

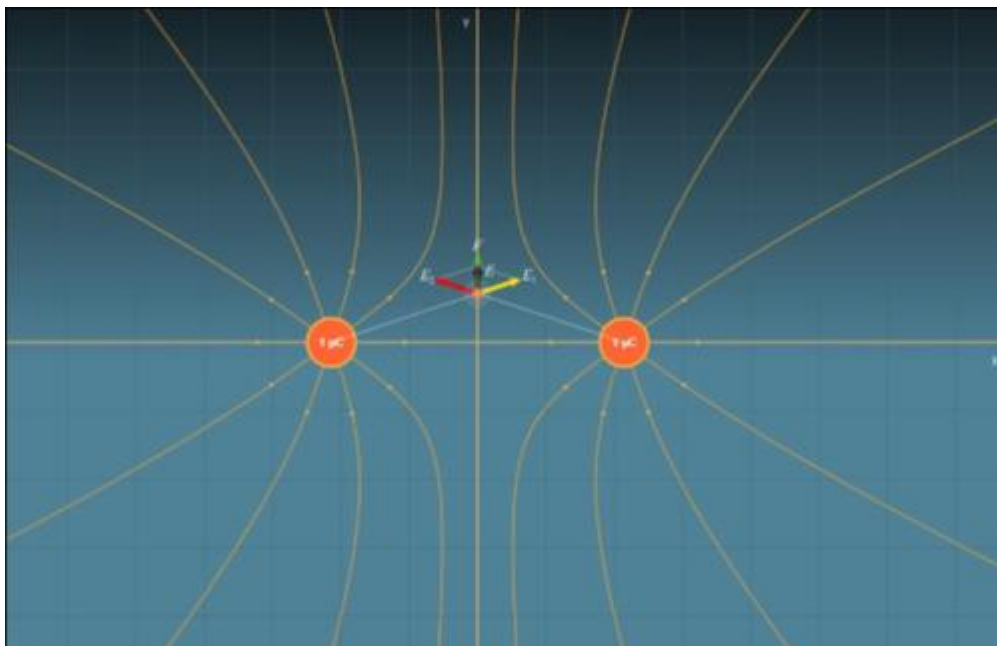
## ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

ΑΝΑΡΤΗΘΗΚΕ ΑΠΟ:

[Αναστάσιος Μικρόπουλος](#)

Ημερομηνία Δημιουργίας:

19/07/2021



## ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

### Τίτλος σεναρίου

Μελέτη της έντασης ηλεκτρικού πεδίου

### Δημιουργοί / Συντελεστές

Αναστάσιος Μικρόπουλος - δημιουργία

### Συνοπτική περιγραφή

Το σενάριο αναφέρεται στο ηλεκτρικό πεδίο. Συγκεκριμένα αφορά στο ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb, το φυσικό μέγεθος της έντασης του και τις δυναμικές γραμμές, που αναπαριστούν το ηλεκτρικό πεδίο ([http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki\\_B-Lykeiou-GP\\_html-empl/index1\\_2.html](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki_B-Lykeiou-GP_html-empl/index1_2.html)).

Η παιδαγωγική προσέγγιση είναι γνωστική και το διδακτικό μοντέλο η διερευνητική μάθηση. Το θέμα μελετάται μέσω εικονικού πειράματος. Για το σκοπό αυτό αξιοποιείται το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621> «ηλεκτροστατικό πεδίο» από το φωτόδεντρο που αποτελεί μια δυναμική προσομοίωση.

### Γνωστικό/ά αντικείμενο/α – γνωστική/ές περιοχή/ές

Φυσική > Πεδία δυνάμεων > Ηλεκτροστατικό πεδίο

Το σενάριο απευθύνεται σε μαθητές Β' Λυκείου. Αφορά στην ενότητα 1.2 «Ηλεκτρικό πεδίο» του πρώτου κεφαλαίου «Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων».

