

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΔΥΟ ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Μαστρογιάννης Αθανάσιος

Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης - Επιμορφωτής ΤΠΕ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Προσομοιώνεται η ένταση ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από δύο σημειακά φορτία. Η εφαρμογή παρέχει τη δυνατότητα μεταβολής τις τιμές των φορτίων, της μεταξύ τους απόστασης ενώ με κλικ και σύρσιμο το διάνυσμα της έντασης τοποθετείται σε οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου.

Στο συνοδευτικό φύλο εργασίας οι μαθητές (Β' Λυκείου, Γενικής Παιδείας) καλούνται να υπολογίσουν και να επαληθεύσουν την τιμή της έντασης και του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου σε συγκεκριμένα σημεία του επιπέδου και να δημιουργήσουν για διαφορετικές τιμές (ενός) φορτίου τα γραφήματα $E(r)$ και $V(r)$.

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ: Ένταση και δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου

Εκπαιδευτικό λογισμικό: Modellus

Αρχείο: E_2point.mdl

Φύλλο Εργασίας:

Μάθημα: Φυσική Γενικής Παιδείας

Τάξη: Β' Λυκείου

Στοιχεία ταυτότητας δραστηριότητας

Έννοιες	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, Δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου
Έννοιες Μεγέθη	Συνισταμένη ένταση, δυναμικό, διανυσματικό μέγεθος, μονόμετρο μέγεθος
Αναπαραστάσεις	Προσομοίωση, Γραφική, Αριθμητική, Διανυσματική αναπαράσταση
Τεχνική	Επίλυση – επαλήθευση προβλημάτων, Σύγκριση γραφικών αναπαραστάσεων

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ

Στην παραδοσιακή διδασκαλία οι μαθητές μελετούν τη μεταβολή του μέτρου της έντασης ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb μέσω της μαθηματικής σχέσης $E = K \frac{|Q|}{r^2}$

και μαθαίνουν να σχεδιάζουν ποιοτικά γραφήματα $E(r)$, αναγνωρίζοντας τον υπερβολικό χαρακτήρα της συγκεκριμένης σχέσης (σχολικό βιβλίο Φυσικής Γενικής παιδείας Β' Ενιαίου Λυκείου, σελ. 18). Στην περίπτωση των δύο σημειακών φορτίων η διερεύνηση μεταβολής της έντασης αφορά αποκλειστικά οριακές συνθήκες και συγκεκριμένα περιπτώσεις που τα δύο διανύσματα της έντασης είναι κάθετα μεταξύ τους ή σχηματίζουν γωνίες 0 ή 180° .

Με τον ίδιο τρόπο μελετάται και η μεταβολή του δυναμικού. Οι μαθητές αναγνωρίζουν τον υπερβολικό χαρακτήρα της $V = K \frac{Q}{r}$ και σχεδιάζουν ποιοτικά το γράφημα $V(r)$.

Η οπτικοποίηση του τρόπου που μεταβάλλεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν τη μεταβολή του διανύσματος της έντασης, αλλάζοντας τόσο τη θέση του όσο και τις τιμές των φορτίων. Το προτεινόμενο φύλλο εργασίας έχει σαν στόχο να οδηγήσει τον μαθητή στη διερεύνηση του τρόπου που οι εμπλεκόμενες παράμετροι (φορτίο και απόσταση) επηρεάζουν τα μεγέθη της έντασης και του δυναμικού. Η διερεύνηση αυτή επιτυγχάνεται με την κλασική πορεία: Πρόβλεψη – σχεδίαση γραφικών παραστάσεων – έλεγχος/επιβεβαίωση προβλέψεων και γραφικών παραστάσεων.

Η 5^η δραστηριότητα του Φ.Ε. έχει σαν στόχο να προβληματίσει τους μαθητές για τον τρόπο που η ένταση μεταβάλλεται όταν αλλάζουν ταυτόχρονα περισσότερες από μία από τις εμπλεκόμενες παραμέτρους του προβλήματος. Συγκεκριμένα το πρώτο ερώτημα της συγκεκριμένης δραστηριότητας μπορεί να απαντηθεί από τους μαθητές σχετικά εύκολα μετά τη γραφή του νόμου του συνημίτονου. Η δυσκολία εντοπίζεται στην αναγνώριση από τους μαθητές των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λύση (r_1 , r_2 και γωνία w) και στη διαπίστωση του τρόπου που αυτές μεταβάλλονται.

