

NOMOS COULOMB

1. ΤΙΤΛΟΣ

Πειραματική διερεύνηση του «νόμου Coulomb» μέσω της προσομοίωσης εικονικού εργαστηρίου «Νόμος Coulomb» του ιστότοπου www.seilias.gr

2. ΕΝΟΤΗΤΑ

Φυσική γ' γυμνασίου, Κεφάλαιο 1.5 Νόμος του Κουλόμπ (σχολικό βιβλίο σελ.22-24)

3. ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι έννοιες της δύναμης, του φορτίου με την αντίστοιχη μονάδα μέτρησης, τα ανάλογα και αντίστροφα ανάλογα ποσά από τα Μαθηματικά είναι προαπαιτούμενες γνώσεις για τη διερεύνηση και εφαρμογή του νόμου του Κουλόμπ. Ταυτόχρονα, ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα απαιτείται για τη συσχέτιση του με τον υπό μελέτη νόμο.

Οι μαθητές είναι πιθανόν να πιστεύουν ότι:

- οι δυνάμεις σε κάποιο σημείο υπάρχουν έστω και αν δεν υπάρχουν φορτία εκεί.
- ο νόμος του Coulomb εφαρμόζεται σε συστήματα φορτίων που αποτελούνται από κάτι άλλο εκτός από σημειακά φορτία.
- η ηλεκτρική δύναμη είναι το ίδιο με την βαρυτική δύναμη.
- τα πιο «μεγάλα» σε φορτίο ή μάζα σώματα, ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα πιο «μικρά» σώματα.

4. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Σκοπός:

Η κατανόηση της εξάρτησης της ηλεκτροστατικής δύναμης Κουλόμπ από το ηλεκτρικό φορτίο των δύο φορτισμένων σωματίων καθώς και από την μεταξύ τους απόσταση.

Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/τριες να:

- ποσοτικοποιήσουν την εξάρτηση της δύναμης Κουλόμπ από το ηλεκτρικό φορτίο των δύο φορτισμένων σωματίων (η δύναμη είναι ανάλογη με το γινόμενο των φορτίων) καθώς και από την μεταξύ τους απόσταση (αντιστρόφως ανάλογα από το τετράγωνο)
- προβλέπουν την αλλαγή της δύναμης Κουλόμπ όταν αλλάζει ένας από τους προαναφερθέντες παράγοντες
- αντιληφθούν ότι η δύναμη είναι ανάλογη του λόγου $1/r^2$.

Δεξιότητες

- εξοικειωθούν με τις έννοιες «υποδιπλασιάζω», «υποτετραπλασιάζω» κλπ
- εξοικειωθούν με τη χρήση προσομοιώσεων ως μέσου επιστημονικής μελέτης των φαινομένων.

Στάσεις

- εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης
- μάθουν να εργάζονται σε ομάδες
- αποδέχονται διαφορετικές απόψεις
- αναπτύξουν συνεργατικότητα

5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Γίνεται χρήση της προσομοίωσης «Νόμος Coulomb» της ιστοσελίδας www.seilias.gr. Επιπρόσθετη αξία του λογισμικού είναι η άμεση οπτικοποίηση της δύναμης Κουλόμπ (σημαντικό πλεονέκτημα αφού δεν υπάρχει εύκολη εργαστηριακή άσκηση που να επιδεικνύει το νόμο Κουλόμπ και την εξάρτηση από τα φορτία και την απόσταση) καθώς και η δυνατότητα εύκολου και άμεσου ελέγχου και αλλαγής των 2 φορτίων και της μεταξύ τους απόστασης, καθώς και η αλλαγή κλίμακας δυνάμεων.

Σημαντική είναι επίσης η παραμετροποίηση του εικονικού πειράματος και η δυνατότητα ελέγχου και αλλαγής των μεταβλητών *φορτίο* και *απόσταση* των σωματιδίων. Η δυνατότητα διερεύνησης που προσφέρει το συγκεκριμένο εικονικό εργαστήριο εξασφαλίζει το ενδιαφέρον και την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών. Η άμεση ανατροφοδότηση οδηγεί σε διδακτικά οφέλη που ο διδάσκων έχει την ευκαιρία να αξιοποιήσει.