## Σχέση / Σύνδεση με το/τα Πρόγραμμα/τα Σπουδών

Το σενάριο συνδέεται άμεσα με τους μαθησιακούς στόχους που θέτει το πρόγραμμα σπουδών (Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος «Φυσική» της Α' και Β' τάξης Γενικού Λυκείου, ΦΕΚ 184/23.1.2015, σ. 2785) σχετικά με «τις ηλεκτροστατικές επιδράσεις αξιοποιώντας την έννοια του πεδίου και της έντασης του». Το σενάριο συνδέεται επίσης και με τους γενικότερους διδακτικούς στόχους της ενότητας, οι οποίοι αναφέρονται στην παιδαγωγική αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας και στη συνεργασία των μαθητών.

## ΣΚΕΠΤΙΚΟ

### Πρωτοτυπία – Καινοτομία

Η δυναμική προσομοίωση παρέχει τη δυνατότητα χαρτογράφησης του «χώρου» γύρω από ένα ηλεκτρικό φορτίο και τον προσδιορισμό του όρου «ηλεκτρικό πεδίο».

Η διεξαγωγή ενός εικονικού πειράματος συμβάλλει στον ορισμό και τη δημιουργία της μαθηματικής έκφρασης της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.

### Προστιθέμενη αξία

Το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «Ηλεκτροστατικό πεδίο» αποτελεί μια δυναμική προσομοίωση με στόχο τη μελέτη του ηλεκτροστατικού πεδίου. Παρέχει τη δυνατότητα οπτικοποίησης των σχετικών φυσικών μεγεθών όπως οι δυναμικές γραμμές, τα διανύσματα της ηλεκτρικής δύναμης και της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, τη δημιουργία διαφορετικών τύπων ηλεκτρικών πεδίων, την κίνηση φορτίου στα πεδία. Η μεταβολή των τιμών των φυσικών μεγεθών επιτρέπει την «ανακάλυψη» του νόμου του Coulomb, την εκτίμηση και τον υπολογισμό της δύναμης και της έντασης του πεδίου από τους μαθητές και τις μαθήτριες, μέσω εικονικών πειραμάτων.

Η αξιοποίηση του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης με τις τέσσερις φάσεις της, προσανατολισμού και αναδόμησης αντιλήψεων, έρευνας και συμπερασμάτων, αναπτύσσει κίνητρα μάθησης. Σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση που γίνεται με την προσομοίωση διατηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών/ριών (φάσεις προσανατολισμού και αναδόμησης αντιλήψεων). Οι μαθητές/ριες μπαίνουν σε διερευνητική διαδικασία και οδηγούνται στην οικοδόμηση της γνώσης (φάσεις έρευνας και συμπερασμάτων).

### Γνωστικά – διδακτικά προβλήματα

Ορισμένες ενδεικτικές εναλλακτικές ιδέες μαθητών σχετικά με τις έννοιες του ηλεκτρικού πεδίου, συνοψίζονται ως εξής (Gunstone, 2015; Horton, 2007):

- Το ηλεκτρικό πεδίο είναι μια συλλογή από φορτία.
- Το πεδίο δεν υπάρχει εκτός αν υπάρχει κάτι που να το ανιχνεύει.
- Η δύναμη σε κάποιο σημείο υπάρχει ακόμα και αν δεν υπάρχουν φορτία σε αυτό.
- Το ηλεκτρικό πεδίο και η ηλεκτρική δύναμη είναι το ίδιο πράγμα, και έχουν την ίδια κατεύθυνση.
- Οι δυναμικές γραμμές είναι το πεδίο, δηλαδή το πεδίο υπάρχει όπου βρίσκονται οι δυναμικές γραμμές.

## Παιδαγωγική προσέγγιση και στρατηγικές

### Παιδαγωγική προσέγγιση

Η παιδαγωγική προσέγγιση είναι γνωστική.

Οι μαθητές/ριες οικοδομούν τη γνώση τους, κατά την παιδαγωγική αλληλεπίδραση στην τάξη αλλά και από τις εμπειρίες τους κατά την αλληλεπίδραση τους με το ευρύτερο περιβάλλον.

