τον κύριο Βελέντζα Αθανάσιο για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή εξέτασης της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του 2^{ου} Πρότυπου Λυκείου Αθηνών και πιο συγκεκριμένα την διευθύντρια Έλενα Τσίκιζα-Νικολακάκη και τους φυσικούς Αλέξανδρο Κατέρη, Σταυρούλα Νικηφόρου, Αθανάσιο Πρίκα και Στάθη Ζώη που μου επέτρεψαν να διεξάγω την πιλοτική έρευνα υπό την μορφή πρακτικής άσκησης για τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα αγαπημένα μου πρόσωπα για την υπομονή και την υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΙΑ.....	9
1.1 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση	9
1.1.1 Ιστορική αναδρομή.....	9
1.2 Μορφές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.....	9
1.2.1 Ασύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση	10
1.2.2 Σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση.....	10
1.2.3 Μεικτή – Συνδυαστική εξ αποστάσεως εκπαίδευση.....	10
1.3 Εξ αποστάσεως πειραματισμός και δραστηριότητες.....	11
1.3.1 Μαθησιακές Δραστηριότητες	11
1.3.2 Εξ αποστάσεως πειραματισμός.....	12
1.3.3 Δομή εξ αποστάσεως πειραματικής άσκησης	12
1.4 Προτάσεις εξ αποστάσεως πειραματισμού.....	13
1.5 Εικονικά πειράματα – προσομοιώσεις.....	14
1.5.1 Πλεονεκτήματα εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων	15
1.5.2 Μειονεκτήματα εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων	15
1.5.3 Σύγκριση φυσικού με εικονικού πειραματισμού.....	16
1.5.4 Συνύπαρξη εργαστηριακών πειραμάτων και βίντεο πειραμάτων.....	17
1.5.5 Πιθανά προβλήματα εξ αποστάσεως πειραματισμού	18
1.5.6 Χρήση βίντεο για τον εξ αποστάσεως πειραματισμό.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	20
2.1 Επιλογή διδακτέας ύλης για την κατασκευή του εκπαιδευτικού υλικού	20
2.2 Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν	21
2.2.1 Το πρόγραμμα Phet	22
2.2.2 Το πρόγραμμα Seilias.....	25
2.2.3 Το πρόγραμμα καταγραφής οθόνης Streamlabs OBS	27
2.2.4 Το πρόγραμμα Wondershare Filmora9	29
2.3 Περιγραφή έρευνας	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	34
3.1 Δραστηριότητα: Νόμος του Coulomb	34
3.2 Δραστηριότητα: Υπολογισμός ηλεκτρικού πεδίου και κατεύθυνσης.....	41
3.3 Δραστηριότητα: Χωρητικότητα πυκνωτή	45
3.4 Δραστηριότητα: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση και νόμος του Ohm.....	52
3.5 Δραστηριότητα: Σύνδεση αντιστατών σε σειρά	59
3.6 Δραστηριότητα: Σύνδεση αντιστατών παράλληλα.....	62
3.7 Δραστηριότητα: Δείκτης διάθλασης	67
3.8 Πειραματική Δραστηριότητα: Σχετική διηλεκτρική σταθερά.....	72
3.9 Εφαρμογή: Νόμος Coulomb.....	76
3.10 Εφαρμογή: Ένταση ηλεκτρικού πεδίου και δυναμικό	82
3.11 Εφαρμογή: Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ).....	86
3.12 Εφαρμογή: Δείκτης διάθλασης	90
3.13 Εφαρμογή: Πρότυπο του Bohr	93
3.14 Πείραμα: Επίπεδος πυκνωτής.....	100
3.15 Πείραμα: Αντιστάτες	107
3.16 Πείραμα: Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) πηγής.....	114
3.17 Πειραματικός Υπολογισμός: Δείκτης διάθλασης υλικού με χρήση του νόμου του Snell	118
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	124
4.1 Ευρήματα	124
4.1.1 Εικονικό πείραμα «Αντιστάτες».	124
4.1.2 Εικονικό πείραμα «Ηλεκτρεγερτική Δύναμη (ΗΕΔ)».....	126
4.1.3 Εικονικό πείραμα «Πυκνωτές».....	129
4.2 Συγκεντρωτικά τα ευρήματα για τα πειράματα	131
4.3 Ερωτηματολόγιο:	132
4.3.1 Ευρήματα ερωτηματολογίου	133
4.4 Συμπεράσματα – Συζήτηση.....	137
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:.....	140

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της χρησιμότητας των εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων, για το μάθημα της φυσικής, ως μέθοδο διδασκαλίας στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τόσο για εξ αποστάσεως εκπαίδευση όσο και συμπληρωματικά στην συμβατική διδασκαλία. Στο πρώτο μέρος αναφέρεται το θεωρητικό πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και οι μορφές αυτής, καθώς και του εξ αποστάσεως πειραματισμού. Παρουσιάζονται προτάσεις εξ αποστάσεως πειραματισμού και ταυτόχρονα αναφέρονται τα θετικά και αρνητικά στοιχεία που έχει τόσο για τους εκπαιδευτικούς, όσο και για τους εκπαιδευόμενους. Στην εργασία προτείνεται η δημιουργία βίντεο προσομοιώσεων και η αξιοποίησή τους στη διδασκαλία. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο στόχος και το σκεπτικό της έρευνας και αναλύονται τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των βίντεο προσομοιώσεων. Επίσης, γίνεται περιγραφή της έρευνας, η οποία έλαβε μέρος στο 2^ο Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο Αθηνών, υπό την μορφή πρακτικής άσκησης. Ακολουθεί η παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού που περιλαμβάνει φύλλα εργασίας που έχουν την μορφή δραστηριοτήτων, εφαρμογών και πειραμάτων, τα οποία δημιουργήθηκαν με βάση την ύλη της φυσικής Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας. Τέλος, με βάση τα ευρήματα από τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας των μαθητών και ένα ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε να συμπληρώσουν, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας.

Λέξεις – Κλειδιά: Εικονικά πειράματα, εκπαιδευτικές προσομοιώσεις, φυσική λυκείου

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to examine the usefulness of virtual experiments and simulations as a teaching method for the subject of physics in secondary education for both distance education and as a supplement to conventional teaching. This thesis consists of two parts. The first part presents the theoretical framework of distance education and its forms, as well as that of distance experimentation. Proposals for distance learning experimentation are presented and at the same time the positive and negative aspects of distance learning for both teachers and learners are mentioned. The paper proposes the creation of video simulations and their use in teaching. The second part illustrates the aim and rationale of the research and analyses the programs used to create the video simulations. Moreover, a description of the research, which took place at the 2nd Model Experimental Senior High School of Athens in the form of an internship, is given. This is followed by the presentation of the educational material which includes worksheets in the form of activities, applications and experiments created based on the physics curriculum for the Second Grade of Senior High School. Finally, based on the findings derived from the worksheets and the questionnaire the students were asked to complete, the conclusions of the research are presented.

Keywords: Virtual experiments, educational simulations, high school physics

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φυσική, ως επιστήμη, προσπαθεί να κατανοήσει και να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά του σύμπαντος. Η διδασκαλία της φυσικής δεν μπορεί να περιορίζεται για τους μαθητές μόνο σε διαλέξεις. Για παράδειγμα, πειραματικές δραστηριότητες κατά τις οποίες οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν τις θεωρητικές γνώσεις που αποκτούν κατά τη διάρκεια των διαλέξεων στην πράξη είναι απαραίτητες και θα μπορούσαν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εκμάθηση των θεμελιωδών νόμων.

Προς το παρόν είναι αδύνατο να βρεθεί ένα πεδίο ανθρώπινης δραστηριότητας, όπου η τεχνολογία της πληροφορίας δεν χρησιμοποιείται. Τα εκπαιδευτικά συστήματα, όπως τα πανεπιστήμια και τα σχολεία, δεν αποτελούν εξαίρεση (Daineko et al. 2016). Ειδικά τα τελευταία χρόνια με την εμφάνιση της πανδημίας η ανάπτυξη της τεχνολογίας βοήθησε σε μεγάλο βαθμό στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, καθώς τα εκπαιδευτικά ιδρύματα παρέμειναν κλειστά για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η ιδέα για την διπλωματική εργασία προήλθε από τις παραπάνω συνθήκες. Σε αυτές τις συνθήκες η πειραματική άσκηση των μαθητών παρουσίαζε πολλές δυσκολίες, καθώς δεν ήταν δυνατή η χρήση του σχολικού εργαστηρίου, λόγω των εξ αποστάσεως διαλέξεων. Επιπλέον, ακόμα και την περίοδο που τα σχολεία λειτουργούν δια ζώσης, πολλά από αυτά παρουσιάζουν ελλείψεις στον εργαστηριακό εξοπλισμό, με αποτέλεσμα οι μαθητές να μην μπορούν να τον χρησιμοποιήσουν. Βίντεο προσομοιώσεων κατασκευασμένα κατάλληλα από τους εκπαιδευτικούς μπορούν να λύσουν τα παραπάνω προβλήματα, αφού αφενός μπορούν να παρουσιαστούν σε εξ αποστάσεως διδασκαλία και αφετέρου μπορούν να αναπαραχθούν στην δια ζώσης διδασκαλία κατά την διάρκεια του μαθήματος ή του εργαστηρίου, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που μπορεί να αναπαράγει το βίντεο. Τα βίντεο αυτά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους μαθητές και σαν εργασία για το σπίτι μαζί με το αντίστοιχο φύλλο εργασίας, αλλά και από τον εκπαιδευτικό κατά την διάρκεια της παρουσίας του θεωρητικού υποβάθρου. Έτσι, το σκεπτικό της εκπαιδευτική πρόταση που αναφέρεται στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι διπλό. Αφενός μεν, να καλυφθεί η ανάγκη για εξ αποστάσεως μαθήματα στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση στο μάθημα της φυσικής, σε περίπτωση που χρειαστεί και αφετέρου, οι προσομοιώσεις να λειτουργούν παράλληλα με την διδασκαλία τόσο στην τάξη όσο υποβοηθητικά στην εξοικείωση των μαθητών με την εργαστηριακή εργασία.

Η έρευνα έλαβε χώρα στο 2^ο Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο Αθηνών, στο πλαίσιο της πρακτικής άσκησης, που δίνεται η δυνατότητα να έχουν οι φοιτητές από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο 01/05/2022

έως 30/06/2022, δηλαδή προς το τέλος της σχολικής χρονιάς. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν εικονικά πειράματα στα τρία τμήματα της Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας του σχολείου. Στο κάθε τμήμα παρουσιάστηκε διαφορετικό εικονικό πείραμα και η παράδοση των φύλλων εργασίας από τους μαθητές ήταν προαιρετική.

Στην συγκεκριμένη εργασία στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια μικρή ιστορική αναδρομή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και παρουσιάζονται οι μορφές της. Επίσης, παρουσιάζεται ο εξ αποστάσεως πειραματισμός και οι δραστηριότητες και οι δομές αυτών. Στην συνέχεια, προτείνονται τρόποι εξ αποστάσεως πειραματισμού με βάση έρευνες που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί, και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του εξ αποστάσεως πειραματισμού. Έτσι, γίνεται μια σύγκριση εικονικών και φυσικών πειραμάτων και στην συνέχεια, αναλύεται η συνύπαρξη των δύο τρόπων πειραματισμού. Τέλος, προτείνεται η χρήση βίντεο για εξ αποστάσεως πειραματισμό, αφού πρώτα έχουν αναφερθεί τα προβλήματα που μπορεί να έχει ο εξ αποστάσεως πειραματισμός.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην συγκεκριμένη έρευνα. Αρχικά υπογραμμίζεται το σκεπτικό και οι στόχοι της έρευνας και παρουσιάζεται η διδακτέα ύλη που βασίστηκαν τα φύλλα εργασίας. Στην συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο δημιουργήθηκαν τα βίντεο πειράματα, καθώς παρουσιάζονται οι προσομοιώσεις του διαδικτύου που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία και επεξεργασία των βίντεο προσομοιώσεων. Τέλος γίνεται εκτενής περιγραφή της έρευνας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό που περιλαμβάνει φύλλα εργασίας που έχουν την μορφή δραστηριοτήτων, εφαρμογών και πειραμάτων. Στα φύλλα εργασίας, αναφέρεται ο σκοπός τους και γίνεται η περιγραφή της κάθε προσομοίωσης. Το κάθε φύλλο εργασίας, συνοδεύεται με τους συνδέσμους των βίντεο προσομοιώσεων που δημιουργήθηκαν και βασίζονται σε αυτά.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα ευρήματα και τα αποτελέσματα της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας των μαθητών και επισημαίνονται τα σημεία όπου δυσκολεύτηκαν. Επίσης, γίνεται ανάλυση των ερωτηματολογίων που συμπλήρωσαν για την διαδικασία του συγκεκριμένου τρόπου πειραματισμού. Τέλος, η εργασία κλείνει με τα συμπεράσματα, με βάση τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν και παρουσιάζεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΙΑ

1.1 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Η εκπαίδευση αποτελεί σημαντικό κομμάτι της κοινωνίας καθώς περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που έχουν σκοπό την ανάπτυξη του ατόμου, στην σκέψη, στο χαρακτήρα αλλά και στην σωματική αγωγή. Η εκπαίδευση κατά κύριο λόγο πραγματοποιείται σε εκπαιδευτήκα ιδρύματα και σε σχολεία. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια, λόγω της πανδημίας η συμβατική εκπαίδευση δεν ήταν δυνατή. Έτσι, λόγω της αναγκαιότητας να μην σταματήσει η εκπαίδευση της νέας γενιάς, καθώς αυτό θα είχε ολέθρια αποτελέσματα στην κοινωνία, αναπτύχθηκε περαιτέρω η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η οποία λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας μπόρεσε να αντικαταστήσει την συμβατική εκπαίδευση σε ένα ικανοποιητικό βαθμό.

1.1.1 Ιστορική αναδρομή

Η ιδέα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης δεν είναι δημοφιλής μόνο τα τελευταία χρόνια, λόγω της πανδημίας, αλλά υπήρχε από πολύ πριν. Αρχικά ξεκίνησε μέσω αλληλογραφίας, και στην συνέχεια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας μετεξελίχθηκε σε ηλεκτρονική, διαδικτυακή και εικονική, όπως την ξέρουμε σήμερα. (Μίμινου & Σπανακά 2013).

Η εξέλιξη της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης ξεκινάει από τον 19^ο αιώνα, όπου η εξ αποστάσεως εκπαίδευση πραγματοποιείται μέσω της αλληλογραφίας. Καταγράφηκε δημιουργία μαθημάτων, τα οποία μπορούσαν να διανεμηθούν ταχυδρομικά στους εκπαιδευόμενους. Αυτός ο τρόπος δεν ήταν τόσο αποτελεσματικός αφού τα ταχυδρομεία καθυστερούσαν αρκετά τις παραδόσεις.

Με την πάροδο του χρόνου και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα ενέταξαν ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές παραγωγές για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Αργότερα, οι παραπάνω παραγωγές αντικαταστάθηκαν από τα CD. Δόθηκε η δυνατότητα ψηφιοποίησης του εκπαιδευτικού υλικού και μέσω της εμφάνισης των πρώτων υπολογιστών εμφανίστηκε η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτικού και εκπαιδευόμενου, σε μεγάλες αποστάσεις.

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, όπως την ξέρουμε σήμερα, αναπτύχθηκε κατά το 1990 όταν και δημιουργήθηκε το διαδίκτυο και εξελίχθηκε ο τρόπος μετάδοσης των γνώσεων. (Παραμερίτη 2021).

1.2 Μορφές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να οριστεί ως η εκπαίδευση που παρέχεται από απόσταση χρησιμοποιώντας μέσα όπως τηλέφωνα, τάμπλετ, ίντερνετ, εφαρμογές και γενικότερα συσκευές ήχου, με στόχο να επικοινωνούν με μαθητευόμενους σε μεγάλες αποστάσεις. (Mostafa & Zafari 2020).

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση παρέχεται σε επίπεδο πρωτοβάθμιας δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες. Την αυτοδύναμη και την συμπληρωματική. Η αυτοδύναμη αναπτύσσεται ανεξάρτητα από τη συμβατική σχολική εκπαίδευση, για παράδειγμα σε περίπτωση επιτακτικής ανάγκης, όπως τις περιόδους καραντίνας. Η συμπληρωματική λειτουργεί παράλληλα με το συμβατικό σχολείο, για την καλύτερη εκπαίδευση των μαθητών και για την κάλυψη εκπαιδευτικών αναγκών που το συμβατικό σχολείο δεν μπορεί να καλύψει, λόγω του περιορισμένου χρόνου. (Αναστασιάδης 2021).

1.2.1 Ασύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση διακρίνεται σε ασύγχρονη, σύγχρονη και μεικτή – συνδυαστική. Η ασύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση επιτρέπει σε εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενους να αλληλεπιδρούν σε διαφορετικό χρόνο ανεξάρτητα από τον τόπο που βρίσκεται ο κάθε ένας. Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η ανάπτυξη της τεχνολογίας. (Αναστασιάδης 2008). Παραδείγματα ασύγχρονης εκπαίδευσης αποτελούν πλατφόρμες στο διαδίκτυο, οι οποίες επιτρέπουν την δημοσίευση ασκήσεων και εργασιών για τους εκπαιδευόμενους, οι οποίοι με την σειρά τους μπορούν να «ανεβάσουν» τις λύσεις των αντίστοιχων ασκήσεων και εργασιών στην ίδια πλατφόρμα (e-class). Ακόμα υπάρχουν πλατφόρμες που είναι δυνατή η διαχείριση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων από απόσταση, όπως το moodle.(Δημητρακοπούλου 1999).

1.2.2 Σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Η σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση δίνει την δυνατότητα σε εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενους για αλληλεπίδραση και επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μέσω συσκευών ήχου και εικόνας, ανεξαρτήτως τοποθεσίας του κάθε ατόμου. Η γνωστή σε όλους, πλέον, τηλεδιάσκεψη.(Αναστασιάδης 2004). Ουσιαστικά η σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση αντικατέστησε την κλασική εκπαίδευση κατά την περίοδο της καραντίνας, αφού τα μαθήματα γινόντουσαν μέσω εφαρμογών όπως το Webex, το Zoom και το Microsoft Teams. Το βασικότερο πλεονέκτημα, που θα αναλυθεί και παρακάτω, είναι η μεγάλη ευελιξία στον χρόνο και στον τρόπο που προσφέρει.

1.2.3 Μεικτή – Συνδυαστική εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Τα παραπάνω είδη εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, έχουν καλύτερα αποτελέσματα όταν λειτουργούν συνδυαστικά, καθώς προσφέρουν έναν ολοκληρωμένο τρόπο εκπαίδευσης. Αυτό ακριβώς επιδιώκει η μεικτή – συνδυαστική εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Ουσιαστικά, συνδυάζει τα θετικά αποτελέσματα της σύγχρονης και της ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αλλά και της διά ζώσης εκπαίδευσης. «Οι Dziuban, Hartman και Moskal υποστηρίζουν ότι για τη μέγιστη δυνατή επιτυχία του μεικτού – συνδυαστικού μοντέλου απαιτείται μια καλά οργανωμένη διδακτική προσέγγιση η οποία να περιλαμβάνει ένα διδακτικό μοντέλο βασισμένο σε εκπαιδευτική θεωρία, υλικοτεχνική υποδομή, μηχανισμούς διαμορφωτικής και τελικής αξιολόγησης.» (Αναστασιάδης 2014).

1.3 Εξ αποστάσεως πειραματισμός και δραστηριότητες

Η φυσική, ως επιστήμη, προσπαθεί να κατανοήσει και να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά του σύμπαντος. Είναι μια επιστήμη που βασίζεται στον πειραματισμό και την παρατήρηση για την καλύτερη κατανόηση των φυσικών χαρακτηριστικών.

Για την εξ αποστάσεως κάλυψη ενός μαθήματος όπως η φυσική, είναι αναγκαία η δημιουργία τόσο πειραμάτων – προσομοιώσεων όσο και δραστηριοτήτων, που θα μπορούν να αναπαραχθούν εξ αποστάσεων, χωρίς την είσοδο του εκπαιδευόμενου σε κάποιο εξοπλισμένο εργαστήριο.

1.3.1 Μαθησιακές Δραστηριότητες

Για την καλύτερη κατανόηση των νόμων της φύσης και ειδικότερα του μαθήματος της φυσικής, σημαντικό ρόλο έχουν οι μαθησιακές δραστηριότητες, οι οποίες είναι αναγκαίες τόσο για την δια ζώσης όσο και για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στόχος των δραστηριοτήτων είναι αρχικά να κατανοήσουν, με ενεργό τρόπο, οι εκπαιδευόμενοι το θεωρητικό υπόβαθρο αλλά και η δυνατότητα εξάσκησης τους στις γνώσεις που λαμβάνουν.

Οι μαθησιακές δραστηριότητες χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- *Δραστηριότητες κατανόησης και μελέτης*

Σκοπός των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων είναι η παροχή, στους εκπαιδευόμενους, νέων γνώσεων μέσα από πληροφορίες και θεωρητικές έννοιες, για να καλυφθούν οι μαθησιακοί στόχοι. Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να βοηθά στην επεξεργασία και στην κατανόηση τους εκπαιδευτικού περιεχομένου.

- *Δραστηριότητες εφαρμογής*

Σε αυτή την κατηγορία εφαρμόζονται οι πληροφορίες από τις δραστηριότητες κατανόησης και μελέτης, σε πρακτικές γνώσεις. Οι εκπαιδευόμενοι έχοντας κατανοήσει τις πληροφορίες και τις γνώσεις που τους παρέχονται, τις εφαρμόζουν για την επίλυση προβλημάτων. Στα εξ αποστάσεως διαδικτυακά εκπαιδευτικά προγράμματα, αυτές οι δραστηριότητες παρέχονται στους εκπαιδευόμενους μέσω προσομοιώσεων πραγματικών συνθηκών, με την βοήθεια της τεχνολογίας.

- *Δραστηριότητες διασύνδεσης*

Αφορούν τον συνδυασμό των γνώσεων που έχουν διδαχθεί, με τις εφαρμογές από τους εκπαιδευόμενους, σε πραγματικό χρόνο και περιβάλλον.

- *Δραστηριότητες αξιολόγησης*

Για κάθε είδους μαθησιακής δραστηριότητας μπορεί να σχεδιαστεί μια μέθοδος αξιολόγησης, έτσι ώστε ο διδάσκων να καταλάβει σε ποιο βαθμό οι εκπαιδευόμενοι έχουν κατανοήσει το κάθε γνωστικό αντικείμενο. (Horton 2006).

1.3.2 Εξ αποστάσεως πειραματισμός

Ο εργαστηριακός πειραματισμός είναι ένα αναγκαίο εργαλείο για την μελέτη της επιστήμης της φυσικής, αλλά και γενικότερα των επιστημών. Βοηθάει τους μαθητές να εξοικειωθούν με της έννοιες της φυσικής και να αναπτύξουν πρακτικά προσόντα που επιβεβαιώνουν την θεωρία. (Johnstone & Alshuaili 2001). Έρευνες δείχνουν ότι, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, ο συνδυασμός του δια ζώσης εργαστηρίου με το εικονικό εργαστήριο μπορεί να είναι παραγωγικός για την καλύτερη κατανόηση της φυσικής, καθώς μπορούν να ξεπεραστούν πολλά εμπόδια που προκύπτουν σε ένα εργαστηριακό πείραμα.

Εικονικά αντικείμενα που χρησιμοποιούνται ως βοηθήματα διδασκαλίας αφορούν, διαδραστικές δυναμικές απεικονίσεις εξοπλισμού και υλικών, που παρέχονται μέσω μιας προσομοίωσης. Με βάση αυτό, τα εικονικά πειράματα αναφέρονται σε μια εμπειρία εκμάθησης που περιλαμβάνει μια διαδικασία όπου οι μαθητές χειραγωγούν εικονικά τον εξοπλισμό και τα υλικά για να παρατηρήσουν και να κατανοήσουν την φύση και τον κόσμο των υλικών. (Zacharia & Olymπίου 2011).

Ένα εικονικό πείραμα μπορεί να οριστεί ως ένα διαδικτυακό περιβάλλον, το οποίο περιέχει πειραματικές προσομοιώσεις και βίντεο που επιτρέπουν στους μαθητές να πραγματοποιούν εικονικά πειράματα και έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει αυτόνομο ή συμπληρωματικά με ένα εργαστηριακό πείραμα έτσι ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν και να μελετήσουν τους νόμους της φυσικής. (Bajrai 2013).

«Ένα εικονικό πείραμα μπορεί να βοηθήσει μαθητές να παρατηρήσουν εικονικές αναπαραστάσεις φυσικών φαινομένων, να συλλέξουν δεδομένα, να κάνουν προβλέψεις και να γράψουν υποθέσεις, έτσι ώστε οι μαθητές να εμπλακούν ενεργά με επιστημονικές ερευνητικές διαδικασίες» (Hamed & Aljanazrah 2020), ακριβώς όπως σε ένα εργαστηριακό πείραμα.

1.3.3 Δομή εξ αποστάσεως πειραματικής άσκησης

Η δομή μιας εξ αποστάσεως πειραματικής άσκησης δεν διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από αυτή της δια ζώσης. Συγκεκριμένα, στις περισσότερες περιπτώσεις, υπάρχουν τρεις φάσεις που χωρίζεται η άσκηση:

- Η φάση της καθοδήγησης

Η πρώτη φάση επιτρέπει στους μαθητές να εξοικειωθούν με το εικονικό πείραμα. Στην συγκεκριμένη φάση, παρουσιάζεται μια περίληψη του πειράματος μαζί με μια μικρή περιγραφή του πειράματος και τον σκοπό του. Επίσης, παρουσιάζονται οι γνωστικοί στόχοι του πειράματος. Τέλος, σε αυτήν την φάση μπορεί να δοθεί στους

μαθητές ένα μικρό τεστ, για να εκτιμηθούν οι γνώσεις τους πριν εκτελέσουν το εικονικό πείραμα.

- *Η φάση της εκτέλεσης*

Αυτή είναι η κύρια φάση της άσκησης. Σε αυτήν την φάση οι μαθητές θα πρέπει να πετύχουν τον στόχο του πειράματος, διεξάγοντάς το και κάνοντας την κατάλληλη επεξεργασία των μετρήσεων.

- *Η φάση της αξιολόγησης*

Σε αυτήν την φάση αξιολογείται η πρόοδος των μαθητών, αλλά και η επεξεργασία τους. Προτείνεται η διεξαγωγή ενός μικρού τεστ, έτσι ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα με το τεστ πριν την διεξαγωγή του πειράματος για να βγουν τα κατάλληλα συμπεράσματα. (Tetour et al. 2011).

1.4 Προτάσεις εξ αποστάσεως πειραματισμού

Κατά την περίοδο της πανδημίας, αλλά και πιο πριν, πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα, σε όλους τους κλάδους της εκπαίδευσης, ακολουθήσανε διάφορες μεθόδους για τον εξ αποστάσεως πειραματισμό των εκπαιδευόμενων. Μερικές από αυτές παρουσιάζονται παρακάτω.

Ο καθηγητής του Stanford Lambertus Hesselink μαζί με τους Lars Thorben Neustock και George Herring, ανέπτυξαν μια νέα προσέγγιση στον εξ αποστάσεως πειραματισμό. Πιο συγκεκριμένα, σχεδίαζαν ένα μικρό πείραμα περίθλασης, το οποίο περιέχει δύο laser, ένα πλέγμα περίθλασης και πολλαπλούς φακούς. Με την χρήση ενός προγράμματος, μετακινούσαν όλες τις συσκευές σε κάθε δυνατή θέση και τις δοκίμαζαν σε κάθε πιθανή ισχύ. Καθώς συνέβαινε αυτή η διαδικασία, με την χρήση κάμερας και ενός προγράμματος στον υπολογιστή, έπαιρναν στιγμιότυπα από την κάθε πειραματική διάταξη και το αντίστοιχο πειραματικό αποτέλεσμα. Αυτές οι φωτογραφίες μαζί με τα δεδομένα συλλέχθηκαν και προστέθηκαν σε μια βάση δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν στην βάση δεδομένων και να αλληλεπιδράσουν με το ίδιο σύστημα ελέγχου και βίντεο σαν να έκαναν το πείραμα στην πραγματικότητα, αλλά αν οι εκπαιδευόμενοι αλλάξουν το χρώμα του laser από μπλε σε κόκκινο, θα παρατηρούν το μαγνητοσκοπημένο πείραμα. (Carey 2013).

Στο τμήμα φυσικής του ανοιχτού πανεπιστημίου της Santa Barbara χρησιμοποίησαν για την διεξαγωγή εξ αποστάσεως πειραματισμού τον απομακρυσμένο έλεγχο (remote control). Το τμήμα διαμόρφωσε μια πειραματική διάταξη η οποία μπορεί να χειριστεί μέσω διαδικτυακής πύλης (online portal), με στόχο οι εκπαιδευόμενοι να

πειραματιστούν εξ αποστάσεων. Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με κάθε κουμπί και διακόπτη, ακόμα και με αυτά που δεν σχετίζονται με το πείραμα. Τα κουμπιά και οι διακόπτες απεικονίζονται στην διαδικτυακή πύλη. Με αυτόν τον τρόπο η οθόνη του υπολογιστή μετατρέπεται σε πειραματικό εργαστήριο. Ο καθηγητής Deborah Fygenson είχε αναφέρει ότι «Θέλουμε (οι εκπαιδευόμενοι) να διαπιστώσουν ότι στην πραγματικότητα χειρίζονται τον εξοπλισμό και να τους αφήσουμε να κάνουν όλα τα λάθη που θα έκαναν αυτοπροσώπως».(Tasoff 2020).

Ένα πειραματικό σετ εργαλείων για το σπίτι αναπτύχθηκε για να ενισχύσει τις φυσικές έννοιες για το μάθημα του 1^{ου} έτους στην φυσική σε ένα πανεπιστήμιο στην Αυστραλία. Πιο συγκεκριμένα, το σετ εργαλείων είναι οικονομικό και περιέχει αντικείμενα που μπορεί να τα προμηθευτεί κάποιος πολύ εύκολα. Τα πειράματα που διεξάγονται με το σετ διευθύνονται εύκολα και απαιτούν θεωρητικό υπόβαθρο, το στήσιμο του πειράματος και ανάλυση της δοθείσας έννοιας κάθε φορά. Οι έννοιες που καλύπτονται από το πειραματικό σετ βοηθούν στην ενίσχυση της κατανόησης της καθημερινής φυσικής από τους εκπαιδευόμενους στο δικό τους περιβάλλον, χωρίς την παρουσία τους σε κάποιο εργαστήριο. Ταυτόχρονα η διαδικασία διεξαγωγής τους πειράματος τους εισάγει σε βασικές εργαστηριακές έννοιες.(Turner & Alfio 2008).

Σε μια άλλη περίπτωση, στη ΣΕΜΦΕ του ΕΜΠ, οι εκπαιδευτικοί παρουσίαζαν τα πραγματικά πειράματα στους μαθητές, χρησιμοποιώντας βίντεο και φωτογραφίες από τις ανάλογες συσκευές. Στην συνέχεια δημιουργούσαν προσομοιώσεις των πραγματικών πειραμάτων. Κατόπιν, δίνονταν στους φοιτητές ειδικά επεξεργασμένα βίντεο του εικονικού πειράματος, που βασίζονταν στα μοντέλα των πραγματικών συσκευών που θα χρησιμοποιούσαν αν έκαναν το πείραμα στο εργαστήριο. Με την σειρά τους οι φοιτητές λάμβαναν μετρήσεις, μέσω των βίντεο και στην συνέχεια να με την κατάλληλη επεξεργασία να παρουσιάσουν τα πειραματικά τους αποτελέσματα. (Velentzas & Theodonis 2021).

1.5 Εικονικά πειράματα – προσομοιώσεις

Ενώ οι παραπάνω προτάσεις, συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην εξ αποστάσεως εξοικείωση του εκπαιδευόμενου με τον πειραματισμό, κάποιες από αυτές είναι χρονοβόρες στην δημιουργία και κάποιες άλλες απαιτούν σημαντικό πόσο οικονομικής δαπάνης, που κατά πάσα πιθανότητα πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα δεν διαθέτουν. Στην τελευταία πρόταση που παρουσιάστηκε, βασίζεται και η παρούσα πτυχιακή εργασία, δηλαδή στα εικονικά πειράματα και προσομοιώσεις, όπου παρουσιάζονται στον εκπαιδευόμενο με ένα απλό βίντεο.

Πιο συγκεκριμένα, τα εικονικά πειράματα και οι προσομοιώσεις δομήθηκαν με τις εξής προϋποθέσεις:

- Να μην απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα ανάπτυξης

- Να μην επιβαρύνουν οικονομικά ούτε τον εκπαιδευτή ούτε τον εκπαιδευόμενο
- Να μην απαιτούν ειδικό εξοπλισμό για να πραγματοποιηθούν
- Να καλύπτουν όσο το δυνατόν περισσότερους εκπαιδευτικούς στόχους πραγματικών πειραμάτων
- Να βασίζονται στα μοντέλα των πραγματικών πειραμάτων, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε συνδυασμό με τα πραγματικά πειράματα ως βοηθητικό εργαλείο. (Velentzas & Theodonis 2021).

1.5.1 Πλεονεκτήματα εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων

Μερικά από τα πλεονεκτήματα των εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων είναι τα εξής:

- Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα είναι η επέκταση της πρόσβασης σε εκπαιδευτικές ευκαιρίες για το μεγαλύτερο μέρος ενός πληθυσμού, λόγω της εκμηδένισης της απόστασης μεταξύ εκπαιδευτικού και εκπαιδευόμενου και ταυτόχρονα επιτρέπει τη μείωση των χρονικών περιορισμών. (Oblinger 2000).
- Αποτελεί, ίσως, την πιο οικονομική μορφή εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, καθώς εξαιρούνται έξοδα όπως είναι το κόστος μεταφοράς, διαβίωσης, προμήθειας εκπαιδευτικού υλικού κ.α., τα οποία στην μορφή της δια ζώσης εκπαίδευσης είναι απαραίτητα και πολλές φορές αυξημένα. (Aspillera 2010).
- Επηρεάζει την επίδοση των εκπαιδευόμενων, καθώς τους δίνεται η ευκαιρία μέσω των τεχνολογιών, να παρακολουθήσουν ξανά τη διεξαγωγή του πειράματος, αφού το πείραμα ή η προσομοίωση είναι σε μορφή βίντεο, εμβαθύνοντας περισσότερο στο προς μελέτη αντικείμενο, αλλά και ρυθμίζοντας οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι το ρυθμό της μάθησης τους. (Kirtman 2009).
- Τα εικονικά πειράματα παρέχουν αυξημένη ασφάλεια. Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να συμμετέχει εύκολα και με ασφάλεια στο εικονικό πείραμα, μπορεί να το ελέγξει και να το ακυρώσει ανά πάσα στιγμή χωρίς απώλεια πειραματικών δεδομένων. (Zacharia & Olympiou 2010).
- Επιτρέπουν τη μοντελοποίηση αντικειμένων, διεργασιών και φαινομένων που δεν μπορούν να παρατηρηθούν καθόλου στην πραγματικότητα. Για παράδειγμα, λόγω του μικρού μεγέθους των παρατηρούμενων σωματιδίων ή της διάρκειας μιας διαδικασίας, που διαρκεί από κλάσματα δευτερολέπτων έως αρκετά χρόνια. (Daineko et al. 2016).

1.5.2 Μειονεκτήματα εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων

Από την άλλη μεριά τα εικονικά πειράματα και προσομοιώσεις, έχουν κάποια μειονεκτήματα:

- Στερούν από τους εκπαιδευόμενους εμπειρίες που περιλαμβάνουν φυσικό, "πρακτικό" χειρισμό συγκεκριμένων υλικών, ο οποίος είναι απαραίτητος για τη μάθηση. Με άλλα λόγια, ο φυσικός χειρισμός (πραγματική επαφή με το

- υλικό και τις συσκευές) προτείνεται ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη μάθηση της φυσικής μέσω πειραματισμού. (Zacharia & Olympiou 2010).
- Αδυναμία η οποία δεν επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν πλήρως πρακτικές δεξιότητες, όπως η χρήση οργάνων μέτρησης, ο τρόπος σύνδεσής τους, η μέτρηση φυσικών μεγεθών και η γνώση της μεθόδου των πειραμάτων. Έτσι, η αποτελεσματικότητα της χρήσης των εικονικών εργαστηρίων στη διδασκαλία εξαρτάται από το πόσο μεθοδικά αρμοδίως και παιδαγωγικά αιτιολογημένα εντάσσεται η ένταξή τους στη δομή της μαθησιακής διαδικασίας και στα καλά εδραιωμένα προγράμματα σπουδών. (Daineko et al. 2016).
 - Η επικοινωνία είναι απρόσωπη και δεν υπάρχει ο «ενθουσιασμός» που μπορεί να εμπνεύσει ο εκπαιδευτής στους σπουδαστές. (Αποστολάκης 2004).

1.5.3 Σύγκριση φυσικού με εικονικού πειραματισμού

Όταν συγκρίνονται ο φυσικός και ο εικονικός πειραματισμός, αρκετές μελέτες δεν διαπίστωσαν σημαντικές και συνεπείς διαφορές μεταξύ της μάθησης από προσομοιώσεις και από φυσικά εργαστήρια. Ωστόσο, υπήρξαν επίσης περιπτώσεις όπου η χρήση εικονικών εργαστηρίων υποστήριξε καλύτερα τη μάθηση των μαθητών από ότι τα φυσικά εργαστήρια.

Σε μία μελέτη, οι Pyatt και Sims βρήκαν παρόμοια αποτελέσματα με τα παραπάνω. Μια έρευνα δεν έδειξε σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών μέσω της συμμετοχής σε φυσικό ή εικονικό πείραμα και μια δεύτερη έρευνα έδειξε ότι οι επιδόσεις των μαθητών με τη χρήση εικονικού πειράματος ήταν σημαντικά καλύτερες. (Pyatt & Sims 2012).

Σε μία άλλη μελέτη, όπου οι Zacharia και deJong εξέτασαν πέντε διαφορετικές εικονικές και φυσικές διδακτικές ακολουθίες σε μαθητές γυμνασίου. Διαπίστωσαν ότι δεν ήταν όλες οι φυσικές και εικονικές πειραματικές διδακτικές ακολουθίες εξίσου αποτελεσματικές στο να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν εννοιολογική κατανόηση. Πιο συγκεκριμένα, ανέφεραν ότι οι μαθητές που πραγματοποίησαν ένα εικονικό πείραμα, τα πήγαν καλύτερα από τους μαθητές που πραγματοποίησαν ένα φυσικό πείραμα για το ίδιο κομμάτι της ύλης, ανεξάρτητα από το αν οι μαθητές έκαναν φυσικά ή εικονικά πειράματα πριν ή κατά τη διάρκεια της υπόλοιπης διδακτέας ύλης. (Zacharia & de Jong 2014).