Το δεύτερο ερώτημα είναι συνθετότερο και προτείνεται – με τη βοήθεια του διδάσκοντα – να καταδειχτεί η πολυπλοκότητα του προβλήματος, να τονιστεί ότι πολλές φορές στα φυσικά συστήματα, οι εμπλεκόμενες παράμετροι είναι αλληλοσυγκρουόμενες και αλληλοαναιρούμενες και τελικά να επιλυθεί το πρόβλημα γραφικά, με τη βοήθεια του γραφήματος που υπάρχει στην «Παρουσίαση 1» της εφαρμογής.

Τέλος σημειώνεται ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να επιλυθεί με εφαρμογή της αρχής του Fermat και με αυτό τον τρόπο μπορούν επίσης οι μαθητές (Γ' Λυκείου) να μελετήσουν (στο μάθημα των Μαθηματικών) από άλλη οπτική γωνία τις παραγώγους και να κατανοήσουν τη φυσική τους σημασία. Βέβαια κάτι τέτοιο ξεφεύγει από τους στόχους της συγκεκριμένης εφαρμογής.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα επιδιώκεται ο μαθητής:

1. Να διαπιστώσει τον τρόπο που η ένταση και το δυναμικό μεταβάλλονται σε ένα ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb, ανάλογα με την απόσταση από το σημειακό φορτίο και να μπορεί να σχεδιάσει τα αντίστοιχα γραφήματα.
2. Να διαπιστώσει τον τρόπο που τα δύο σημειακά φορτία επηρεάζουν την ένταση και το δυναμικό του πεδίου.

3. Να αντιμετωπίσει και να κατανοήσει τις δυσκολίες ενός απλού σχετικά προβλήματος βελτιστοποίησης

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Μελέτη έντασης και δυναμικού ηλεκτρικού πεδίου Coulomb

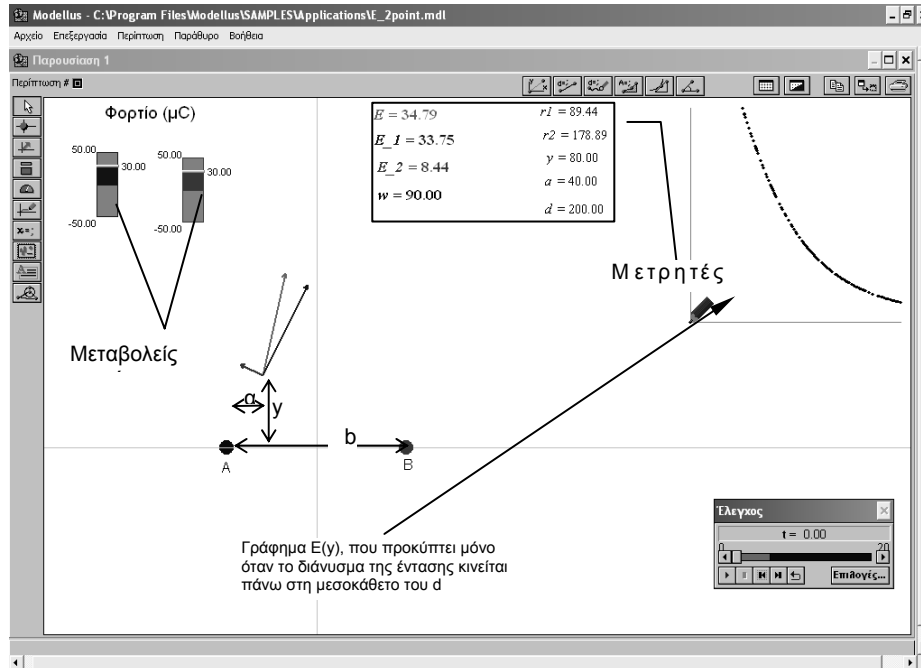
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΤΑΞΗ: Β' ΛΥΚΕΙΟΥ – ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Εκπαιδευτικό λογισμικό: MODELLUS, αρχείο E2_point.mdl

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη: Ημερομηνία:



Περιγραφή περιβάλλοντος προσομοίωσης

- Στην οθόνη υπάρχουν δύο φορτισμένες σφαίρες (A και B), το φορτίο των οποίων καθορίζεται από τους αντίστοιχους μεταβολείς και μπορεί να παίρνει τιμές από $-50 \mu\text{C}$ μέχρι $+50 \mu\text{C}$. Η μεταξύ τους απόσταση μπορεί να μεταβληθεί, αν μετά την εκκίνηση της προσομοίωσης, μετακινήσετε με κλικ και σύρσιμο τη σφαίρα B.
- Οι μετρητές καταγράφουν τη συνισταμένη ένταση E , τις επιμέρους εντάσεις E_1 και E_2 , τη γωνία που σχηματίζουν τα διανύσματα E_1 και E_2 , το δυναμικό V , την

απόσταση από τις σφαίρες (r_1 και r_2), την απόσταση (y) από το τμήμα $AB = d$ και τέλος την απόσταση a του y από τη σφαίρα A .