Η γνωστική προσέγγιση ενδείκνυται για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, όπου απαιτείται η κατάλληλη σύνδεση μεταξύ αφηρημένων εννοιών για την κατανόηση των φυσικών φαινομένων.

### Διδακτικό μοντέλο

Το διδακτικό μοντέλο που ακολουθείται στο σενάριο είναι η καθοδηγούμενη διερευνητική μάθηση. Αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη προσέγγιση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και οφείλεται κυρίως στην απαίτηση για επαγωγικό συλλογισμό, τη διατύπωση και έλεγχο υποθέσεων, την επίλυση προβλημάτων.

Ο/Η εκπαιδευτικός καθοδηγεί τη μαθησιακή διαδικασία μέσα από ερωτήσεις, την αλληλεπίδραση των μαθητών με την προσομοίωση και με αναστοχαστικές διεργασίες.

### Διδακτικές στρατηγικές / τεχνικές

Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης των μαθητών/ριών με την προσομοίωση, σε όλες τις φάσεις της διερεύνησης, εφαρμόζεται η τεχνική των ερωταποκρίσεων.

Οι ερωταποκρίσεις είναι νοηματοδοτημένες, στοχοθετημένες, σύντομες και περιεκτικές.

Η μελέτη του θέματος μέσω της αλληλεπίδρασης του μαθητή/ριας με τη δυναμική προσομοίωση παρέχει το πλαίσιο για την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, του αναστοχασμού και την ανάπτυξη μεταγνωστικών

δεξιοτήτων.

## **ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

### **Στοχευόμενο κοινό (ομάδα-στόχος ή σε ποιους απευθύνεται)**

Το σενάριο απευθύνεται σε μαθητές Β' Λυκείου.

Η αλληλεπίδραση με την προσομοίωση μέσω οπτικών αναπαραστάσεων, συμβόλων και αριθμητικών τιμών διευκολύνει και μαθητές που δεν μιλούν άπταιστα την Ελληνική.

### **Γλώσσα στοχευόμενου κοινού**

ελληνικά

### **Εκτιμώμενος χρόνος υλοποίησης σεναρίου (διάρκεια)**

μικρή διάρκεια: έως 3 ώρες

Το σενάριο υλοποιείται στο πλαίσιο των δύο διδακτικών ωρών, που συνήθως καλύπτουν την ενότητα «1.2 Ηλεκτρικό πεδίο» του βιβλίου μαθητή της Φυσικής Β' Λυκείου γενικής παιδείας.

### **Χώρος υλοποίησης**

Η προσέγγιση είναι μαθητοκεντρική, επομένως κάθε μαθητής και μαθήτρια χρησιμοποιεί το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο. Το μάθημα γίνεται σε εργαστήριο πληροφορικής ή σε αίθουσα με υπολογιστές. Εναλλακτικά, μπορούν οι μαθητές/ριες να χρησιμοποιούν φορητές συσκευές.

### **Ενορχήστρωση τάξης**

Το σενάριο ακολουθεί το διδακτικό μοντέλο της διερευνητικής μάθησης.

Οι δραστηριότητες χωρίζονται στις τέσσερις φάσεις του προσανατολισμού, της αναδόμησης αντιλήψεων, της έρευνας και των συμπερασμάτων.

Οι μαθητές/ριες σε συνεργασία με τον/την εκπαιδευτικό εφαρμόζουν τη διδακτική τεχνική των ερωταποκρίσεων ώσπου να φτάσουν στο συμπέρασμα κάθε δραστηριότητας.

### **Απαιτήσεις εφαρμογής σεναρίου**

## Προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών

Οι γνώσεις που απαιτούνται είναι αυτές που προκύπτουν από την ενότητα «1.1 Ο νόμος του Coulomb», [http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki\\_B-Lykeiou-GP\\_html-empl/index1\\_1.html](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki_B-Lykeiou-GP_html-empl/index1_1.html) και η εισαγωγική παράγραφος της ενότητας «1.2 Ηλεκτρικό πεδίο» του βιβλίου μαθητή της Φυσικής Β' Λυκείου γενικής παιδείας, [http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki\\_B-Lykeiou-GP\\_html-empl/index1\\_2.html](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki_B-Lykeiou-GP_html-empl/index1_2.html).