Σε μία ακόμα έρευνα, οι μαθητές είχαν χωριστεί σε δυο ομάδες. Η πρώτη ομάδα διεξήγαγε πρώτα ένα φυσικό πείραμα και στην συνέχεια ένα εικονικό ίδιου θέματος, ενώ η δεύτερη ομάδα έκανε το αντίθετο, δηλαδή πρώτα εικονικό και μετά φυσικό πείραμα. Με βάση τις βαθμολογίες των μαθητών, φάνηκε ότι η συμμετοχή στο εικονικό πείραμα μετά τη συμμετοχή στο φυσικό πείραμα ήταν επωφελής για τους μαθητές, ενώ η άλλη ομάδα δεν ωφελήθηκε τόσο πολύ από τη συμμετοχή στο φυσικό πείραμα μετά τη συμμετοχή στο εικονικό. (Sullivan et al. 2017).

1.5.4 Συνύπαρξη εργαστηριακών πειραμάτων και βίντεο πειραμάτων

Όπως αναφέρθηκε τα εικονικά πειράματα και οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για εξ αποστάσεως όσο και για δια ζώσης εκπαίδευση. Στην δια ζώσης εκπαίδευση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα, στην σχολική τάξη, με την συμβατική διδασκαλία είτε σε μορφή εργασίας για την εξάσκηση των μαθητών.

Ενώ το φυσικό και το εικονικό υλικό προσφέρουν διαφορετικές δυνατότητες μάθησης, και οι δύο τρόποι μάθησης εισαγάγουν τους μαθητές στις σημαντικές έννοιες και γνώσεις της επιστήμης. «Και οι δύο τρόποι εξερεύνησης παρέχουν αντιληπτική θεμελίωση για έννοιες που διαφορετικά μπορεί να είναι πολύ αφηρημένες για να γίνουν εύκολα κατανοητές και παρέχουν έκθεση στον επιστημονικό πειραματισμό και τις αντίστοιχες δεξιότητες και αρκετοί ερευνητές έχουν υποστηρίξει τον συνειδητό συνδυασμό πρακτικών και εικονικών πειραμάτων για να διευκολύνουν την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών και τη γνώση τους για το πώς γίνεται η επιστήμη.» (Sullivan et al. 2017). Σε αυτό το πλαίσιο έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες, με βασικό ερώτημα, αν η συνύπαρξη των δύο τρόπων πειραματισμού είναι ακόμα πιο επωφελής για τους εκπαιδευόμενους.

Μια έρευνα που εξέτασε την αλληλουχία των εικονικών και φυσικών πειραμάτων με τροχαλίες, διαπίστωσε ότι οι μαθητές έμαθαν περισσότερα αν διεξήγαγαν ένα εικονικό πείραμα μετά από ένα φυσικό πείραμα, αλλά αυτό το εύρημα μπορεί να σχετίζεται με συγκεκριμένες έννοιες που τα πειράματα σχεδιάστηκαν για να αναδείξουν. Οι μαθητές φάνηκε να μαθαίνουν εξίσου καλά τις έννοιες της μηχανικής και της δυναμικής ενέργειας, τόσο από φυσικά όσο και από εικονικά πειράματα. Ωστόσο, οι μαθητές φάνηκε να μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά για την έννοια του έργου εάν διεξήγαγαν πρώτα ένα φυσικό πείραμα και, εναλλακτικά, έμαθαν περισσότερα για τη δύναμη συμμετέχοντας πρώτα σε ένα εικονικό πείραμα. (Gire et al. 2010).

Σε μια άλλη περίπτωση έρευνας έγινε προσπάθεια να ταιριάξουν οι πειραματικές δυνατότητες που παρέχει ο φυσικός πειραματισμός και ακόμη και να τις ξεπεράσουν παρέχοντας περισσότερες δυνατότητες και πλεονεκτήματα μέσω του εικονικού πειραματισμού. Ως αποτέλεσμα βρέθηκε, ότι υπάρχει ένας αριθμός περιβαλλόντων εικονικού πειραματισμού που παρέχουν αναπαραστάσεις που φαίνεται να έχουν το ίδιο προσωπικό νόημα για τους μαθητές όπως ο φυσικός πειραματισμός. Τόσο η ποσοτική όσο και η ποιοτική ανάλυση των δεδομένων της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι η χρήση των εικονικών πειραμάτων προώθησε την κατανόηση των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές εξίσου καλά με τα φυσικά πειράματα. (Zacharia & Olymriou 2010).

Σε μία άλλη έρευνα, που διεξήχθη κατά την διάρκεια της καραντίνας στο τμήμα Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Εθνικού Μετσόβιου

Πολυτεχνείου και σχεδιάστηκε μια πρόταση για τους πρωτοετείς προπτυχιακούς φοιτητές, οι εκπαιδευτικοί παρουσίασαν την πειραματική διάταξη στους φοιτητές χρησιμοποιώντας βίντεο και φωτογραφίες του εργαστηριακού εξοπλισμού. Στην συνέχεια δόθηκε στους φοιτητές ειδικά προετοιμασμένα βίντεο με εικονικά πειράματα, τα οποία βασίζονταν στα πραγματικά πειράματα και τους ζητήθηκε να πραγματοποιήσουν μετρήσεις. Στο τέλος, οι φοιτητές έπρεπε να πραγματοποιήσουν επεξεργασία των μετρήσεων και να παρουσιάσουν τα πειραματικά τους αποτελέσματα.

Μετά την περάτωση των πειραμάτων οι εκπαιδευτικοί που ήταν υπεύθυνοι για την εργαστηριακή διδασκαλία συμπέραναν ότι, η χρήση των εικονικών πειραμάτων βοήθησε στην εξοικείωση των μαθητών με την εργαστηριακή πρακτική σημαντικά περισσότερο από τη διαδικασία αποστολής στους μαθητές έτοιμων πινάκων μετρήσεων για επεξεργασία. Επίσης, πρότειναν να χρησιμοποιηθούν τα εικονικά πειράματα παράλληλα με το πραγματικό εργαστήριο, ως πρόσθετες ασκήσεις για καλύτερη εξάσκηση και στις εισαγωγικές διαλέξεις για τη μέτρηση και την ανάλυση σφαλμάτων και την επεξεργασία και παρουσίαση των πειραματικών αποτελεσμάτων. (Velentzas & Theodonis 2021).

1.5.5 Πιθανά προβλήματα εξ αποστάσεως πειραματισμού

Παρόλα τα θετικά στοιχεία του εξ αποστάσεως πειραματισμού, υπάρχουν σε ορισμένες περιπτώσεις επιπλοκές που αφορούν τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την διεξαγωγή του. Η τεχνολογία και οι βοηθητικές συσκευές διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην παροχή εξ αποστάσεως πειραματισμού είτε από την μεριά του εκπαιδευτή, είτε από την μεριά του εκπαιδευόμενου. Ο σχεδιασμός και η μέθοδος παράδοσης των τεχνολογιών και των συσκευών πρέπει να εξετάζει τη χρηστικότητα από τους εκπαιδευόμενους. Οι κατάλληλες και χωρίς αποκλεισμούς μέθοδοι και το σύστημα παράδοσης μπορούν να εξασφαλίσουν τη συμμετοχή μεγάλου αριθμού ατόμων και την ολοκλήρωση των μαθημάτων. (Mostafa & Zafari 2020).

Πιο συγκεκριμένα, στο πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης στην Γερμανία, πολλά εργαστήρια των πρωτοετών φοιτητών γίνονται εξ αποστάσεως, λόγω του μεγάλου αριθμού φοιτητών και του απαιτητικού πανεπιστημιακού προγράμματος. Στο χειμερινό εξάμηνο 2010/11 το 21% των φοιτητών ανέφεραν προβλήματα σε σχέση με τον εξ αποστάσεως πειραματισμό. Ανέφεραν ότι είχαν προβλήματα με τη φόρτωση ή την εκκίνηση των πειραμάτων, ότι η σύνδεση ήταν πολύ αργή ή ότι το πείραμα δεν εμφανιζόταν εγκαίρως. Τα προβλήματα αυτά δεν επιλύθηκαν βραχυπρόθεσμα, λόγω του υψηλού φόρτου εργασίας. (Tetour et al. 2011).

Σε άλλες περιπτώσεις όπου απαιτείται η εγκατάσταση λογισμικού, έχουν υπάρξει φαινόμενα όπου οι εκπαιδευόμενοι έχουν προβλήματα εγκατάστασης και πολλές φορές το λογισμικό δεν μπορεί να εγκατασταθεί σε κινητά τηλέφωνα, που είναι μια συσκευή που μεγάλο ποσοστό ανθρώπων χρησιμοποιεί στις μέρες μας. Επιπλέον με την χρήση λογισμικών η προέλευση των συστηματικών σφαλμάτων δεν μπορεί να κρυφτεί, οπότε δεν θα χρειαστεί ανάλυση για την ανακάλυψή τους από τους

εκπαιδευόμενους. Τέλος, υπάρχουν πολλά λογισμικά που πλέον είναι ξεπερασμένα, με αποτέλεσμα προσομοιώσεις που έχουν δημιουργηθεί με αυτά τα λογισμικά να έχουν χαθεί. (Velentzas & Theodonis 2021).

1.5.6 Χρήση βίντεο για τον εξ αποστάσεως πειραματισμό

Με βάση τα παραπάνω προβλήματα, τα οποία είναι αναπόφευκτα και κάποιες φορές μη επιλύσιμα, οι προσομοιώσεις που θα παρουσιαστούν παρακάτω, μπορούν να δοθούν στους εκπαιδευόμενους με την μορφή ενός απλού βίντεο, το οποίο μπορούν να το κατεβάσουν εύκολα και να το παρακολουθήσουν σε οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή θέλουν οι ίδιοι. Αυτό το γεγονός, έχει τα εξής θετικά:

- Αρχικά μπορούν να επιλυθούν όλα τα παραπάνω προβλήματα που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Το λογισμικό, που είναι μεταβαλλόμενο, δεν παίζει κάποιο ρόλο και τα βίντεο είναι συμβατικά ακόμα και σε κινητά τηλέφωνα.
- Στα έτοιμα βίντεο εμφανίζονται μόνο τα απαραίτητα όργανα μέτρησης, ώστε οι μαθητές να μπορούν να πραγματοποιούν τις μετρήσεις τους με τα αντίστοιχα σφάλματα.
- Ένα βίντεο μπορεί να προετοιμαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να προκύπτουν συστηματικά σφάλματα στο πείραμα, τα οποία εμφανίζονται στο πραγματικό πείραμα και πρέπει οι εκπαιδευόμενοι να τα ανακαλύψουν με την επεξεργασία των μετρήσεων τους.
- Με χρήση ενός απλού προγράμματος επεξεργασίας, μπορούν να συνδυαστούν έτοιμα μέρη βίντεο από διάφορες προσομοιώσεις και να δημιουργηθεί ένα νέο βίντεο, σε περίπτωση που απαιτείται. (Velentzas & Theodonis 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Με βάση τα πλεονεκτήματα που ήδη αναφέρθηκαν για τα βιντεοπειράματα σχεδιάστηκε μια πρόταση για να αξιοποιηθούν αυτά στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το σκεπτικό της εκπαιδευτική πρόταση που αναφέρεται στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι διπλό. Αφενός μεν, να καλυφθεί η ανάγκη για εξ αποστάσεως μαθήματα στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση στο μάθημα της φυσικής, σε περίπτωση που χρειαστεί και αφετέρου, οι προσομοιώσεις να λειτουργούν παράλληλα με την διδασκαλία τόσο στην τάξη όσο υποβοηθητικά στην εξοικείωση των μαθητών με την εργαστηριακή εργασία. Για αυτόν τον λόγο δημιουργήθηκαν τρία είδη φύλλων εργασίας. Κατασκευάστηκαν δραστηριότητες με σκοπό την χρήση τους από τους εκπαιδευτικούς για την διδασκαλία διαφόρων εννοιών με διερεύνηση όσο και εφαρμογές με στόχο την εξάσκηση των μαθητών. Επίσης, δημιουργήθηκαν πειράματα με σκοπό να εξασκηθούν οι μαθητές στην πειραματική διαδικασία.

2.1 Επιλογή διδακτέας ύλης για την κατασκευή του εκπαιδευτικού υλικού

Για την επιλογή της διδακτέας ύλης της φυσικής της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, πάνω στην οποία αναπτύξαμε το υλικό θέσαμε αρχικά δύο κριτήρια. Το πρώτο, η ύλη να αφορά τη διδασκαλία όλων των μαθητών, δηλαδή να είναι από την ύλη της φυσικής γενικής παιδείας και δεύτερον να μην είναι δραστηριότητας αποσπασματικά αλλά να έχει μια συνοχή. Με βάση αυτά τα κριτήρια επιλέχθηκε η διδακτέα ύλη της Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας. Δεν επιλέχθηκε η Α΄ Λυκείου γιατί έχει γίνει ανάλογη διπλωματική εργασία (αναφορά: Μακρής Νικόλαος), η οποία όμως εστίασε μόνο στη δημιουργία πειραματικού οδηγού εικονικών πειραμάτων. Επίσης, σε αυτή την εργασία τα εικονικά πειράματα δημιουργήθηκαν αποκλειστικά με την εφαρμογή PhysicsInteractive, ενώ στην παρούσα εργασία τα πειράματα «κατασκευάστηκαν» με χρήση έτοιμων προσομοιώσεων που υπάρχουν στο Internet.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκαν «δραστηριότητες», «εφαρμογές» και «πειράματα» στην ύλη των παρακάτω κεφαλαίων:

1. Στατικός ηλεκτρισμός
2. Ρεύμα
3. Οπτική
4. Ατομικά φαινόμενα

Σκοπός των «δραστηριοτήτων» είναι η παρουσίαση τους από τον διδάσκοντα κατά την εισαγωγή στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα, οι «δραστηριότητες»

δημιουργήθηκαν, έτσι ώστε οι μαθητές να καταλήξουν με διερεύνηση σε κάποιον νόμο της φυσικής, παρακολουθώντας την προσομοίωση και σημειώνοντας τις τιμές χειριζόμενοι το βίντεο με την αντίστοιχη δραστηριότητα. Αυτό συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των φυσικών νόμων, αφού δεν τους παρουσιάζεται ο νόμος έτοιμος, αλλά οι ίδιοι οι μαθητές με τις παρατηρήσεις τους καταλήγουν σε αυτόν. Οι «εφαρμογές» δημιουργήθηκαν με σκοπό να παρουσιαστούν στους μαθητές, μετά το εισαγωγικό κομμάτι της διδασκαλίας, με την προϋπόθεση να έχουν κατανοήσει την ύλη και στόχο να εμβαθύνουν και να εξασκηθούν παραπάνω σε αυτή. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να εξασκηθούν στην εφαρμογή των τύπων του αντίστοιχου κεφαλαίου και ταυτόχρονα να λαμβάνουν τις μετρήσεις από τις προσομοιώσεις. Τα «πειράματα» έχουν στόχο να εξασκηθούν οι μαθητές στην πειραματική διαδικασία, στην λήψη και στην επεξεργασία μετρήσεων. Έτσι, δημιουργήθηκαν 7 δραστηριότητες, 5 εφαρμογές και 4 πειράματα, οι οποίες είναι οι εξής:

- Δραστηριότητα στον νόμο Coulomb
- Δραστηριότητα στο ηλεκτρικό πεδίο
- Δραστηριότητα στον πυκνωτή
- Δραστηριότητα στους αντιστάτες
- Δραστηριότητα σε σύνδεση σε σειρά και παράλληλα
- Δραστηριότητα στον δείκτη διάθλασης
- Πειραματική δραστηριότητα στο διηλεκτρικό

- Εφαρμογή στον νόμο Coulomb
- Εφαρμογή στο ηλεκτρικό πεδίο και στο δυναμικό
- Εφαρμογή στην ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ)
- Εφαρμογή στον δείκτη διάθλασης
- Εφαρμογή στο πρότυπο του Bohr

- Πείραμα στον πυκνωτή
- Πείραμα στους αντιστάτες
- Πείραμα στην ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ)
- Πείραμα στον νόμο του Snell

2.2 Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Όπως αναφέρθηκε η εργασία που πραγματοποιήθηκε αφορά την χρήση εικονικών προσομοιώσεων για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και ως ενισχυτικό εργαλείο της δια ζώσης πειραματικής διδασκαλίας, αλλά και της διδασκαλίας της ύλης της φυσικής Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας στην τάξη. Για την δημιουργία των προσομοιώσεων αξιοποιήθηκαν δύο προγράμματα που υπάρχουν στο διαδίκτυο, προς ελεύθερη χρήση. Τα προγράμματα αυτά είναι το PhET (<https://phet.colorado.edu/el/>) και το Seilias (<https://www.seilias.gr/>). Μετά την δημιουργία της κάθε προσομοίωσης

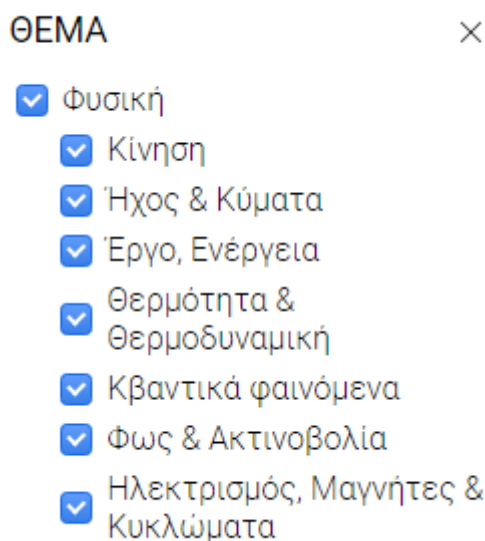
χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά Streamlabs OBS και το Wondershare Filmora9. Το πρώτο λογισμικό, χρησιμοποιήθηκε για την εγγραφή οθόνης (recording) της κάθε προσομοίωσης, ενώ το δεύτερο λογισμικό χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία του κάθε βίντεο που προέκυπτε από την εγγραφή οθόνης. Η επεξεργασία, περιλαμβάνει το «κόψιμο» κάποιων κομματιών του βίντεο, αλλά και την απόκρυψη κάποιων στοιχείων του βίντεο, έτσι ώστε οι μαθητές που το παρακολουθούν να χρειαστεί να κάνουν κάποια επεξεργασία χωρίς να έχουν έτοιμο το αποτέλεσμα στο βίντεο. Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των τεσσάρων αυτών προγραμμάτων. Επειδή στα διαδικτυακά προγράμματα PhET και Seilias αλλάζει κάθε φορά το πρότυπο, ανάλογα με το διαδικτυακό πείραμα, επιλέχθηκαν ένα παράδειγμα για το κάθε πρόγραμμα για την επεξήγησή τους. Τέλος, τα συγκεκριμένα προγράμματα παρέχουν στον επισκέπτη της ιστοσελίδας πειράματα για μεγάλο εύρος της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και όχι μόνο συγκεκριμένα για την ύλη της Β Λυκείου Γενικής Παιδείας.

2.2.1 Το πρόγραμμα Phet

Το PhET περιλαμβάνει διαδραστικές προσομοιώσεις για φυσικές επιστήμες και μαθηματικά στα Ελληνικά. Οι εκπαιδευτικοί έχουν πρόσβαση σε εξειδικευμένα ανά προσομοίωση βοηθήματα, εναρκτήρια βίντεο, διδακτικό υλικό και δραστηριότητες. Ιδρύθηκε το 2002 από τον νομπελίστα Carl Wieman. Η ανάπτυξη των προσομοιώσεων στηρίζεται σε εκτεταμένη εκπαιδευτική έρευνα, κατά τη διάρκεια της οποίας οι μαθητές μέσα από ένα διαισθητικό και παιγνιώδες περιβάλλον μαθαίνουν μέσω της διερεύνησης και της ανακάλυψης. (αναφορά : <https://phet.colorado.edu/el/>).

Η δημιουργία προσομοιώσεων γίνεται με χρήση του κέρσορα στην οθόνη του υπολογιστή, με παρόμοιο τρόπο, όπως και σε ένα πρόγραμμα σχεδιασμού. Ανάλογα την προσομοίωση, υπάρχουν διαθέσιμα υλικά, συσκευές και όργανα μετρήσεων, όπως αντιστάτες, διακόπτες, μπαταρίες, βολτόμετρα, αμπερόμετρα, χάρακες, πυκνωτές και πολλά άλλα. Επίσης, μπορούν να εμφανιστούν τιμές διάφορων φυσικών μεγεθών όπως δυνάμεων, εντάσεων, τάσεων, δυναμικών, ανάλογα την προσομοίωση που χρησιμοποιείται. Το πρόγραμμα PhET έχει σχεδιαστεί για τους εκπαιδευτικούς, αλλά και για τους μαθητές σε περίπτωση που ενδιαφέρονται να πειραματιστούν. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν άμεσα να το χρησιμοποιήσουν για να παρουσιάσουν, είτε διαζώσης είτε εξ αποστάσεως, δραστηριότητες εφαρμογές και πειράματα στους μαθητές, που πιο πριν αποτελούσαν μια απλή εικόνα σε ένα βιβλίο. Έτσι, δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να κάνουν προβλέψεις, να εκτελέσουν εικονικά πειράματα και να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα.

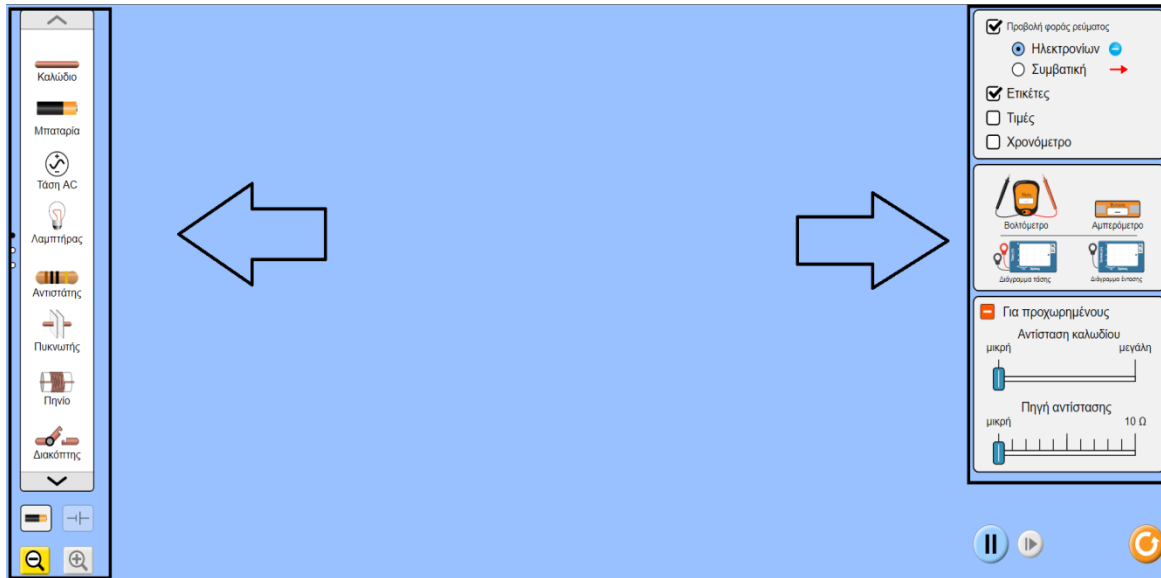
Πληκτρολογώντας κάποιος στο διαδίκτυο την ιστοσελίδα PhET μπορεί να επιλέξει ένα μεγάλο εύρος προσομοιώσεων στην φυσική, οι οποίες είναι κατηγοριοποιημένες όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 1: Τα περιεχόμενα του PhET

Ο εκπαιδευτικός έχει την δυνατότητα να επιλέξει κάποια θεματική ενότητα ή και όλες μαζί. Στο κέντρο της οθόνης του, εμφανίζονται τα αποτελέσματα με βάση τις ενότητες που έχει επιλέξει.

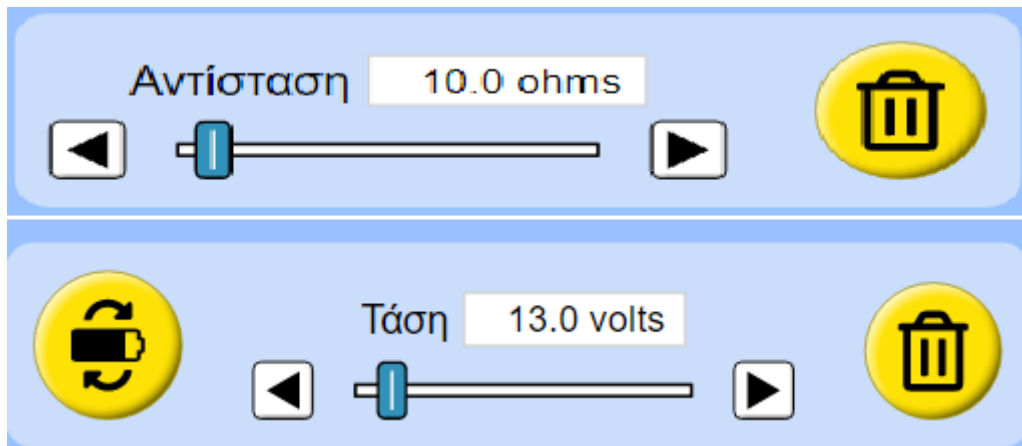
Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του PhET θα παρουσιαστεί μια προσομοίωση που μπορεί να βρεθεί στον σύνδεσμο : https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_el.html. Η συγκεκριμένη προσομοίωση βασίζεται στην κατασκευή κυκλωμάτων με εναλλασσόμενο ρεύμα και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την κατασκευή πειραμάτων, εφαρμογών και δραστηριοτήτων στα κεφάλαια της ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ), στους αντιστάτες και στα κυκλώματα με σύνδεση σε σειρά και παράλληλη. Γενικότερα οι προσομοιώσεις στο PhET έχουν παρόμοιο τρόπο λειτουργίας και είναι εύκολες στην χρήση και στην κατανόηση, τόσο για έναν εκπαιδευτικό όσο και για έναν μαθητή.



Εικόνα 2: Εργαλεία και δυνατότητες του PhET

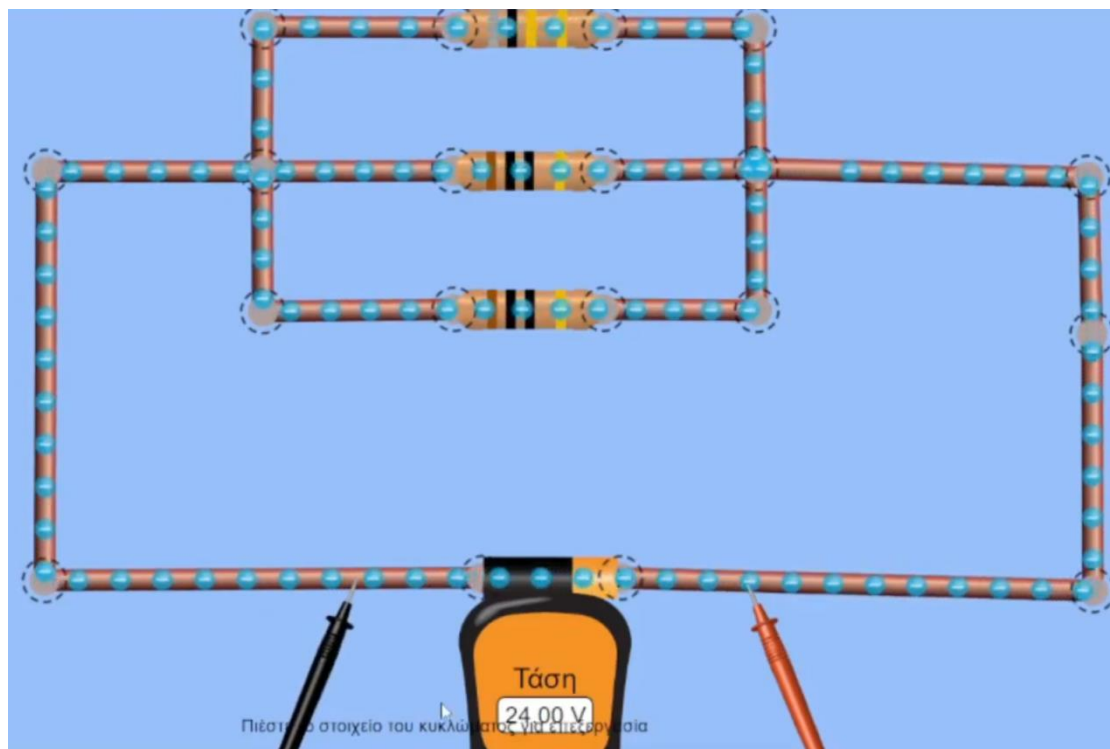
Τα εργαλεία για την δημιουργία της πειραματικής διάταξης είναι εύκολα προσβάσιμα και μαζεμένα σε δύο γραμμές εργαλείων, όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Η πρώτη γραμμή είναι τοποθετημένη στα αριστερά της οθόνης του χρήστη και αποτελείται από τα όργανα που μπορεί να χρησιμοποιήσει για την δημιουργία, ενός κυκλώματος. Τα συγκεκριμένα όργανα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με την χρήση του κέρσορα και σέρνοντας τα στην μέση της οθόνης, όπου υπάρχει κενό. Έτσι, ο επισκέπτης της σελίδας έχει την δυνατότητα να κατασκευάσει ένα κύκλωμα όπως εκείνος επιθυμεί. Στο δεξί μέρος της οθόνης τα εργαλεία χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να εμφανίζονται στην προσομοίωση τα στοιχεία που φαίνονται στην εικόνα 2, ανάλογα την προσομοίωση που θέλει να κατασκευάσει. Στην δεύτερη, φαίνονται τα όργανα που μπορούν να αξιοποιηθούν για την λήψη μετρήσεων και μπορούν να τοποθετηθούν στο κύκλωμα, με τον ίδιο τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω. Στην τρίτη, υπάρχουν εργαλεία για προχωρημένους, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή προσομοιώσεων στην ηλεκτρεγερτική δύναμη, αφού δίνεται η δυνατότητα προσθήκης εσωτερικής αντίστασης στην πηγή.

Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τιμές στο κύκλωμα, όπως για παράδειγμα στις τιμές της αντίστασης στους αντιστάτες και στις τιμές της τάσης της πηγής, πατώντας διπλό κλικ στο αντίστοιχο όργανο. Έτσι, εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης μια μπάρα που μπορεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει για να αλλάξει τις τιμές, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3: Μπάρα αλλαγής παραμέτρων στο κύκλωμα

Γνωρίζοντας τα παραπάνω, μπορεί ο χρήστης να κατασκευάσει ένα κλειστό κύκλωμα πειραματικής προσομοίωσης, όπως το παρακάτω.



Εικόνα 4: Κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης που κατασκευάστηκε στο PhET

2.2.2 Το πρόγραμμα Seilias

Το πρόγραμμα Seilias είναι στα ίδια πλαίσια με το PhET, έχει δημιουργηθεί από τον φυσικό Ηλία Σιτσανλή που διδάσκει στο 1^ο Γενικό Λύκειο Αλεξανδρούπολης. Η ιστοσελίδα είναι στα Ελληνικά και οι εκπαιδευτικοί έχουν πρόσβαση σε

εξειδικευμένα ανά προσομοίωση βοηθήματα, εναρκτήρια βίντεο, διδακτικό υλικό και δραστηριότητες. Το εύρος των προσομοιώσεων είναι τεράστιο, και περιλαμβάνει όλη την ύλη της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα περιεχόμενα χωρίζονται σε μηχανική, ταλαντώσεις και κύματα, ηλεκτρομαγνητισμό, ηλεκτρικό ρεύμα, θερμοδυναμική, ρευστά, οπτική και νεώτερη φυσική. (<https://www.seilias.gr/index.php>)

Πληκτρολογώντας κάποιος την παραπάνω ιστοσελίδα και επιλέγοντας την κατηγορία «Φυσική – HTML5» του εμφανίζονται τα περιεχόμενα όπως φαίνεται στην εικόνα 5:

Φυσική

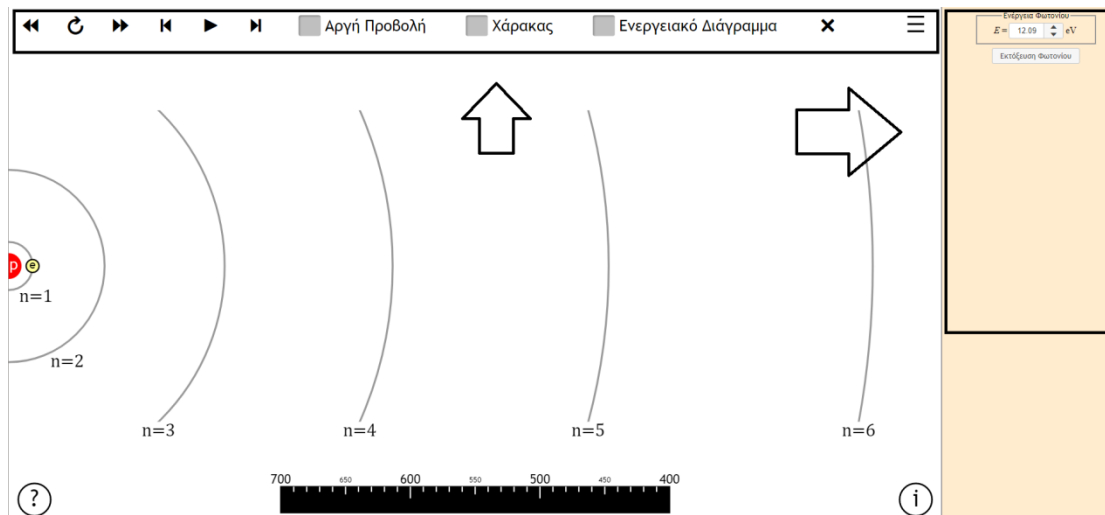
Επιλέξτε μια κατηγορία από τις παρακάτω, και κατόπιν το θέμα που θέλετε να δείτε.

- Μηχανική (57 στοιχεία)
- Ταλαντώσεις και Κύματα (22 στοιχεία)
- Ηλεκτρομαγνητισμός (29 στοιχεία)
- Ηλεκτρικό Ρεύμα (10 στοιχεία)
- Θερμοδυναμική (7 στοιχεία)
- Ρευστά (4 στοιχεία)
- Οπτική (25 στοιχεία)
- Νεότερη Φυσική (2 στοιχεία)
- Θεωρία και Ασκήσεις (6 στοιχεία)

Εικόνα 5: Περιεχόμενα Seilias

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, υπάρχει πριν την προσομοίωση ένα θεωρητικό υπόβαθρο για το αντίστοιχο αντικείμενο που μελετάται. Στην συνέχεια, εμφανίζεται ο χώρος που μπορεί να διαδραματιστεί η προσομοίωση και κάτω από αυτόν, παρατίθεται ένα τυπολόγιο με κάποιες επεξηγήσεις που χρησιμεύουν για την συγκεκριμένη προσομοίωση.

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του Seiliasθα παρουσιαστεί μια προσομοίωση που μπορεί να βρεθεί στον σύνδεσμο [:https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=571&Itemid=63](https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=571&Itemid=63) . Η συγκεκριμένη προσομοίωση βασίζεται στο πρότυπο του Bohr και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την δημιουργία εφαρμογής στο αντίστοιχο κομμάτι της ύλης.

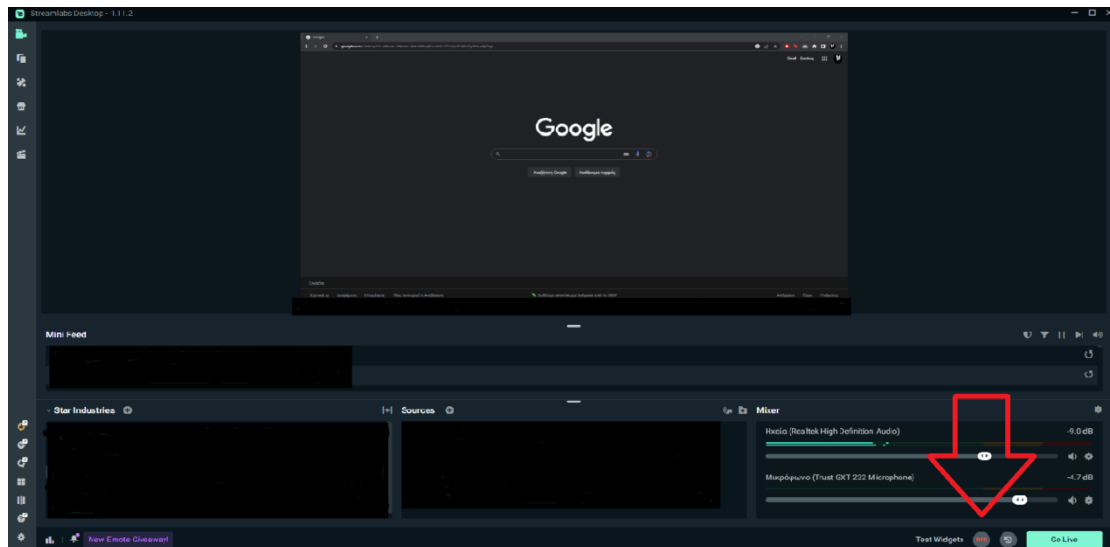


Εικόνα 6: Εργαλεία και δυνατότητες στο Seilias

Παρόμοια με το PhET, αλλά με λίγο διαφορετική διάταξη, τα εργαλεία για την δημιουργία της προσομοίωσης βρίσκονται δεξιά και πάνω στην οθόνη. Στα δεξιά της οθόνης μπορεί ο χρήστης να αλλάξει τις τιμές, για τις ανάγκες της παρατήρησης. Τα εργαλεία στο πάνω μέρος της οθόνης, επιτρέπουν στον χρήστη την αναπαραγωγή του βίντεο, δηλαδή την εκτόξευση του φωτονίου σε αυτήν την προσομοίωση με την ενέργεια που έχει επιλέξει. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης χάρακα για τον υπολογισμό της απόστασης των στιβάδων από τον πυρήνα και η εμφάνιση ενεργειακού διαγράμματος για τον υπολογισμό των ενεργειών διέγερσης και αποδιέγερσης του ηλεκτρονίου. Έτσι, μπορεί να δημιουργηθεί μια προσομοίωση στο πρότυπο του Bohr, με στόχο οι μαθητές να κατανοήσουν με ποια ενέργεια φωτονίου διεγείρεται το ηλεκτρόνιο και σε ποια στιβάδα θα μεταπηδήσει ανάλογα την ενέργεια αυτή.