- Το γράφημα που εμφανίζεται στην «παρουσίαση 1» προκύπτει μόνο αν το διάνυσμα της έντασης κινείται στην μεσοκάθετο του AB (με ανοχή οριζόντιας απόκλισης $\pm 1\%$ περίπου).
- Στην «παρουσίαση 2» δημιουργούνται τα γραφήματα $E1(r)$ και $V(r)$

Δραστηριότητα 1

Δύο σημειακά στοιχεία A και B απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 200$ m και φέρουν φορτία $Q_A = 30\mu\text{C}$ και $Q_B = -10\mu\text{C}$ αντίστοιχα. Πόσο απέχει από το A σημείο που βρίσκεται πάνω στο AB (ή σε προέκτασή του) και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μηδέν; Ποιο είναι το δυναμικό του πεδίου στο εν λόγω σημείο;

$$\text{Δίνεται } k = 9 \cdot 10^9 \frac{N m^2}{C^2}$$

$a = \dots\dots\text{m}$

$V = \dots\dots\text{V}$

Επαλήθευση

Τρέξτε την προσομοίωση και ορίστε $Q_A = 30\mu\text{C}$ (μπλε μεταβολέας) και $Q_B = -10\mu\text{C}$ (κόκκινος μεταβολέας). Με κλικ και σύρσιμο – στην κοινή αρχή των διανυσμάτων - μετακινήστε τα διανύσματα στο σημείο ($y = 0$, $a = \dots\dots$). Είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μηδενική; Συμφωνεί η τιμή του δυναμικού που υπολογίσατε με αυτή που αναγράφεται στην οθόνη του υπολογιστή;

Δραστηριότητα 2

Δύο σημειακά στοιχεία A και B απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 200$ m και φέρουν φορτία $Q_A = 30\mu\text{C}$ και $Q_B = 20\mu\text{C}$ αντίστοιχα. Πόσο απέχει από το A σημείο που βρίσκεται πάνω στο AB (ή σε προέκτασή του) και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μηδέν; Ποιο είναι το δυναμικό του πεδίου στο εν λόγω σημείο;

$$\text{Δίνεται } k = 9 \cdot 10^9 \frac{N m^2}{C^2}$$

$a = \dots\dots\text{m},$

$V = \dots\dots\text{V}$

Επαλήθευση

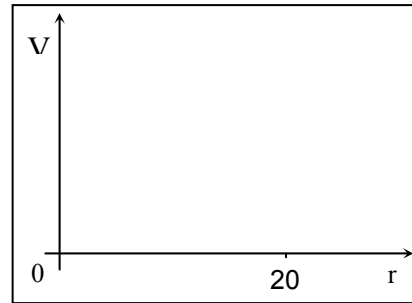
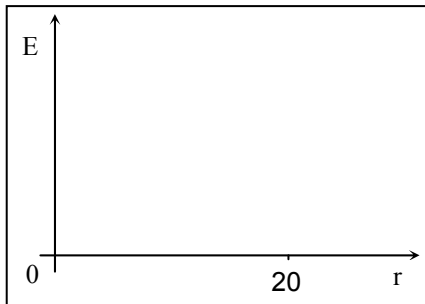
Τρέξτε την προσομοίωση και ορίστε $Q_A = 30\mu\text{C}$ (μπλε μεταβολέας) και $Q_B = 20\mu\text{C}$ (κόκκινος μεταβολέας). Με κλικ και σύρσιμο – στην κοινή αρχή των διανυσμάτων – μετακινήστε τα διανύσματα στο σημείο ($y = 0, a = \dots\dots$). Είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μηδενική; Συμφωνεί η τιμή του δυναμικού που υπολογίσατε με αυτή που αναγράφεται στην οθόνη του υπολογιστή;