## Απαιτούμενα βοηθητικά υλικά και εργαλεία

Οι μαθητές/ριες αλληλεπιδρούν με το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «Ηλεκτροστατικό πεδίο» από το φωτόδεντρο, <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621>. Ενδείκνυται κάθε μαθητής/ρια να χρησιμοποιεί τον υπολογιστή ή φορητή συσκευή. Για την καταγραφή των τιμών των φυσικών μεγεθών, τις γραφικές παραστάσεις και υπολογισμούς προτείνεται λογιστικό φύλλο ελεύθερης χρήσης. Στην εκδοχή ομαδοσυνεργατικής υλοποίησης του σεναρίου, οι μαθητές/ριες συνεργάζονται με τη χρησιμοποίηση ελεύθερων συνεργατικών εργαλείων.

## Απαιτούμενη προετοιμασία

Οι αρχικές συνθήκες για το εκπαιδευτικό σενάριο με τη δυναμική προσομοίωση «Ηλεκτροστατικό πεδίο» <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621>, αναφέρονται στις ρυθμίσεις για να ξεκινήσει η πρώτη δραστηριότητα. Το φορτίο  $Q_1=1\mu\text{C}$  που θεωρείται ότι δημιουργεί το πεδίο τοποθετείται στο κέντρο των αξόνων, το  $Q_2=0$ , και το δοκιμαστικό φορτίο  $q=1\mu\text{C}$  βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου (επιπέδου). Η «Δύναμη» είναι επιλεγμένη, ενώ οι επιλογές «Συνιστώσες» και «Δυναμικές γραμμές» δεν είναι ενεργές.

Οι μαθητές/ριες έχουν πρόσβαση σε συνεργατικά εργαλεία αυτοματισμού γραφείου ελεύθερης χρήσης.

# ΣΤΟΧΟΙ & ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## Διδακτικοί στόχοι

### Ειδικό διδακτικό στόχοι (κατά Bloom)

#### Ως προς γνωστικό τομέα

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος «Φυσική» της Α' και Β' τάξης Γενικού Λυκείου (ΦΕΚ 184/23.1.2015, σ. 2785, <http://ebooks.edu.gr/ebooks/handle/8547/2055>, μετά την υλοποίηση του σεναρίου

«οι μαθητές θα πρέπει να περιγράφουν τις ηλεκτροστατικές επιδράσεις, αξιοποιώντας την έννοια του πεδίου και της έντασης του».

Συγκεκριμένα, μετά την υλοποίηση του σεναρίου οι μαθητές αναμένεται να:

1. κατανοήσουν την έννοια του ηλεκτρικού πεδίου
2. ανακαλύψουν το βασικό χαρακτηριστικό της έννοιας «ηλεκτρικό πεδίο»
3. τον ορισμό του ηλεκτρικού πεδίου με βάση την ηλεκτρική δύναμη
4. δημιουργήσουν τη μαθηματική έκφραση για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

### Ως προς συναισθηματικό τομέα

Με την υλοποίηση του σεναρίου οι μαθητές και οι μαθήτριες θα είναι σε θέση να «αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ.». Επίσης να «εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού» (Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος «Φυσική» της Α' και Β' τάξης Γενικού Λυκείου, ΦΕΚ 184/23.1.2015, σ. 2785). Αυτό συνεισφέρει στην απόκτηση κινήτρων μάθησης και για άλλα γνωστικά αντικείμενα όπως τα μαθηματικά.