2.2.3 Το πρόγραμμα καταγραφής οθόνης Streamlabs OBS

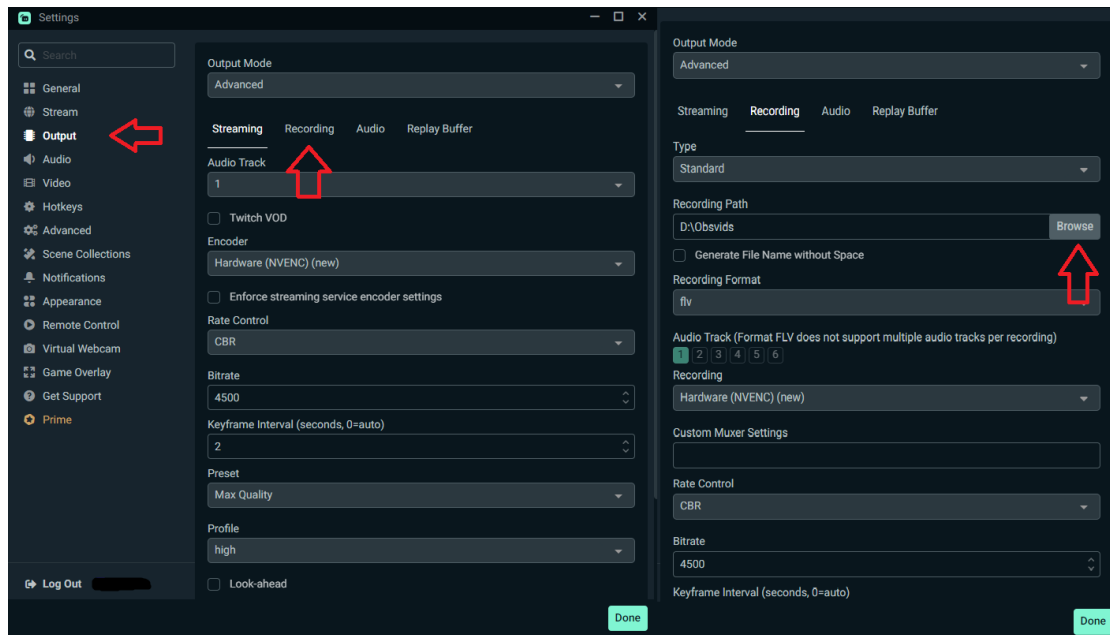
Τα προγράμματα PhET και Seilias δεν είναι τα μοναδικά που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των τελικών βίντεο προσομοιώσεων. Καθοριστικό ρόλο για την δημιουργία τους έπαιξε το πρόγραμμα Streamlabs OBS. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί να το κατεβάσει κανείς ελεύθερα χωρίς κάποια χρέωση στον προσωπικό του υπολογιστή και χρησιμοποιήθηκε στην διπλωματική εργασία για την καταγραφή περιεχομένου οθόνης. Το πρόγραμμα επιτρέπει με το πάτημα ενός κουμπιού να καταγράφει την οθόνη του υπολογιστή. Πατώντας ξανά το ίδιο κουμπί σταματάει η καταγραφή οθόνης και το βίντεο αποθηκεύεται αυτόματα σε ένα αρχείο που έχει ορίσει ο χρήστης.



Εικόνα 6: Το πρόγραμμα Streamlabs OBS

Στην εικόνα 6 φαίνεται το πρόγραμμα Streamlabs OBS, στην μέση της οθόνης μπορεί να δει ο χρήστης την επιφάνεια που καταγράφει το πρόγραμμα, στην συγκεκριμένη περίπτωση την αρχική σελίδα της Google. Κάτω δεξιά φαίνονται οι συσκευές εισόδου και εξόδου και κάτω από αυτές υπάρχει το κουμπί «REC». Πατώντας το, αρχίζει η καταγραφή οθόνης που φαίνεται στο κέντρο και το κουμπί γίνεται κόκκινο. Αν ο χρήστης το ξανά πατήσει, η καταγραφή σταματάει και το κουμπί επιστρέφει στο αρχικό του χρώμα. Με αυτήν την αλλαγή του χρώματος, καταλαβαίνει ο χρήστης αν συμβαίνει καταγραφή οθόνης ή όχι.

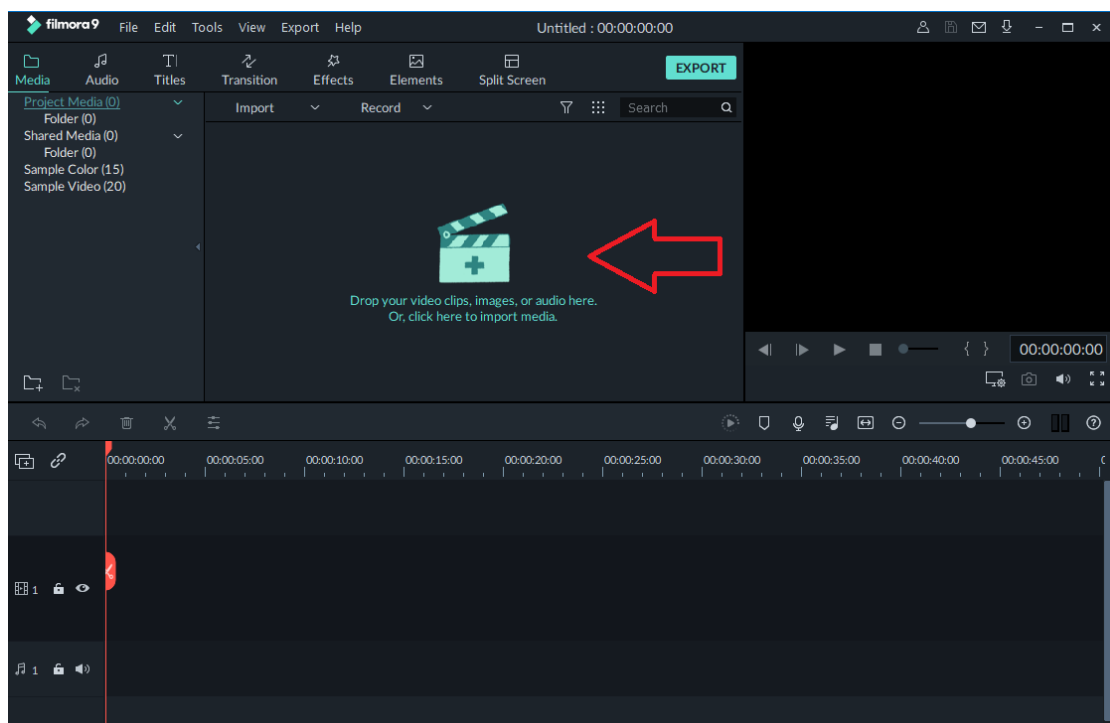
Μετά την καταγραφή οθόνης το βίντεο αποθηκεύεται σε κάποιο αρχείο που έχει ορίσει από πριν ο χρήστης. Για να το κάνει αυτό, επιλέγει τις ρυθμίσεις στο κάτω αριστερά μέρος που φαίνεται στην εικόνα 6. Στην συνέχεια επιλέγει την κατηγορία «Output», μετά κάνει κλικ στο «Recording» και τέλος επιλέγει στην κατηγορία «Recording Path» το κελί «Browse» και διαλέγει σε ποιον φάκελο θα αποθηκευτεί στον προσωπικό του υπολογιστή. Όπως φαίνεται στην εικόνα 7.



Εικόνα 7: Τρόπος αποθήκευσης αρχείου στο Streamlabs OBS

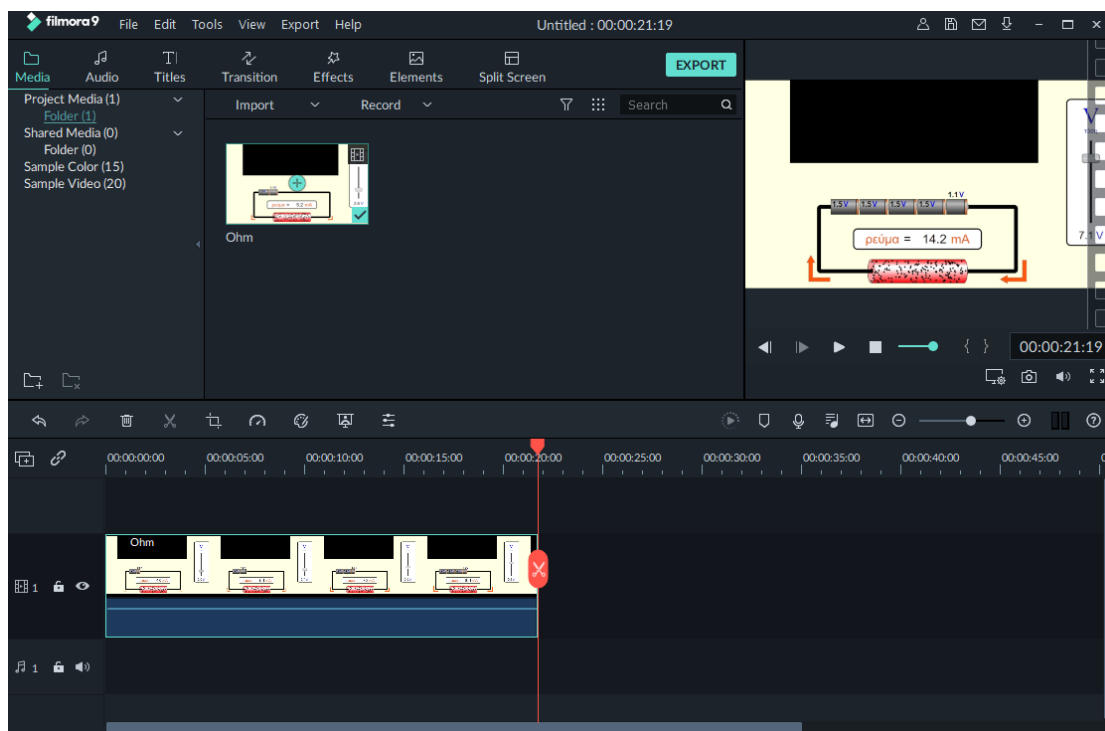
2.2.4 Το πρόγραμμα Wondershare Filmora9

Άλλο ένα πρόγραμμα που συνέβαλε στην δημιουργία των προσομοιώσεων είναι το Wondershare Filmora9. Ύστερα από την καταγραφή των πειραμάτων, όπως περιγράφηκε προηγουμένως, με το συγκεκριμένο πρόγραμμα εξάγεται το βίντεο στην τελική του μορφή και στο κατάλληλο αρχείο. Με αυτό το πρόγραμμα, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να κόψει κομμάτια του βίντεο, που αποθηκεύτηκε από την εγγραφή οθόνης, και να αποκρύψει σημεία του βίντεο για τους σκοπούς των φύλλων εργασίας, για την δημιουργία του τελικού αρχείου.



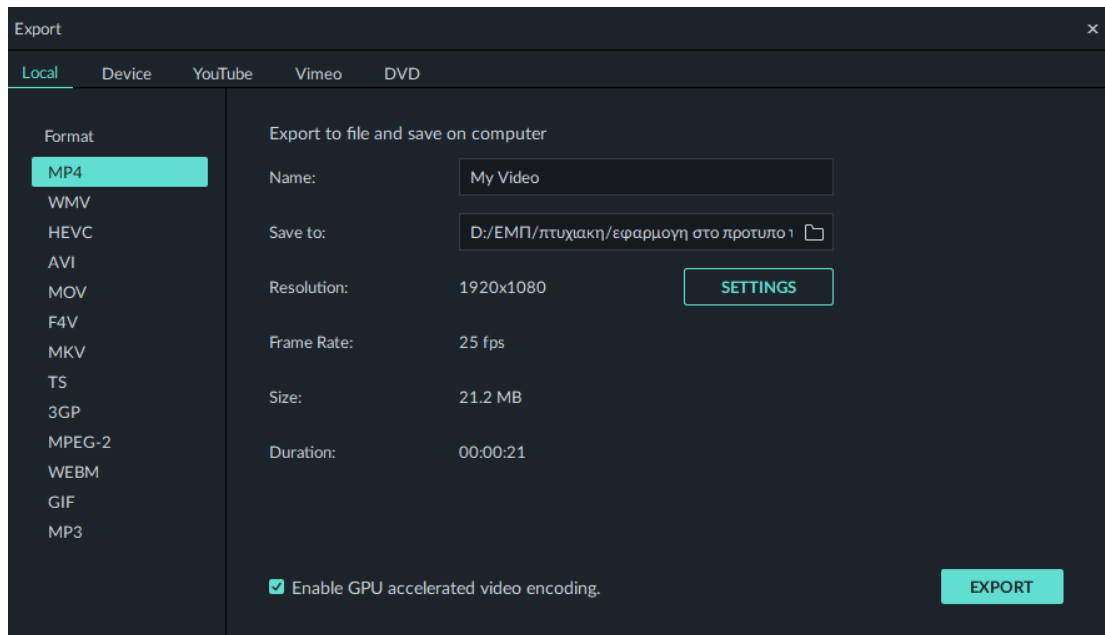
Εικόνα 8: Το πρόγραμμα Wondershare Filmora9

Στην εικόνα 8 φαίνεται το πρόγραμμα μόλις το ανοίξει ο χρήστης. Επιλέγοντας το «import» επιλέγει ο χρήστης το βίντεο που είχε δημιουργηθεί από την καταγραφή οθόνης και αυτό εμφανίζεται στην αντίστοιχη κατηγορία.



Εικόνα 9: Επεξεργασία του βίντεο στο Wondershare Filmora9

Στο κάτω μέρος της οθόνης ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί το βίντεο, το οποίο μπορεί να το αναπαράγει στο δεξί μέρος της οθόνης του, όπως φαίνεται στην εικόνα 9. Αφού γίνει η επεξεργασία του βίντεο ο χρήστης για να το αποθηκεύσει πρέπει να πατήσει το «export». Έτσι του εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σε τι είδος αρχείο θα αποθηκευτεί το βίντεο, με τι ανάλυση και μπορεί να επιλέξει σε ποιόν φάκελο θα το αποθηκεύσει, δίνοντας του την κατάλληλη ονομασία. Αφού τα έχει κάνει αυτά, πατάει το κουμπί «export» και το βίντεο είναι έτοιμο για χρήση. Στην συγκεκριμένη έρευνα, όλα τα βίντεο είναι σε αρχείο mp4 και έχουν ανάλυση 1920x1080.



Εικόνα 10: Εξαγωγή βίντεο στο Wondershare Filmora9

2.3 Περιγραφή έρευνας

Έγινε προσπάθεια να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του υλικού που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία με όλους τους περιορισμούς, κυρίως χρονικούς, που επιβάλλει η εκπόνηση μιας διπλωματικής εργασίας σε συνάρτηση τόσο με την χρονική περίοδο λειτουργίας των σχολειών όσο και τη διαθεσιμότητά τους για έρευνα. Η συγκεκριμένη έρευνα έλαβε χώρα στο 2^ο Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο Αθηνών, στο πλαίσιο της πρακτικής άσκησης, που δίνεται η δυνατότητα να έχουν οι φοιτητές από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο 01/05/2022 έως 30/06/2022, δηλαδή προς το τέλος της σχολικής χρονιάς. Την συγκεκριμένη χρονική περίοδο, οι μαθητές είχαν διδαχθεί το μεγαλύτερο μέρος της ύλης τους και είχαν εντρυφήσει σε αυτήν. Για αυτόν τον λόγο, σε συνεννόηση με τους διδάσκοντες τους, αποφασίστηκε να παρουσιαστούν στους μαθητές μόνο τα βίντεο πειράματα και όχι οι δραστηριότητες και οι εφαρμογές.

Η παρουσίαση του κάθε πειράματος διήρκησε μια διδακτική ώρα για το κάθε τμήμα μαθητών, που παραχωρήθηκε από τον διδάσκοντά τους. Τα εικονικά πειράματα πραγματοποιήθηκαν στα τρία τμήματα της Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας του σχολείου. Στο κάθε τμήμα παρουσιάστηκε διαφορετικό εικονικό πείραμα και η παράδοση των φύλλων εργασίας από τους μαθητές ήταν προαιρετική. Στο πρώτο τμήμα παρουσιάστηκε το εικονικό πείραμα στους αντιστάτες, στο δεύτερο τμήμα το πείραμα στην ηλεκτρεγερτική δύναμη και στο τρίτο τμήμα το πείραμα στους πυκνωτές. Τα φύλλα εργασίας αυτών των πειραμάτων, αλλά και αυτά των δραστηριοτήτων και των εφαρμογών, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, θα παρουσιαστούν στο επόμενο κεφάλαιο

που αφορά το εκπαιδευτικό υλικό. Επίσης, δόθηκε σε όλους τους μαθητές που συμμετείχαν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο έπρεπε να συμπληρώσουν αφού είχαν επεξεργαστεί το φύλλο εργασίας τους.

Η συμμετοχή των μαθητών κατά την παρουσίαση του βίντεο πειράματος ήταν υποχρεωτική, καθώς αντικαθιστούσε μια διδακτική τους ώρα, αλλά η επεξεργασία και η παράδοση των φύλλων εργασίας ήταν προαιρετική και δεν βαθμολογούταν, καθώς ο φόρτος εργασίας των μαθητών προς το τέλος της σχολικής χρονιάς ήταν ήδη μεγάλος. Έτσι, από τα τρία τμήματα μαθητών, παραλήφθηκαν 19 συμπληρωμένα φύλλα εργασίας με τα αντίστοιχα ερωτηματολόγια.

Συγκεκριμένα

- 7 φύλλα εργασίας από το πρώτο τμήμα για το πείραμα στους αντιστάτες,
- 6 φύλλα εργασίας από το δεύτερο τμήμα για το πείραμα της ηλεκτρεγερτικής δύναμης και
- 6 φύλλα εργασίας από το τρίτο τμήμα για το πείραμα στον πυκνωτή.

Τα ευρήματα της έρευνας και τα αποτελέσματα θα αναλυθούν εκτενέστερα στο 4^ο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας.

Για τη δημιουργία των εικονικών πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε τα λογισμικά PhET και Seilias. Για κάθε ένα από τα παραπάνω πειράματα δημιουργήθηκε κατάλληλη προσομοίωση. Στην συνέχεια, έγινε επεξεργασία της προσομοίωσης σε πρόγραμμα σε περίπτωση που χρειαζόταν να αποκρυφτούν κάποια δεδομένα από τους μαθητές για τις ανάγκες της επεξεργασίας των μετρήσεων, με στόχο την εξαγωγή της σε βίντεο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Μετά την εξαγωγή των βίντεο, ετοιμάστηκαν τα φύλλα εργασίας για το κάθε πείραμα, τα οποία ακολουθούσαν την ύλη της Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας, έτσι ώστε οι μαθητές να είναι εξοικειωμένοι με τους συμβολισμούς και τα μεγέθη που παρουσιάζονταν στα φύλλα εργασίας.

Πριν την παρουσίαση των βίντεο πειραμάτων στους μαθητές, τους έγινε μια εισαγωγή στις προσομοιώσεις μέσω βίντεο και τους παρουσιάστηκε, εν συντομία, το θεωρητικό υπόβαθρο που απαιτούνταν για το κάθε πείραμα. Στην συνέχεια, έγινε μια θεωρητική παρουσίαση κατά την οποία διδάχτηκε στους μαθητές ο τρόπος επεξεργασίας μετρήσεων ενός πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, αναλύθηκε η εξαγωγή πειραματικών αποτελεσμάτων μέσω χάραξης της «βέλτιστης καμπύλης» και της εξαγωγής πειραματικών μετρήσεων χρησιμοποιώντας την μέση τιμή. Επίσης, τους έγινε μια εισαγωγή για την παρουσίαση των πειραματικών αποτελεσμάτων και τα σημαντικά ψηφία. Γνώσεις που χρειάστηκαν για την επεξεργασία των φύλλων εργασίας.

Αφού οι μαθητές κατανόησαν τα παραπάνω, τους μοιράστηκαν τα φύλλα εργασίας για το αντίστοιχο πείραμα. Τα βίντεο πειράματα προβλήθηκαν, με χρήση προτζέκτορα, στο κάθε τμήμα μαθητών, και οι μαθητές ταυτόχρονα συμπλήρωναν τις πειραματικές τιμές στο φύλλο εργασίας τους. Στο τέλος οι μαθητές έκαναν επεξεργασία των μετρήσεων για εργασία στο σπίτι, ο κάθε ένας μόνος του και όχι ομαδικά, με στόχο την εξαγωγή πειραματικών αποτελεσμάτων.

Ο εκπαιδευτικός των μαθητών δεν συμμετείχε κατά την διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας, είχε τον ρόλο του επόπτη. Μαζί με την βοήθεια του εκπαιδευτικού, καταγράφηκαν παρατηρήσεις για την συμπεριφορά των μαθητών, σχετικά με τις δυσκολίες που μπορεί να συνάντησαν και την απήχηση που είχε αυτός ο τρόπος διδασκαλίας, αφού ήταν κάτι καινούριο για αυτούς που δεν είχαν ξανά βιώσει.

Τα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας αποτέλεσαν τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας, τα ερωτηματολόγια και οι παρατηρήσεις που καταγράφηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

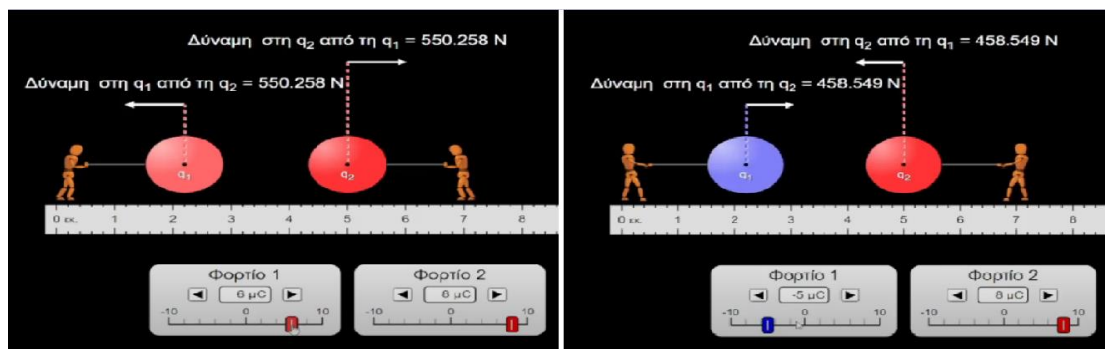
3.1 Δραστηριότητα: Νόμος του Coulomb

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι η εξαγωγή του νόμου Coulomb με διαδικασίες διερεύνησης.

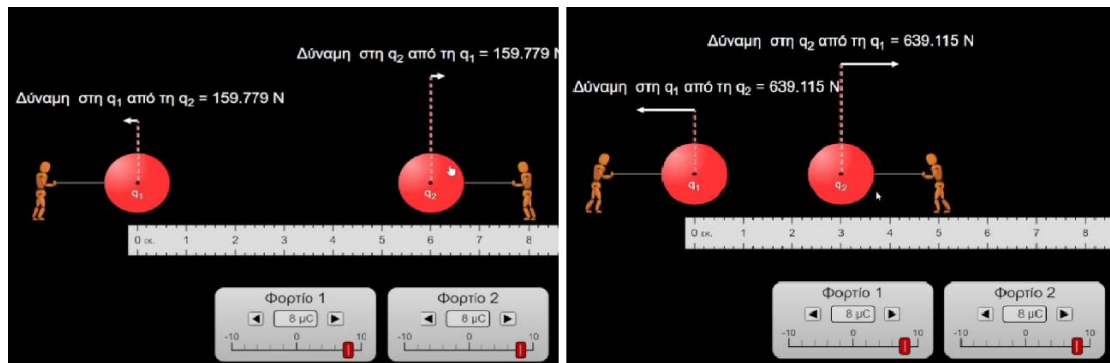
Περιγραφή της δραστηριότητας:

· Στο παρόν φύλλο εργασίας, αρχικά οι μαθητές παρακολουθούν μια προσομοίωση που υπάρχουν δύο φορτισμένα σφαιρίδια, για τα οποία μπορεί να μετρηθεί η μεταξύ τους απόσταση, αλλά και οι ηλεκτρικές δυνάμεις που αναπτύσσονται, αλλάζουν οι τιμές των φορτίων από θετικές σε αρνητικές, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να διαπιστώσουν την σχέση μεταξύ της κατεύθυνσης της δύναμης και των πρόσημων των φορτίων, αλλά και την κατανόηση του 3^{ου} νόμου του Νεύτωνα.



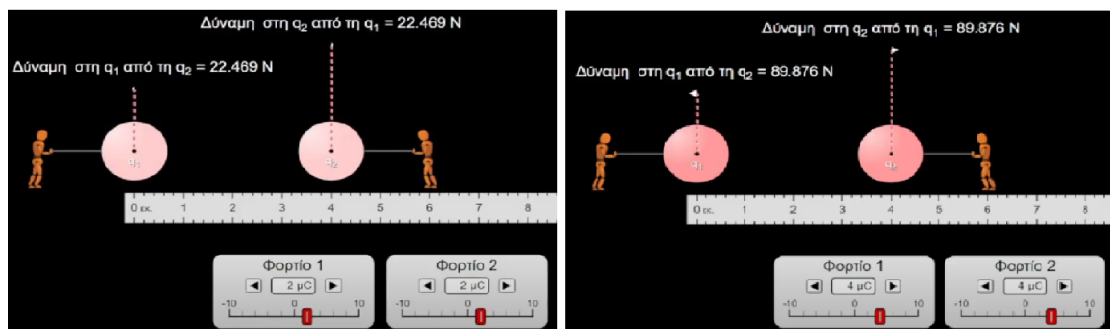
Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην επόμενη προσομοίωση, τα φορτία των σωματιδίων παραμένουν σταθερά, αλλά μεταβάλλεται η μεταξύ τους απόσταση, ζητείται από τους μαθητές να σημειώσουν τις τιμές της απόστασης και της δύναμης όταν συμβαίνουν οι αλλαγές, όπως φαίνεται παρακάτω, με σκοπό να εξάγουν την σχέση μεταξύ της δύναμης και της απόστασης των σωματιδίων.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Στην συνέχεια, στην νέα προσομοίωση, η απόσταση μεταξύ των φορτίων παραμένει σταθερή και αλλάζουν τα φορτία των σωματιδίων, όπως φαίνεται παρακάτω, με στόχο να κατανοήσουν την σχέση μεταξύ αλλαγής των φορτίων και της δύναμης. Μετά από αυτές της παρατηρήσεις, τους ζητείται να εξάγουν τον νόμο του Coulomb. Τέλος, τους ζητείται ο πειραματικός προσδιορισμός της σταθεράς k , από την τελευταία προσομοίωση που παρακολούθησαν.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

Σημείωση

Απαιτείται η γνώση των παρακάτω

- Δύο διανύσματα λέμε ότι είναι ίσα αν έχουν ίδιο μέτρο και ίδια κατεύθυνση. Δύο διανύσματα λέμε ότι είναι αντίθετα αν έχουν ίδιο μέτρο, ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά.
- Δύο μεγέθη x , y λέμε ότι είναι ανάλογα αν έχουν σταθερό πηλίκο ($x/y = \text{σταθερό}$)
- Δύο μεγέθη x , y λέμε ότι είναι αντιστρόφως ανάλογα αν έχουν σταθερό γινόμενο ($xy = \text{σταθερό}$)

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην προσομοίωση που θα παρακολουθήσετε έχουμε δύο φορτισμένα σφαιρίδια, για τα οποία μπορούμε να μετρήσουμε την μεταξύ τους απόσταση, αλλά και τις ηλεκτρικές δυνάμεις που αναπτύσσονται.

Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Διάνυσμα της δύναμης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=oRGUwy_nkKw&ab_channel=MrNidro . Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο αλλάζουμε την τιμή των φορτίων από θετικά σε αρνητικά.

1. Τι παρατηρείτε για την κατεύθυνση των δυνάμεων σε σχέση με το πρόσημο των δύο φορτίων; Πότε τα σφαιρίδια έλκονται και πότε απωθούνται;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Παρατηρώντας τις τιμές του μέτρου και την κατεύθυνση των δυνάμεων που ασκούνται στο κάθε σφαιρίδιο αντίστοιχα, τι μπορείτε να πείτε; Τα διανύσματα των δυνάμεων είναι άνισα, είναι ίσα ή είναι αντίθετα; Η απάντησή σας είναι αναμενόμενη; Σχετίζεται με κάποιο νόμο της φυσικής που μάθατε στην προηγούμενη τάξη;

.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή απόστασης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=qHHd84iGCZg&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Όπως φαίνεται στο βίντεο, τα φορτία των δύο στοιχείων είναι γνωστά και μέσω του χάρακα που υπάρχει μπορεί να υπολογιστεί η μεταξύ τους απόσταση r . Επίσης, φαίνεται και το μέτρο F των δυνάμεων. Κρατώντας τα δύο φορτία σταθερά και ίσα με $8 \mu\text{C}$ και $8 \mu\text{C}$ αντίστοιχα, αλλάζει η απόσταση. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για την αρχική και τελική απόσταση των δύο φορτίων.

r (cm)	r^2 (cm ²)	F (N)

4. Τι παρατηρείτε για τις τιμές της δύναμης σε σχέση με την απόσταση; Η δύναμη αυξάνεται ή ελαττώνεται όταν μειώνεται η απόσταση;

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....

5. Με βάση τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, εξετάστε αν η δύναμη είναι ανάλογη ή αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση ή αν η δύναμη είναι ανάλογη ή αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή φορτίων», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=ZLEN8QCrDMw&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό το βίντεο η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων παραμένει σταθερή και ίση με 4 cm, ενώ κάθε φορά αλλάζουμε το φορτίο των δύο σφαιρών. Έτσι, προκύπτουν οι δύο πρώτες στήλες του παρακάτω πίνακα. Συμπληρώστε παρατηρώντας το βίντεο τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα.

Q_1 (μC)	Q_2 (μC)	$Q_1Q_2(\mu\text{C}^2)$	F (N)
2	2		
4	2		
4	4		

7. Παρατηρώντας τις στήλες του γινομένου των φορτίων και της δύναμης, τι παρατηρείτε για αυτούς τους όρους. Είναι τα ποσά ανάλογα ή αντιστρόφως ανάλογα;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

8. Συνοψίζοντας τις παραπάνω παρατηρήσεις σας, ποια είναι η σχέση που συνδέει την δύναμη με τα φορτία και την απόσταση;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

9. Ελέγξτε αν τα συμπεράσματά σας είναι συμβατά με τον νόμο που διατύπωσε ο Coulomb για την τιμή του μέτρου της δύναμης αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο φορτισμένων σωματιδίων. Συγκεκριμένα η μαθηματική διατύπωση του νόμου είναι η παρακάτω:

$$F = k \frac{|Q_1 Q_2|}{r^2}$$

Όπου k είναι μια σταθερά που εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτία. Γράψτε κατά πόσο ήταν συμβατά τα συμπεράσματά σας με τον παραπάνω νόμο.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....

10. Στα βίντεο που παρατηρήσατε τα φορτία βρισκόντουσαν στον ατμοσφαιρικό αέρα. Δοκιμάστε για τα τρία ζεύγη φορτίων του προηγούμενου πίνακα ($r=4\text{cm}$) να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς k με τις κατάλληλες μονάδες στο SI.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

11. Υπολογίστε την μέση τιμή των τριών τιμών της σταθεράς k που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα. Ανοίξτε το σχολικό βιβλίο και συγκρίνεται το δικό σας αποτέλεσμα με αυτό που αναφέρεται στο βιβλίο.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

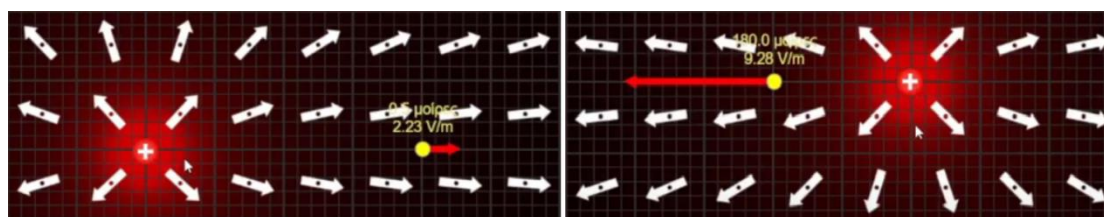
3.2 Δραστηριότητα: Υπολογισμός ηλεκτρικού πεδίου και κατεύθυνσης

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι ο υπολογισμός του ηλεκτρικού πεδίου σημείου κοντά σε φορτισμένα σωματίδια και της κατεύθυνσης του με χρήση προσομοιωτή.

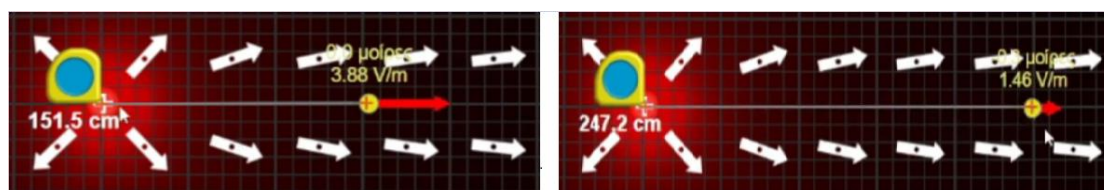
Περιγραφή της δραστηριότητας:

· Στο παρόν φύλλο εργασίας, οι μαθητές αρχικά παρατηρούν ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο, το οποίο τοποθετείται δεξιά και μετά αριστερά από έναν αισθητήρα, έτσι φαίνεται η τιμή και η κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου, προκειμένου να κατανοήσουν την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου σε σχέση με το φορτίο του, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Ταυτόχρονα τους ζητείται να σημειώσουν αυτές τις τιμές, προκειμένου να κατανοήσουν την επαλληλία που ισχύει σε περίπτωση που υπάρξουν στο ίδιο σύστημα, ταυτόχρονα αυτά τα φορτία.



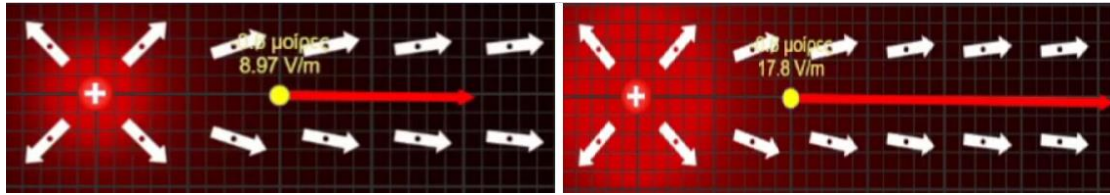
Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην συνέχεια, παρατηρούν ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο όπου βρίσκεται σε μια αρχική θέση από τον αισθητήρα. Μετά αυτή η απόσταση αλλάζει προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση μεταξύ της απόστασης του σωματιδίου και της τιμής του ηλεκτρικού πεδίου, όπως φαίνεται παρακάτω.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Τέλος, παρατηρούν μια άλλη προσομοίωση όπου προστίθενται πολλά ίδια φορτία στην ίδια απόσταση με τον αισθητήρα, έτσι ώστε να παρατηρήσουν την σχέση του ηλεκτρικού πεδίου με την αλλαγή φορτίου, όπως φαίνεται παρακάτω.



Η διάταξη στην τρίτη προσομοίωση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ηλεκτρικό πεδίο θετικά φορισμένων σωματιδίων», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=R2poUUN4Mqw&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο βλέπουμε έναν αισθητήρα τοποθετημένο πάνω στο πλέγμα. Αρχικά, τοποθετούμε ένα θετικά φορισμένο σωματίδιο στην ίδια ευθεία με τον αισθητήρα. Στην συνέχεια, τοποθετούμε το ίδιο σωματίδιο σε μια διαφορετική θέση στην ίδια ευθεία.

2. Τι παρατηρείτε για την κατεύθυνση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, σε σχέση με θέση του φορισμένου σωματιδίου;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα τις τιμές του ηλεκτρικού πεδίου, όταν το φορισμένο σωματίδιο βρίσκεται αριστερά και δεξιά του αισθητήρα αντίστοιχα.

$E_{αριστερά}$ (V/m)	$E_{δεξιά}$ (V/m)
----------------------	-------------------

--	--

Αν τοποθετούνταν ταυτόχρονα και τα δύο φορτισμένα σωματίδια ποιο θα είναι το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο; Προσέξτε την κατεύθυνση του κάθε ηλεκτρικού πεδίου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Επαλήθευση ηλεκτρικού πεδίου» , στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=vY4bmPv3qAc&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε περίπτωση που ο παραπάνω υπολογισμός σας διαφέρει από αυτό που βλέπετε στο βίντεο, εξηγήστε για ποιον λόγο συνέβη αυτό.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή απόστασης» , στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=NcBfxqwpAJQ&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο βλέπουμε ένα φορτισμένο σωματίδιο και έναν αισθητήρα. Μετακινούμε τον αισθητήρα μετρώντας την απόσταση από το σωματίδιο και παίρνουμε τις τιμές του ηλεκτρικού πεδίου. Το σωματίδιο έχει φορτίο 1nC . Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

r (cm)	E (V/m)

6. Ποια είναι η σχέση ανάμεσα σε ένταση ηλεκτρικού πεδίου και απόσταση;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ηλεκτρικό πεδίο και φορτία» , στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=IYFPu5t1CX4&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο, ο αισθητήρας παραμένει σταθερός στο ίδιο σημείο και κάθε φορά προσθέτουμε φορτία 1nC , στο ίδιο σημείο με το αρχικό.

8. Ποια είναι η σχέση ανάμεσα σε ένταση ηλεκτρικού πεδίου και φορτίου;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

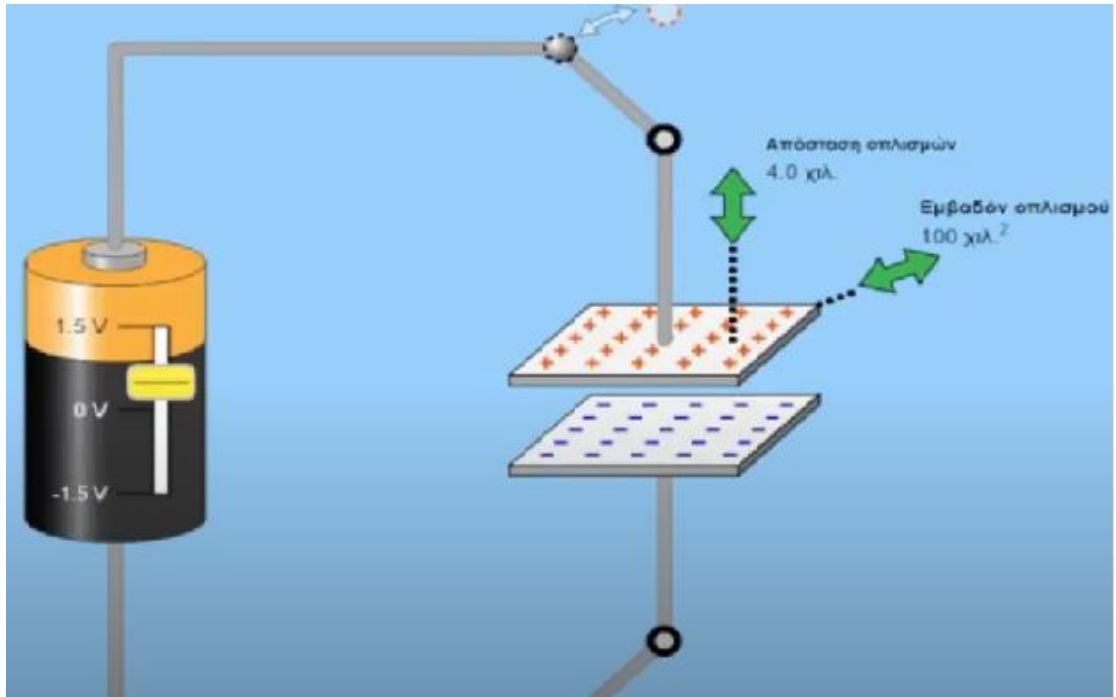
3.3 Δραστηριότητα: Χωρητικότητα πυκνωτή

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι η κατανόηση του φυσικού μεγέθους της χωρητικότητας του πυκνωτή και από ποιους παράγοντες εξαρτάται.