Η διδακτική προσέγγιση της εφαρμογής μπορεί να πραγματοποιηθεί γρήγορα και με ασφάλεια ενώ οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, συνθήκες που πολύ δύσκολα εξασφαλίζονται σε πραγματικό εργαστήριο ηλεκτροστατικής.

Το περιβάλλον της προσομοίωσης είναι ελκυστικό για τους μαθητές λόγω των γραφικών του και το περιβάλλον διεπαφής είναι απλό και εύχρηστο ακόμα και για τυχαίους χρήστες. Επιπλέον οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να επαναλάβουν την προσομοίωση μέσω δικτύου στο σπίτι τους και να ασκηθούν σε αυτήν.

Οι προσομοιώσεις του ιστοτόπου www.seilias.gr “τρέχουν” διαδικτυακά, αλλά είναι δυνατόν και να εκτελεστούν και εκτός δικτύου εφόσον έχει γίνει μεταφόρτωση από τον διδάσκοντα.

6. ΟΡΓΑΝΩΣΗ και ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες 2 ατόμων – ανάλογα με το πώς κάθονται στα θρανία στην τάξη τους – ενώ θα εργαστούν στην αίθουσα πληροφορικής. Τους δίνεται το φύλλο εργασίας «Νόμος Κουλόμπ» και καλούνται να το συμπληρώσουν εκτελώντας το λογισμικό «Coulomb2.swf» που θα βρουν στην ιστοσελίδα <http://seilias.gr> με το όνομα «Νόμος Κουλόμπ». Αν δεν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο, το λογισμικό έχει δυνατότητα μεταφορτώσεως από την ιστοσελίδα. Συνολικά θα χρειστούν 11 σταθμοί εργασίας για τους 22 μαθητές του τμήματος.

7. ΔΙΑΡΚΕΙΑ

Μία (1) διδακτική ώρα για το φύλλο εργασίας «Νόμος Κουλόμπ».

8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο προτείνεται να πραγματοποιηθεί είτε για τη διδασκαλία της έννοιας της δύναμης Κουλόμπ είτε και ως επανάληψη στο τέλος της διδακτικής χρονιάς εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χρόνος. Οι μαθητές μέσω των δραστηριοτήτων του φύλλου εργασίας ασκούνται στο εικονικό εργαστήριο έτσι ώστε να διερευνήσουν τη σχέση της ηλεκτροστατικής δύναμης με διάφορους παράγοντες. Ακολουθείται το μοντέλο της «πρόβλεψης- διερεύνησης- επιβεβαίωσης» έτσι ώστε να προκληθεί γνωστική σύγκρουση εφόσον οι μαθητές διατηρούν εναλλακτικές ιδέες μακράν των επιστημονικά σωστών. Οι μαθητές εργάζονται σε ένα ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο έτσι ώστε να τους δίνεται η ευκαιρία αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές τους. Ο διδάσκων έχει ρόλο υποστηρικτικό και συγχρόνως αξιοποιεί παρακολουθώντας την εργασία των ομάδων τις ιδέες που εκφράζονται από τους μαθητές. Στο τέλος του μαθήματος γίνεται στο επίπεδο της ολομέλειας ανακεφαλαίωση και συσχέτιση της έννοιας της δύναμης Κουλόμπ με την μαθηματική έκφραση της, αν και η προσέγγιση είναι κατά κύριο λόγο ποιοτική.

Οι μαθητές αρχικά μεταβαίνουν στην ιστοσελίδα <http://www.seilias.gr> και αναζητούν την εφαρμογή με όνομα «Νόμος Κουλόμπ». Όταν ανοίξει η εφαρμογή, παρατηρούν ότι τα φορτία μετρώνται σε μικροκουλόμπ (μC). Αρχικά θέτουν τα δύο φορτία σε $q_1=1\mu\text{C}$ και $q_2=4\mu\text{C}$ καθώς και την μεταξύ τους απόσταση σε $r = 3\text{cm}$. Με τσεκαρισμένο το κουτάκι «Εμφάνιση τιμής δύναμης», καταγράφουν την ένδειξη της δύναμης Κουλόμπ, η οποία είναι ίση με 40 N.