### Ως προς ψυχοκινητικό τομέα

Με την υλοποίηση του σεναρίου οι μαθητές και οι μαθήτριες αναμένεται να:

1. αναπτύξουν δεξιότητες χειρισμού πολυπαραγοντικών δυναμικών προσομοιώσεων
2. ανταποκρίνονται σε καθοδηγούμενες ενέργειες για την ολοκλήρωση δραστηριοτήτων
3. προσαρμόσουν τις δεξιότητες τους στις νέες απαιτήσεις της διδασκαλίας, με την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

## ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ & ΜΑΘΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

### Δραστηριότητα 1

#### Τίτλος δραστηριότητας

Η έννοια του ηλεκτρικού πεδίου και η δύναμη μεταξύ δύο φορτίων

#### Συνοπτική περιγραφή

Ο/Η μαθητής/ρια μετακινεί το δοκιμαστικό φορτίο  $q=1\mu\text{C}$  κατά μήκος του οριζόντιου άξονα, ύστερα κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα και κατόπιν το περιστρέφει γύρω από το κέντρο των αξόνων σε διάφορες αποστάσεις. Παράλληλα, παρατηρεί και σημειώνει το μήκος και τη φορά των διανυσμάτων που εμφανίζονται. Το μαύρο βέλος αναπαριστά την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, και το πράσινο την ηλεκτρική δύναμη. Αλλάζει την τιμή του φορτίου  $Q_1$ , επαναλαμβάνει τη διαδικασία και καταγράφει τις παρατηρήσεις του/της. Αλλάζει το είδος του φορτίου, και καταγράφει τις παρατηρήσεις του/της. Επαναφέρει την τιμή του φορτίου  $Q_1=1\mu\text{C}$ . Μετά αλλάζει διαδοχικά το μέγεθος του δοκιμαστικού φορτίου και το είδος του, μετακινώντας το γύρω από το  $Q_1$ , και καταγράφει τις παρατηρήσεις του/της.

## Διδακτικοί στόχοι / Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά την υλοποίηση της πρώτης δραστηριότητας οι μαθητές/ριες αναμένεται να είναι ενήμεροι για το σκοπό του μαθήματος, να αποκτήσουν δεξιότητες χρήσης της προσομοίωσης και να κατανοήσουν την έννοια του πεδίου και συγκεκριμένα αυτού που δημιουργείται από ένα ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο. Με το εικονικό πείραμα οι μαθητές/ριες τροποποιούν πιθανές εναλλακτικές ιδέες όπως «το ηλεκτρικό πεδίο είναι μια συλλογή από φορτία» και «το πεδίο δεν υπάρχει εκτός αν υπάρχει κάτι που να το ανιχνεύει». Θεωρείται πιθανό, στη φάση του προσανατολισμού, να παραμείνουν οι εναλλακτικές ιδέες, αν υπάρχουν, ότι «η δύναμη σε κάποιο σημείο υπάρχει ακόμα και αν δεν υπάρχουν φορτία σε αυτό» και «οι δυναμικές γραμμές είναι το πεδίο, δηλαδή το πεδίο υπάρχει όπου βρίσκονται οι δυναμικές γραμμές» (γνωστικός διδακτικός στόχος 1).

## Είδος δραστηριότητας

Η πρώτη δραστηριότητα αντιστοιχεί στην πρώτη φάση του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης, τον προσανατολισμό. Οι μαθητές/ριες αναπτύσσουν την περιέργεια και το ενδιαφέρον τους υλοποιώντας ένα εικονικό πείραμα για την «απόδειξη» του ορισμού του ηλεκτρικού πεδίου σύμφωνα με το σχολικό εγχειρίδιο.

## Εκτιμώμενη διάρκεια

Η διάρκεια της δραστηριότητας εκτιμάται στα 10'.

## Τεχνική/ές διδασκαλίας

Κατά την αλληλεπίδραση των μαθητών/ριών με την προσομοίωση εφαρμόζεται η τεχνική των ερωταποκρίσεων. Στο τέλος της αλληλεπίδρασης, θεωρείται ότι έχει προσελκυσθεί η προσοχή των μαθητών/ριών και προβληματίζονται να καταλήξουν στον ορισμό για το ηλεκτρικό πεδίο, μέσω της ηλεκτρικής δύναμης.