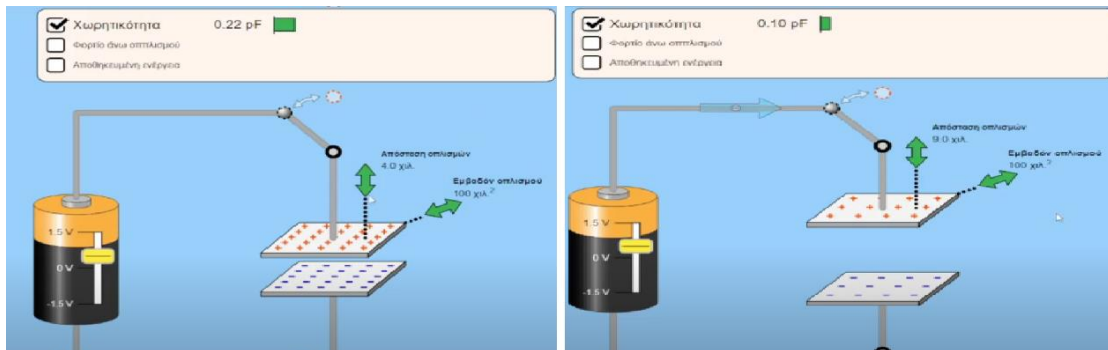
Περιγραφή της δραστηριότητας:

Στον παρόν φύλλο εργασίας, οι μαθητές παρακολουθούν ένα κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από μια μπαταρία, στην οποία μπορεί να αλλαχτεί η τάση της και δύο παράλληλες μεταξύ τους πλάκες που μπορεί να μεταβληθεί το εμβαδόν τους και απόστασή τους, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



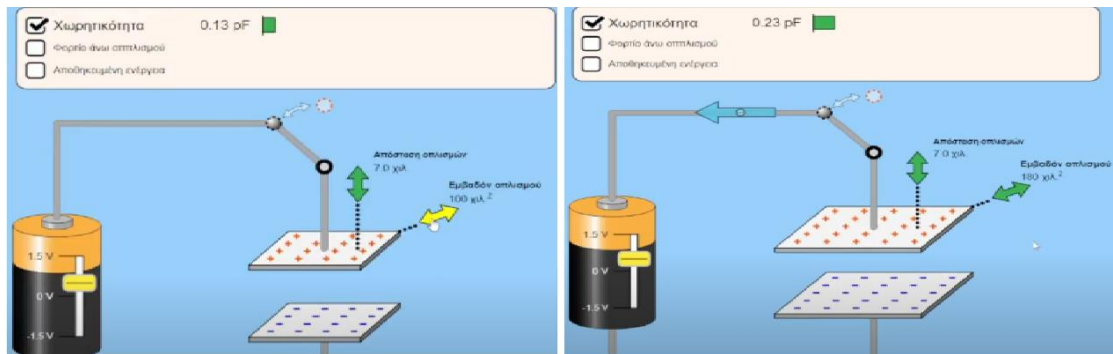
Η πειραματική διάταξη.

· Αρχικά, βλέπουν την μεταβολή της απόστασης των οπλισμών και την αντίστοιχη αλλαγή στην χωρητικότητα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, σημειώνοντας τις τιμές αυτές, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση αυτών των δύο μεγεθών.



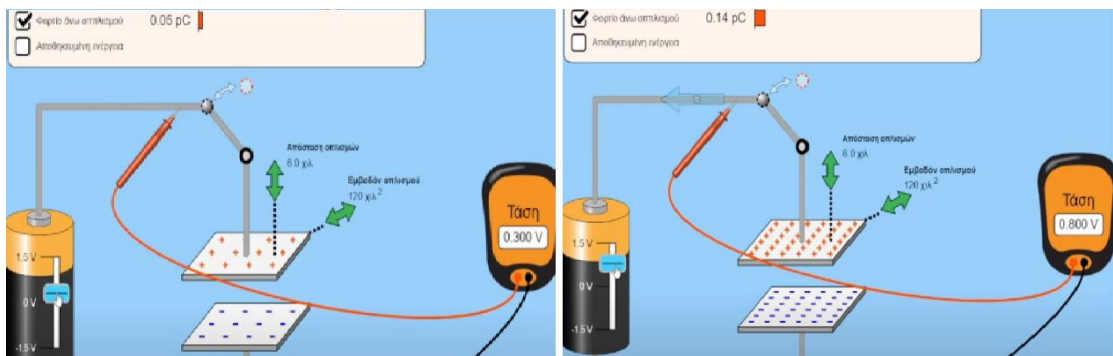
Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην συνέχεια, παρατηρούν την αλλαγή του εμβαδόν των πλακών και την αντίστοιχη αλλαγή στην χωρητικότητα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, σημειώνοντας τις τιμές αυτές, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση αυτών των δύο μεγεθών.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Στην επόμενη προσομοίωση παρατηρούν και σημειώνουν τις αλλαγές στην τάση του κυκλώματος και τις αλλαγές που αυτή επιφέρει στο φορτίο των πλακών, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, προκειμένου να παρατηρήσουν την μεταξύ τους σχέση. Τέλος, για την ίδια προσομοίωση τους ζητείται να υπολογίσουν την χωρητικότητα από τις τιμές της τάσης και του φορτίου, με στόχο να παρατηρήσουν τις τιμές της χωρητικότητας και να κατανοήσουν από ποια μεγέθη αυτή εξαρτάται.



Η διάταξη στην τρίτη προσομοίωση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην προσομοίωση που θα παρακολουθήσετε, παρατηρείτε ένα κύκλωμα το οποίο αποτελείται από μια μπαταρία, στην οποία μπορεί να αλλαχτεί η τάση της και δύο παράλληλες μεταξύ τους πλάκες που μπορεί να μεταβληθεί το εμβαδόν τους και απόστασή τους.

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή απόστασης οπλισμών», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=iWHJ3cyRzMM&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο αυτό, μεταβάλλεται η απόσταση μεταξύ των πλακών του πυκνωτή, κρατώντας την τάση του σταθερή.

2. Παρατηρώντας τις τιμές της χωρητικότητας κατά την αλλαγή της απόστασης των πλακών, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Συμβολίζουμε με L την απόσταση των οπλισμών και με C την χωρητικότητα.

C (pF)	L (mm)

3. Ποια είναι η σχέση που συνδέει τα παραπάνω μεγέθη με βάση το βίντεο που παρακολουθήσατε; Είναι ανάλογα ή αντιστρόφως ανάλογα τα μεγέθη;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή εμβαδόν οπλισμών», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=t0OXyt6FSYI&ab_channel=MrNidro.

Η με χρήση Qr Code:



Αυτήν την φορά, η απόσταση οπλισμών και η τάση διατηρούνται σταθερές και το εμβαδόν των οπλισμών μεταβάλλεται.

5. Παρατηρώντας τις τιμές της χωρητικότητας κατά την αλλαγή του εμβαδόν των πλακών, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Συμβολίζουμε με S το εμβαδόν των οπλισμών και με C την χωρητικότητα.

C (pF)	S (mm ²)

6. Ποια είναι η σχέση που συνδέει τα παραπάνω μεγέθη με βάση το βίντεο που παρακολουθήσατε; Είναι ανάλογα ή αντιστρόφως ανάλογα τα μεγέθη;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή τάσης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=umqkNTII_V0&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Αυτή την φορά η απόσταση οπλισμών και το εμβαδόν τους παραμένουν σταθερά, ενώ αλλάζει η τάση τροφοδοσίας.

8. Παρακολουθώντας τις τιμές της τάσης και του φορτίου συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Συμβολίζουμε με V την τάση και Q το φορτίο των οπλισμών.

V (V)	Q (pC)

9. Τα παραπάνω μεγέθη είναι ανάλογα ή αντιστρόφως ανάλογα;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

10. Ορίζεται η χωρητικότητα ενός πυκνωτή, C , ως το πηλίκο του φορτίου των οπλισμών προς την τάση τροφοδοσίας. Με βάση αυτόν τον ορισμό κάντε τον υπολογισμό της χωρητικότητας για τον παραπάνω πίνακα.

V (V)	Q (pC)	C (pF)

11. Τι παρατηρείτε για τις τιμές της χωρητικότητας που υπολογίσατε;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. Με βάση τις προηγούμενες παρατηρήσεις σας, εξηγήστε από ποια μεγέθη εξαρτάται η χωρητικότητα ενός πυκνωτή.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 Δραστηριότητα: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση και νόμος του Ohm

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι να διαπιστώσουν οι μαθητές τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός αντιστάτη και να εφαρμόσουν τον νόμο του Ohm.

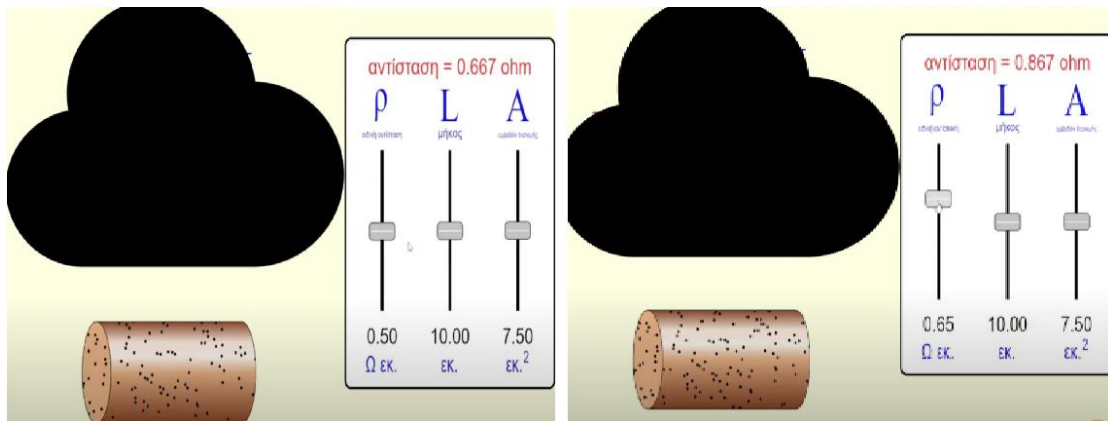
Περιγραφή της δραστηριότητας:

Στο παρόν φύλλο εργασίας, οι μαθητές παρατηρούν έναν αντιστάτη και συγκεκριμένα ένα κομμάτι σύρματος πρακτικά σταθερής θερμοκρασίας. Υπάρχει η δυνατότητα να αλλάζει το υλικό, το μήκος του και το εμβαδόν του σύρματος. Παράλληλα, φαίνεται η τιμή της αντίστασης του σύρματος, όπως φαίνεται παρακάτω.

The diagram illustrates the relationship between resistance (R) and its physical parameters. On the left, the formula $R = \frac{\rho L}{A}$ is shown, with R in red and the other variables in blue. Below the formula is a 3D rendering of a cylindrical wire with a textured surface. On the right, a simulation interface is shown with a black border. At the top, it displays 'αντίσταση = 0.667 ohm' in red. Below this are three vertical sliders, each with a grey knob. The first slider is labeled with the Greek letter rho (ρ) and 'ειδική αντίσταση' (specific resistance), with a value of 0.50 Ω εκ. below it. The second slider is labeled with the Greek letter L and 'μήκος' (length), with a value of 10.00 εκ. below it. The third slider is labeled with the Greek letter A and 'εμβαδόν διατομής' (cross-sectional area), with a value of 7.50 εκ.² below it.

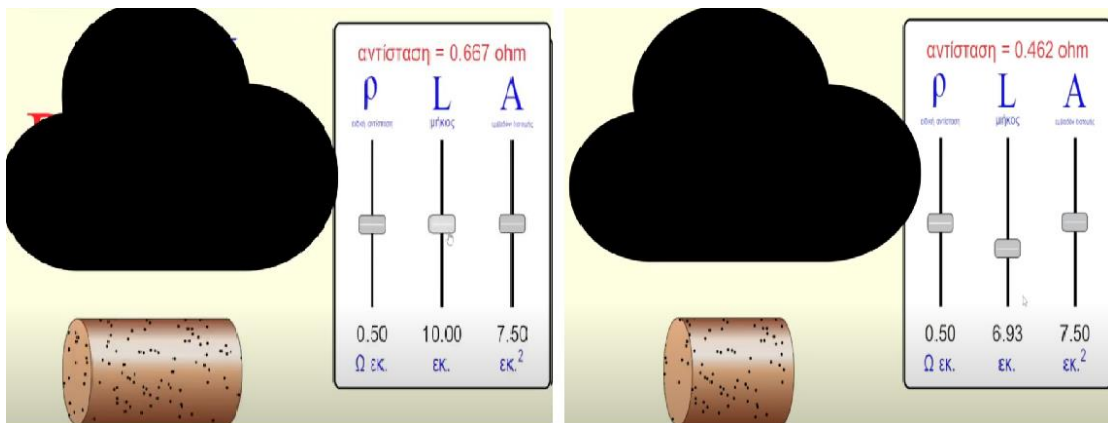
Η πειραματική διάταξη.

· Στην πρώτη προσομοίωση, παρατηρούν και σημειώνουν την αλλαγή στην τιμή της ειδικής αντίστασης και την αλλαγή της αντίστασης που αυτή επιφέρει, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών.



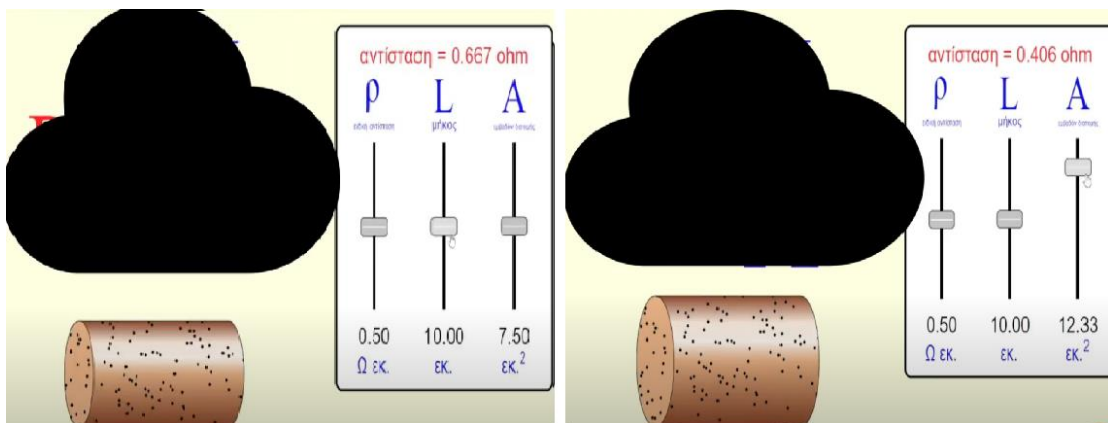
Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην δεύτερη προσομοίωση παρατηρούν και σημειώνουν την αλλαγή στο μήκος και την αλλαγή της αντίστασης που αυτό επιφέρει, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών.



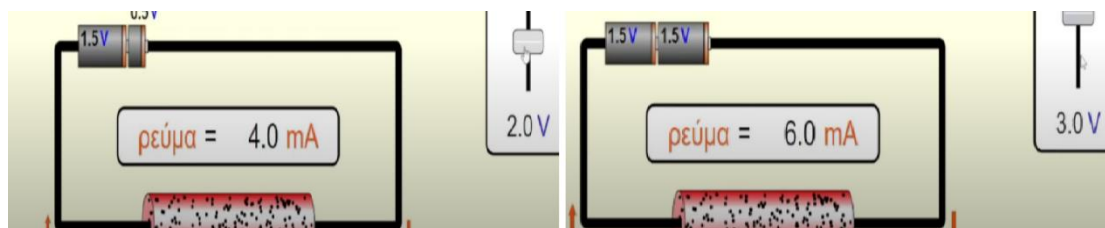
Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Στην τρίτη προσομοίωση, παρατηρούν και σημειώνουν την αλλαγή στο εμβαδόν και την αλλαγή της αντίστασης που αυτό επιφέρει, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών.



Η διάταξη στην τρίτη προσομοίωση.

· Τέλος, παρατηρούν ένα κύκλωμα με μια μπαταρία και έναν αντιστάτη (ένα κομμάτι σύρματος) συνδεδεμένα σε σειρά, όπως φαίνεται παρακάτω. Αλλάζοντας τις τιμές της τάσης, παρατηρούν ότι αλλάζει και η ένταση του ρεύματος. Έτσι σημειώνουν αυτές τις τιμές, και με χρήση του νόμου του Ohm ζητείται ο υπολογισμός της αντίστασης σε κάθε περίπτωση.



Η διάταξη στην τέταρτη προσομοίωση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην προσομοίωση που θα παρακολουθήσετε παρατηρούμε έναν αντιστάτη και συγκεκριμένα ένα κομμάτι σύρματος πρακτικά σταθερής θερμοκρασίας. Έχουμε την δυνατότητα να αλλάζουμε το υλικό, το μήκος του και το εμβαδόν του σύρματος. Παράλληλα, φαίνεται η τιμή της αντίστασης του σύρματος μετά από κάθε αλλαγή. Κάθε υλικό έχει διαφορετική αγωγιμότητα στο ηλεκτρικό ρεύμα. Το φυσικό μέγεθος ειδική αντίσταση έχει χαρακτηριστική τιμή για κάθε υλικό και όσο πιο μικρή είναι η τιμή της ειδικής αντίστασης τόσο καλύτερη ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσιάζει το υλικό.

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ειδική αντίσταση», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=e3KMGju3lmM&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Όπου, όπως φαίνεται, αλλάζουμε την τιμή της ειδικής αντίστασης και μετράμε την αντίσταση.

2. Με βάση το παραπάνω βίντεο συμπληρώστε τις τιμές του παρακάτω πίνακα όπου συμβολίζουμε με R την αντίσταση του αντιστάτη και ρ την ειδική αντίσταση.

A/A	ρ (Ωcm)	R (Ω)
1		
2		
3		
4		
5		

3. Τι παρατηρείτε για τις τιμές της ειδικής αντίστασης σε σχέση με την αντίσταση του αντιστάτη; Η αντίσταση αυξάνεται ή ελαττώνεται όταν αυξάνεται η ειδική αντίσταση;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Μήκος», στον παρακάτω σύνδεσμο: https://www.youtube.com/watch?v=OS6ERljY_k8&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Όπου, όπως φαίνεται, αλλάζουμε την τιμή του μήκους του αντιστάτη και μετράμε την αντίστασή του.

5. Με βάση το παραπάνω βίντεο συμπληρώστε τις τιμές του παρακάτω πίνακα όπου συμβολίζουμε με R την αντίσταση του αντιστάτη και L το μήκος του.

A/A	L(cm)	R (Ω)
1		
2		
3		
4		
5		

6. Τι παρατηρείτε για τις τιμές του μήκους σε σχέση με την αντίσταση του αντιστάτη; Η αντίσταση αυξάνεται ή ελαττώνεται όταν μειώνεται το μήκος;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Εμβαδόν», στον παρακάτω σύνδεσμο: https://www.youtube.com/watch?v=pf3OEIwHbhA&ab_channel=MrNidro.

Η με χρήση Qr Code:



Όπου, όπως φαίνεται, αλλάζουμε την τιμή του εμβαδόν του αντιστάτη και μετράμε την αντίστασή του.

8. Με βάση το παραπάνω βίντεο συμπληρώστε τις τιμές του παρακάτω πίνακα όπου συμβολίζουμε με R την αντίσταση του αντιστάτη και A εμβαδόν του.

A/A	A (cm^2)	R (Ω)

1		
2		
3		
4		
5		

9. Τι παρατηρείτε για τις τιμές του εμβαδόν σε σχέση με την αντίσταση του αντιστάτη; Η αντίσταση αυξάνεται η ελαττώνεται όταν αυξάνεται το εμβαδόν;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

10. Ελέγξτε αν τα παραπάνω συμπεράσματά σας είναι συμβατά με την μαθηματική διατύπωση του υπολογισμού της αντίστασης ενός μεταλλικού σύρματος, όπως φαίνεται παρακάτω.

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

11. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ohm», στον παρακάτω σύνδεσμο:
https://www.youtube.com/watch?v=Y6mYNuEhzC8&ab_channel=MrNidro .
Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο παρατηρούμε ένα κύκλωμα με μια μπαταρία και έναν αντιστάτη (ένα κομμάτι σύρματος) συνδεδεμένα σε σειρά. Αλλάζοντας τις τιμές της τάσης, παρατηρούμε ότι αλλάζει και η ένταση του ρεύματος.

12. Με βάση το παραπάνω βίντεο, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Όπου V η τάση, I η ένταση και R η αντίσταση του σύρματος. Για την συμπλήρωση της τελευταίας στήλης του κυκλώματος, χρησιμοποιήστε τον νόμο του Ohm $R = \frac{V}{I}$.

A/A	V (V)	I (mA)	R (Ω)
1			
2			
3			
4			
5			

13. Τι παρατηρείτε για την εξάρτηση της αντίστασης του κυκλώματος σε σχέση με την τάση και την ένταση του ρεύματος;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

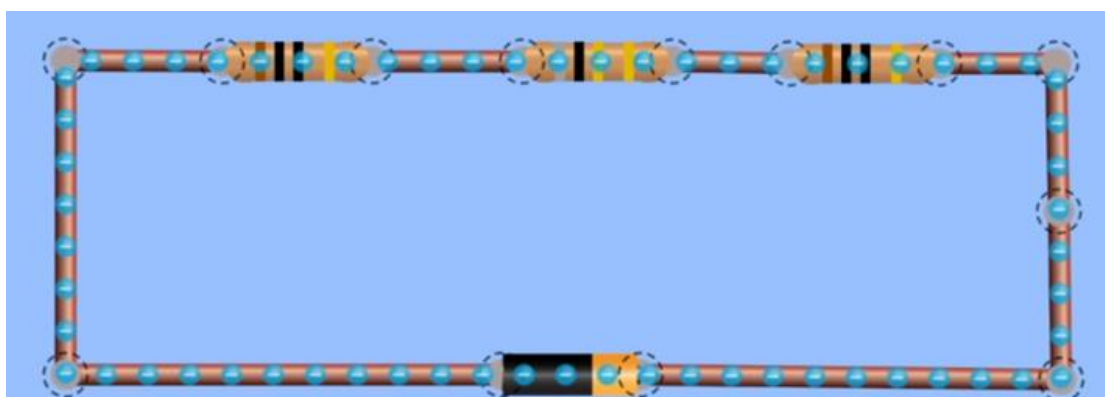
3.5 Δραστηριότητα: Σύνδεση αντιστατών σε σειρά

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι κατανόηση της συνδεσμολογίας αντιστατών σε σειρά από τους μαθητές με χρήση ενός εικονικού προσομοιωτή.

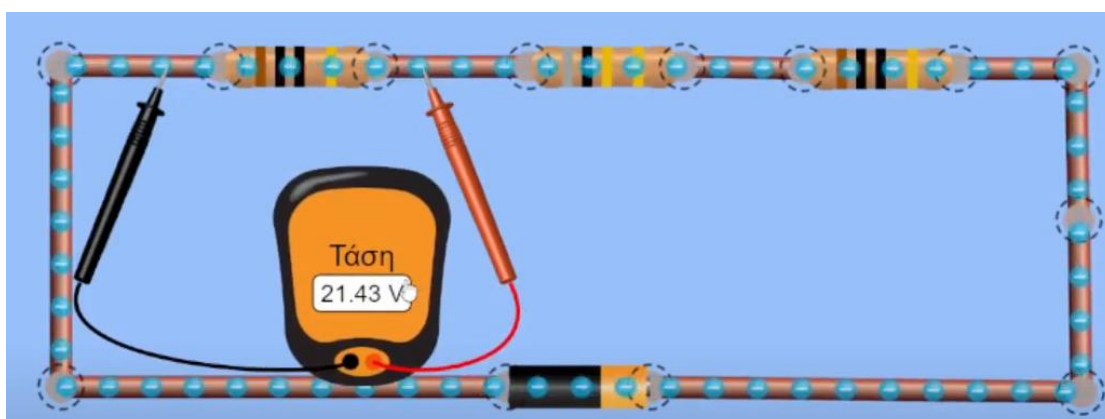
Περιγραφή της δραστηριότητας:

Στο παρόν φύλλο εργασίας, οι μαθητές παρακολουθούν ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από μια πηγή και τρεις αντιστάτες συνδεδεμένους σε σειρά, όπως φαίνεται παρακάτω.



Η πειραματική διάταξη.

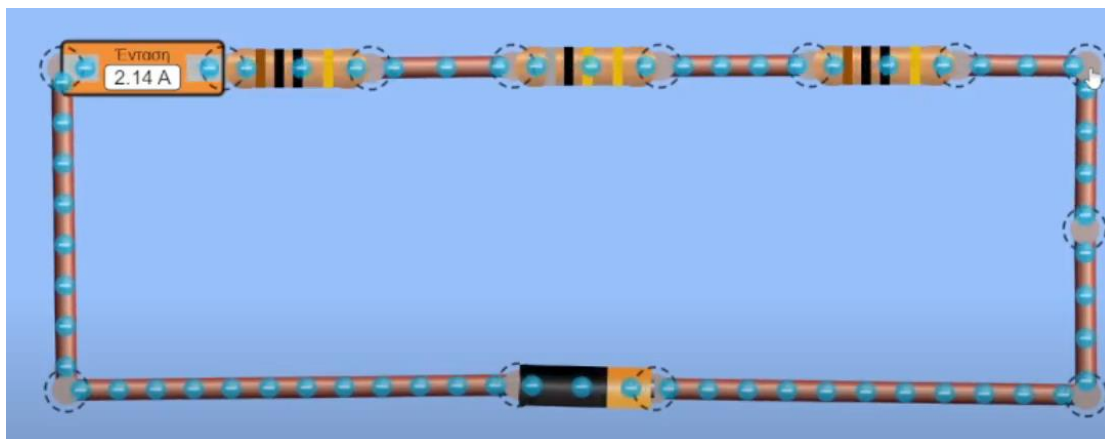
· Στην πρώτη προσομοίωση, παρατηρούν και καταγράφουν την μέτρηση της τάσης στα άκρα της πηγής και στα άκρα της κάθε αντίστασης αντίστοιχα, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να εξάγουν την σχέση που συνδέει τις τάσεις στην σύνδεση σε σειρά.



Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην δεύτερη προσομοίωση, παρατηρούν και καταγράφουν την μέτρηση της έντασης στα άκρα της πηγής και στα άκρα της κάθε αντίστασης αντίστοιχα, όπως

φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να εξάγουν την σχέση που συνδέει τις εντάσεις στην σύνδεση σε σειρά.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Τέλος, με βάση τις προηγούμενες σημειώσεις τους, ζητείται από τους μαθητές να κάνουν χρήση του νόμου του Ohm για να υπολογίσουν την αντίσταση σε κάθε περίπτωση, προκειμένου να εξάγουν την σχέση που συνδέει τις αντιστάσεις στην σύνδεση σε σειρά.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Τάση σε σειρά», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=b6GJK9OEzdc&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό το βίντεο μετριέται με χρήση ενός Βολτόμετρου η τάση στα άκρα της πηγής και στα άκρα των αντιστατών διαδοχικά.

2. Με χρήση του κουμπιού της παύσης συμπληρώστε τις παρακάτω τιμές.

ΤΑΣΗ ΠΗΓΗΣ

$V = \dots\dots\dots$

ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΟΥ 1^{ΟΥ} ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

$V_1 = \dots\dots\dots$

ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΟΥ 2^{ΟΥ} ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

$V_2 = \dots\dots\dots$

ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΟΥ 3^{ΟΥ} ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

$V_3 = \dots\dots\dots$

Ποια σχέση συνδέει τις παραπάνω τάσεις;

.....
.....

3. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ένταση σε σειρά», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=XY3D99BX9Us&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό το βίντεο μετριέται με χρήση ενός Αμπερομέτρου η ένταση στα άκρα της πηγής και στα άκρα των αντιστατών διαδοχικά.

4. Με χρήση του κουμπιού της παύσης συμπληρώστε τις παρακάτω τιμές.

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΠΗΓΗΣ ΚΑΙ 1^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

$I_1 = \dots\dots\dots$

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ 1^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ 2^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

$I_2 = \dots\dots\dots$

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ 2^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ 3^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

$I_3 = \dots\dots\dots$

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ 3^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΗΓΗΣ

$I_4 = \dots\dots\dots$

Ποια σχέση συνδέει τα παραπάνω ρεύματα;

.....
.....

5. Με βάση τις τιμές των τάσεων και εντάσεων που βρήκατε παραπάνω υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων, με χρήση του νόμου του Ohm, R_1 , R_2 , R_3 , $R_{ολ}$.

$R_1 = \dots\dots\dots$ $R_2 = \dots\dots\dots$ $R_3 = \dots\dots\dots$ $R_{ολ} = \dots\dots\dots$

Ποια σχέση συνδέει τις τιμές των παραπάνω αντιστάσεων;

.....
.....

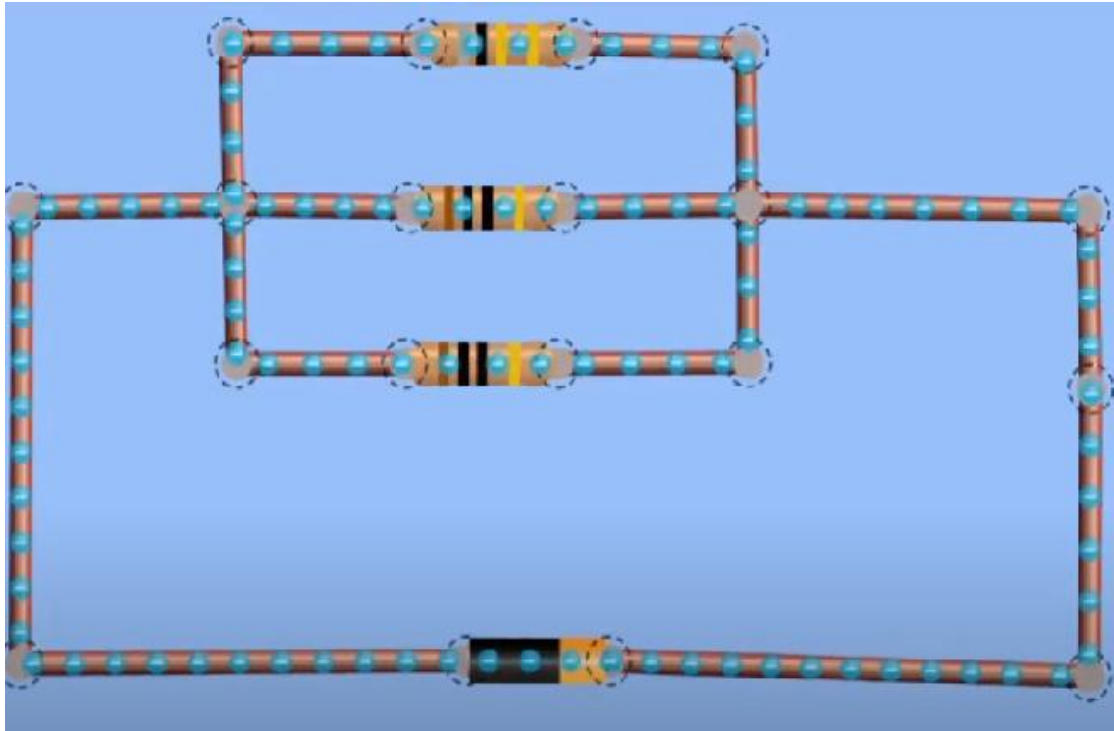
3.6 Δραστηριότητα: Σύνδεση αντιστατών παράλληλα

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι κατανόηση της συνδεσμολογίας αντιστατών σε παράλληλη σύνδεση από τους μαθητές με χρήση ενός εικονικού προσομοιωτή.

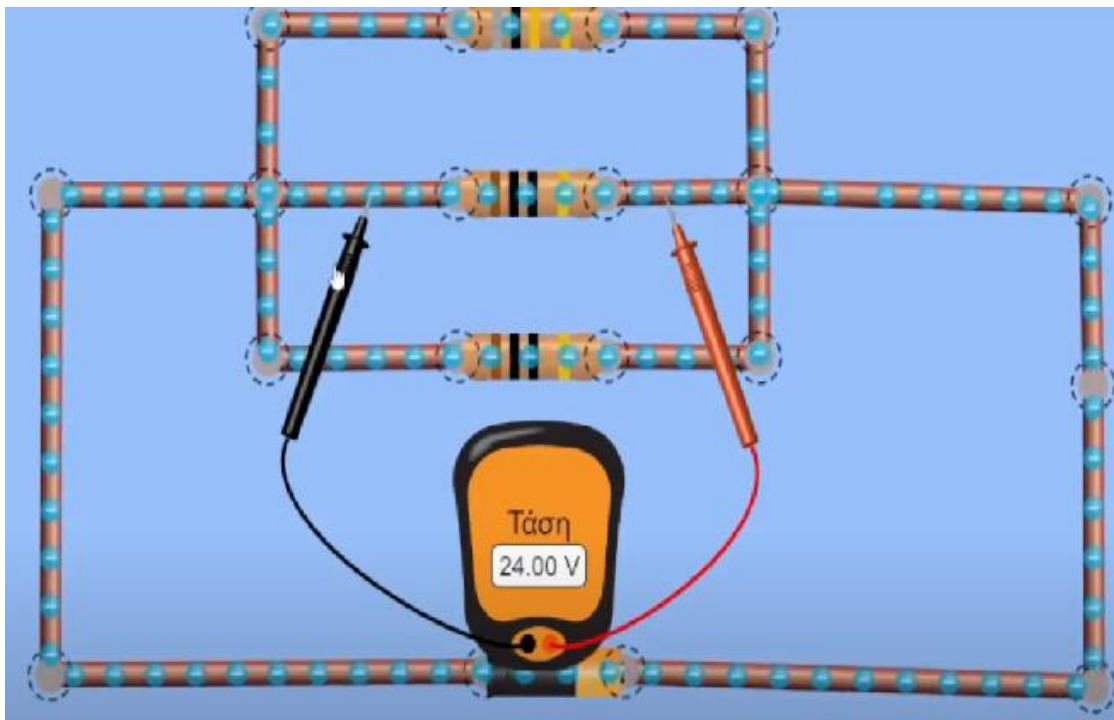
Περιγραφή της δραστηριότητας:

Στο παρόν φύλλο εργασίας, οι μαθητές παρακολουθούν ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από μια πηγή και τρεις αντιστάτες συνδεδεμένους παράλληλα, όπως φαίνεται παρακάτω.



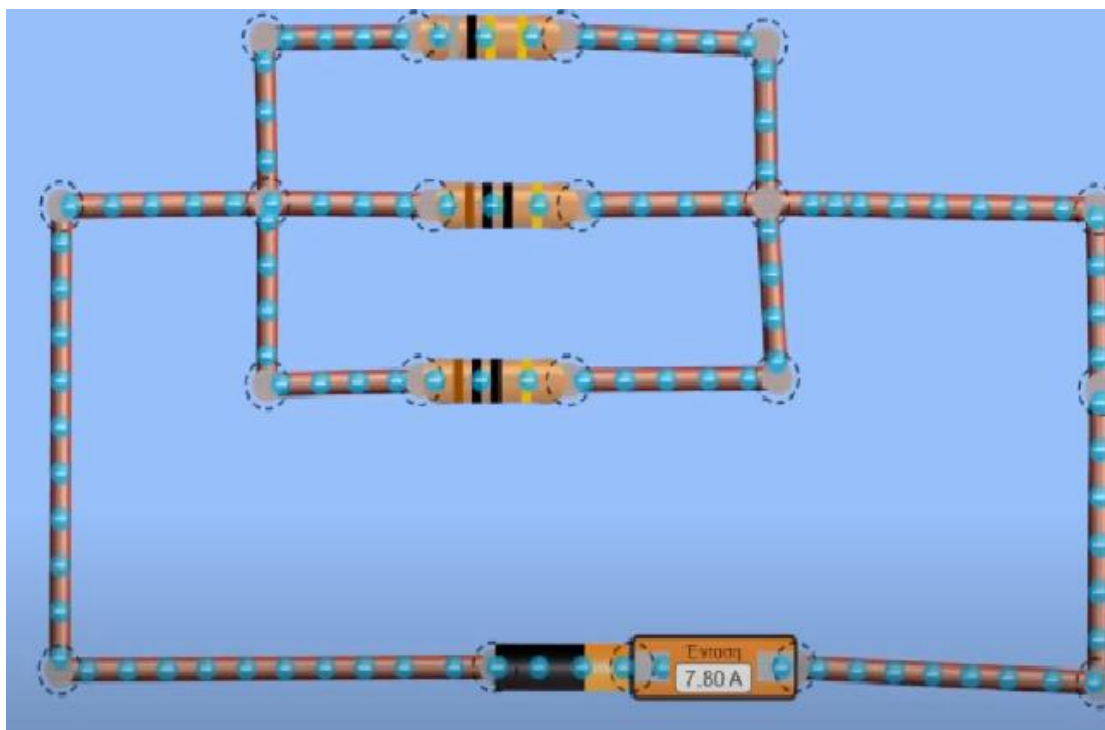
Η πειραματική διάταξη.

- Στην πρώτη προσομοίωση, παρατηρούν και καταγράφουν την μέτρηση της τάσης στα άκρα της πηγής και στα άκρα της κάθε αντίστασης αντίστοιχα, προκειμένου να εξάγουν την σχέση που συνδέει τις τάσεις στην παράλληλη σύνδεση.



Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην δεύτερη προσομοίωση, παρατηρούν και καταγράφουν την μέτρηση της έντασης στα άκρα της πηγής και στα άκρα της κάθε αντίστασης αντίστοιχα, προκειμένου να εξάγουν την σχέση που συνδέει τις εντάσεις στην παράλληλη σύνδεση.



Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Τέλος, με βάση τις προηγούμενες σημειώσεις τους, ζητείται από τους μαθητές να κάνουν χρήση του νόμου του Ohm για να υπολογίσουν την αντίσταση σε κάθε περίπτωση, προκειμένου να εξάγουν την σχέση που συνδέει τις αντιστάσεις στην παράλληλη σύνδεση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Τάση Παράλληλα», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=UsCKWY689vQ&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό το βίντεο μετριέται με χρήση ενός Βολτόμετρου η τάση στα άκρα της πηγής και στα άκρα των αντιστατών διαδοχικά.