Στο 2^ο βήμα («Ας απομακρύνουμε τα φορτία») οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τί θα γίνει αν αυξήσουν την απόσταση των 2 φορτίων, μέσω της κλειστού τύπου ερώτησης αν θα αυξηθεί ή θα μειωθεί η μεταξύ τους δύναμη Κουλόμπ. Στη συνέχεια παροτρύνονται να επαληθεύσουν ή όχι την πρόβλεψή τους αυξάνοντας στην προσομοίωση την απόσταση από τα 3 στα 6 εκατοστά, καθώς και να καταγράψουν την τιμή της νέας δύναμης. Υποβοηθούμενοι από την παρατήρηση ότι η απόσταση διπλασιάστηκε όταν έγινε από 3 \rightarrow 6, ερωτώνται πόσες φορές μεταβλήθηκε (μειώθηκε) η δύναμη και συγκεκριμένα κατά 2 ή 2² φορές, προκειμένου να επαληθεύσουν το νόμο του *αντίστροφου τετραγώνου* της απόστασης. Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να εξάγουν το νόμο ότι «όσο αυξάνω την απόσταση των 2 φορτίων, τόσο μειώνεται η δύναμη Κουλόμπ μεταξύ τους και μάλιστα, αν διπλασιάσω την μεταξύ τους απόσταση υπο-τετραπλασιάζεται η μεταξύ τους δύναμη»

Στο 3^ο βήμα («Ας ‘φορτίσουμε’ κι άλλο τα φορτία»), οι μαθητές ακολουθώντας τις οδηγίες του Φύλλου Εργασίας, επαναφέρουν τα 2 φορτία στην αρχική τους απόσταση των 3 cm και τους ζητείται να προβλέψουν τί θα γίνει αν αυξήσουν το φορτίο q_1 μέσω κλειστού τύπου ερώτησης της μορφής «θα αυξηθεί ή θα μειωθεί η μεταξύ τους δύναμη Κουλόμπ;». Στη συνέχεια επαληθεύουν ή όχι την πρόβλεψή τους, αυξάνοντας στην προσομοίωση το φορτίο q_1 από το 1 στα 2μC, ενώ καταγράφουν και την τιμή της νέας δύναμης. Υποβοηθούμενοι από την παρατήρηση ότι το φορτίο διπλασιάστηκε όταν έγινε από 1 \rightarrow 2, ερωτώνται πόσες φορές μεταβλήθηκε (αυξήθηκε τώρα) η δύναμη Κουλόμπ και συγκεκριμένα κατά 2 ή 2² φορές, προκειμένου να επαληθεύσουν το νόμο της *αναλογίας* του φορτίου. Την ίδια ακριβώς διαδικασία επαναλαμβάνουν (επαναφέροντας το q_1 στο 1μC) διπλασιάζοντας τώρα το φορτίο q_2 από τα 4 στα 8μC, καταγράφοντας πάλι τη νέα δύναμη Κουλόμπ. Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να εξάγουν το νόμο ότι «όσο αυξάνω το φορτίο,

τόσο αυξάνεται η δύναμη Κουλόμπ μεταξύ τους και μάλιστα, αν διπλασιάσω το αρχικό φορτίο, διπλασιάζεται η μεταξύ τους δύναμη».

Αμέσως μετά το 3^ο βήμα, αποτυπώνεται η άποψη ότι «ένας μαθητής υποστηρίζει ότι η δύναμη Κουλόμπ είναι πιο μεγάλη στο πιο μικρό φορτίο» και οι μαθητές καλούνται να συμφωνήσουν ή όχι με αυτή την άποψη, καθώς και να τη δικαιολογήσουν, ανακαλώντας τις γνώσεις τους από τη Φυσική β' γυμνασίου και τον διδαχθέντα 3^ο Νόμο του Νεύτωνα.

