
Οδηγίες για πειραματισμό με την μικροεφαρμογή AR
για την Ηλεκτρική Δύναμη μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων (ΝΟΜΟΣ COULOMB)

Σκοπός μας είναι να **εξερευνήσουμε** τον τρόπο που **αλληλεπιδρούν δύο ακίνητα φορτία** και την **σχέση** που δίνει την **τιμή της ηλεκτρικής (ηλεκτροστατικής) δύναμης** που ασκεί το ένα στο άλλο.

Υπόμνημα θεωρίας

- Δύο φορτισμένα σωματίδια **Q1** και **Q2** ασκούν **ηλεκτρική δύναμη** το ένα στο άλλο.
- **Η δύναμη** είναι διανυσματικό μέγεθος, σχεδιάζεται χρησιμοποιώντας **βελάκια**.
- Τα χαρακτηριστικά της δύναμης (και επομένως του βέλους) είναι **η φορά** και **η διεύθυνση**.
- **Φορά:** καθορίζει **προς τα που κατευθύνεται** το βέλος (διάνυσμα).
- **Διεύθυνση:** η **ευθεία** που ορίζουν τα άκρα του βέλους (διανύσματος).
- Δύο μεγέθη είναι **ανάλογα**, στην περίπτωση που η μεταβολή τους είναι τέτοια, ώστε: όταν το ένα μέγεθος **πολλαπλασιάζεται επί έναν αριθμό**, το άλλο **πολλαπλασιάζεται με τον ίδιο αριθμό**.
- Δύο μεγέθη είναι **αντιστρόφως ανάλογα**, στην περίπτωση, που η μεταβολή τους είναι τέτοια, ώστε: όταν το ένα μέγεθος **πολλαπλασιάζεται επί έναν αριθμό**, το άλλο **διαιρείται με τον ίδιο αριθμό**.

Διάβασε τις οδηγίες, κάνε τις δραστηριότητες που περιγράφονται και γράψε τις παρατηρήσεις σου.

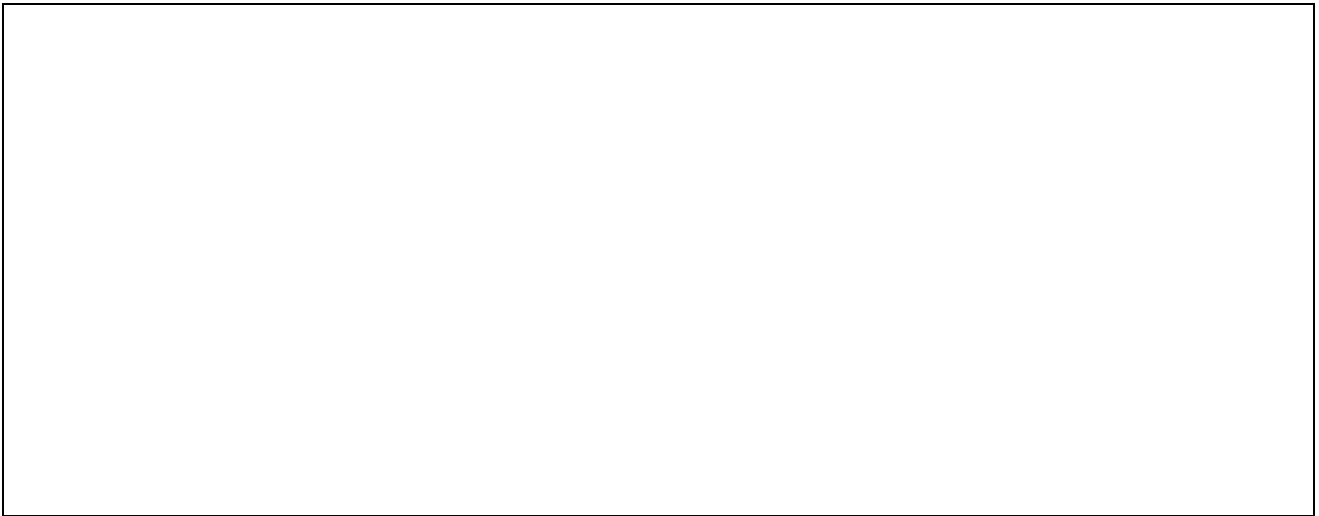
A. Τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής δύναμης

1.α. Χωρίς να επιλέξετε κάτι στην οθόνη, τοποθετείστε **τα φορτία το ένα δίπλα στο άλλο σε απόσταση περίπου 15 εκατοστών.**

Σχεδιάστε τα φορτία, σημειώστε από πάνω το είδος τους με +/- και το μέτρο τους, σε C.