2. Με χρήση του κουμπιού της παύσης συμπληρώστε τις παρακάτω τιμές.

ΤΑΣΗ ΠΗΓΗΣ

$V = \dots\dots\dots$

ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΟΥ 1^{ΟΥ} ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

$V_1 = \dots\dots\dots$

ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΟΥ 2^{ΟΥ} ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

$V_2 = \dots\dots\dots$

ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΟΥ 3^{ΟΥ} ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

$V_3 = \dots\dots\dots$

Ποια σχέση συνδέει τις παραπάνω τάσεις;

.....
.....

3. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ένταση Παράλληλα», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=UloQsQIYIPA&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό το βίντεο μετριέται με χρήση ενός Αμπερομέτρου η ένταση στα άκρα της πηγής και στα άκρα των αντιστατών διαδοχικά.

4. Με χρήση του κουμπιού της παύσης συμπληρώστε τις παρακάτω τιμές.

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΠΗΓΗΣ ΚΑΙ 1^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

$I_1 = \dots\dots\dots$

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ 1^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ 2^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

$I_2 = \dots\dots\dots$

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ 2^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ 3^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

I₃=.....

ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΞΥ 3^{ΗΣ} ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΗΓΗΣ

I₄=.....

Ποια σχέση συνδέει τα παραπάνω ρεύματα;

.....
.....

5. Με βάση τις τιμές των τάσεων και εντάσεων που βρήκατε παραπάνω υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων, με χρήση του νόμου του Ohm, R₁, R₂, R₃, R_{ολ}.

R₁= R₂= R₃= R_{ολ}=

Δοκιμάστε αν οι παραπάνω τιμές επαληθεύουν τη θεωρητική σχέση:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

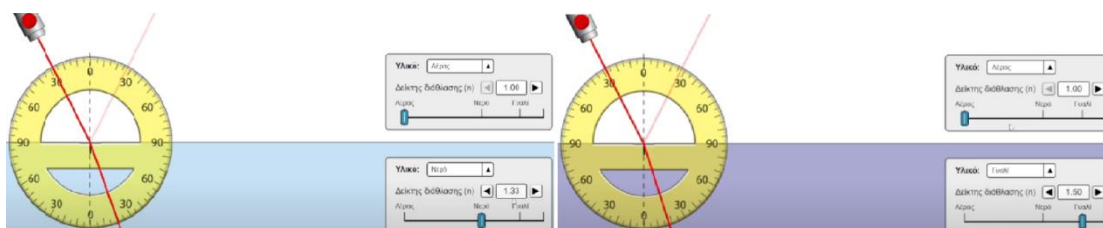
3.7 Δραστηριότητα: Δείκτης διάθλασης

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι η κατανόηση του δείκτη διάθλασης και ο υπολογισμός του.

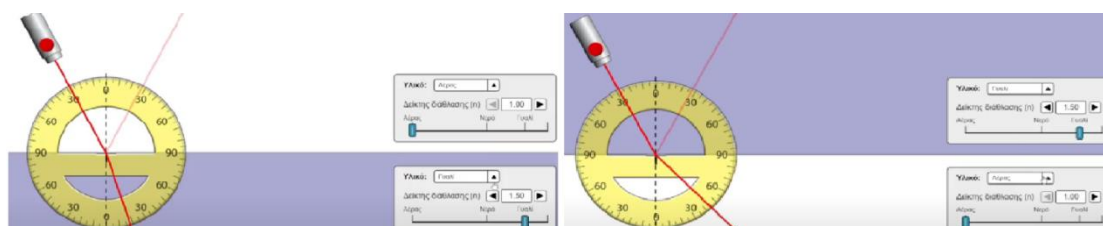
Περιγραφή της δραστηριότητας:

· Στο παρόν φύλλο εργασίας, οι μαθητές αρχικά παρατηρούν μια προσομοίωση μια δέσμη λέιζερ που διαδίδεται αρχικά από τον αέρα και προσπίπτει στο νερό και στην δεύτερη περίπτωση διαδίδεται από τον αέρα και προσπίπτει σε γυαλί, με ίδια γωνία πρόσπτωσης, όπως φαίνεται παρακάτω. Τους ζητείται να σημειώσουν τους δείκτες διάθλασης των υλικών και τις γωνίες διάθλασης, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση μεταξύ γωνίας διάθλασης και δείκτη διάθλασης, όταν η προσπίπτουσα γωνία είναι η ίδια.



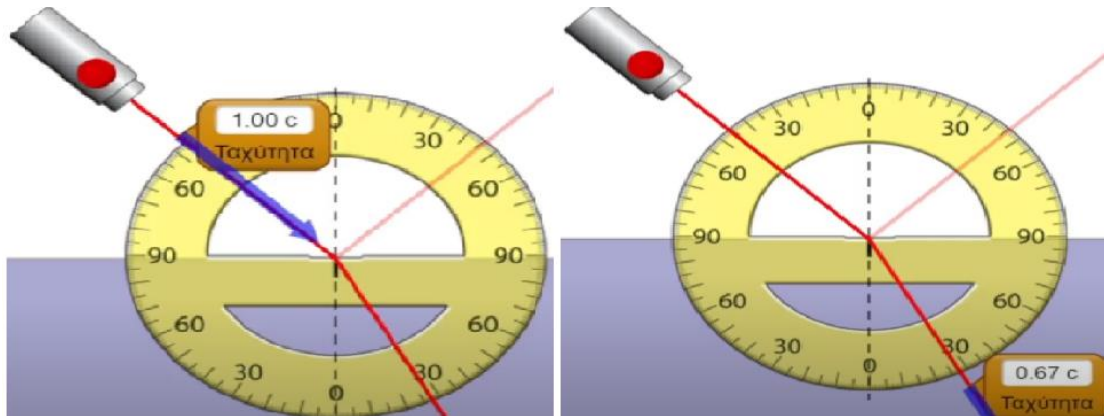
Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην δεύτερη προσομοίωση, η δέσμη διαδίδεται από τον αέρα στο γυαλί, δηλαδή από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο μέσο, και στην δεύτερη περίπτωση διαδίδεται από το γυαλί στον αέρα, δηλαδή από πυκνότερο σε αραιότερο μέσο, όπως φαίνεται παρακάτω. Ζητείται από τους μαθητές να σημειώσουν τους δείκτες διάθλασης των υλικών και τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης σε κάθε περίπτωση, προκειμένου να παρατηρήσουν την σχέση της γωνίας διάθλασης με την γωνία πρόσπτωσης σε κάθε περίπτωση όταν η δέσμη διαδίδεται από οπτικά πυκνότερο σε αραιότερο μέσο και όταν διαδίδεται από οπτικά αραιότερο σε πυκνότερο αντίστοιχα.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Στην τρίτη προσομοίωση, με την βοήθεια κατάλληλου οργάνου μετριέται ταχύτητα της δέσμης στο κάθε μέσον, όπως φαίνεται παρακάτω. Ζητείται από τους μαθητές να υπολογίσουν, με βάση την ταχύτητα διάδοσης της δέσμης, τον δείκτη διάθλασης του κάθε υλικού, προκειμένου να βρουν ποια υλικά χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση με βάση πίνακα που αναφέρει τους δείκτες διάθλασης υλικών που τους δίνεται στο τέλος.



Η διάταξη στην τρίτη προσομοίωση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην προσομοίωση που θα παρακολουθήσετε μια δέσμη λέιζερ προσπίπτει σε μια διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφορετικών υλικών.

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή υλικού διαθλώμενης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=-qCFMmxalRM&ab_channel=MrNidro.

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο αλλάζουμε τα υλικά που βρίσκεται η προσπίπτουσα και η διαθλώμενη δέσμη.

2. Όπως παρατηρείτε στο συγκεκριμένο βίντεο, γίνεται εναλλαγή στο υλικό από νερό σε γυαλί και από γυαλί σε νερό αντίστοιχα. Η γωνία πρόσπτωσης παραμένει η ίδια. Συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα τον δείκτη διάθλασης των δύο υλικών.

Υλικό	Δείκτης διάθλασης
Νερό	
Γυαλί	

3. Συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα τις γωνίες διάθλασης, σε μοίρες, που αντιστοιχούν στο κάθε υλικό.

Υλικό	Γωνία διάθλασης (°)
Νερό	
Γυαλί	

4. Τι έχετε να πείτε για τις γωνίες διάθλασης σε σχέση με τον δείκτη διάθλασης του κάθε υλικού, ενώ η γωνία πρόσπτωσης παραμένει η ίδια;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Πυκνότερο σε αραιότερο», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=XHQIkJhuFyY&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο η προσπίπτουσα δέσμη βρίσκεται σε υλικό μεγαλύτερου δείκτη διάθλασης σε σχέση με την διαθλώμενη δέσμη.

6. Συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα τον δείκτη διάθλασης των δύο υλικών.

Υλικό	Δείκτης διάθλασης
Αέρας	
Γυαλί	

7. Συμπληρώστε τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης στους παρακάτω πίνακες. Προσοχή, στο πρώτο πίνακα πάρτε τιμές όταν η προσπίπτουσα δέσμη διαδίδεται από τον αέρα στο γυαλί, ενώ στο δεύτερο όταν η προσπίπτουσα διαδίδεται από το γυαλί στον αέρα.

Υλικά	Γωνίες (°)
Αέρας σε γυαλί	Πρόσπτωση:
Αέρας σε γυαλί	Διάθλαση:

Υλικά	Γωνίες (°)
Γυαλί σε αέρα	Πρόσπτωση:
Γυαλί σε αέρα	Διάθλαση:

8. Τι έχετε να πείτε για την γωνία διάθλασης σε σχέση με την γωνία πρόσπτωσης σε κάθε περίπτωση όταν η δέσμη διαδίδεται από οπτικά πυκνότερο σε αραιότερο μέσο και όταν διαδίδεται από οπτικά αραιότερο σε πυκνότερο αντίστοιχα;

.....

9. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Υπολογισμός του δείκτη διάθλασης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=tuExHDCmOVk&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Με την βοήθεια ενός οργάνου, είμαστε σε θέση να μετρήσουμε την ταχύτητα της προσπίπτουσας και διαθλώμενης δέσμης.

10. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Για τον υπολογισμό του δείκτη διάθλασης του κάθε υλικού χρησιμοποιείτε τον τύπο: $n = \frac{c_0}{c}$. Όπου c_0 η ταχύτητα του φωτός στο κενό και c η ταχύτητα του φωτός στο κάθε μέσο.

	Δείκτης διάθλασης
Προσπίπτουσα	
Διαθλώμενη	

11. Με βάση τον παρακάτω πίνακα, ποιο υλικό βρίσκεται στην προσπίπτουσα και ποιο στην διαθλώμενη δέσμη;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Υλικό	Δείκτης διάθλασης
Αέρας	1.000293
Πάγος	1.309
Χαλαζίας	1.544
Γυαλί	1.5
Νερό	1.333
Αιθανόλη	1.329

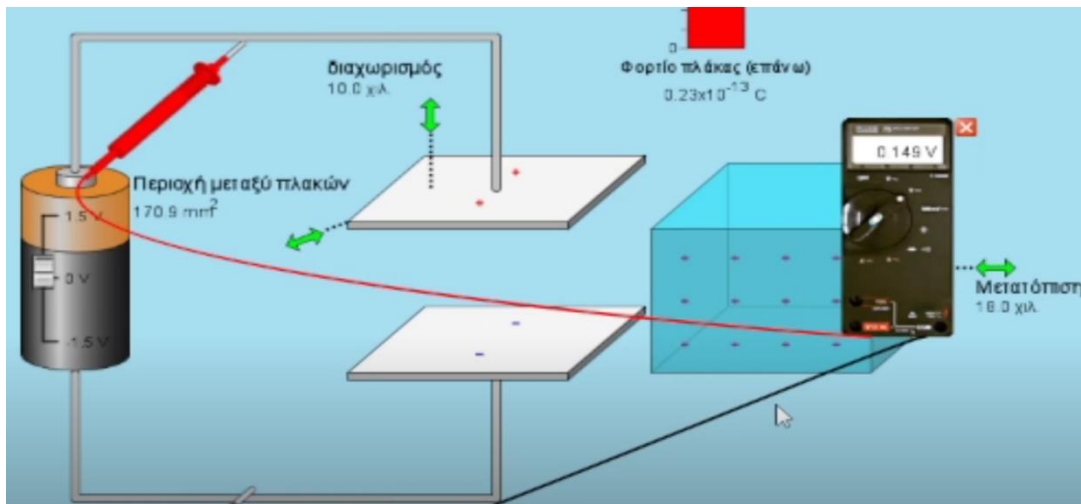
3.8 Πειραματική Δραστηριότητα: Σχετική διηλεκτρική σταθερά

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι, μέσω ενός πειράματος, οι μαθητές να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας ενός πυκνωτή με ένα διηλεκτρικό ανάμεσα στους οπλισμούς του και να υπολογίσουν την διηλεκτρική σταθερά του υλικού αυτού.

Περιγραφή της πειραματικής δραστηριότητας:

· Στην προσομοίωση οι μαθητές παρατηρούν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που αποτελείται από μια μπαταρία, της οποίας αλλάζει, ένα βολτόμετρο, και δύο παράλληλες πλάκες, στις οποίες παρεμβάλλεται διηλεκτρικό υλικό, όπως φαίνεται παρακάτω.



Η πειραματική διάταξη.

- Στην προσομοίωση, παρατηρούν οι μαθητές την ένδειξη του φορτίου του πυκνωτή με και χωρίς το διηλεκτρικό με διάφορες τιμές της τάσης και τους ζητείται να καταγράψουν αυτές τις τιμές, προκειμένου να παρατηρήσουν τις τιμές της τάσης και τις τιμές του φορτίου των οπλισμών όταν υπάρχει και όταν δεν υπάρχει διηλεκτρικό.
- Στην συνέχεια, με βάση τις μετρήσεις τους, τους ζητείται να υπολογίσουν την τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή, με και χωρίς διηλεκτρικό για την κάθε τιμή της τάσης, προκειμένου να υπολογίσουν την τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς του υλικού που χρησιμοποιήθηκε.
- Τέλος, τους ζητείται να υπολογίσουν την μέση τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς και τους δίνεται η θεωρητική τιμή, προκειμένου να γίνει σύγκριση με την πειραματική που υπολόγισαν.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Διηλεκτρικό υλικό», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=CxFg_avIGgc&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό παίρνοντας κάποιες τιμές της τάσης, με χρήση ενός βολτόμετρου, μπορεί να μετρηθεί τόσο το φορτίο του πυκνωτή (Q) όταν περιέχει το διηλεκτρικό όσο και το φορτίο (Q_0) όταν το διηλεκτρικό αφαιρεθεί.

2. Με βάση το βίντεο που παρακολουθήσατε συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

A/A	V(V)	Q (10^{-13} C)	Q_0 (10^{-13} C)
1			
2			
3			
4			
5			

3. Τι παρατηρείτε για τις τιμές της τάσης σε σχέση με τις τιμές του φορτίου των πλισμών όταν υπάρχει και όταν δεν υπάρχει διηλεκτρικό;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Χρησιμοποιώντας την σχέση της χωρητικότητας $C = \frac{Q}{V}$ και με βάση τον παραπάνω πίνακα, υπολογίστε την τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή, με (C) και χωρίς διηλεκτρικό (C_0). Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

A/A	C (F)	C_0 (F)
1		
2		
3		
4		
5		

5. Με βάση τον τελευταίο πίνακα, υπολογίστε την τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς (ϵ) του υλικού που χρησιμοποιήθηκε. (Υπόδειξη: $\epsilon = \frac{C}{C_0}$). Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

A/A	ϵ
1	
2	
3	
4	
5	

6. Υπολογίστε την μέση τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς (ϵ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα είναι το τεφλόν. Αν η διηλεκτρική σταθερά αυτού του υλικού είναι 2.1, συμφωνεί ο πειραματικός σας υπολογισμός (μέση τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς) με αυτήν την τιμή; Σε περίπτωση που υπάρχει απόκλιση, εξηγήστε που οφείλεται αυτή.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

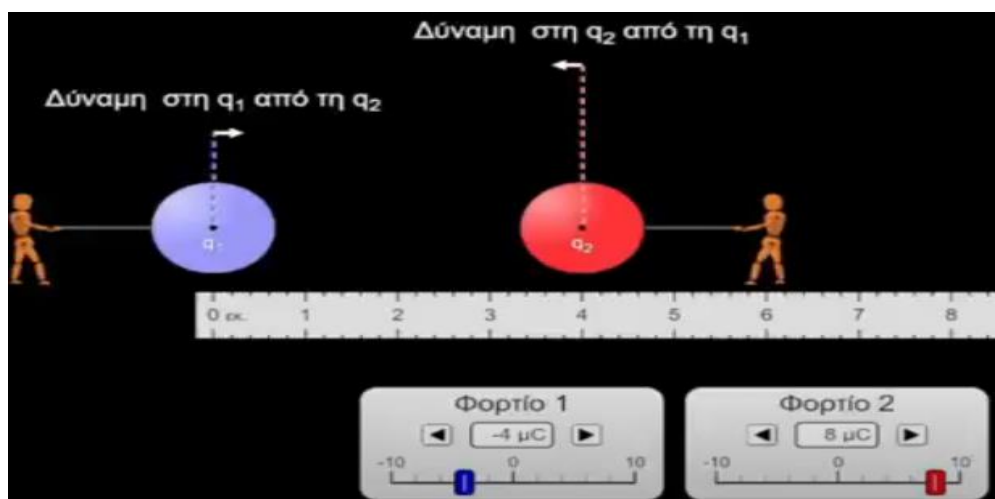
3.9 Εφαρμογή: Νόμος Coulomb

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι η εφαρμογή του νόμου Coulomb μετά τη διδασκαλία του.

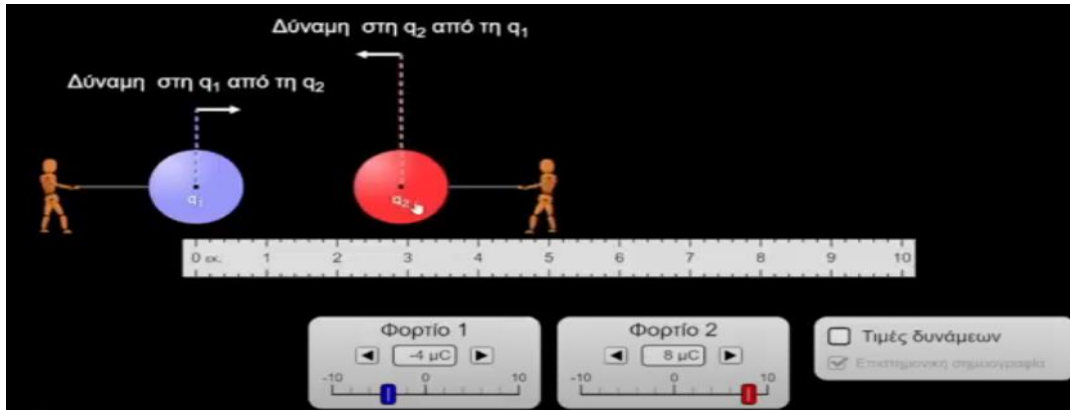
Περιγραφή της εφαρμογής:

· Αρχικά, ζητείται από τους μαθητές να παρακολουθήσουν μια προσομοίωση, όπου υπάρχουν δύο φορτισμένα σωματίδια, αντίθετου φορτίου, που δίνονται οι τιμές τους, και η μεταξύ τους απόσταση μπορεί να μετρηθεί, όπως φαίνεται παρακάτω. Ζητείται από τους μαθητές να σημειώσουν αυτά τα στοιχεία και να υπολογίσουν την δύναμη Coulomb ανάμεσα στα δύο φορτία.



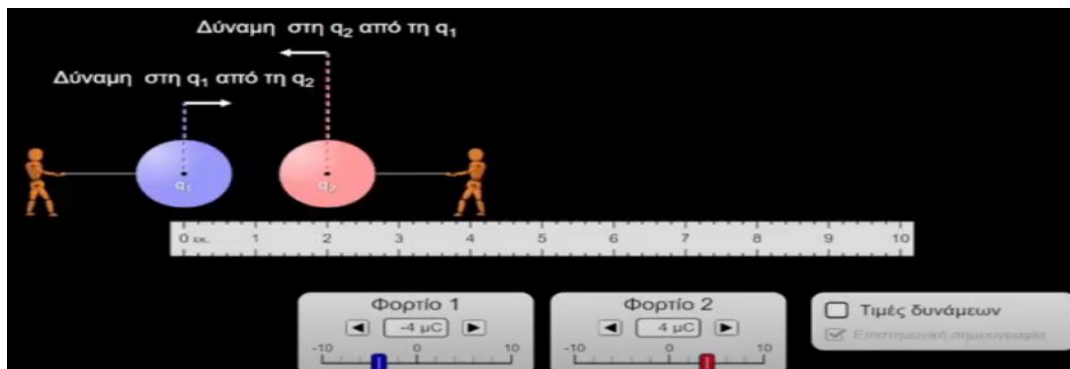
Η διάταξη της πρώτης προσομοίωσης.

- Στην επόμενη προσομοίωση, αλλάζει η μεταξύ τους απόσταση, όπως φαίνεται παρακάτω, και αφού σημειώσουν τα φορτία και την νέα απόσταση, τους ζητείται να υπολογίσουν την νέα δύναμη Coulomb.



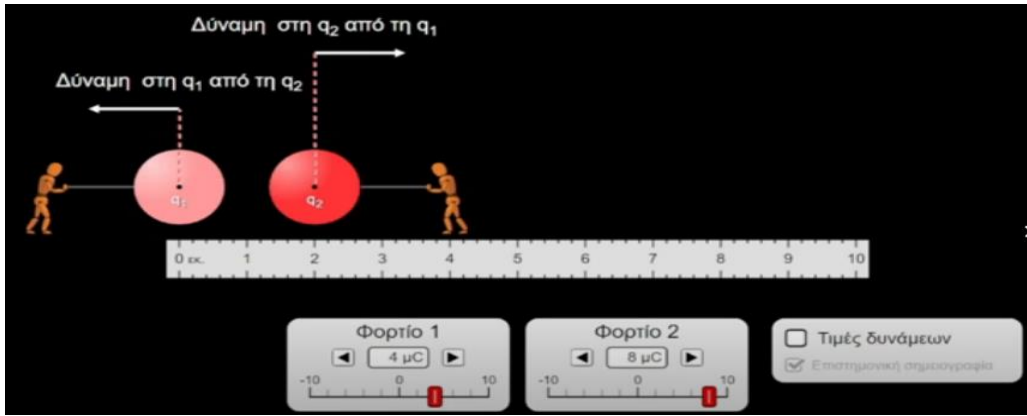
Η διάταξη της δεύτερης προσομοίωσης.

- Στην συνέχεια, παραμένει η απόσταση σταθερή, αλλά αλλάζει το φορτίο του ενός σωματιδίου, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να σημειώσουν τις νέες τιμές οι μαθητές και να υπολογίσουν την νέα δύναμη Coulomb.



Η διάταξη της τρίτης προσομοίωσης.

- Στην τέταρτη προσομοίωση, αλλάζει και μέτρο και πρόσημο το φορτίο του ενός σωματιδίου, όπως φαίνεται παρακάτω. Ζητείται από τους μαθητές να σημειώσουν τα νέα δεδομένα, προκειμένου να υπολογίσουν την νέα δύναμη Coulomb και τους ζητείται να κάνουν μια παρατήρηση για το διάνυσμα της δύναμης όταν έγιναν τα φορτία ομόσημα.



Η διάταξη της τέταρτης προσομοίωσης.

· Τέλος, τους ζητείται να παρακολουθήσουν ένα βίντεο επαλήθευσης, για να επαληθεύσουν τις μετρήσεις τους και να σχολιάσουν σε περίπτωση που οι τιμές τους δεν συμφωνούν με τις αναμενόμενες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Δύναμη Κουλόμπ», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=JLan-PqqxmA&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο παρατηρούμε δύο φορτισμένα σωματίδια. Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία.

Φορτίο $q_1 = \dots \mu\text{C}$

Φορτίο $q_2 = \dots \mu\text{C}$

Τελική απόσταση μεταξύ των φορτίων $r = \dots \text{cm}$

2. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, υπολογίστε το μέτρο των δυνάμεων αλληλεπίδρασης.

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....

$$F = \dots N$$

3. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή απόστασης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=8a82YdgapXI&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Παρατηρούμε ότι αλλάζει η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων.
Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία.

$$\text{Φορτίο } q_1 = \dots \mu\text{C}$$

$$\text{Φορτίο } q_2 = \dots \mu\text{C}$$

$$\text{Τελική απόσταση μεταξύ των φορτίων } r = \dots \text{ cm}$$

4. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, υπολογίστε το μέτρο των δυνάμεων αλληλεπίδρασης.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$$F = \dots N$$

5. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή φορτίου», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=IPfF0TVEiC0&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Παρατηρούμε ότι αλλάζει το φορτίο ενός σωματιδίου. Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία.

Φορτίο $q_1 = \dots \mu\text{C}$

Φορτίο $q_2 = \dots \mu\text{C}$ (τελική τιμή)

Απόσταση μεταξύ των φορτίων $r = \dots \text{cm}$

6. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, υπολογίστε το μέτρο των δυνάμεων αλληλεπίδρασης.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$F = \dots \text{N}$

7. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή φορτίου 2», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=bQWu2lxvjYI&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Παρατηρούμε ότι αλλάζει το φορτίο ενός σωματιδίου. Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία.

Φορτίο $q_1 = \dots \mu\text{C}$ (τελική τιμή)

Φορτίο $q_2 = \dots \mu\text{C}$

Απόσταση μεταξύ των φορτίων $r = \dots \text{cm}$

8. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, υπολογίστε το μέτρο των δυνάμεων αλληλεπίδρασης.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$$F = \dots \text{N}$$

Στη διάρκεια της αλλαγής του φορτίου q_1 συνέβη αλλαγή στην κατεύθυνση των δυνάμεων αλληλεπίδρασης. Πως το εξηγείτε;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

9. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Επαλήθευση», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=1G8m-dejOUo&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε περίπτωση που οι παραπάνω υπολογισμοί σας διαφέρουν από τους αναμενόμενους, εξηγήστε για ποιον λόγο συνέβη αυτό.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

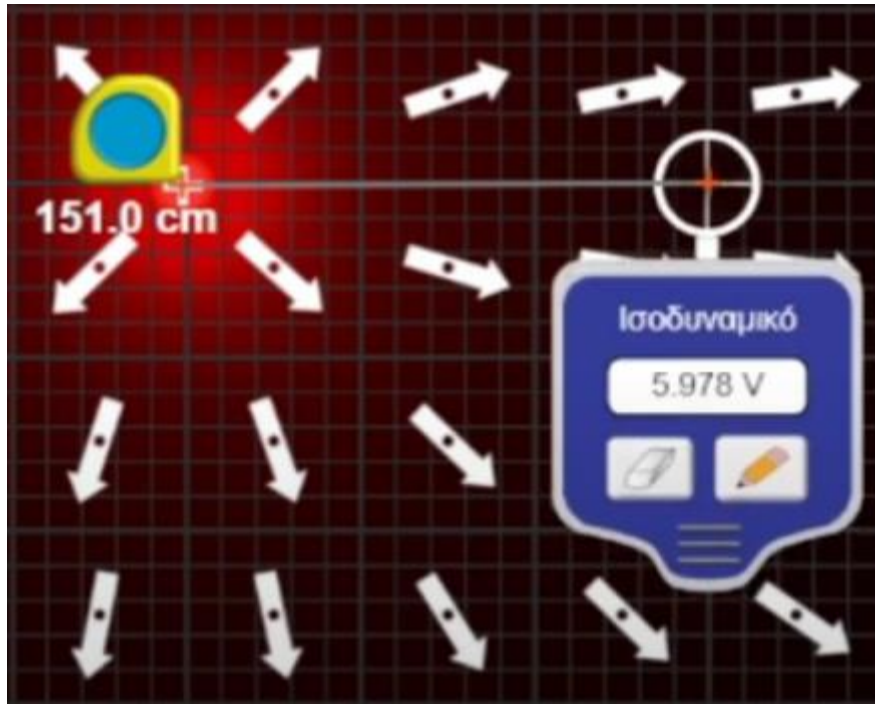
3.10 Εφαρμογή: Ένταση ηλεκτρικού πεδίου και δυναμικό

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι η εφαρμογή των γνώσεων των μαθητών στις σχέσεις έντασης ηλεκτρικού πεδίου και δυναμικού.

Περιγραφή της Εφαρμογής:

· Αρχικά, οι μαθητές παρατηρούν μια προσομοίωση όπου υπάρχει ένα φορτισμένο σωματίδιο και σε κάποια απόσταση από αυτό, η οποία μετριέται, τοποθετείται ένας αισθητήρας δυναμικού, όπως φαίνεται παρακάτω. Έτσι, ζητείται να καταγράψουν την απόσταση και το δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου, προκειμένου να υπολογίσουν την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.



Η διάταξη στη πρώτη προσομοίωση.

· Στην συνέχεια, παρατηρούν οι μαθητές παρατηρούν ένα θετικά και ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, όπου όπως πριν, μετριέται η απόσταση και το δυναμικό από τα δύο φορτία, όπως φαίνεται παρακάτω. Ζητείται από τους μαθητές να κάνουν την ίδια επεξεργασία με πριν, δηλαδή να καταγράψουν την απόσταση και το δυναμικό και στην συνέχεια να υπολογίσουν την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου για το κάθε σωματίδιο ξεχωριστά, προκειμένου να υπολογίσουν την διαφορά δυναμικού και το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο όταν τα συγκεκριμένα φορτία, τοποθετηθούν ταυτόχρονα.



Η διάταξη στη δεύτερη προσομοίωση.

· Τέλος, τους ζητείται να παρακολουθήσουν ένα βίντεο επαλήθευσης για την δεύτερη προσομοίωση και σε περίπτωση ασυμφωνίας των υπολογισμών τους με το βίντεο, τους ζητείται να αναφέρουν τους λόγους που συνέβη αυτό.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Ηλεκτρικό πεδίο», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=P1XTmMWl4fY&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο παρατηρούμε ένα φορτισμένο σωματίδιο. Επιλέγουμε ένα σημείο στον χώρο και μετράμε την απόσταση του, από το φορτισμένο σωματίδιο. Με την χρήση ενός αισθητήρα μετράμε το δυναμικό στο σημείο αυτό.

2. Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία.

Απόσταση σημείου από φορτισμένο σωματίδιο: $r=.....$

Δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο: $V=.....$

3. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, λόγω του φορτισμένου σωματιδίου, στο σημείο αυτό.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Διαφορετικά φορτία», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=S3TXycJhMes&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Τοποθετούμε ένα θετικό και ένα αρνητικό φορτισμένο σωματίδιο. Όπως παραπάνω μετράμε την απόσταση και το δυναμικό από ένα τυχαίο σημείο

5. Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία.

Απόσταση σημείου από αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο:

$r = \dots\dots\dots$

Δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου από αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο στο σημείο:

$V = \dots\dots\dots$

Ένταση του ηλεκτρικού πεδίου λόγω του αρνητικά φορτισμένου σωματιδίου:

$E = \dots\dots\dots$

Απόσταση σημείου από θετικά φορτισμένο σωματίδιο:

$r = \dots\dots\dots$

Δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου από θετικά φορτισμένο σωματίδιο στο σημείο: $V = \dots\dots\dots$

Ένταση του ηλεκτρικού λόγω του θετικά φορτισμένου σωματιδίου:

$E = \dots\dots\dots$

6. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, αν τοποθετηθούν ταυτόχρονα και τα δύο φορτία υπολογίστε την διαφορά δυναμικού στο σημείο.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Υπολογίστε το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο αν τοποθετηθούν ταυτόχρονα και τα δύο φορτία. Ποια πιστεύετε ότι θα είναι η κατεύθυνση του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

8. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Επαλήθευση», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=p8_6ISlpLAE&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε περίπτωση που οι παραπάνω υπολογισμοί σας διαφέρουν από αυτούς που βλέπετε στο βίντεο, εξηγήστε για ποιον λόγο συνέβη αυτό.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

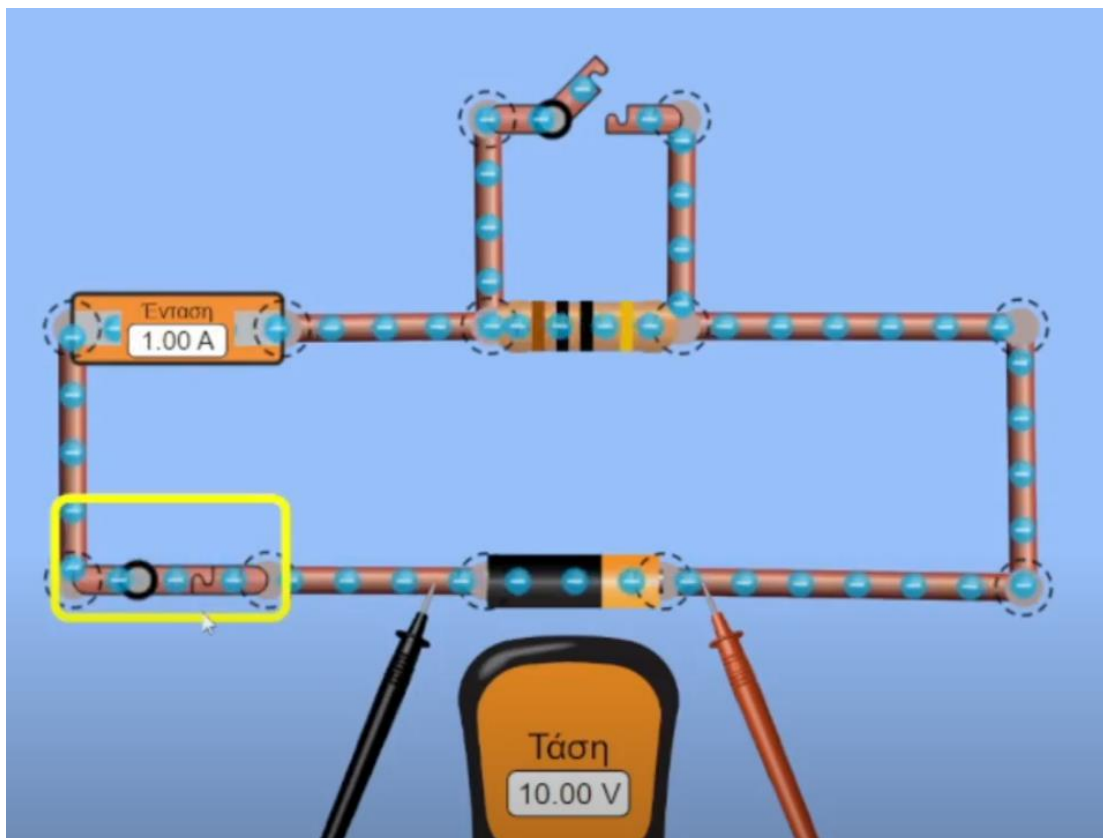
3.11 Εφαρμογή: Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ)

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας σχετικά με τα χαρακτηριστικά στοιχεία μια ηλεκτρικής πηγής και συγκεκριμένα στη φάση εφαρμογής της διδαχθείσας γνώσης.

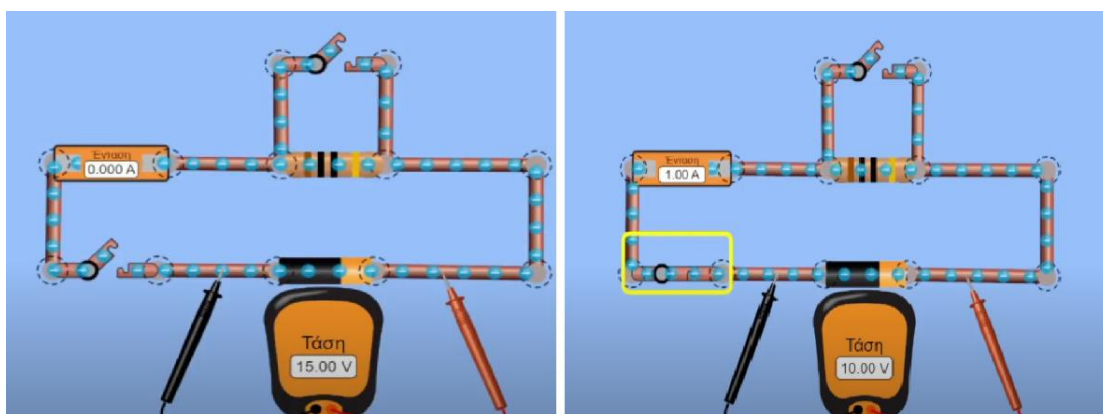
Περιγραφή της εφαρμογής:

Στην παρούσα εφαρμογή παρατηρούν οι μαθητές ένα κύκλωμα που αποτελείται από μια πηγή, έναν διακόπτη, μια αντίσταση, ένα βραχυκύκλωμα (δεύτερος διακόπτης για δυνατότητα βραχυκύκλωσης της αντίστασης), ένα αμπερόμετρο και ένα βολτόμετρο, όπως φαίνεται παρακάτω.



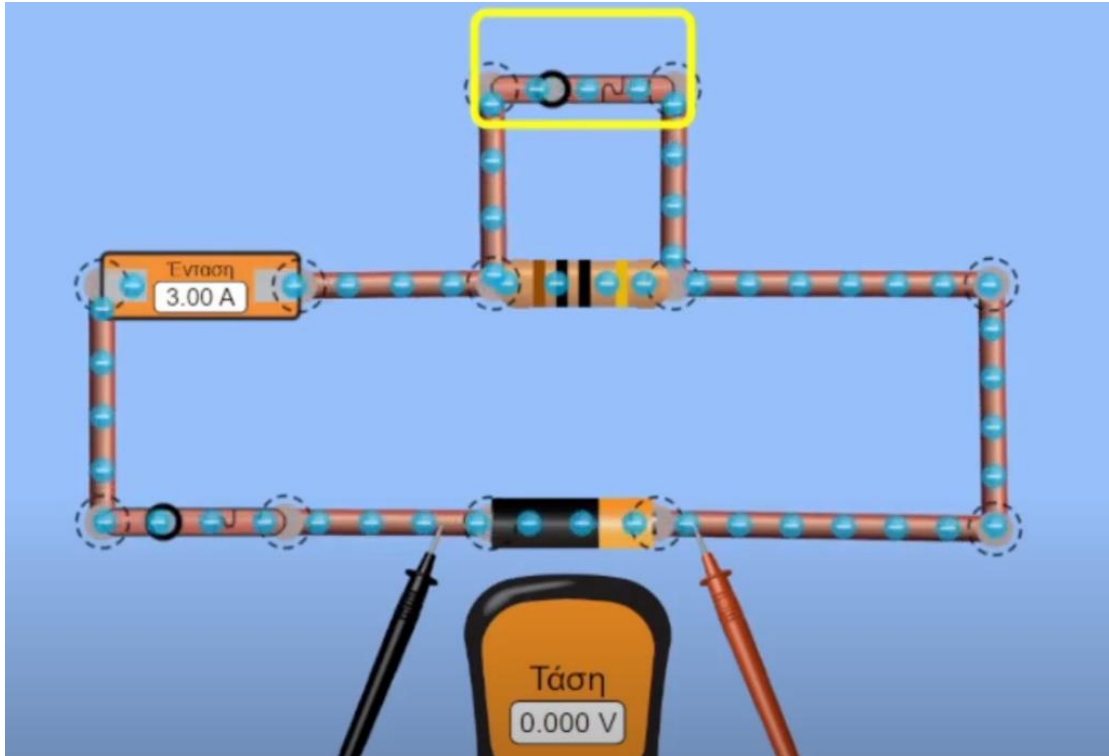
Η πειραματική διάταξη.