## Πηγές



Ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «ηλεκτροστατικό πεδίο» από το φωτόδεντρο, <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621>.

## Δραστηριότητα 2

### Τίτλος δραστηριότητας

Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου

### Συνοπτική περιγραφή

Ο/Η μαθητής/ρια «βγάζει» το δοκιμαστικό φορτίο από το πεδίο. Μετακινεί το φορτίο που δημιουργεί το πεδίο σε διάφορες αποστάσεις και κατευθύνσεις γύρω από το σημείο που βρίσκονταν το δοκιμαστικό φορτίο. Παρατηρεί ότι η δύναμη έχει εξαφανιστεί ως φυσικό επακόλουθο της έλλειψης φορτίου. Σημειώνει το διάνυσμα της έντασης και καταγράφει την τιμή της. Έτσι αποσυνδέει την ένταση του πεδίου από την ύπαρξη δοκιμαστικού φορτίου και τη διαφοροποιεί από την ηλεκτρική δύναμη που δέχεται.

Ο/Η μαθητής/ρια εμφανίζει τις δυναμικές γραμμές. Μετακινεί το φορτίο που δημιουργεί το πεδίο και από το διάνυσμα της έντασης παρατηρεί ότι αυτή υπάρχει σε όλο το «χώρο» (στο επίπεδο στην προσομοίωση) και εκτός των δυναμικών γραμμών. Επαναλαμβάνει τη διαδικασία τοποθετώντας ένα δοκιμαστικό φορτίο. Μεταβάλλει την απόσταση και τις τιμές των δύο φορτίων διαδοχικά και παρατηρεί. Μέσω των ερωτήσεων οι μαθητές/ριες συμπεραίνουν ότι το ηλεκτρικό πεδίο καταλαμβάνει όλο το «χώρο» γύρω από το φορτίο που το δημιουργεί και δεν εκτείνεται μόνο κατά μήκος των δυναμικών γραμμών.

### Διδακτικοί στόχοι / Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά την υλοποίηση της δεύτερης δραστηριότητας οι μαθητές/ριες αναμένεται να ανακαλύψουν το βασικό χαρακτηριστικό της έννοιας «ηλεκτρικό πεδίο», να τη συνδέσουν με το χώρο του πεδίου, και να διερωτηθούν για τον τρόπο υπολογισμού της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε οποιοδήποτε σημείο του (γνωστικοί διδακτικοί στόχοι 1 και 2).

### Είδος δραστηριότητας

Η δεύτερη δραστηριότητα αντιστοιχεί στην δεύτερη φάση του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης, αυτή της αναδόμησης των αντιλήψεων. Οι μαθητές/ριες ελέγχουν τις αντιλήψεις τους ως προς την αναγκαιότητα ύπαρξης δοκιμαστικού φορτίου για την ανίχνευση έντασης του ηλεκτρικού πεδίου. Συσχετίζουν την ύπαρξη του ηλεκτρικού πεδίου με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές.

### Εκτιμώμενη διάρκεια

Η διάρκεια της δραστηριότητας εκτιμάται στα 15'.

## Τεχνική/ές διδασκαλίας

Κατά την αλληλεπίδραση των μαθητών/ριών με την προσομοίωση εφαρμόζονται οι ερωταποκρίσεις. Στο τέλος της αλληλεπίδρασης, αφού έχει προσελευσθεί η προσοχή των μαθητών/ριών, προβληματίζονται και καταλήγουν στον ορισμό για το ηλεκτρικό πεδίο μέσω της ηλεκτρικής δύναμης.

## Πηγές

Ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «ηλεκτροστατικό πεδίο» από το φωτόδεντρο, <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621>.

## Δραστηριότητα 3

### Τίτλος δραστηριότητας

Υπολογισμός της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου

### Συνοπτική περιγραφή

Η προσομοίωση επανέρχεται στις αρχικές συνθήκες της.