Παρατηρήστε τα βελάκια των δυνάμεων μεταξύ των φορτίων.

Σχεδιάστε τις όπως τις βλέπετε, **πάνω στα φορτία** που σχεδιάσατε προηγουμένως.



1.β. Τοποθετείστε **τα φορτία το ένα κάτω από το άλλο σε απόσταση περίπου 15 εκατοστών.**

Σχεδιάστε τα φορτία, σημειώστε από πάνω το είδος τους με +/- και το μέτρο τους, σε C.

Παρατηρήστε τα βελάκια των δυνάμεων μεταξύ των φορτίων.

Σχεδιάστε τις όπως τις βλέπετε, **πάνω στα φορτία** που σχεδιάσατε προηγουμένως.



1.γ. Μετακινείστε τα φορτία σε τυχαίες θέσεις, στην ίδια απόσταση μεταξύ τους (περίπου στα 15 εκατοστά). Παρατηρείστε τα βελάκια των δυνάμεων μεταξύ των φορτίων.

Τι συμπεραίνετε από τα παραπάνω για την **διεύθυνση** των δυνάμεων μεταξύ των δύο φορτίων;

.....

.....

.....

.....

1.δ. Τοποθετείστε και πάλι τα φορτία σε απόσταση περίπου **15 εκατοστών**.

Αλλάξτε τις τιμές των ηλεκτρικών φορτίων Q_1 , Q_2 ώστε να μην είναι ίσα μεταξύ τους.

Παρατηρείστε τα βελάκια των δυνάμεων μεταξύ των φορτίων.

Μπορείτε να εξηγήσετε **γιατί τα βελάκια των δυνάμεων έχουν ίδιο μέγεθος** ακόμη και όταν τα φορτία **Q_1 , Q_2 δεν είναι ίσα** μεταξύ τους;

.....

.....

.....

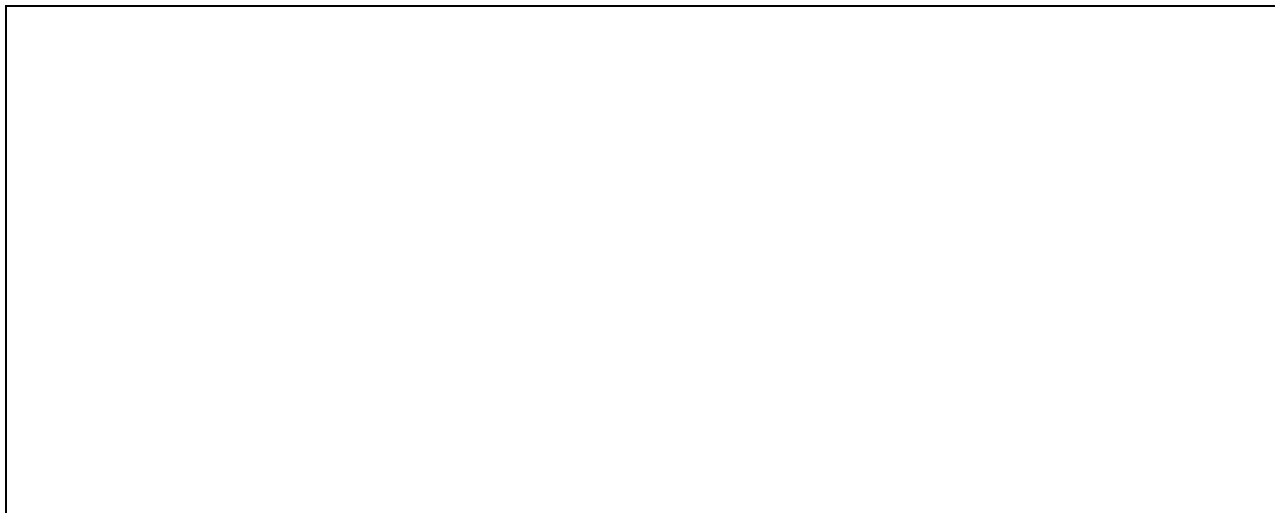
.....

2.α. Επιλέξτε το κουμπί: **Q1 θετικό, Q2 θετικό**.

Σχεδιάστε τα φορτία, σημειώστε από πάνω το είδος τους με +/- και το μέτρο τους, σε C.

Παρατηρήστε τα βελάκια των δυνάμεων μεταξύ των φορτίων.

Σχεδιάστε τις όπως τις βλέπετε, πάνω στα φορτία που σχεδιάσατε προηγουμένως.



2.β. Τοποθετείστε τα φορτία σε απόσταση περίπου **15 εκατοστών**. Αλλάξτε το είδος των ηλεκτρικών φορτίων, επιλέγοντας διαδοχικά και τα αντίστοιχα **τρία κουμπιά** στην οθόνη.