Αρχικά, ζητείται να παρατηρήσουν και να καταγράψουν την τάση της πηγής με ανοικτό και κλειστό διακόπτη, όπως φαίνεται παρακάτω, προκειμένου να διαπιστώσουν την τάση της πηγής και την ηλεκτρεγερτική δύναμη. Με βάση αυτά τους ζητείται να υπολογίσουν την ΗΕΔ και την εσωτερική αντίσταση της πηγής.



Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

Τέλος, τους ζητείται να κάνουν μια πρόβλεψη σε περίπτωση που κλείσει ο διακόπτης του βραχυκυκλώματος, όπως φαίνεται παρακάτω, σε σχέση με τις ενδείξεις των οργάνων και βλέποντας το βίντεο τις επαλήθευσης, τους ζητείται να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους.



Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «HEΔ», στον παρακάτω σύνδεσμο: https://www.youtube.com/watch?v=a6j0M4dWf-U&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Αρχικά, μετράμε την τάση στους πόλους της πηγής με ανοικτό διακόπτη, στην συνέχεια κλείνουμε τον διακόπτη. Παρατηρείστε τις τιμές των οργάνων που χρησιμοποιούνται.

2. Τι παρατηρείτε για την τιμή της τάσης όταν κλείνει ο διακόπτης; Που οφείλεται η αλλαγή στην τιμή αυτή πριν και μετά το κλείσιμο του διακόπτη;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Σημειώστε τις παρακάτω τιμές:

Τάση με ανοιχτό τον διακόπτη: $V_1 = \dots\dots\dots$

Τάση με κλειστό τον διακόπτη: $V_2 = \dots\dots\dots$

Ένταση ρεύματος με κλειστό τον διακόπτη $I = \dots\dots\dots$

4. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία υπολογίστε την ΗΕΔ της πηγής και την εσωτερική της αντίσταση r .

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Αν κλείσουμε τον διακόπτη του βραχυκυκλώματος που παρατηρείτε στο παραπάνω βίντεο, ποιες πιστεύετε ότι θα είναι οι ενδείξεις των οργάνων; (αμπερόμετρο, βολτόμετρο).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Ανατρέξτε στο βίντεο με τίτλο «Βραχυκύκλωμα», στον παρακάτω σύνδεσμο:
https://www.youtube.com/watch?v=V1ZsjDvHtMQ&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο αυτό, κλείνουμε τον διακόπτη του βραχυκυκλώματος.
Επαληθεύονται οι παραπάνω τιμές που προβλέψατε;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

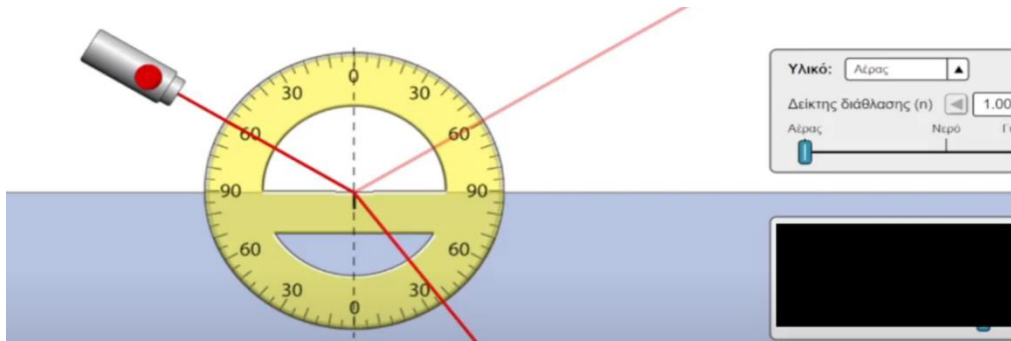
3.12 Εφαρμογή: Δείκτης διάθλασης

Σκοπός:

Σκοπός του φύλλου εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι η εφαρμογή των γνώσεων των μαθητών για τον υπολογισμό του δείκτη διάθλασης, της ταχύτητας διάδοσης του φωτός και του μήκους κύματος σε υλικό.

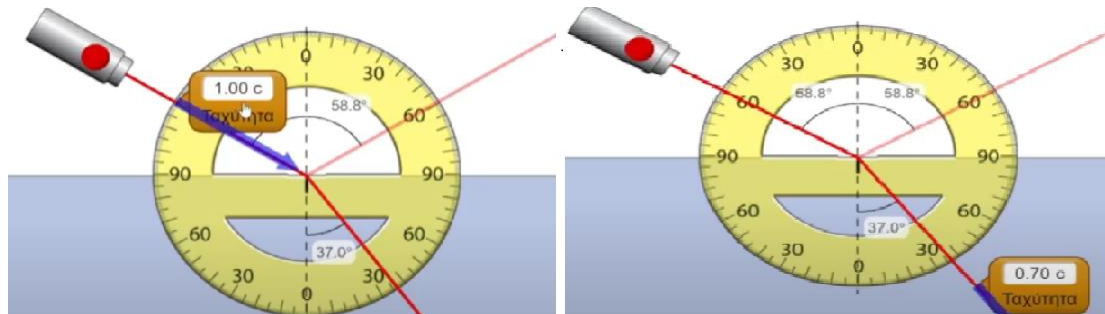
Περιγραφή της εφαρμογής:

- Οι μαθητές παρακολουθούν ένα βίντεο, με μια δέσμη μονοχρωματικού φωτός να προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια υλικών με διαφορετικό δείκτη διάθλασης, όπου με χρήση μοιρογνωμονίου, μπορούν να υπολογίσουν τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης, όπως φαίνεται παρακάτω.



Η πειραματική διάταξη

- Αρχικά, τους ζητείται να σημειώσουν την γωνία πρόσπτωσης και διάθλασης και να υπολογίσουν τα αντίστοιχα ημίτονα, προκειμένου να εφαρμόσουν τον νόμο του Snell και να υπολογίσουν τον δείκτη διάθλασης του άγνωστου υλικού.
- Στην συνέχεια, τους δίνεται σαν δεδομένο ότι η δέσμη διαδίδεται αρχικά στο κενό, προκειμένου να υπολογίσουν το μήκος κύματος στο άγνωστο υλικό με βάση τους προηγούμενους υπολογισμούς τους.
- Τέλος, τους ζητείται να υπολογίσουν την ταχύτητα και την συχνότητα της δέσμης στο άγνωστο υλικό, με δεδομένη την παραδοχή ότι η διάδοση της δέσμης στον αέρα ταυτίζεται με την διάδοση στο κενό και να επαληθεύσουν τους υπολογισμούς τους βλέποντας ένα αντίστοιχο βίντεο, όπως φαίνεται παρακάτω.



Το βίντεο επαλήθευσης

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Υπολογισμός δείκτη διάθλασης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=X_5Hd0TgPHg&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο παρατηρούμε μια δέσμη μονοχρωματικού φωτός να προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια υλικών με διαφορετικό δείκτη διάθλασης. Συγκεκριμένα πέφτει από τον αέρα σε υλικό με άγνωστο δείκτη διάθλασης n .

2. Συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία:

Γωνία προσπίπτουσας δέσμης: $\theta_1 = \dots\dots\dots$ $\sin \theta_1 = \dots\dots$

Γωνία διαθλώμενης δέσμης: $\theta_2 = \dots\dots\dots$ $\sin \theta_2 = \dots\dots$

3. Υπολογίστε τον δείκτη διάθλασης του υλικού με χρήση του νόμου του Snell:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Όπως φαίνεται στο βίντεο η δέσμη διαδίδεται αρχικά στον αέρα και στην συνέχεια σε άγνωστο υλικό. Με την παραδοχή ότι η διάδοση της δέσμης στον αέρα είναι σαν να διαδίδεται στο κενό και παρατηρώντας το βίντεο συμπληρώστε το μήκος κύματος της δέσμης στο κενό.

$$\lambda_0 = \dots \text{nm}$$

5. Με δεδομένο τον δείκτη διάθλασης που υπολογίσατε παραπάνω, υπολογίστε το μήκος κύματος της δέσμης στο άγνωστο υλικό.

.....
.....
.....
.....

$$\lambda = \dots \text{nm}$$

6. Υπολογίστε την ταχύτητα και την συχνότητα της δέσμης στο άγνωστο υλικό, με δεδομένη την παραδοχή ότι η διάδοση της δέσμης στον αέρα ταυτίζεται με την διάδοση στο κενό. ($c_0 = 3 \times 10^8$ m/s)

$$c = \dots \text{ m/s}$$

$$f = \dots \text{ Hz}$$

7. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Επαλήθευση», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=kV6WxBNgsnU&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε περίπτωση που οι παραπάνω υπολογισμοί σας διαφέρουν από τους αναμενόμενους, εξηγήστε για ποιον λόγο συνέβη αυτό.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3.13 Εφαρμογή: Πρότυπο του Bohr

Σκοπός:

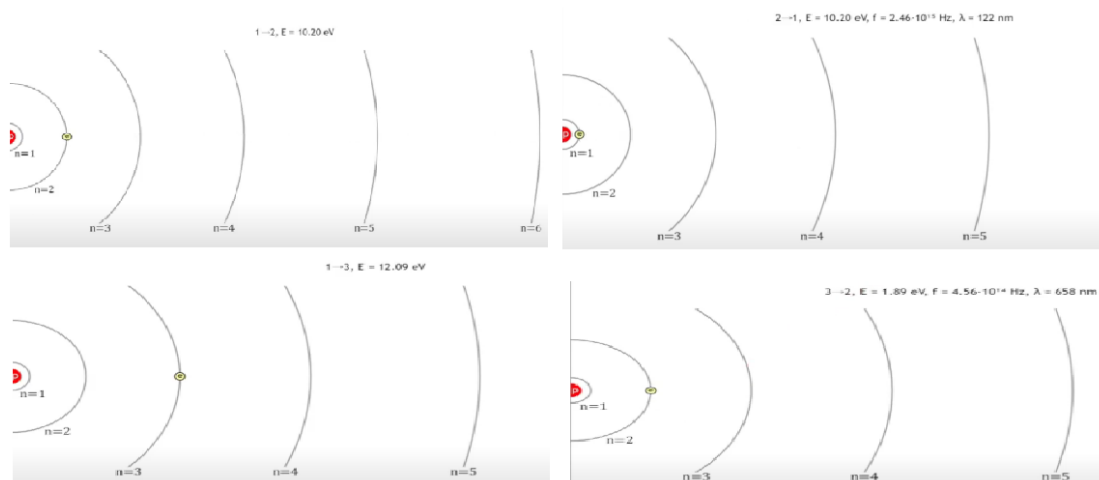
Σκοπός της δραστηριότητας είναι να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος Φυσικής Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας. Στόχος είναι να εφαρμόσουν οι μαθητές τις γνώσεις του μετά την διδασκαλία του προτύπου του Bohr για το άτομο του υδρογόνου.

Περιγραφή της εφαρμογής:

Στην συγκεκριμένη προσομοίωση, παριστάνεται το άτομο του υδρογόνου. Με κατάλληλες ενέργειες το ηλεκτρόνιο μπορεί να διεγερθεί και στην συνέχεια να αποδιεγερθεί.

· Στην πρώτη προσομοίωση, οι μαθητές παρατηρούν φωτόνια να προσπίπτουν στο άτομο του υδρογόνου, με διάφορες ενέργειες, όπως φαίνεται παρακάτω, και τους ζητείται να σημειώσουν αυτές τις ενέργειες, προκειμένου να αναγνωρίσουν ποια ενέργεια διεγείρει το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου στην 2^η στάθμη. Έτσι, τους ζητείται να υπολογίσουν την ενέργεια του φωτονίου στη θεμελιώδη τροχιά, και την αναμενόμενη ενέργεια του ηλεκτρονίου στις τροχιές για $n = 2, 3$.

· Στην συνέχεια, με βάση τους υπολογισμούς, τους ζητείται να υπολογίσουν την ενέργεια του φωτονίου, έτσι ώστε το ηλεκτρόνιο να διεγερθεί από την 1^η στην 3^η στάθμη και την ενέργεια του εκπεμπόμενου φωτονίου, αν το ηλεκτρόνιο μεταπέσει από την τροχιά $n=3$ στην $n=2$. Τέλος, τους ζητείται, το μήκος κύματος του φωτονίου που θα εκπέμψει το ηλεκτρόνιο, μετά την μετάπτωση αυτή και να παρακολουθήσουν ένα βίντεο επαλήθευσης.



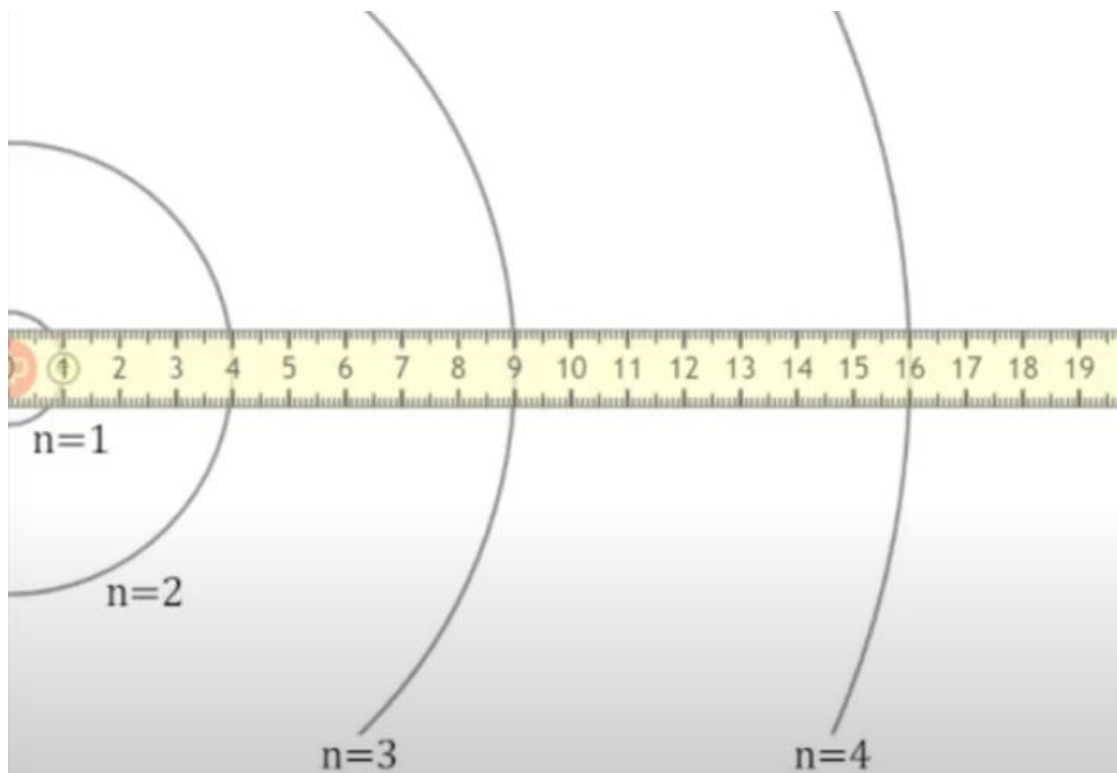
Η διάταξη στην πρώτη προσομοίωση.

· Στην δεύτερη προσομοίωση, εκτοξεύεται φωτόνιο με ενέργεια 14 eV, όπως φαίνεται παρακάτω. Έτσι ζητείται από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί στο άτομο του υδρογόνου.



Η διάταξη στην δεύτερη προσομοίωση.

· Τέλος, ζητείται από τους μαθητές να υπολογίσουν τις ακτίνες των επιτρεπόμενων τροχιών με $n=2$ και $n=3$, δίνοντας τους την ακτίνα της πρώτης στιβάδας και τους ζητείται να επαληθεύσουν τα αποτελέσματά τους, όπως φαίνεται παρακάτω.



Η διάταξη στην τρίτη προσομοίωση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Διέγερση ηλεκτρονίου», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=P90I8PjbXJO&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο δοκιμάζουμε διάφορες ενέργειες φωτονίου, με σκοπό να βρεθεί η κατάλληλη ενέργεια, η οποία θα διεγείρει το ηλεκτρόνιο.

2. Συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα τις ενέργειες φωτονίου που χρησιμοποιήθηκαν.

A/A	E (eV)
1	
2	
3	
4	

3. Ποια είναι η ενέργεια απορρόφησης του ηλεκτρονίου που το διεγείρει στην στάθμη $n=2$;

$$E_{12} = \dots\dots \text{eV}$$

4. Με βάση το παραπάνω ερώτημα, υπολογίστε την ενέργεια του φωτονίου στη θεμελιώδη τροχιά ($n=1$);

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....

$$E_1 = \dots \text{ eV}$$

5. Γνωρίζοντας πλέον την ενέργεια στην μικρότερη τροχιά, συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα την αναμενόμενη ενέργεια του ηλεκτρονίου στις τροχιές για $n = 2, 3$.

Υπολογισμοί:

.....
.....
.....
.....

Τροχιά	E (eV)
n=2	
n=3	

6. Ποια θα πρέπει να είναι η ενέργεια του φωτονίου, έτσι ώστε το ηλεκτρόνιο να διεγερθεί από την 1^η στην 3^η στάθμη;

.....
.....
.....
.....

$$E_{13} = \dots \text{ eV}$$

7. Αν το ηλεκτρόνιο μεταπέσει από την τροχιά $n=3$ στην $n=2$ πόση θα είναι η ενέργεια του εκπεμπόμενου φωτονίου;

$$E_{32} = \dots \text{ eV}$$

8. Με βάση το παραπάνω αποτέλεσμα, ποιο θα είναι το μήκος κύματος του φωτονίου που θα εκπέμψει το ηλεκτρόνιο, μετά την μετάπτωση αυτή; (Δίνεται η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ και $h \approx 4.14 \times 10^{-15} \text{ eVs}$)

$$\lambda = \dots \text{ nm}$$

9. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Επαλήθευση», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=nnFWVeAyufk&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Συμφωνούν οι τιμές που υπολογίσατε με αυτές που φαίνονται στο βίντεο; Σε περίπτωση ασυμφωνίας εξηγήστε για ποιόν λόγο συνέβη αυτό.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

10. Αν για τη διέγερση του ατόμου στη θεμελιώδη κατάσταση χρησιμοποιηθεί φωτόνιο ενέργειας 14 eV, τι από τα παρακάτω θα συμβεί;
- (α) δεν θα “απορροφηθεί” το φωτόνιο
 - (β) θα υπάρξει διέγερση και αν ναι σε ποιά ενεργειακή στάθμη;
 - (γ) Θα έχουμε ιονισμό; αν ναι ποια η κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το ηλεκτρόνιο που θα “διαφυγει” από την έλξη του πυρήνα;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

11. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «14eV», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=Jf6W2jGQP8Q&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Συμφωνούν οι παρατηρήσεις σας με το αποτέλεσμα που φαίνεται στο βίντεο;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

12. Έχει υπολογιστεί ότι η μικρότερη ακτίνα επιτρεπόμενης τροχιάς του ηλεκτρονίου, που ονομάζεται ακτίνα του Bohr, είναι ίση με $r_1 = 0.53 \times 10^{-10}$ m και αντιστοιχεί στην πρώτη στιβάδα. Αυτή η ακτίνα στην προσομοίωση παριστάνεται με μήκος 1cm. Υπολογίστε τις ακτίνες των επιτρεπόμενων τροχιών με $n=2$ και $n=3$ που μελετήσαμε στην προσομοίωση και επίσης γράψτε τα μήκη με τα οποία αναπαριστώνται.

Υπολογισμοί:

.....
.....
.....
.....
.....

$r_2 = \dots\dots$ m και αναπαρίσταται με μήκος

$r_3 = \dots\dots$ m και αναπαρίσταται με μήκος

Στη συνέχεια παρακολουθείστε το βίντεο “χάρακας”, στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=XSezFZHfBlk&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Ελέγξτε την απάντησή σας. Προβλέψατε σωστά ή όχι;

.....
.....
.....
.....
.....

3.14 Πείραμα: Επίπεδος πυκνωτής

ANAMENOMENA APOTELESMATA

Πειραματικός προσδιορισμός:

- Της χωρητικότητας επίπεδου πυκνωτή.
- Της τιμής της διηλεκτρικής σταθεράς του κενού.

ΓΝΩΣΕΙΣ-ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ

- Μελέτη χαρακτηριστικών μεγεθών πυκνωτή.
- Κατασκευή πίνακα τιμών.
- Κατασκευή διαγράμματος και υπολογισμός κλίσης.
- Υπολογισμός μέσης τιμής σειράς μετρήσεων.
- Εφαρμογή κανόνων με τα σημαντικά ψηφία και τις στρογγυλοποιήσεις.

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΘΕΩΡΙΑ

Ο πυκνωτής είναι μια διάταξη δύο αγωγών (οπλισμοί) που χρησιμεύει ως αποθήκη ηλεκτρικού φορτίου και ηλεκτρικής ενέργειας.

Τυπική μορφή είναι ο επίπεδος πυκνωτής. Αποτελείται από δύο όμοια λεπτά και επίπεδα μεταλλικά φύλλα, που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση σε σχέση με τις διαστάσεις τους.

Η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι ένα μονόμετρο μέγεθος και ορίζεται από την σχέση:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$

Όπου C η χωρητικότητα, Q το φορτίο και V η τάση στα άκρα των οπλισμών.

Με μονάδες : 1F (1Farad = $\frac{1Coulomb}{1Volt}$)

Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή δεν εξαρτάται από το φορτίο και την τάση του, όπως μπορεί να υποθέσει κανείς από την σχέση (1), αλλά εξαρτάται από τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά. Δηλαδή, από το σχήμα, τις διαστάσεις και την απόσταση των οπλισμών του, καθώς και από το μονωτή (διηλεκτρικό) που παρεμβάλλεται μεταξύ των οπλισμών του.

Αν d η απόσταση μεταξύ των οπλισμών και μεταξύ αυτών υπάρχει το κενό και S το εμβαδόν της επιφάνειας των οπλισμών, η χωρητικότητα δίνεται από την σχέση:

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad (2)$$

Όπου $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m η διηλεκτρική σταθερά του κενού.

Αν μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή υπάρχει κάποιο μονωτικό υλικό (διηλεκτρικό) η χωρητικότητα δίνεται από την σχέση:

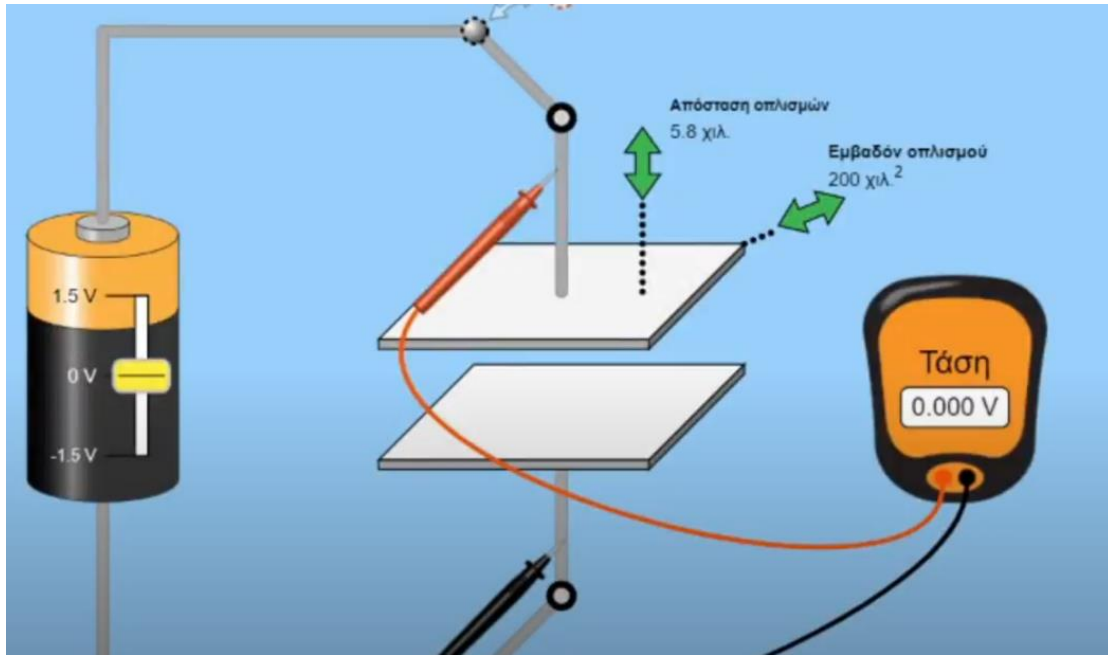
$$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad (3).$$

Όπου ϵ η σχετική διηλεκτρική σταθερά του μονωτικού υλικού που είναι καθαρός αριθμός και εξαρτάται από το μονωτικό υλικό.

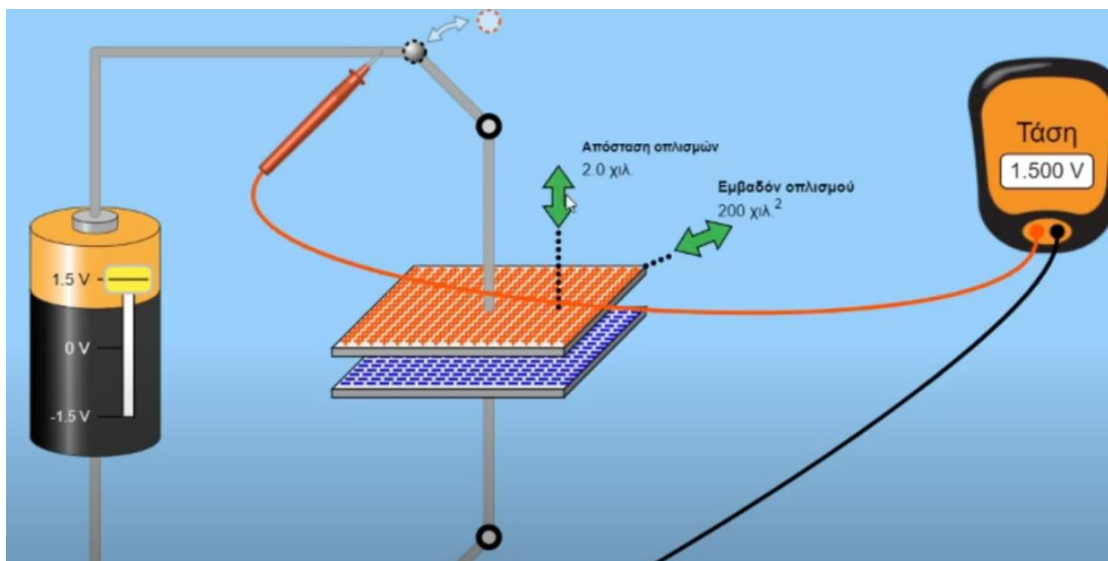
ΜΕΘΟΔΟΣ

Στο πρώτο μέρος, αν εφαρμόσουμε με ένα τροφοδοτικό τάση V στα άκρα των οπλισμών (με αέρα μεταξύ των οπλισμών), όπως φαίνεται παρακάτω, τότε αυτός θα αποκτήσει φορτίο Q . Συνεπώς από την σχέση (1) μπορεί να υπολογιστεί η χωρητικότητα του πυκνωτή. Η μέτρηση επαναλαμβάνεται μερικές φορές για διαφορετικές τιμές της τάσης V . Η πειραματική τιμή της χωρητικότητας μπορεί να προκύψει κατασκευάζοντας το διάγραμμα $Q=f(V)$ δηλαδή το διάγραμμα του φορτίου σε συνάρτηση με την τάση V , το οποίο έχει την μορφή $y=ax$, αφού αν λυθεί η (1) ως προς το φορτίο θα είναι $Q=CV$. Έτσι, η κλίση ισούται με την χωρητικότητα C .

Στο δεύτερο μέρος, μεταβάλλεται η απόσταση μεταξύ των οπλισμών και η τάση στα άκρα τους, μένει σταθερή, όπως φαίνεται παρακάτω. Αυτή η αλλαγή, μεταβάλλει το φορτίο των οπλισμών. Έτσι, με την σχέση (2) μπορεί να υπολογιστεί η διηλεκτρική σταθερά του κενού.



Πειραματική διάταξη πρώτου μέρους



Πειραματική διάταξη δεύτερου μέρους

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Χωρητικότητα», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=VF5S7sZ6Vw0&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό ο πυκνωτής τροφοδοτείται με διαφορετικές τιμές της τάσης. Κάθε φορά η τιμή της τάσης καταγράφεται στο βολτόμετρο στα δεξιά, σε V και η τιμή του φορτίου του άνω οπλισμού Q σε μC , η οποία φαίνεται στο πάνω μέρος της οθόνης. Καταγράψτε τις μετρήσεις πατώντας παύση στο βίντεο και βάλτε τες σε έναν πίνακα της μορφής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

A/A	Τάση $V(V)$	$Q(C)$
0	0	0
1		
2		
3		
4		
5		
6		

3. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Αλλαγή απόστασης», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=AnaOq8nTTmA&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Παρατηρείται η μεταβολή της απόστασης μεταξύ των οπλισμών με σταθερή τάση V . Με την μεταβολή αυτή παρατηρείται και αλλαγή στο φορτίο του άνω οπλισμού Q_0 . Πατώντας παύση στο βίντεο πάρτε κάποιες μετρήσεις και συμπληρώστε τον πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

A/A	d(mm)	Q_0	1/d (1/m)	$C_0=Q_0/V$ (F)	ϵ_0 (F/m)
1	2				
2					
3					
4					
5	8				

4. Με βάση τις πρώτες 5 στήλες του παραπάνω πίνακα συμπληρώστε με χρήση της σχέσης 2 την τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς του κενού.

Όπου $\epsilon_{0\theta\epsilon\omega\rho}$ η θεωρητική τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς του κενού και $\epsilon_{0\pi\epsilon\iota\rho\alpha\mu}$ η αντίστοιχη πειραματική τιμή που υπολογίσατε μέσω της μέσης τιμής.)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3.15 Πείραμα: Αντιστάτες

ANAMENOMENA AΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Ο προσδιορισμός της αντίστασης ενός αγωγού μέσω του νόμου του Ohm.
- Ο προσδιορισμός της ειδικής αντίστασης ρ συγκεκριμένου υλικού.

ΓΝΩΣΕΙΣ-ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ

- Κατασκευή πίνακα τιμών.
- Κατασκευή διαγράμματος ευθείας σε χαρτί μελιμετρέ και υπολογισμός κλίσης για ευθεία της μορφής $y=ax$.
- Υπολογισμός μέσης τιμής σειράς μετρήσεων.
- Εφαρμογή κανόνων με τα σημαντικά ψηφία και τις στρογγυλοποιήσεις.

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΘΕΩΡΙΑ

Η αντίσταση ενός αγωγού εκφράζει τη δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διέρχεται μέσα από αυτόν, λόγω των συγκρούσεων των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα.

Έστω V η διαφορά δυναμικού στα άκρα ενός αντιστάτη και I η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει. Η αντίσταση ωμικού αντιστάτη δίνεται από το πηλίκο:

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Με μονάδες $1\Omega = \frac{1V}{1A}$.

Αν η τιμή της αντίστασης δεν μεταβάλλεται πρακτικά με τη θερμοκρασία, όπως σε αντιστάτες του εμπορίου, το πηλίκο V/I έχει σταθερή τιμή ανεξάρτητη από την τιμή του ρεύματος.

Παρόλα αυτά η αντίσταση R ενός αγωγού, που έχει τη μορφή κυλινδρικού σύρματος εξαρτάται από το μήκος του αγωγού, το εμβαδόν της διατομής του αγωγού και από το υλικό του αγωγού. Η σχέση που προκύπτει από τις παραπάνω διαπιστώσεις είναι:

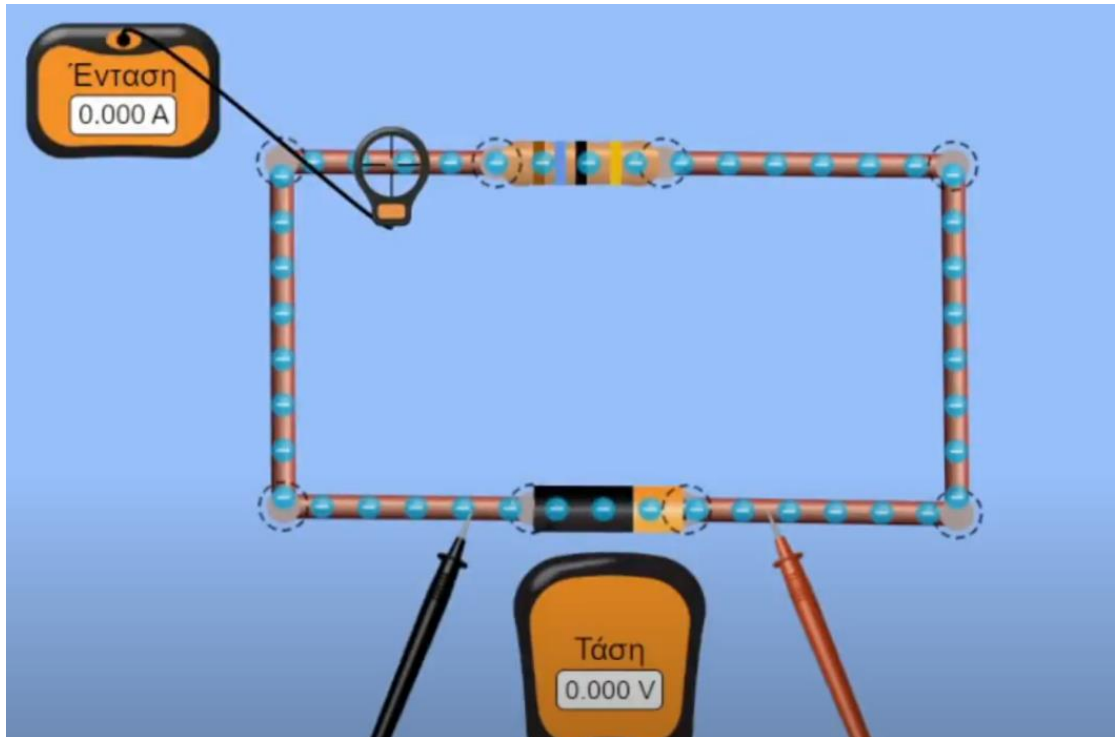
$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (2)$$

Όπου ρ η ειδική αντίσταση του αγωγού και αλλάζει ανάλογα το υλικό του αγωγού, l το μήκος του αγωγού και S το εμβαδόν του.

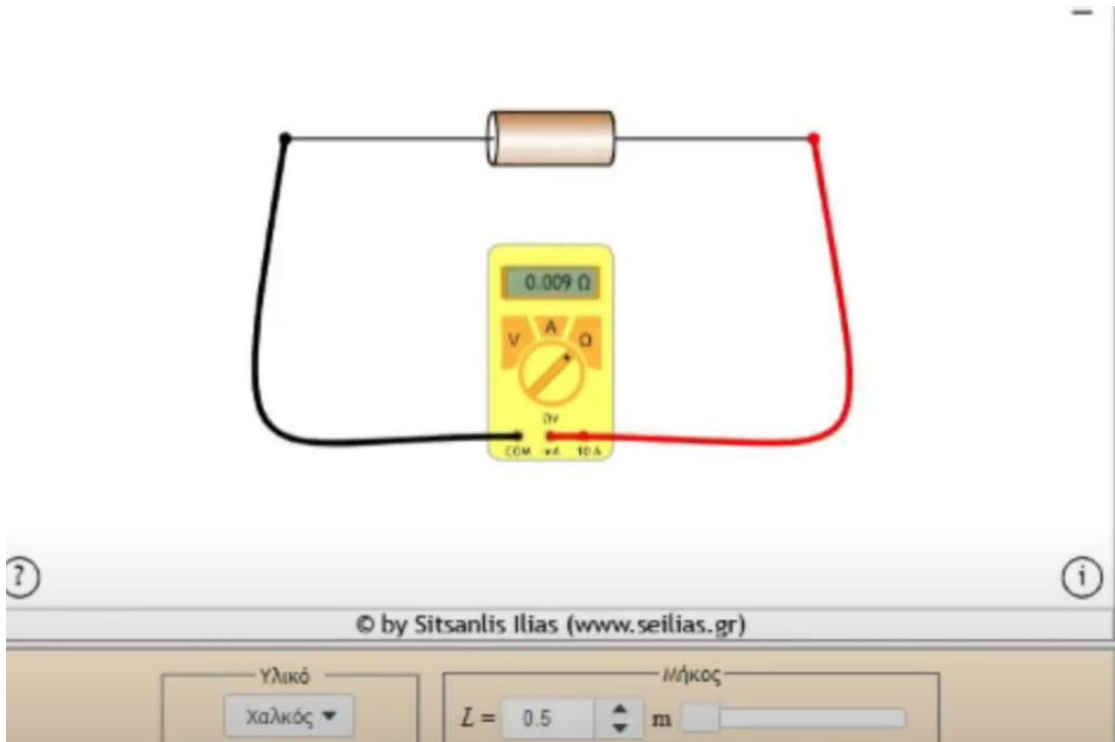
ΜΕΘΟΔΟΣ

Στο πρώτο μέρος του πειράματος εφαρμόζεται με ένα τροφοδοτικό τάση V και ένταση I σε ένα απλό κύκλωμα με έναν αντιστάτη, όπως φαίνεται παρακάτω. Έτσι, θα είναι κανείς σε θέση να εφαρμόσει τον νόμο του Ohm για να υπολογίσει την αντίσταση. Αλλάζοντας κανείς τις τιμές της τάσης V παρατηρεί στο αμπερόμετρο ότι αλλάζουν και οι τιμές της έντασης I . Η πειραματική τιμή της αντίστασης R μπορεί να προκύψει κατασκευάζοντας το διάγραμμα $V=f(I)$, δηλαδή το διάγραμμα της τάσης V σε συνάρτηση με την ένταση I , το οποίο έχει την μορφή $y=ax$, αφού αν λυθεί η (1) ως προς V θα είναι $V=RI$. Έτσι, η κλίση της ευθείας αυτής ισούται με την αντίσταση R .