A) Ο/Η μαθητής /ρια διατηρεί σταθερή την απόσταση του δοκιμαστικού φορτίου από το φορτίο που δημιουργεί το πεδίο. Αντικαθιστά διαδοχικά το φορτίο που δημιουργεί το ηλεκτρικό πεδίο επιλέγοντας όλες τις δυνατές τιμές από  $-5\mu\text{C}$  μέχρι  $5\mu\text{C}$ . Για κάθε τιμή του φορτίου καταγράφει σε πίνακα τις αντίστοιχες τιμές της έντασης στο σημείο του δοκιμαστικού φορτίου. Παράλληλα, σημειώνει και τις μεταβολές στο διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου. Κατασκευάζει τη γραφική παράσταση εξάρτησης της έντασης από το φορτίο και προσδιορίζει τη μεταξύ τους σχέση.

B) Κατόπιν, διατηρεί σταθερές τις τιμές και των δύο φορτίων και αλλάζει τη μεταξύ τους απόσταση. Μπορεί να το κάνει για μία ή περισσότερες κατευθύνσεις γύρω από το σημείο. Κατασκευάζει τη γραφική παράσταση εξάρτησης της έντασης από την απόσταση και προσδιορίζει τη μεταξύ τους σχέση. Το μοναδικό μέγεθος που απομένει να μεταβάλει είναι το δοκιμαστικό φορτίο. Ο/Η μαθητής /ρια φέρνει διαδοχικά διάφορα φορτία στο μαύρο σημείο και καταγράφει εκεί την ένταση του πεδίου. Από τα αποτελέσματα του εικονικού πειράματος δημιουργεί τη σχέση εξάρτησης της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου από το φορτίο που το δημιουργεί και την απόσταση από αυτό. Η ποιοτική σχέση που κατασκευάζει ο/η μαθητής/ρια, με αναστοχασμό για την έκφραση του νόμου του Coulomb, διατυπώνεται σε μαθηματική έκφραση ισότητα με την προσθήκη της κατάλληλης σταθεράς αναλογίας που εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκεται

το φορτίο και είναι η ηλεκτρική σταθερά  $k$ . Οι μαθητές/ριες αναστοχάζονται, εφαρμόζουν το νόμο του Coulomb στη μαθηματική έκφραση ορισμού της ηλεκτρικής έντασης και επιβεβαιώνουν την έκφραση που προσδιόρισαν πειραματικά.

## Διδακτικοί στόχοι / Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά την υλοποίηση της τρίτης δραστηριότητας οι μαθητές/ριες αναμένεται να δημιουργήσουν τη μαθηματική έκφραση υπολογισμού της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (γνωστικοί διδακτικοί στόχοι 3 και 4).

## Είδος δραστηριότητας

Η τρίτη δραστηριότητα αντιστοιχεί στην τρίτη και τέταρτη φάση του διδακτικού μοντέλου της διερευνητικής μάθησης, δηλαδή της έρευνας και των συμπερασμάτων αντίστοιχα. Οι μαθητές/ριες πειραματίζονται με τα φυσικά μεγέθη που ανακάλυψαν στις προηγούμενες δραστηριότητες που σχετίζονται με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου για να οδηγηθούν στον τρόπο υπολογισμού της.

## Εκτιμώμενη διάρκεια

Η διάρκεια της δραστηριότητας εκτιμάται στα 20'.

Ανάλογα με τη διδακτική κατάσταση και την πορεία της διδακτικής πράξης, μπορεί να υλοποιηθεί κατά τη δεύτερη ώρα της διδασκαλίας της ενότητας 1.2.

## Τεχνική/ές διδασκαλίας

Κατά την αλληλεπίδραση των μαθητών/ριών με την προσομοίωση εφαρμόζονται οι ερωταποκρίσεις. Στο τέλος της αλληλεπίδρασης αφού έχει προσελκυσθεί η προσοχή των μαθητών/ριών ερωτώνται κατάλληλα με την τεχνική της εκμείυσης, και οδηγούνται στον ορισμό του ηλεκτρικού πεδίου, μέσω της ηλεκτρικής δύναμης.