Παρατηρήστε, κάθε φορά που αλλάζετε το είδος των φορτίων, τη φορά των δυνάμεων.

Τι συμπεραίνετε για τη φορά των δυνάμεων μεταξύ των δύο φορτίων;

.....

.....

.....

.....

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ (συμπλήρωσε):

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις δρουν από

Τα ετερόνυμα φορτία ενώ τα ομώνυμα φορτία

Στην περίπτωση i) οι δυνάμεις είναι(ελκτικές/απωστικές).

Στην περίπτωση ii) οι δυνάμεις είναι..... (ελκτικές/απωστικές).

Και στις δύο περιπτώσεις οι δυνάμεις είναι(ίσες/αντίθετες).

B. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης

1.α. Κρατήστε την απόσταση μεταξύ των φορτίων περίπου **στα 15 εκατοστά, και αλλάξτε την τιμή του 2^{ου} φορτίου Q₂** όπως δείχνει ο πίνακας. Συμπληρώστε τις τιμές για το **μέτρο της δύναμης** στην **3η στήλη**.

Q ₁ (C)	Q ₂ (C)	F (N)	
1	1		
1	2		Τι παρατηρείτε:
1	3		Όταν η τιμή του ενός φορτίου, Q₁ διπλασιάζεται , τότε η τιμή της δύναμης F
1	4		
1	5		Όταν η τιμή του ενός φορτίου, Q₁ τριπλασιάζεται τότε Μπορείτε να το γενικεύσετε; Όταν η τιμή του ενός φορτίου Q₁

1.β.Επαναλάβετε την προηγούμενη διαδικασία **μεταβάλλοντας ταυτόχρονα την τιμή και των δύο φορτίων** όπως δείχνει ο πίνακας. **Συμπληρώστε** την **3^η στήλη** και **4^η στήλη**.

Q ₁ (C)	Q ₂ (C)	Q ₁ · Q ₂	F (N)	
1	1			Τι παρατηρείτε:
1	1			Όταν η τιμή του γινομένου των φορτίων Q₁ · Q₂ διπλασιάστηκε , η τιμή της δύναμης, F
2	1			
2	2			Όταν η τιμή του γινομένου των φορτίων Q₁ · Q₂ τετραπλασιάστηκε , η τιμή της δύναμης, F
5	1			
,5	5			
				Όταν η τιμή του γινομένου των φορτίων Q₁ · Q₂ εξαπλασιάστηκε , η τιμή της δύναμης, F

1γ. Δώστε και στα δύο φορτία τιμή $+2\mu\text{C}$, τοποθετήστε τα σε απόσταση περίπου 15 εκατοστών (cm) και σημειώστε την τιμή της δύναμης. Αλλάξτε την απόσταση σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα και συμπληρώστε την 3^η στήλη με τον υπολογισμό του R^2 και την 4^η στήλη με τις τιμές της δύναμης.

R (cm)	R ² (cm ²)	F (N)
8		
16		
24		
32		

Τι παρατηρείτε:
 Όταν η απόσταση, R μεταξύ των φορτίων διπλασιάστηκε η τιμή της δύναμης F

Όταν η απόσταση μεταξύ των φορτίων τριπλασιάστηκε η τιμή της δύναμης F.....

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης F με την οποία αλληλεπιδρούν δύο σημειακά φορτία Q1 και Q2 είναιμε το γινόμενο των φορτίων, $Q_1 \cdot Q_2$ καιτου τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης, r^2 .

Η μαθηματική διατύπωση των προηγούμενων εμπειρικών συμπερασμάτων είναι ο ακόλουθος τύπος:

ΝΟΜΟΣ COULOMB

$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Όπου q_1, q_2 οι τιμές των ηλεκτρικών φορτίων σε C (Κουλόμπ), r η απόσταση μεταξύ τους σε m και K είναι μια σταθερά αναλογίας η τιμή της οποίας εξαρτάται από το υλικό στο οποίο βρίσκονται τα φορτία και τις μονάδες που χρησιμοποιούμε. Εδώ (δηλαδή στο κενό και κατά προσέγγιση, στον αέρα): $K=9 \cdot 10^9 \text{N m}^2/\text{C}^2$.

Άσκηση για να ελέγξουμε τι μάθαμε: Δύο σημειακά σφαιρίδια φέρουν φορτία $-2 \mu\text{C}$ και $+3 \mu\text{C}$ αντιστοίχως και απέχουν κατά $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. **α)** Να σχεδιάσεις τα δυο σφαιρίδια και τη δύναμη που ασκείται σε καθένα από αυτά. **β)** Ποια η είναι η τιμή της δύναμης αυτής;