Δραστηριότητα 3

Μηδενίστε το φορτίο Q_2 και στη συνέχεια συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

Απόσταση από φορτίο Q_1 (m)	Ένταση ηλ. Πεδίου (N/C)	Δυναμικό ηλ. Πεδίου (V)
20		
50		
70		
100		
150		
200		
250		

Για να συμπληρώσετε τον πίνακα μετακινήστε – με κλικ και σύρσιμο – το διάνυσμα της έντασης ώστε η απόσταση r_1 να γίνει διαδοχικά περίπου ίση με αυτές του πίνακα και με τη χρήση των κατάλληλων πεδίων συμπληρώστε τον πίνακα. Στη συνέχεια κατασκευάστε τα γραφήματα $E(r_1)$ και $V(r_1)$.

**Επαλήθευση**

Από το κεντρικό μενού επιλέξτε Παράθυρο → Παρουσίαση 2. Εμφανίζονται τα γραφήματα $E(r_1)$ και $V(r_1)$. Συμφωνούν με τα δικά σας; Ποιοι είναι οι μαθηματικοί τύποι που συσχετίζουν την ένταση και το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου Coulomb με την απόσταση από το σημειακό φορτίο που δημιουργεί το πεδίο;

Δραστηριότητα 4

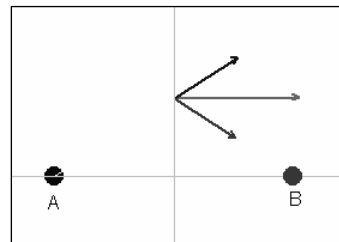
Με δεδομένο ότι η τιμή του φορτίου A είναι $Q_1=30 \mu\text{C}$, η απόσταση $AB = 200 \text{ m}$, ποια πρέπει να είναι η τιμή του φορτίου του σωματιδίου B (Q_2) ώστε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσο του τμήματος AB να είναι ίσο με μηδέν;

Επαλήθευση

Εισάγετε την τιμή του φορτίου που υπολογίσατε με τη βοήθεια του μεταβολέα και μετακινήστε με κλικ και σύρσιμο το διάνυσμα της έντασης στο μέσο του AB. Πρέπει να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στην εισαγωγή των τιμών. Αν δυσκολεύεστε να πετύχετε την επιθυμητή θέση με τη χρήση του ποντικιού, μπορείτε να πληκτρολογήσετε τις τιμές $y = 0$ και $a = 100$ στα αντίστοιχα πεδία και ενώ η προσομοίωση «τρέχει».

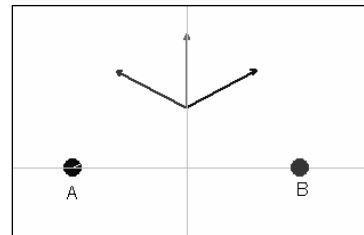
Δραστηριότητα 5

A. Τα δύο σημειακά στοιχεία A και B απέχουν μεταξύ τους απόσταση d και φέρουν ίσα και αντίθετα φορτία $Q_A = 30\mu\text{C}$ και $Q_B = -30\mu\text{C}$. Σε ποιο σημείο της μεσοκαθέτου του τμήματος AB πιστεύετε ότι θα καταγραφεί η μέγιστη συνισταμένη ένταση; Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Για να μπορέσετε να απαντήσετε στο ερώτημα πρέπει να γράψετε τη σχέση που συνδέει τη συνισταμένη ένταση με τις επιμέρους εντάσεις.



$\Sigma E = \dots\dots\dots$

B. Τα δύο φορτία είναι ίσα μεταξύ τους ($Q_A = Q_B = 30\mu\text{C}$). Είναι δυνατόν να προσδιορίσετε το σημείο της μεσοκαθέτου του τμήματος AB όπου καταγράφεται η μέγιστη συνισταμένη ένταση;



$\Sigma E = \dots\dots\dots$

Ποιες είναι οι παράμετροι που επηρεάζουν το μέτρο της συνισταμένης έντασης και στις δύο περιπτώσεις;

Επαλήθευση

Αφού ορίσετε τα κατάλληλα φορτία, με κλικ και σύρσιμο μετακινήστε τα διανύσματα της έντασης κατά μήκος της μεσοκαθέτου του AB. Παρατηρήστε το γράφημα που δημιουργείτε στο δεξί μέρος της οθόνης και εντοπίστε τη μέγιστη τιμή της συνισταμένης έντασης.