Τέλος, στην ανακεφαλαίωση, γίνεται σύνοψη των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την προσομοίωση και συγκεκριμένα ότι όσο αυξάνω το φορτίο q1 ή το φορτίο q2, τόσο αυξάνεται και η δύναμη Κουλόμπ, ενώ όσο αυξάνω την απόσταση r, τόσο μειώνεται η δύναμη Κουλόμπ, και μάλιστα με το νόμο του αντίστροφου τετραγώνου. Κλείνοντας, ζητείται από τους μαθητές να περιγράψουν στη γλώσσα των Μαθηματικών το νόμο του Κουλόμπ, συμπληρώνοντας τη μαθηματική σχέση

$$F = k \cdot \frac{\dots \cdot \dots}{\dots} \quad (k \text{ σταθερό})$$

9. ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Νόμος Κουλόμπ

Στο σημερινό Φύλλο Εργασίας θα θυμηθούμε την ηλεκτρική δύναμη Κουλόμπ καθώς και πώς εξαρτάται αυτή από τα 2 φορτία (q_1 , q_2) αλλά και την μεταξύ τους απόσταση (r).

Εισαγωγικά:

- Μεταβείτε στην ιστοσελίδα <http://www.seilias.gr> και αναζητήστε εκεί την εφαρμογή με όνομα «Νόμος Κουλόμπ»
- Όταν ανοίξει η εφαρμογή, παρατηρήστε ότι εμφανίζει 2 πλαίσια κειμένου (ένα για το φορτίο q_1 και ένα για το φορτίο q_2), τα οποία μας εμφανίζουν το φορτίο σε μικροκουλόμπ (μC). Βεβαιωθείτε ότι το $q_1=1\mu\text{C}$ και ότι το $q_2=4\mu\text{C}$
- Βεβαιωθείτε επίσης ότι η μεταξύ τους απόσταση είναι $r=3\text{cm}$ και ότι είναι τσεκαρισμένο το κουτάκι «Εμφάνιση τιμής δύναμης», η οποία πρέπει να εμφανίζεται και να είναι αρχικά ίση με 40 N.

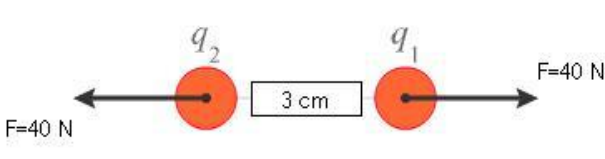
Νόμος Coulomb  

ΣΕΠ 21 2008  (138 ψήφοι)


Μπορείτε να μετακινήσετε και να αλλάξετε την τιμή του φορτίου για να δείτε πως μεταβάλλεται η δύναμη μεταξύ τους.

$q_1 =$ μC $q_2 =$ μC

$r=3\text{ cm}$ $F=40\text{ N}$



☐ Ακέραιες τιμές στην απόσταση ☒ Εμφάνιση τιμής δύναμης

Κλίμακα Δυνάμεων 

© Σπασανλής Ηλίας

«Ας απομακρύνουμε τα φορτία»

- Τί νομίζετε ότι θα γίνει αν αυξήσετε την απόσταση των 2 φορτίων; Θα αυξηθεί ή θα μειωθεί η μεταξύ τους δύναμη Κουλόμπ;.....
- Αυξήστε την απόσταση r των 2 φορτίων από τα 3 στα 6 εκατοστά. Πόση έγινε η μεταξύ τους δύναμη;.....
- Επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψή σας. Αν όχι, γιατί νομίζετε ότι έγινε αυτό;.....
.....
- Δεδομένου ότι απόσταση διπλασιάστηκε όταν έγινε από $3 \rightarrow 6$, πόσες φορές μεταβλήθηκε η δύναμη;
- $2 \square \quad 2^2=4 \square$ και αυξήθηκε \square ή μειώθηκε; \square
- Τί συμπέρασμα βγάζουμε για τη δύναμη Κουλόμπ όταν αυξάνουμε την απόσταση των 2 ηλεκτρικών φορτίων;

«Όσο αυξάνω την απόσταση των 2 φορτίων, τόσο _____ η δύναμη Κουλόμπ μεταξύ τους και μάλιστα, αν διπλασιάσω την μεταξύ τους απόσταση _____ η μεταξύ τους δύναμη»

«Ας ‘φορτίσουμε’ κι άλλο τα φορτία»