Στο δεύτερο μέρος του πειράματος για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση ενός υλικού στους 20°C , έχουμε μια διάταξη, στην οποία γνωρίζουμε το υλικό του αντιστάτη, το εμβαδόν του και την διάμετρό του (που δεν μας χρειάζεται για το πείραμα) και μεταβάλλουμε το μήκος του, όπως φαίνεται παρακάτω. Έτσι παρατηρούμε ότι με την μεταβολή του μήκους αλλάζει η αντίσταση του, η οποία φαίνεται από το όργανο που την μετράει. Έτσι, με βάση την σχέση (2) παίρνουμε διάφορες τιμές για τα l και R και μπορούμε να υπολογίσουμε την ειδική αντίσταση ρ του αγωγού.



Διάταξη πρώτου μέρους της προσομοίωσης



Διάταξη δεύτερου μέρους της προσομοίωσης

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθώντας το βίντεο με τίτλο «Τάση – Ένταση», στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://www.youtube.com/watch?v=vxf7UpRi3yo&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Δώστε προσοχή στις ενδείξεις στα όργανα που υπάρχουν (αμπερόμετρο και βολτόμετρο) και πατώντας παύση στο βίντεο για να καταγράψετε τις μετρήσεις συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα :

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

A/A	V(V)	I(A)
1	0.00	0.00
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Η με χρήση Qr Code:



Παρατηρείται η μεταβολή του μήκους και συνεπώς της αντίστασης R όπως φαίνεται στο όργανο. Πατώντας παύση στο βίντεο πάρτε κάποιες μετρήσεις και συμπληρώστε τον πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

A/A	L(m)	R(Ω)	L/S (m/mm ²)	ρ
1				
2				
3				
4				
5				
6				

4. Με βάση τις 4 πρώτες στήλες του πίνακα 2, συμπληρώστε την τελευταία στήλη με βάση την σχέση (2) για την ειδική αντίσταση ρ .

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Υπολογίστε την μέση τιμή του ρ της τελευταίας στήλης του πίνακα 2 που συμπληρώσατε.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Με βάση τον παρακάτω πίνακα, ποιο υλικό πιστεύετε ότι χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα;

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ειδική αντίσταση (ρ) μερικών υλικών	
Υλικό	Ειδική αντίσταση (ρ) σε Ωm στους 20°C
Μέταλλα	
Άργυρος	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Χαλκός	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Σίδηρος	$9,5 \cdot 10^{-8}$
Υδράργυρος	$96 \cdot 10^{-8}$

3.16 Πείραμα: Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) πηγής

ANAMENOMENA APIOTELEΣΜATA

Πειραματικός προσδιορισμός:

- Της εσωτερικής αντίστασης της πηγής.
- Της ηλεκτρεγερτικής δύναμης της πηγής.

ΓΝΩΣΕΙΣ-ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ

- Βασική θεωρία των χαρακτηριστικών μεγεθών ηλεκτρικής πηγής.
- Κατασκευή πίνακα τιμών.
- Κατασκευή διαγράμματος και υπολογισμός κλίσης.
- Εφαρμογή κανόνων με σημαντικά ψηφία και τις στρογγυλοποιήσεις.

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΘΕΩΡΙΑ

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη ε μιας πηγής εκφράζει την ενέργεια ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα και εκφράζεται σε μονάδες volts.

Όταν μια ηλεκτρική πηγή διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, αυτή θερμαίνεται. Η θερμότητα οφείλεται στην εσωτερική αντίσταση της πηγής. Η αντίσταση αυτή αποτελεί χαρακτηριστικό μέγεθος της πηγής και συμβολίζεται με r και εκφράζει την δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διέρχεται από την πηγή.

Σε ένα κλειστό κύκλωμα με μια αντίσταση, όπως αυτό του συγκεκριμένου πειράματος, προκύπτει από την αρχή διατήρησης της ενέργειας ότι:

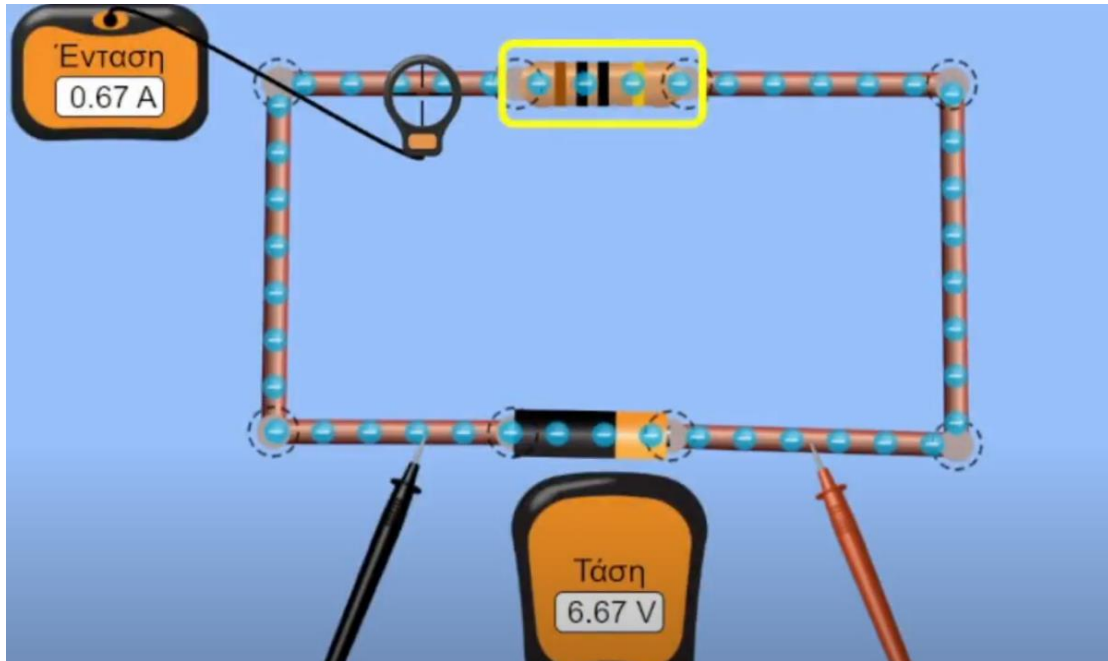
$$V_{\pi} = \varepsilon - Ir(I)$$

Όπου V_{π} η τάση στους πόλους της πηγής, ε η ΗΕΔ, I η ένταση του κυκλώματος και r η ειδική αντίσταση της πηγής.

Αν το κύκλωμα είναι ανοιχτό, δηλαδή $I=0$, τότε: $V_{\pi} = \varepsilon$.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Στο παρόν πείραμα παρατηρείται ένα κλειστό κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από μια πηγή (όχι ιδανική) και μια αντίσταση, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αλλάζοντας τις τιμές της αντίστασης του κυκλώματος, παρατηρείται αλλαγή τόσο στην τάση, όσο και στην ένταση του κυκλώματος, οι οποίες μετρούνται με ένα βολτόμετρο και ένα αμπερόμετρο αντίστοιχα. Παίρνοντας μετρήσεις για την τάση και την ένταση του συστήματος, αλλάζοντας την αντίσταση του κυκλώματος, μπορεί κανείς μέσω της σχέσης (1) να κάνει το διάγραμμα $V_{\pi} = f(I)$. Έτσι υπολογίζοντας την κλίση του διαγράμματος μπορεί να υπολογιστεί η ειδική αντίσταση της πηγής. Τέλος, μέσω του διαγράμματος μπορεί να υπολογιστεί και η ΗΕΔ της πηγής, αφού ισούται με την V_{π} , όταν $I=0$.



Το κύκλωμα της προσομοίωσης

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «HEΔ», στον παρακάτω σύνδεσμο:
https://www.youtube.com/watch?v=bCHqnPu2ufQ&ab_channel=MrNidro .

Η με χρήση Qr Code:



Σε αυτό παρατηρείται ένα κύκλωμα με μια πηγή και έναν αντιστάτη. Η πηγή δεν είναι ιδανική, οπότε έχει εσωτερική αντίσταση. Αλλάζοντας της τιμές του αντιστάτη, παρατηρούμε από το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο αλλαγές στην τάση και την ένταση αντίστοιχα. Πατώντας παύση στο βίντεο καταγράψτε τις τιμές της τάσης και της έντασης του συστήματος στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

- Κατασκευή διαγράμματος και υπολογισμός κλίσης.
- Εφαρμογή κανόνων με σημαντικά ψηφία και τις στρογγυλοποιήσεις.

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΘΕΩΡΙΑ

Όταν μια φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται σε ένα οπτικό μέσο, συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης από ένα άλλο οπτικό μέσο, τότε ένα μέρος της ανακλάται προς το αρχικό μέσο διάδοσης (ανάκλαση), ενώ ένα άλλο μέρος συνεχίζει να διαδίδεται στο δεύτερο μέσο (διάθλαση).

Ο λόγος για τον οποίο το φως διαθλάται, καθώς διέρχεται από το ένα υλικό μέσο στο άλλο, είναι ότι η ταχύτητά του έχει διαφορετικές τιμές στα δύο μέσα.

Το φως διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $c_0 = 3 \times 10^8$ m/s. Μέσα όμως σε κάποιο υλικό η ταχύτητα του φωτός είναι πάντα μικρότερη από τη c_0 . Έτσι ορίζουμε έναν συντελεστή που ονομάζεται δείκτης διάθλασης, που ισούται με το πηλίκο της ταχύτητας c_0 του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα c μέσα σε κάποιο υλικό.

$$n = \frac{\text{ταχύτητα φωτός στο κενό}}{\text{ταχύτητα φωτός στο μέσο}} = \frac{c_0}{c}$$

Η ταχύτητα του φωτός μέσα σε ένα υλικό είναι πάντα μικρότερη από την ταχύτητά του στο κενό, οπότε με βάση τον παραπάνω ορισμό, ο δείκτης διάθλασης για οποιοδήποτε υλικό είναι πάντα μεγαλύτερος από την μονάδα, ενώ για το κενό ισχύει $n = 1$. Στην πράξη θεωρούμε ότι και για τον αέρα έχουμε $n = 1$.

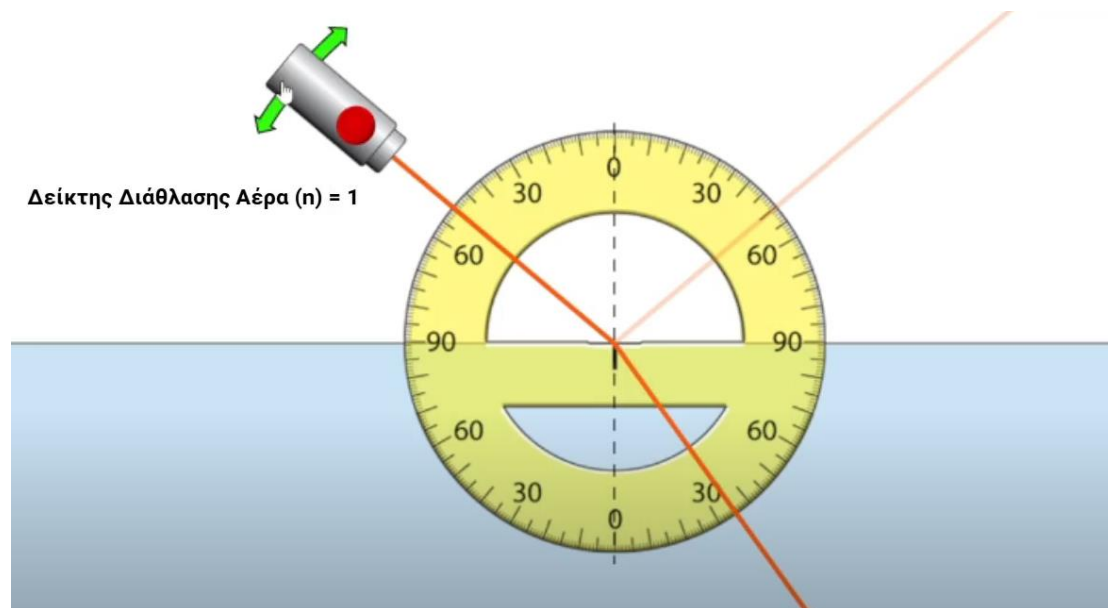
Στην οπτική ο νόμος του Snell χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της κατεύθυνσης του φωτός διαμέσου οπτικών υλικών με διαφορετικό δείκτη διάθλασης. Όταν το φως διαπερνά την διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων, ανάλογα με τον δείκτη διάθλασης των μέσων, το φως είτε διαθλάται σε μικρότερη είτε σε μεγαλύτερη γωνία. Η γωνία αυτή μετριέται σε σχέση με τον κάθετο άξονα των δύο μέσων πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια.

Όταν το φως ή το κύμα είναι μονοχρωματικό (δηλαδή έχει μια μόνο συχνότητα), ο νόμος του Snell μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

ΜΕΘΟΔΟΣ

Στο παρόν πείραμα βλέπουμε μια μονοχρωματική δέσμη φωτός, η οποία διαδίδεται από τον αέρα (δείκτης διάθλασης $n_{\text{αέρα}} = 1$) σε υλικό αγνώστου δείκτη διάθλασης, ο οποίος θα υπολογιστεί πειραματικά, όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία. Πιο συγκεκριμένα, γίνονται μετρήσεις των γωνιών πρόσπτωσης (θ_1) και διάθλασης (θ_2). Με χρήση του νόμου του Snell και γνωρίζοντας τον δείκτη διάθλασης του αέρα, μπορεί να γίνει το διάγραμμα $\sin\theta_1 = f(\sin\theta_2)$. Έτσι, υπολογίζοντας την κλίση του διαγράμματος, μπορεί να βρεθεί ο άγνωστος δείκτης διάθλασης του δεύτερου υλικού.



Η διάταξη της προσομοίωσης

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Παρακολουθήστε το βίντεο με τίτλο «Snell», στον παρακάτω σύνδεσμο: https://www.youtube.com/watch?v=LDnuyo-yRXw&ab_channel=MrNidro.

Η με χρήση Qr Code:



Στο βίντεο παρατηρούμε, μια φωτεινή δέσμη να προσπίπτει σε μια διαχωριστική επιφάνεια και να διαθλάται σε αυτή. Όπως φαίνεται και στο βίντεο, το υλικό που προέρχεται η δέσμη είναι ο αέρας με δείκτη διάθλασης $n_1 = 1$. Επίσης στο βίντεο παρατηρείται ένα μοιρογνωμόνιο το οποίο χρησιμεύει στον υπολογισμό των γωνιών πρόσπτωσης θ_1 και διάθλασης θ_2 . Πατώντας παύση στο βίντεο, λάβετε μετρήσεις για αυτές τις δύο γωνίες και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

	Γωνία Πρόσπτωσης θ_1 ($^\circ$)	Γωνία Διάθλασης θ_2 ($^\circ$)
1		

2		
3		
4		
5		
6		

2. Στην συνέχεια, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα, υπολογίζοντας τα ημίτονα των παραπάνω γωνιών που μετρήσατε, για να μπορέσετε να εφαρμόσετε τον νόμο του Snell.

	$\sin\theta_1$	$\sin\theta_2$
1		
2		
3		
4		
5		
6		

3. Με βάση τον παραπάνω πίνακα και τον νόμο του Snell κάντε την γραφική παράσταση της συνάρτησης $\sin\theta_1 = f(\sin\theta_2)$.

4. Με ποιο φυσικό μέγεθος ταυτίζεται η κλίση της γραφικής παράστασης που δημιουργήσατε;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Υπολογίστε τον δείκτη διάθλασης του δεύτερου υλικού.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Με βάση τον παρακάτω πίνακα σε ποιο υλικό αντιστοιχεί ο δείκτης διάθλασης που υπολογίσατε;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Υλικό	Δείκτης Διάθλασης
Αέρας	1
Νερό	1.33
Γλυκερίνη	1.47
Λάδι	1.515
Γυαλί	1.52

7. Που πιστεύεται ότι οφείλονται τυχόν αποκλίσεις μεταξύ της τιμής του δείκτη διάθλασης που υπολογίσατε και του υλικού που πιστεύετε ότι χρησιμοποιήθηκε;

.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

8. Ποια είναι η ταχύτητα του φωτός στο παραπάνω υλικό, με δεδομένο ότι η ταχύτητα του φωτός στον αέρα, είναι όπως στο κενό, δηλαδή $c_0 = 3 \times 10^8 \text{m/s}$;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Ευρήματα

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε λόγω χρονικών περιορισμών δεν ήταν εκτενής και είχε πιλοτικό χαρακτήρα. Πραγματοποιήθηκε σε σχετικά περιορισμένο αριθμό μαθητών και παρουσιάστηκαν ελάχιστες εικονικές προσομοιώσεις, σε σχέση με τον συνολικό αριθμό προσομοιώσεων που δημιουργήθηκαν. Τα αποτελέσματα που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια, αφορούν τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας και ερωτηματολόγια από τους μαθητές. Επίσης, θα επισημανθούν οι παρατηρήσεις των διδασκόντων σχετικά με την εξέλιξη του συγκεκριμένου τρόπου διδασκαλίας κατά την διάρκεια της διδακτικής ώρας. Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν ξεχωριστά για το κάθε εικονικό πείραμα, που παρουσιάστηκε σε κάθε τμήμα της Β΄ Λυκείου του Λυκείου Αθηνών. Στα φύλλα εργασίας οι μαθητές κατέγραψαν τις μετρήσεις, ενώ στα ερωτηματολόγια τις απόψεις τους με την μέθοδο διδασκαλίας που παρακολούθησαν. Από τα παραπάνω δεδομένα εξήχθησαν κάποια πρώτα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα της διδακτικής μας πρότασης.

4.1.1 Εικονικό πείραμα «Αντιστάτες».

Τα αποτελέσματα που θα παρουσιαστούν αφορούν το πρώτο τμήμα της Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας του σχολείου, στο οποίο παρουσιάστηκε το εικονικό πείραμα στους αντιστάτες. Δυστυχώς, λόγω του γεγονότος ότι η συμπλήρωση των φύλλων εργασίας και του ερωτηματολογίου ήταν προαιρετική, ο αριθμός των συμπληρωμένων εντύπων είναι σχετικά μικρός και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι είναι αρκετά για την εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων.

Η διεξαγωγή στην τάξη

Κατά την διάρκεια της παρουσίασης στο συγκεκριμένο τμήμα δεν υπήρχαν προβλήματα κατανόησης από τους μαθητές. Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε, οι μαθητές είχαν ήδη διδαχτεί το θεωρητικό κομμάτι της ύλης, αφού η προσομοίωση παρουσιάστηκε προς το τέλος της σχολικής χρονιάς. Έτσι, όταν τους έγινε η παρουσίαση του θεωρητικού υποβάθρου για το πείραμα, ήταν ήδη εξοικειωμένοι με τους συμβολισμούς και την θεωρία, οπότε χρειάστηκαν μια μικρή επανάληψη κατά την οποία είχαν ελάχιστες απορίες. Στην συνέχεια τους παρουσιάστηκε η εξαγωγή πειραματικών δεδομένων. Στην ανάλυση αποτελεσμάτων μέσω χάραξης της «βέλτιστης καμπύλης», οι μαθητές δεν ήταν εξοικειωμένοι. Ήταν κάτι τελείως καινούριο για αυτούς αλλά δεν δυσκολεύτηκαν να το κατανοήσουν λόγω του καλού υποβάθρου που παρατηρήθηκε ότι είχαν στα μαθηματικά. Οι απορίες ήταν λίγες και με τις κατάλληλες επεξηγήσεις λύθηκαν. Στην εξαγωγή πειραματικών μετρήσεων με χρήση της μέσης τιμής, οι μαθητές ήταν ήδη εξοικειωμένοι, αφού τους είχε διδαχθεί ξανά ο συγκεκριμένος τρόπος. Εκεί που δυσκολεύτηκαν οι μαθητές, ήταν στην παρουσίαση αποτελεσμάτων και στα σημαντικά ψηφία. Οι μαθητές άργησαν να

κατανοήσουν την συγκεκριμένη μέθοδο και χάθηκε αρκετή ώρα, λόγω των πολλών αποριών που είχαν. Όπως παρατηρήθηκε από τα φύλλα εργασίας τους, δεν κατανόησαν πλήρως τα σημαντικά ψηφία, αφού λίγοι μαθητές τα έλαβαν υπόψιν και τα χρησιμοποίησαν.

Όσον αφορά, την λήψη μετρήσεων από το βίντεο πείραμα, όλοι οι μαθητές φαίνεται να ανταποκρίθηκαν με επιτυχία, καθώς οι πίνακες μετρήσεων στα φύλλα εργασίας ήταν σωστά συμπληρωμένοι. Αυτό, πιθανότατα, οφείλεται στο γεγονός ότι τα βίντεο ήταν σωστά επεξεργασμένα και κατανοητά. Επιπλέον, λόγω της φύσης των βίντεο πειραμάτων, που δεν απαιτείται κάποια φυσική επαφή με το κύκλωμα και τα στοιχεία του, οι μαθητές το κατανόησαν πιο γρήγορα και εύκολα και δεν υπήρχαν περιθώρια λάθους στην λήψη των μετρήσεων.

Η ανάλυση των φύλλων εργασίας

Τα αποτελέσματα των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας, αν και μόνο 6 από το συγκεκριμένο τμήμα μαθητών, είναι τα εξής:

Το πρώτο μέρος του πειράματος αφορά την εφαρμογή του νόμου του Ohm και την εξαγωγή της πειραματικής τιμής της αντίστασης μέσω την χάραξη της «βέλτιστης καμπύλης».

1^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Παρακολούθηση βίντεο πειράματος σχετικά και την συμπλήρωση σχετικού πίνακα μετρήσεων.

Ευρήματα: 5/6 μαθητές δεν παρουσίασαν κάποιο πρόβλημα στην λήψη των μετρήσεων, με εξαίρεση ένα φύλλο εργασίας που υπήρχαν κάποια λάθη στα σημαντικά ψηφία.

2^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Χάραξη της ευθείας με βάση τις μετρήσεις τους και ο υπολογισμός της κλίσης της ευθείας, η οποία ταυτίζεται με την πειραματική μέτρηση της αντίστασης.

Ευρήματα:

Όλοι οι μαθητές έκαναν σωστή αρίθμηση αξόνων, με σωστό βήμα έτσι ώστε οι άξονες να εκτείνονται σε μεγάλο μέρος του χαρτιού και η χάραξη να είναι πιο καθαρή. Εξαίρεση αποτελούν 2/6 μαθητές που, κατά πάσα πιθανότητα, ξέχασαν να «ονοματίσουν» τον κάθε άξονα με το αντίστοιχο μέγεθος. 3/6 μαθητές χάραξαν σωστά την ευθεία και έκαναν σωστό υπολογισμό της κλίσης και άρα σωστή πειραματική μέτρηση της αντίστασης. Σημαντική παρατήρηση είναι το φύλλο εργασίας ενός μαθητή, ο οποίος τοποθέτησε λάθος ένα σημείο στους άξονες, αλλά είχε την αντίληψη να μην το λάβει υπόψιν και να χαράξει την καμπύλη χωρίς αυτό. Ένας άλλος μαθητής χρησιμοποίησε μόνο 2 σημεία για την χάραξη της ευθείας, το οποίο έχει νόημα από μαθηματικής πλευράς, αλλά είναι λανθασμένη τεχνική από

πειραματικής πλευράς. 2/6 μαθητές, ενώ είχαν χαράξει σωστές ευθείες δεν υπολόγισαν την κλίση και άρα δεν έβγαλαν κάποιο πειραματικό αποτέλεσμα για την αντίσταση. Όσοι μαθητές υπολόγισαν σωστά την κλίση δεν έλαβαν υπόψιν τα σημαντικά ψηφία και την στρογγυλοποίηση.

2^ο μέρος του πειράματος:

Παρουσιάζεται πείραμα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση ενός υλικού στους 20 °C. Ζητείται από τους μαθητές να υπολογίσουν την ειδική αντίσταση του αγωγού, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο τύπο από τις μετρήσεις τους και υπολογίζοντας την μέση τιμή.

3^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές να παρακολουθήσουν βίντεο - πείραμα και από αυτό να συμπληρώσουν πίνακα μετρήσεων.

Ευρήματα: Η συμπλήρωση ήταν σωστή με την παρατήρηση ότι όλοι οι μαθητές είχαν κάνει λάθος στα σημαντικά ψηφία.

4^ο και 5^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε, με βάση τον πίνακα, να υπολογίσουν την ειδική αντίσταση για την κάθε μέτρηση και την μέση τιμή της αντίστοιχα.

Ευρήματα: 4/6 μαθητές είχαν κάνει σωστά τις πράξεις, ενώ οι υπόλοιποι είχαν λάθη. 5/6 των μαθητών παρουσίασαν τα αποτελέσματα με τα σωστά σημαντικά ψηφία και την σωστή στρογγυλοποίηση.

6^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε, με βάση τον υπολογισμό της ειδικής αντίστασης που έκαναν και με πίνακα ειδικής αντίστασης μερικών υλικών που τους δόθηκε, να αναφέρουν ποιο υλικό χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα.

Ευρήματα: 4/6 μαθητές έκαναν σωστή δικαιολόγηση και επιλογή του υλικού, ενώ οι υπόλοιποι δεν συμπλήρωσαν το συγκεκριμένο ερώτημα, αφού δεν είχαν συμπληρώσει το προηγούμενο που χρειαζόταν.

4.1.2 Εικονικό πείραμα «Ηλεκτρεγερτική Δύναμη (ΗΕΔ)»

Στο δεύτερο τμήμα της Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας του σχολείου, παρουσιάστηκε το εικονικό πείραμα στην ηλεκτρεγερτική δύναμη. Δυστυχώς, πάλι, λόγω του γεγονότος ότι η συμπλήρωση των φύλλων εργασίας και του ερωτηματολογίου ήταν προαιρετική, ο αριθμός των συμπληρωμένων είναι σχετικά μικρός και κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα να μην είναι αρκετά για την εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων.

Η διεξαγωγή στην τάξη

Όπως και στο πρώτο τμήμα μαθητών, οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί το θεωρητικό υπόβαθρο για το συγκριμένο κομμάτι της ύλης. Έτσι, όταν τους παρουσιάστηκε ξανά η θεωρία ήταν ήδη εξοικειωμένοι με τους ορισμούς και τους συμβολισμούς, οπότε η παρουσίαση της θεωρίας λειτούργησε σαν μια μορφή επανάληψης για τους μαθητές. Επίσης, όπως πριν οι μαθητές δεν είχαν κάποιο πρόβλημα στην εξαγωγή πειραματικών αποτελεσμάτων από τα βίντεο πειράματα. Αντίθετα, οι μαθητές εμφάνισαν προβλήματα στην κατανόηση της εξαγωγής πειραματικών αποτελεσμάτων με την μέθοδο της «βέλτιστης καμπύλης». Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν τον τρόπο βαθμονόμησης, το οποίο φάνηκε και στα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας που παρέδωσαν. Άργησαν να κατανοήσουν τον λόγο που η βαθμονόμηση των αξόνων πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο κάθε άξονας να καταλαμβάνει μεγάλο μέρος του φύλλου χάραξης, έτσι ώστε το διάγραμμα τους να είναι πιο ακριβές και πιο καθαρό. Στο συγκεκριμένο τμήμα, δεν ζητήθηκε στο φύλλο εργασίας εξαγωγή πειραματικών δεδομένων μέσω της μέσης τιμής, οπότε δεν τους παρουσιάστηκε αυτός ο τρόπος για να μην χαθεί παραπάνω ώρα. Άλλο ένα σημείο που φάνηκε οι μαθητές να κατανοούν ήταν η παρουσίαση αποτελεσμάτων μέσω σημαντικών ψηφίων και στρογγυλοποίησης. Κατά την διάρκεια της παρουσίασης οι απορίες των μαθητών ήταν λίγες και αυτό φάνηκε και στα φύλλα εργασίας τους, όπου μεγάλο ποσοστό μαθητών είχαν χρησιμοποιήσει σωστά τα σημαντικά ψηφία και την στρογγυλοποίηση για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά, την λήψη μετρήσεων από το βίντεο πείραμα, όλοι οι μαθητές φαίνεται να ανταποκρίθηκαν με επιτυχία, καθώς οι πίνακες μετρήσεων στα φύλλα εργασίας ήταν σωστά συμπληρωμένοι. Για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν και στο πρώτο τμήμα.

Η ανάλυση των φύλλων εργασίας

Τα αποτελέσματα των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας, αν και μόνο 7 από το συγκεκριμένο τμήμα μαθητών, είναι τα εξής:

Το παρόν πείραμα αφορά την λήψη μετρήσεων για τις τιμές της τάσης και τις έντασης του ρεύματος ενός κυκλώματος, με στόχο την χάραξη της κατάλληλης ευθείας και τον υπολογισμό της κλίσης αυτής, προκειμένου να υπολογιστούν πειραματικά τα στοιχεία της πηγής (ΗΕΔ και εσωτερική αντίσταση).

1^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές να παρακολουθήσουν το βίντεο πείραμα και να συμπληρώσουν έναν πίνακα τιμών.

Ευρήματα: Όλοι οι μαθητές ανταποκρίθηκαν με επιτυχία, παρουσιάζοντας σωστά τις μετρήσεις με τα σημαντικά τους ψηφία, εκτός από έναν μαθητή.

2^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές η χάραξη της ευθείας με βάση τον πίνακα μετρήσεων που συμπλήρωσαν και ο υπολογισμός της κλίσης της, η οποία ταυτίζεται με την εσωτερική αντίσταση.

Ευρήματα: Όσον αφορά την χάραξη της ευθείας, τα ευρήματα είναι μοιρασμένα. Πιο συγκεκριμένα, όλοι οι μαθητές ταύτισαν σωστά τους άξονες με τα αντίστοιχα φυσικά μεγέθη. 3/7 μαθητές είχαν χαράξει σωστά την ευθεία που τους ζητήθηκε, τοποθετώντας σωστά τα σημεία στους άξονες. 4/7 μαθητές χρησιμοποίησαν κακή βαθμονόμηση στους άξονες, με αποτέλεσμα τα διαγράμματά τους να είναι πολύ μικρά και να χάνεται σε μεγάλο βαθμό η ακρίβεια της μέτρησης. Επίσης, αυτοί οι μαθητές δεν χρησιμοποίησαν χάρακα για την χάραξη της ευθείας, με αποτέλεσμα τα διαγράμματά τους να μοιάζουν περισσότερο με καμπύλες παρά με ευθείες. Αυτό, προφανώς, είχε επιπτώσεις στον σωστό υπολογισμό της κλίσης. Όσοι μαθητές είχαν σωστά διαγράμματα, δηλαδή οι 3/7, είχαν κάνει και σωστό υπολογισμό της κλίσης και την είχαν ταυτίσει με το σωστό φυσικό μέγεθος. Αντίθετα, οι μαθητές που δυσκολεύτηκαν στην χάραξη, είχαν κάνει λάθος υπολογισμό της κλίσης, παρόλα αυτά την είχαν ταυτίσει και αυτοί με το σωστό φυσικό μέγεθος. 7/7 μαθητές, είχε χρησιμοποιήσει σωστά τα σημαντικά ψηφία και την στρογγυλοποίηση για την παρουσίαση των υπολογισμών τους.

3^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές να υπολογίσουν την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής με βάση το διάγραμμα που χάραξαν.

Ευρήματα: Παρόλο που 4/7 είχαν κάνει λάθος διάγραμμα, παρατηρήθηκε ότι 5/7 μαθητές έκαναν σωστό υπολογισμό και το ίδιο μέρος μαθητών έδωσαν σωστή εξήγηση για αυτόν τον υπολογισμό. Αυτό εξηγείται διότι για τον υπολογισμό του μεγέθους χρειάζεται απλά να παρατηρήσουν στο διάγραμμά τους το σημείο τομής της ευθείας τους με τον κάθετο άξονα. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές είχαν κατανοήσει σωστά το θεωρητικό υπόβαθρο. Τέλος, ένας μαθητής δεν είχε κάνει τον υπολογισμό που του ζητήθηκε, πιθανότατα διότι δεν είχε χρησιμοποιήσει χάρακα για την χάραξη και δεν μπορούσε να βρει το σωστό σημείο τομής με τον κάθετο άξονα.

Παρατήρηση για το φύλλο εργασίας

Μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι το φύλλο εργασίας για το συγκεκριμένο πείραμα είναι μικρότερο σε έκταση και σε περιεχόμενο σε σχέση με το προηγούμενο τμήμα και με το επόμενο που θα παρουσιαστεί στην συνέχεια. Αυτό ήταν σκόπιμο, καθώς η χάραξη της συγκεκριμένης ευθείας είναι δυσκολότερη, σε σχέση με τα άλλα φύλλα εργασίας, διότι δεν περνάει από την αρχή των αξόνων και έχει και αρνητική κλίση. Σε αυτόν τον λόγο, ίσως, να οφείλεται και το υψηλό ποσοστό των λανθασμένων διαγραμμάτων που παρατηρήθηκαν. Εδώ πρέπει να αναφερθεί σαν γεγονός ότι όλα τα βίντεο πειράματα που παρουσιάστηκαν στους μαθητές διήρκεσαν περίπου τον ίδιο χρόνο. Οπότε η δυσκολία που θα συναντούσαν οι μαθητές ήταν αναμενόμενη και για

αυτό το φύλλο εργασίας στην ηλεκτρεγερτική δύναμη ήταν μικρότερο από άποψη περιεχομένου.

4.1.3 Εικονικό πείραμα «Πυκνωτές»

Στο τρίτο τμήμα της Β Λυκείου Γενικής Παιδείας του σχολείου, παρουσιάστηκε το εικονικό πείραμα στον πυκνωτή. Δυστυχώς, πάλι, λόγω του γεγονότος ότι η συμπλήρωση των φύλλων εργασίας και του ερωτηματολογίου ήταν προαιρετική, ο αριθμός των συμπληρωμένων είναι σχετικά μικρός και κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα να μην είναι αρκετά για την εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων.

Η διεξαγωγή στην τάξη

Όπως συνέβη και στα δύο προηγούμενα τμήματα οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί το θεωρητικό υπόβαθρο και ήταν εξοικειωμένοι με το θεωρητικό πλαίσιο, οπότε όταν τους παρουσιάστηκε, οι απορίες ήταν ελάχιστες και η παρουσίαση είχε την μορφή επανάληψης. Στην παρουσίαση της ανάλυσης της εξαγωγής πειραματικών αποτελεσμάτων με την χρήση της «βέλτιστης καμπύλης», τα αποτελέσματα ήταν ανάμικτα. Υπήρχαν αρκετοί μαθητές στην αίθουσα που κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό την μέθοδο αυτή, αλλά υπήρχαν και πολλοί μαθητές που φάνηκαν μπερδεμένοι και εξέφρασαν αρκετές απορίες μέχρι να την κατανοήσουν. Πιο συγκεκριμένα, δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν τον τρόπο βαθμονόμησης και για ποιον λόγο είναι πολύ σημαντική και δυσκολεύτηκαν να καταλάβουν ποιο είναι το σωστό «βήμα» μεταξύ των τιμών στους άξονες. Αυτό φάνηκε και στα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας που παραδόθηκαν, όπου και εκεί μεγάλο ποσοστό μαθητών χάραξαν σωστά την «βέλτιστη καμπύλη», ενώ ένα ποσοστό δυσκολεύτηκε και εμφανίστηκαν κάποια λάθη στην χάραξη. Στην παρουσίαση της μέσης τιμής, οι μαθητές δεν είχαν κάποιο πρόβλημα στην κατανόηση, αφού την είχαν ήδη διδαχθεί και οι απορίες τους ήταν ελάχιστες. Στα σημαντικά ψηφία και στην στρογγυλοποίηση, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες. Υπήρχαν μαθητές που κατανόησαν τον συγκεκριμένο τρόπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων τους, ενώ υπήρχαν και μαθητές που δυσκολεύτηκαν στην κατανόηση και εξέφρασαν απορίες.

Όσον αφορά, την λήψη μετρήσεων από το βίντεο πείραμα, όλοι οι μαθητές φαίνεται να ανταποκρίθηκαν με επιτυχία, καθώς οι πίνακες μετρήσεων στα φύλλα εργασίας ήταν σωστά συμπληρωμένοι. Για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν και στο πρώτο τμήμα.

Η ανάλυση των φύλλων εργασίας

Τα αποτελέσματα των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας, αν και μόνο 6 από το συγκεκριμένο τμήμα μαθητών, είναι τα εξής:

Στο πρώτο μέρος του πειράματος, το κύκλωμα τροφοδοτείται με διαφορετικές τιμές τάσης και αυτό επιφέρει αλλαγή στο φορτίο των οπλισμών, με στόχο οι μαθητές να σχεδιάσουν την κατάλληλη ευθεία για αυτές τις τιμές και να υπολογίσουν την κλίση της.

1^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές να παρακολουθήσουν το βίντεο πείραμα και να συμπληρώσουν τον πίνακα τιμών.

Ευρήματα: 3/6 μαθητές συμπλήρωσαν σωστά τον πίνακα λαμβάνοντας υπόψιν τα σημαντικά ψηφία, ενώ οι υπόλοιποι είχαν κάνει λάθη στα σημαντικά ψηφία.

2^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές η χάραξη της κατάλληλης ευθείας από τις τιμές του πίνακα που είχαν συμπληρώσει και ο υπολογισμός της κλίσης.

Ευρήματα: Όλοι οι μαθητές ταύτισαν τους άξονες με το αντίστοιχο φυσικό μέγεθος. Παρόλα αυτά εμφανίστηκαν διάφορα προβλήματα στην βαθμονόμηση και στην επιλογή του κατάλληλου βήματος. Πιο συγκεκριμένα, 3/6 μαθητές χάραξαν σωστή ευθεία, με σωστή βαθμονόμηση και σωστή τοποθέτηση των πειραματικών μετρήσεων. 2/6 μαθητές εμφάνισαν προβλήματα στην βαθμονόμηση με αποτέλεσμα τα πειραματικά σημεία να μην είναι τόσο ακριβή όταν τα τοποθέτησαν στο σύστημα αξόνων. Επίσης, υπήρχε μια περίπτωση μαθητή, ο οποίος είχε βαθμονομήσει κατάλληλα και είχε τοποθετήσει σωστά τα πειραματικά σημεία, δεν χάραξε την «βέλτιστη ευθεία». Όσον αφορά την κλίση, 3/6 μαθητές έκανα σωστές πράξεις και παρουσίασαν τα πειραματικά τους αποτελέσματα με επιτυχία, λαμβάνοντας υπόψιν την στρογγυλοποίηση και τα σημαντικά ψηφία.

2^ο μέρος του πειράματος:

Οι μαθητές σημείωσαν τις μεταβολές στην απόσταση μεταξύ των οπλισμών και την μεταβολή στο φορτίο των οπλισμών, που επέφερε αυτή. Έτσι τους ζητήθηκε ο υπολογισμός της διηλεκτρικής σταθεράς του κενού, μετρώντας κάθε φορά την διηλεκτρική σταθερά για την κάθε μεταβολή και στην συνέχεια την εξαγωγή της πειραματικής μέτρησης με την χρήση της μέσης τιμής.