## Πηγές

Ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «Ηλεκτροστατικό πεδίο» από το φωτόδεντρο, <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1621>.

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ

## Είδος αξιολόγησης

## Αξιολόγηση μαθητών

### 1. Αξιολόγηση μέσω των δραστηριοτήτων

Η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών/ριών γίνεται μέσω της ολοκλήρωσης των τριών δραστηριοτήτων και άλλων, όπως τις «ασκήσεις» συνηθισμένου τύπου

### 2. Αξιολόγηση άλλης μορφής

Στο τέλος του κεφαλαίου «1. Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων» ελέγχεται η διατήρηση γνώσης και η απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων.

Μια ενδεικτική δραστηριότητα περιγράφεται παρακάτω.

Η προσομοίωση ρυθμίζεται ώστε να μην εμφανίζονται οι συνιστώσες της έντασης του πεδίου. Οι μαθητές/ριες εμφανίζουν ένα δεύτερο ηλεκτρικό φορτίο της επιλογής τους. Τους ζητείται να υπολογίσουν την ένταση του συνολικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο φορτία.

## Αξιολόγηση σεναρίου

### 1. Αξιολόγηση ως προς το θέμα του σεναρίου

Μετά την υλοποίηση του σεναρίου συμπληρώνεται ο πίνακας 1.

Πίνακας 1. Αξιολόγηση σεναρίου ως προς το θέμα του

Θέμα	Ανεπαρκώς (1)	Ικανοποιητικά (2)	Πολύ καλά (3)
<b>Ευθυγράμμιση με το αναλυτικό πρόγραμμα</b>			
<b>Ανταπόκριση στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών</b>			
<b>Χρόνος υλοποίησης</b>			
<b>Σχόλια</b>			

2. Αξιολόγηση ως προς την παιδαγωγική προσέγγιση

Μετά την υλοποίηση του σεναρίου συμπληρώνεται ο πίνακας 2.

Πίνακας 2. Αξιολόγηση σεναρίου ως προς την παιδαγωγική προσέγγιση

Παιδαγωγική προσέγγιση	Ανεπαρκώς (1)	Ικανοποιητικά (2)	Πολύ καλά (3)
Διδακτικό μοντέλο			
Διδακτικές τεχνικές			
Σχόλια			

## ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

### Επεκτασιμότητα

Το σενάριο μπορεί να επεκταθεί με τη δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου από δύο φορτία. Σκοπός της εμφάνισης του δεύτερου φορτίου είναι η μελέτη διαφόρων μορφών πεδίων.

Μπορεί επίσης να τεθεί σε κίνηση το δοκιμαστικό φορτίο, με στόχο την υποστήριξη για την εννοιολογική αλλαγή που σχετίζεται με την εναλλακτική αντίληψη ότι ένα δοκιμαστικό φορτίο διαγράφει τροχιά που ταυτίζεται με τις δυναμικές γραμμές (Gunstone, 2015).

Μια ακόμα επέκταση μπορεί να αναφέρεται στη συγκριτική μελέτη της ηλεκτρικής και της βαρυτικής δύναμης. Μπορεί να αξιοποιηθεί το μαθησιακό αντικείμενο από το φωτόδεντρο <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10482?locale=el>. Η σύγκριση στοχεύει στην «ανατροπή» της εναλλακτικής ιδέας ότι οι δύο δυνάμεις είναι οι ίδιες (Gunstone, 2015).

### Βιβλιογραφία

Gunstone, R. (2015). *'Fields, force, energy and potential': alternative conceptions, analogies and learning*. Ανακτήθηκε στις 30 Απριλίου 2021 από <https://www.vicphysics.org/issues/misconceptions/>.

Horton, C. (2007). *Student Alternative Conceptions in Chemistry*. Ανακτήθηκε στις 30 Απριλίου 2021 από

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.694.2512>.

Το σενάριο βασίζεται στο template «[Εξειδικευμένο Template για εκπαιδευτικά σενάρια Φυσικών Επιστημών](#)».