3^ο και 4^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές να παρακολουθήσουν το αντίστοιχο βίντεο πείραμα και να συμπληρώσουν τον πίνακα τιμών. Στην συνέχεια, χρειάστηκε να κάνουν πράξεις και να υπολογίσουν την διηλεκτρική σταθερά του κενού για την κάθε μεταβολή.

Ευρήματα: Δεν εμφανίστηκε κάποιο πρόβλημα στην συμπλήρωση του πίνακα και στις πράξεις αυτές και όλοι οι μαθητές έλαβαν υπόψιν τα σημαντικά ψηφία και την στρογγυλοποίηση.

5^ο ερώτημα:

Διαδικασία: Ζητήθηκε από τους μαθητές να υπολογίσουν την μέση τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς του κενού και να παρατηρήσουν κατά πόσο τοις εκατό η πειραματική τους τιμή συμφωνεί με την θεωρητική.

Ευρήματα: 5/6 μαθητές έκαναν σωστά τις πράξεις και έβγαλαν σωστή πειραματική τιμή, αλλά 3/5 παρουσίασαν την πειραματική τιμή σωστά, λαμβάνοντας υπόψιν, δηλαδή, τα σημαντικά ψηφία και την στρογγυλοποίηση. Στην συνέχεια του ερωτήματος 4/6 μαθητές έκαναν σωστό υπολογισμό με βάση τον τύπο που τους δόθηκε, ενώ κανένας μαθητής δεν έγραψε κάποια παρατήρηση για το αποτέλεσμα που βρήκε.

4.2 Συγκεντρωτικά τα ευρήματα για τα πειράματα

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα μπορούν να παρατηρηθούν τα εξής.

- Όσον αφορά τα βίντεο και τις λήψεις των μετρήσεων, φάνηκε ότι οι μαθητές μπόρεσαν να χειριστούν το βίντεο εύκολα και η λήψη των μετρήσεων δεν τους δυσκόλεψε, κάτι που δείχνει ότι οι εκφωνήσεις ήταν κατανοητές.-
- Όσον αφορά την επεξεργασία των μετρήσεων, αρχικά, παρατηρήθηκε ότι όλοι οι μαθητές πρόσεξαν τις μονάδες μέτρησης και έκαναν τις κατάλληλες μετατροπές, όπου χρειαζόταν. Παρόλα αυτά υπήρχαν κάποιοι μαθητές που έκαναν λάθος σε απλές πράξεις. Αυτό, ίσως οφείλεται σε λάθη απροσεξίας ή στο γεγονός ότι οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με το κομπιουτεράκι.
- Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους, πολλοί μαθητές εμφάνισαν λάθη στην στρογγυλοποίηση και στα σημαντικά ψηφία, ενώ υπήρχαν και λίγοι μαθητές που δεν είχαν κάποιο πρόβλημα.
- Στον υπολογισμό της μέση τιμής ενός μεγέθους, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών ανταποκρίθηκε με επιτυχία.
- Οι παρατηρήσεις για την χάραξη της «βέλτιστης καμπύλης», είναι ανάμικτες. Πιο συγκεκριμένα, όλοι οι μαθητές ταύτισαν τους κάθετους άξονες με τα κατάλληλα μεγέθη, έτσι ώστε να κάνουν την σωστή χάραξη. Υπήρχαν αρκετοί μαθητές που βαθμονόμησαν σωστά τους άξονες και τοποθέτησαν τα πειραματικά σημεία με καλή ακρίβεια σε αυτούς, με αποτέλεσμα να χαράξουν σωστές ευθείες. Από την άλλη, πολλοί μαθητές δεν έκαναν την κατάλληλη βαθμονόμηση, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στην τοποθέτηση των πειραματικών τους σημείων στους άξονες και κατ' επέκταση να μην χαράξουν σωστή ευθεία. Μάλιστα, παρατηρήθηκαν φύλλα εργασίας που δεν χρησιμοποιήθηκε χάρακας για την χάραξη με αποτέλεσμα το διάγραμμα να μην είναι ορθό.
- Σε σχέση με κάποια ερωτήματα στα φύλλα εργασίας όπου ζητήθηκε από τους μαθητές να ταυτίσουν φυσικά μεγέθη με κάποιο στοιχείο της ευθείας ή όταν τους

ζητήθηκε να κάνουν κάποια φυσική παρατήρηση, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών ανταποκρίθηκε με επιτυχία.

- Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι στις παρουσιάσεις και των τριών βίντεο πειραμάτων τηρήθηκε το χρονικό πλαίσιο, με αποτέλεσμα να υπάρχει αρκετός χρόνος τόσο για τις επεξηγήσεις που παρουσιάστηκαν, όσο και για το πείραμα. Μάλιστα, σε κάποιες περιπτώσεις, κάποιοι μαθητές τελείωσαν νωρίτερα από το αναμενόμενο και ασχολήθηκαν με την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας στην τάξη, μέχρι να τελειώσει η διδακτική ώρα.

4.3 Ερωτηματολόγιο:

Το τελευταίο κομμάτι των ευρημάτων, όπως αναφέρθηκε, είναι το ερωτηματολόγιο που μοιράστηκε στους μαθητές και το παρέδωσαν συμπληρωμένο μαζί με τα φύλλα εργασίας τους. Συνολικά συμπληρώθηκαν 19 ερωτηματολόγια, όσα δηλαδή και τα φύλλα εργασίας. Η μορφή του ερωτηματολογίου παρουσιάζεται παρακάτω.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Τμήμα:

- 1.** Η διαδικασία για τη λήψη μετρήσεων από το βίντεο ήταν

Πολύ δύσκολη ○○○○○ Πολύ εύκολη

- 2.** Τα ερωτήματα του φύλλου εργασίας ήταν

Δυσνόητα ○○○○○ Πολύ κατανοητά

- 3.** Σου φάνηκε η επεξεργασία των μετρήσεων

Πολύ δύσκολη ○○○○○ Πολύ εύκολη

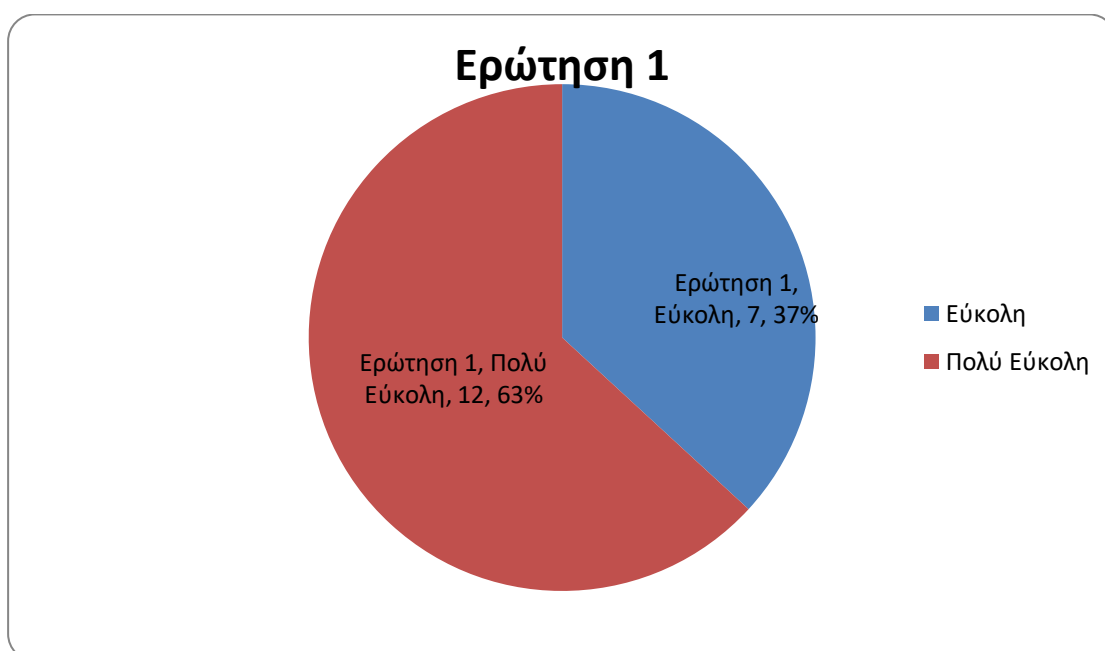
- 4.** Σου φάνηκε ολόκληρη η διαδικασία

Καθόλου ενδιαφέρουσα ○○○○○ Πολύ ενδιαφέρουσα

5. Χρειάστηκες βοήθεια από κάποιο άλλο άτομο για τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας;
- A) Όχι
- B) Ναι
6. Πόσο χρόνο περίπου σου πήρε να ολοκληρώσεις το φύλλο εργασίας;
.....
7. Θα επιθυμούσες κάποιες από τις εργασίες για το σπίτι στη φυσική να έχουν την μορφή της εργασίας που κάνατε με το εικονικό πείραμα;
- A) Ναι
- B) Όχι
- Γ) Αδιάφορο

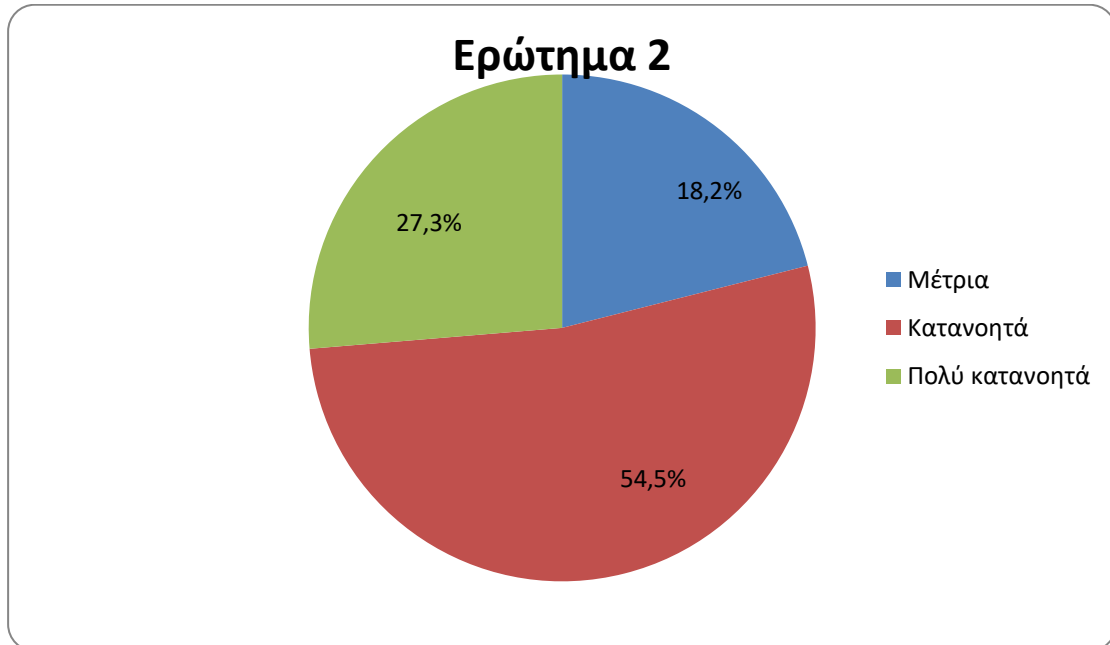
4.3.1 Ευρήματα ερωτηματολογίου

Στην πρώτη ερώτηση, για την διαδικασία λήψης των μετρήσεων, από τους 19 μαθητές οι 7 απάντησαν ότι ήταν εύκολη, δηλαδή το 36.4% και οι 12 ότι ήταν πολύ εύκολη, δηλαδή το 63,6%.



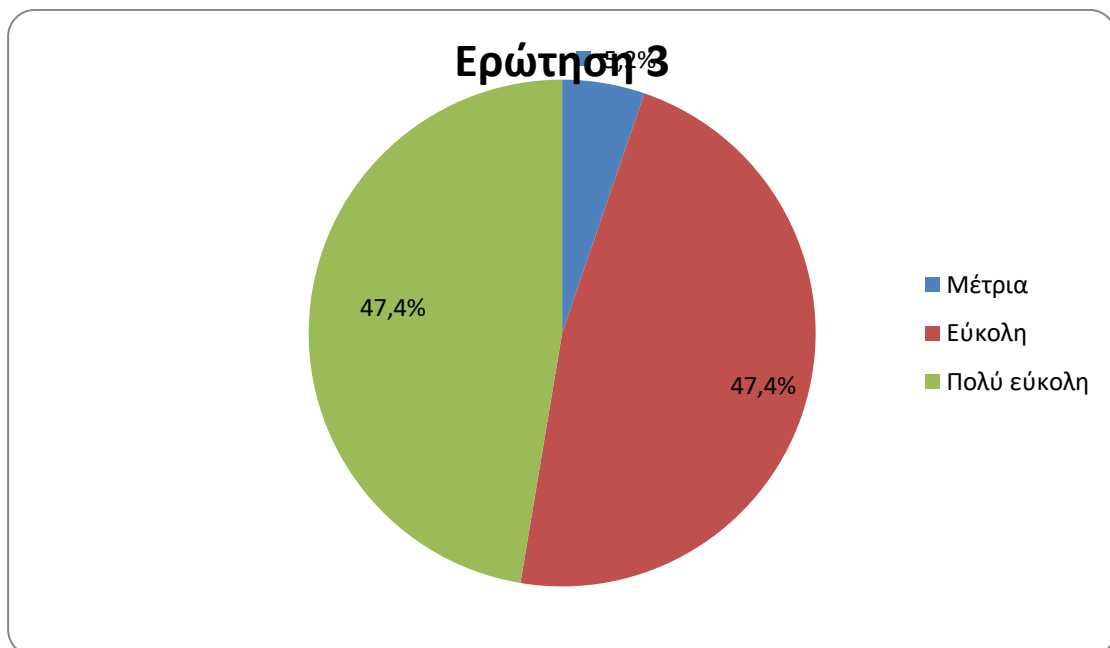
Σχήμα 1: Απαντήσεις πρώτης ερώτησης ερωτηματολογίου

Στην δεύτερη ερώτηση, για το αν τα ερωτήματα ήταν κατανοητά, από τους 19 μαθητές οι 4 απάντησαν ότι ήταν μέτρια, δηλαδή το 18.2%, οι 10 ότι ήταν κατανοητά, δηλαδή το 54.5% και οι 5 ότι ήταν πολύ κατανοητά, δηλαδή το 27.3%.



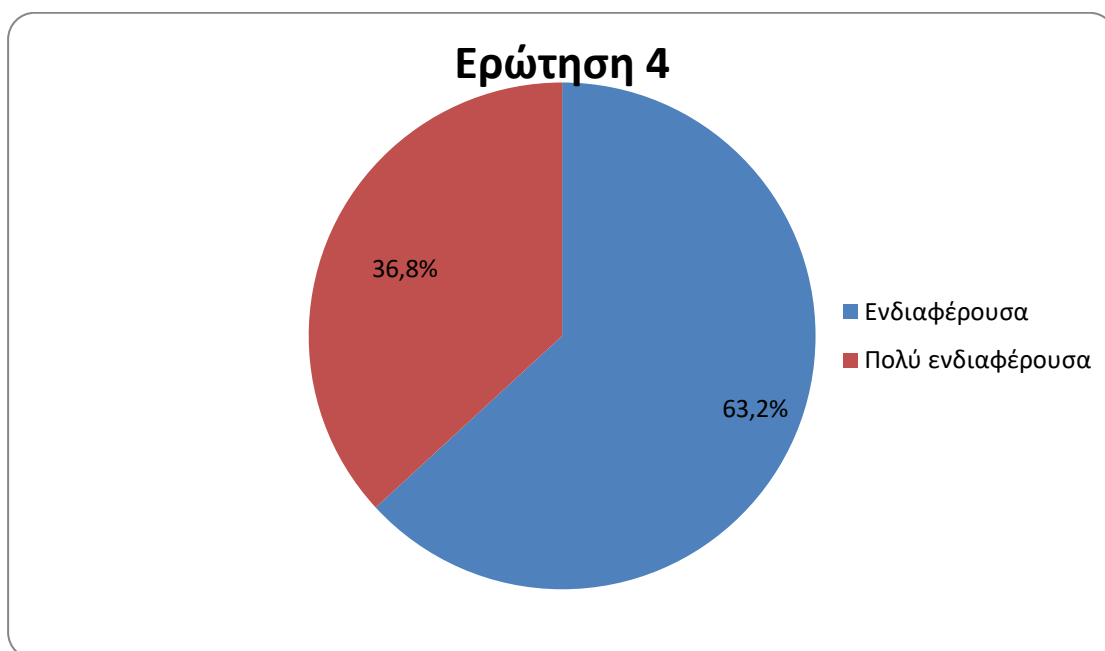
Σχήμα 2: Απαντήσεις δεύτερης ερώτησης ερωτηματολογίου

Στο τρίτο ερώτημα, για το πώς τους φάνηκε η επεξεργασία των μετρήσεων, από τους 19 μαθητές, 1 απάντησε μέτρια, δηλαδή το 5.2%, 9 ότι ήταν εύκολη, δηλαδή το 45.5% και 9 ότι ήταν πολύ εύκολη, δηλαδή το 45.5%.



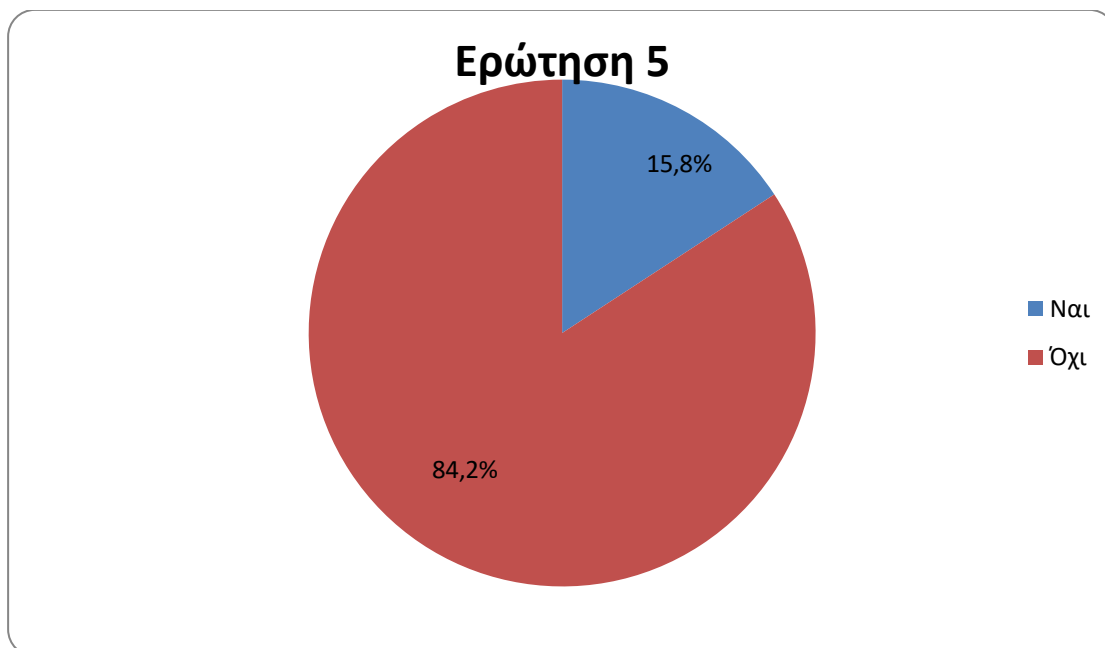
Σχήμα 3: Απαντήσεις τρίτης ερώτησης ερωτηματολογίου

Στο τέταρτο ερώτημα, για το πώς του φάνηκε ολόκληρη η διαδικασία, από τους 19 μαθητές, 12 απάντησαν ότι τους φάνηκε ενδιαφέρουσα, δηλαδή το 63.2% και 7 ότι τους φάνηκε πολύ ενδιαφέρουσα, δηλαδή το 36.8%.



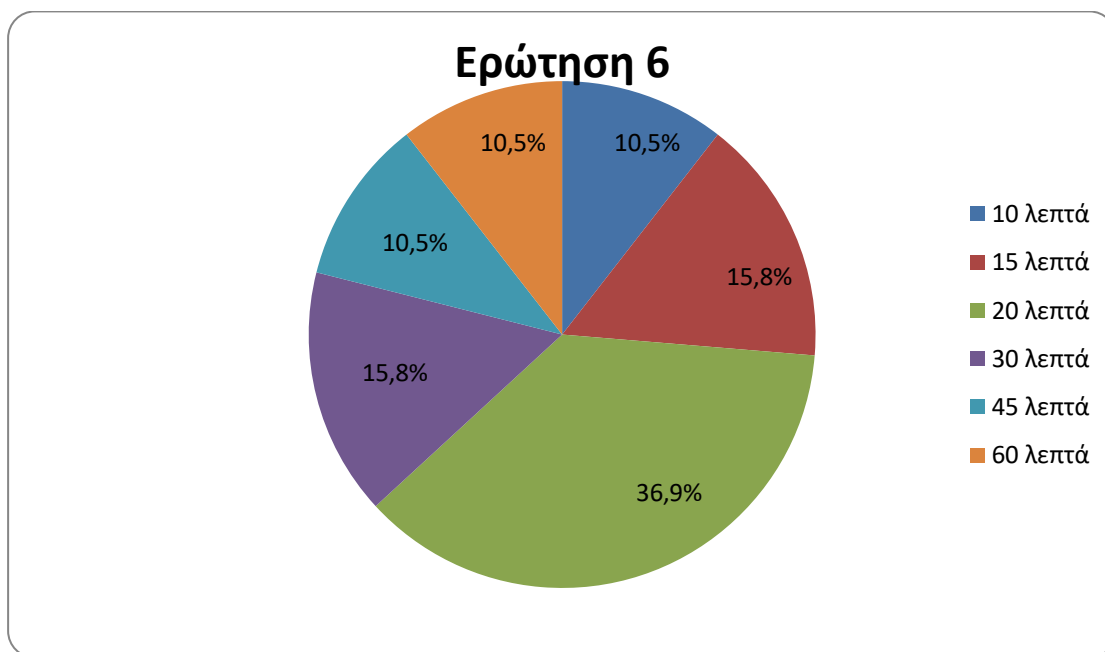
Σχήμα 4: Απαντήσεις τέταρτης ερώτησης ερωτηματολογίου

Στο πέμπτο ερώτημα, για το αν χρειάστηκαν κάποια βοήθεια για τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας, από τους 19 μαθητές, 3 απάντησαν ότι χρειάστηκαν, δηλαδή το 15.8% και 16 απάντησαν ότι δεν χρειάστηκαν, δηλαδή το 84.2%.



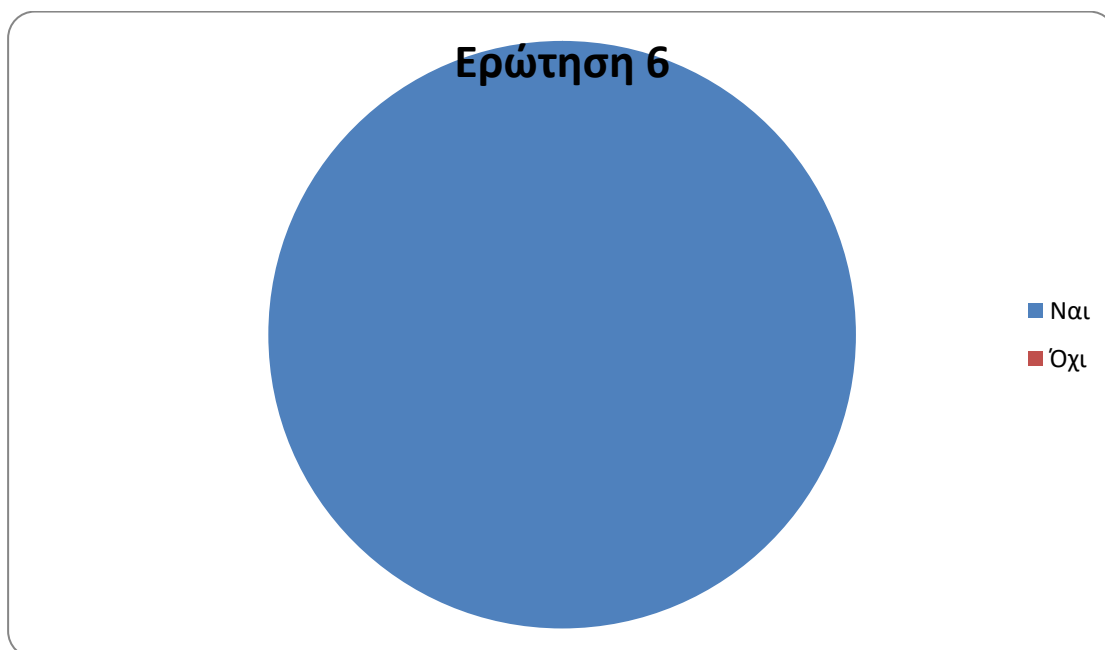
Σχήμα 5: Απαντήσεις πέμπτης ερώτησης ερωτηματολογίου

Στο έκτο ερώτημα, ρωτήθηκαν οι μαθητές πόσο χρόνο τους πήρε η επεξεργασία του φύλλου εργασίας, από τους 19 μαθητές, 3 απάντησαν 15 λεπτά, δηλαδή το 15.8%, 7 απάντησαν 20 λεπτά, δηλαδή το 36.9%, 3 απάντησαν 30 λεπτά, δηλαδή το 15.8%, 2 απάντησαν 10 λεπτά, δηλαδή το 10.5%, 2 απάντησαν 45 λεπτά, δηλαδή το 10.5% και 2 απάντησαν 60 λεπτά, δηλαδή το 10.5%.



Σχήμα 6: Απαντήσεις έκτης ερώτησης ερωτηματολογίου

Στο έβδομο ερώτημα, ρωτήθηκαν αν οι μαθητές θα επιθυμούσαν κάποιες από τις εργασίες για το σπίτι στη φυσική να έχουν την μορφή της εργασίας που έκαναν με το εικονικό πείραμα, από τους 19 μαθητές, όλοι απάντησαν «ναι»



Σχήμα 6: Απαντήσεις έκτης ερώτησης ερωτηματολογίου

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

- Από τα ερωτηματολόγια των μαθητών, επιβεβαιώνεται ότι η λήψη των μετρήσεων δεν τους δυσκόλεψε, αφού όλοι απάντησαν ότι η διαδικασία τους φάνηκε εύκολη ή πολύ εύκολη.
- Όσον αφορά τα ερωτήματα του φύλλου εργασίας, στους περισσότερους μαθητές φάνηκαν κατανοητά, εκτός από ένα μικρό ποσοστό μαθητών που τους φάνηκε μέτρια η κατανόησή τους.
- Για την επεξεργασία των μετρήσεων, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι τους φάνηκε εύκολη έως πολύ εύκολη, ενώ υπήρχαν λίγοι μαθητές που τους φάνηκε μέτρια η δυσκολία. Αυτό φάνηκε και στην επόμενη ερώτηση του ερωτηματολογίου, όπου οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι δεν χρειάστηκαν κάποια βοήθεια για την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας, ενώ υπήρχαν κάποιοι που απάντησαν ότι χρειάστηκαν.
- Επιπλέον, για το χρόνο που χρειάστηκαν για να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας, οι περισσότεροι απάντησαν ότι χρειάστηκαν 10 λεπτά έως 30 λεπτά, ενώ υπήρχαν και κάποιοι μαθητές που απάντησαν ότι χρειάστηκαν 45 λεπτα και 1 ώρα.
- Τέλος, σε όλους τους μαθητές φάνηκε ενδιαφέρουσα η διαδικασία και όλοι απάντησαν ότι θα ήθελαν κάποιες εργασίες για το σπίτι στη φυσική να έχουν την ίδια μορφή με το εικονικό πείραμα.

4.4 Συμπεράσματα – Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία σαν σκοπό είχαμε την αξιοποίηση των βίντεο πειραμάτων, εφαρμογών και δραστηριοτήτων για τις ανάγκες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με σκοπό να καλυφθεί η ανάγκη για εξ αποστάσεως διδασκαλία αλλά και την λειτουργία των προσομοιώσεων παράλληλα και υποβοηθητικά με την κλασσική διδασκαλία της φυσικής. Λόγω της σχολικής περιόδου, κατά την οποία εκπονήθηκε η έρευνα, παρουσιάστηκαν στους μαθητές μόνο τα βίντεο πειράματα και όχι οι εφαρμογές και οι δραστηριότητες, καθώς βρισκόντουσαν στο τέλος της ύλης τους.

Όπως φάνηκε από τα ευρήματα, οι μαθητές δεν δυσκολεύτηκαν στον χειρισμό του βίντεο και στην λήψη μετρήσεων. Αντίθετα, εμφάνισαν αρκετά προβλήματα στην στρογγυλοποίηση και στα σημαντικά ψηφία. Αυτές οι δυσκολίες, πιθανότατα οφείλονται στο γεγονός ότι οι μαθητές δεν είχαν ασκηθεί ιδιαίτερα στην εργαστηριακή πρακτική και κατά την διάρκεια της παρουσίας που τους έγινε, δεν αφιερώθηκε μεγάλο χρονικό διάστημα για αυτά, λόγω χρονικού περιορισμού. Την δυσκολία στα σημαντικά ψηφία θα την συναντούσαν προφανώς και σε ένα πείραμα πραγματικού εργαστηρίου, σε περίπτωση που είχαν επεξεργασία μετρήσεων μετά από

το πείραμα. Λόγω του μαθηματικού υποβάθρου που είχαν οι μαθητές, μπόρεσαν να κατανοήσουν την χάραξη μιας ευθείας και να ταυτίσουν τα φυσικά μεγέθη με αυτή, όπως για παράδειγμα την κλίση. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να ταυτίσουν όλοι σωστά τους άξονες, και με ελάχιστες εξαιρέσεις να τοποθετήσουν σωστά πειραματικά σημεία. Παρόλα αυτά, παρατηρήθηκαν προβλήματα στην βαθμονόμηση από πολλούς μαθητές. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα, ενώ ήξεραν να τοποθετούν σωστά τα πειραματικά σημεία όπως αναφέρθηκε, αυτά τα σημεία να μην έχουν μεγάλη ακρίβεια και κατ' επέκταση η ευθεία τους να είχε σφάλματα. Όπως με τα σημαντικά ψηφία, τα προβλήματα στην βαθμονόμηση οφείλονται, στο γεγονός ότι ήταν κάτι τελείως καινούριο για αυτούς και κατά πάσα πιθανότητα δεν την κατανόησαν ολοκληρωτικά, λόγω του περιορισμένου χρόνου. Στο θέμα των πράξεων και της μέσης τιμής, που ζητήθηκε σε κάποια φύλλα εργασίας, οι μαθητές ανταποκρίθηκαν με επιτυχία, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι οι μαθητές έχουν, όπως είναι λογικό, εξοικειωθεί στις μαθηματικές πράξεις και στην εφαρμογή των φυσικών νόμων και τύπων. Αντίστοιχη, εξοικείωση είχαν και στην χρήση της μέσης τιμής, αφού, με βάση τα λεγόμενα των εκπαιδευτικών του σχολείου, την είχαν διδαχθεί παλαιότερα. Το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών είχαν απαντήσει σωστά τις θεωρητικές ερωτήσεις που τους τέθηκαν σχετικά με τα πειράματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών τους οι μαθητές είχαν κατανοήσει σε μεγάλο βαθμό την διδαχθείσα ύλη.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι οι δυσκολίες που συνάντησαν οι μαθητές στην επεξεργασία των μετρήσεων, δεν οφείλονται στην προτεινόμενη μορφή των προσομοιώσεων και των βίντεο πειραμάτων. Αυτές οι δυσκολίες θα εμφανίζονταν και στην περίπτωση που οι μαθητές παρακολουθούσαν τα ίδια πειράματα σε πραγματικό εργαστηριακό περιβάλλον. Παρατηρεί κανείς, με βάση τα ευρήματα, ότι οι μαθητές ανταπεξήλθαν με επιτυχία στα ερωτήματα που τους ζητήθηκαν διαδικασίες για τις οποίες κατείχαν ήδη τις γνώσεις από προηγούμενες τάξεις, όπως εφαρμογή των τύπων και της μέσης τιμής, ενώ δυσκολεύτηκαν σε μεγάλο βαθμό στα ερωτήματα, που χρειάστηκε να εφαρμόσουν καινούργια εργαλεία, για αυτούς, όπως την κατάλληλη βαθμονόμηση και τα σημαντικά ψηφία. Αν οι μαθητές είχαν ασκηθεί με αυτά τα εργαλεία σε μικρότερες τάξεις, κατά πάσα πιθανότητα, οι δυσκολίες που θα συναντούσαν για την συμπλήρωση των φύλλων εργασίας θα ήταν λιγότερες και τα πειραματικά τους αποτελέσματα θα είχαν μεγαλύτερη επιτυχία. Έτσι, προτείνεται στους εκπαιδευτικούς που θα χρησιμοποιήσουν την πρότασή μας, να αφιερώσουν κάποιες διδακτικές ώρες στην παρουσίαση των σημαντικών ψηφίων, της στρογγυλοποίησης, της κατάλληλης βαθμονόμησης και της χάραξης της «βέλτιστης καμπύλης».

Για τις βίντεο δραστηριότητες και εφαρμογές, που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3, αλλά δεν υπήρξε κάποια έρευνα με μαθητές, όπως στα βίντεο πειράματα, δόθηκαν για αξιολόγηση σε κάποιους καθηγητές του σχολείου. Οι καθηγητές έκαναν κάποιες προτάσεις και διορθώσεις, έτσι ώστε να είναι κατανοητά για τους μαθητές και να

μπορέσουν να λειτουργήσουν παράλληλα και βοηθητικά με την κλασσική διδασκαλία της φυσικής σε ένα σχολείο.

Από ότι φαίνεται, με βάση τα παραπάνω, η πρόταση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, χωρίς τα συμπεράσματα να είναι οριστικά καθώς εφαρμόστηκε σε περιορισμένο αριθμό μαθητών, είναι λειτουργική και υπό ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί να εφαρμοστεί, τόσο για την άσκηση των μαθητών στις πειραματικές διαδικασίες, όσο και υποβοηθητικά κατά την διδασκαλία του θεωρητικού υποβάθρου στην τάξη, με την χρήση των εφαρμογών και των δραστηριοτήτων. Παρόλα αυτά, για οριστικά συμπεράσματα χρειάζεται να γίνει περαιτέρω έρευνα, με μεγαλύτερο δείγμα και εφαρμογή όλων των φύλλων εργασίας και όχι μόνο αυτών που αφορούν τα βίντεο πειράματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Aspillera, M. (2010). What Are the Potential Benefits of Online Learning?
- Bajpai, M. (2013). Developing concepts in physics through virtual lab experiment: An effectiveness study.
- Carey, B. (2013). Stanford Report, 'iLabs' offer a new way to add science experiments to online education.
- Daineko, Y., Dmitriyev, V., & Ipalakova, M. (2016). Using Virtual Laboratories in Teaching Natural Sciences: An Example of Physics Courses in University, Department of Computer Science and Software Engineering, International IT University, Almaty, Kazakhstan Carl von Ossietzky University of Oldenburg, Oldenburg, Germany.
- Gire, E., Carmichael, A., Chini, J., Rouinfar, A., Rebello, S., Smith, G., & Puntambekar, S. (2010). The effects of physical and virtual manipulatives on students' conceptual learning about pulleys.
- Hamed, G., & Aljanazrah, A. (2020). The effectiveness of using virtual experiments on students' learning in the general physics lab.
- Horton K.W. (2006). E-Learning By Design, San Francisco
- Johnstone, A., & Alshuaili, A. (2001). Learning in the laboratory: Some thoughts from the literature. University Chemistry Education.
- Kirtman L. (2009). Online versus In-Class Courses: An Examination of Differences in Learning Outcomes. Issues in Teacher Education.
- Mostafa, N., & Zafari, K.(2020). What do we mean by Distance Education? Theories and Practices: A Study for New Beginning.
- Oblinger D. (2000). The Nature and Purpose of Distance Education. The Technology Source Archives.
- Pyatt, K., & Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: Attitudes, performance and access. Journal of Science Education and Technology.
- Sullivana, S., Gnesdilowb, D., Puntambekarb, S., & Kimb, J.S. (2017). Middle school students' learning of mechanics concepts through engagement in different sequences of physical and virtual experiments.
- Tasoff, H. (2020). The Current : Physics at your fingertips, Santa Barbara CA.

Tetour, Y., Boehringer, D., & Richter T. (2011). Integration of Virtual and Remote Experiments into Undergraduate Engineering Courses, University of Stuttgart.

Turner, J., & Parisi, A. (2008). Eric: A Take-Home Physics Experiment Kit for On-Campus and Off-Campus Students.

Velentzas, A., & Theodonis, I. (2021). Supporting laboratory work with virtual experiments: a case study during the covid-19 quarantine, National Technical University of Athens, Athens, Greece.

Zacharia, Z., C., & de Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives-oriented curriculum.

Zacharia, Z., C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. Learning in Science Group, Department of Educational Sciences, University of Cyprus.

Αναστασιάδης, Π. (2004). Δια Βίου και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στην Κοινωνία της Πληροφορίας: Το Δεύτερο Κύμα των Τεχνολογιών των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση.

Αναστασιάδης, Π. (2008). Ζητήματα Παιδαγωγικού Σχεδιασμού για την Διδακτική Αξιοποίηση της Διαδραστικής Τηλεδιάσκεψης σε Περιβάλλον Μικτής – Πολυμορφικής- Μάθησης Κοινωνικό –Εποικοδομητική Προσέγγιση. Η Περίπτωση του προγράμματος «Παιδεία Ομογενών» για την Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών της Ομογένειας στο Πανεπιστήμιο Κρήτης (ΕΔΙΑΜΜΕ). Στο Αναστασιάδης, Π. (Επ.), Η Τηλεδιάσκεψη στην Υπηρεσία της Δια Βίου Μάθησης και της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης: Παιδαγωγικές Εφαρμογές Συνεργατικής Μάθησης από Απόσταση στην Ελληνική Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Αθήνα: Gutenberg.

Αναστασιάδης, Π. (2014). Η έρευνα για την ΕξΑΕ με τη χρήση των ΤΠΕ (e-learning) στο Ελληνικό Τυπικό Εκπαιδευτικό Σύστημα. Ανασκόπηση και προοπτικές για την Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Αποστολάκης Ι. (2004). Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση Νοσηλευτικού προσωπικού: τεχνικές και λειτουργικές προσεγγίσεις. Πρακτικά 2ης ημερίδας κλινικής νοσηλευτικής εκπαίδευσης.

Δημητρακοπούλου, Α. (1999). Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου: Πώς τότε και γιατί; Γλωσσικός Υπολογιστής.

Μίμινου, Α., & Σπανακά, Α. (2013). Σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Καταγραφή και συζήτηση μίας βιβλιογραφικής επισκόπησης.

Παραμερίτη, Β. (2021). Ηλεκτρονικά περιβάλλοντα σύγχρονης και ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας του Covid – 19, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.