- Επαναφέρετε τα 2 φορτία στην αρχική τους απόσταση των 3 cm.
- Τί νομίζετε ότι θα γίνει αν αυξήσετε το φορτίο q_1 ; Θα αυξηθεί ή θα μειωθεί η μεταξύ τους δύναμη Κουλόμπ;.....
- Αυξήστε το φορτίο q_1 από το 1 στα $2\mu\text{C}$, κάνοντας κλικ στο επάνω βελάκι του πλαισίου κειμένου του q_1 . Πόση έγινε η μεταξύ τους δύναμη;.....
- Επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψή σας. Αν όχι, γιατί νομίζετε ότι έγινε αυτό;.....
.....
- Δεδομένου ότι το φορτίο διπλασιάστηκε όταν έγινε από $1 \rightarrow 2$, πόσες φορές μεταβλήθηκε η δύναμη;
- $2 \square \quad 2^2=4 \square$ και αυξήθηκε \square ή μειώθηκε; \square
- Επαναφέρετε το q_1 στο $1\mu\text{C}$ πάλι και δοκιμάστε να διπλασιάσετε το φορτίο q_2 από τα 4 στα $8\mu\text{C}$. Πώς αλλάζει η δύναμη τώρα;.....
- Τί συμπέρασμα βγάζουμε λοιπόν για τη δύναμη Κουλόμπ όταν αυξάνουμε το φορτίο;

«Όσο αυξάνω το φορτίο, τόσο _____ η δύναμη Κουλόμπ μεταξύ τους και μάλιστα, αν διπλασιάσω το αρχικό φορτίο, _____ η μεταξύ τους δύναμη»

⇒ Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι η δύναμη Κουλόμπ είναι πιο μεγάλη στο πιο μικρό φορτίο. Συμφωνείτε με αυτήν την άποψη; Δικαιολογήστε τη γνώμη σας.

.....
.....

Ανακεφαλαίωση:

Ας συνοψίσουμε λοιπόν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η δύναμη Κουλόμπ:

- ⇒ Όσο αυξάνω το φορτίο q_1 , τόσο η δύναμη Κουλόμπ
- ⇒ Όσο αυξάνω το φορτίο q_2 , τόσο η δύναμη Κουλόμπ
- ⇒ Όσο αυξάνω την απόσταση r , τόσο η δύναμη Κουλόμπ, και μάλιστα, αν διπλασιάσω την απόσταση, η δύναμη

Τα παραπάνω λοιπόν τα γράφουμε στα μαθηματικά ως εξής:

$$F = k \cdot \frac{\dots \cdot \dots}{\dots} \quad (k \text{ σταθερό})$$

10. ΠΡΟΣΘΕΤΑ

Πηγή της προσομοίωσης:

http://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=74&Itemid=32

Η συγκεκριμένη προσομοίωση – καθώς και πολλές άλλες του ιστότοπου <http://www.seilias.gr> – μπορούν να χρησιμοποιηθούν και off-line με την επιλογή «κατεβάσματος» από τον υπερ-σύνδεσμο:

http://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=93&Itemid=45

Στη συνέχεια – αφού αποσυμπίεστεί το αρχείο που κατέβηκε – ανοίγουμε off-line την ιστοσελίδα *physics.htm* και στην παράγραφο «Ηλεκτρομαγνητισμός» Γ Γυμνασίου , Β Λυκείου, κάνουμε κλικ στο Νόμος Coulomb (ii), για να ανοίξουμε την ίδια προσομοίωση (με όνομα *Coulomb2.swf*)

Στην ίδια ιστοσελίδα

http://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=74&Itemid=32

υπάρχει επιπλέον υλικό, όπως δεύτερη προσομοίωση, γραφική παράσταση της δύναμης Κουλόμπ συναρτήσει της απόστασης, μία παρουσίαση σε αρχείο τύπου flash του νόμου Κουλόμπ καθώς και δύο τεστ με ερωτήσεις τύπου Σωστό-Λάθος και συμπλήρωσης κενού.

Το ίδιο υλικό (εκτός των 2 τεστ) είναι διαθέσιμο και στην off-line έκδοση, πάλι στην παράγραφο «Ηλεκτρομαγνητισμός» Γ Γυμνασίου , Β Λυκείου.

Εργασία στο σπίτι:

Οι μαθητές που έχουν άνεση με τη χρήση των εργαλείων web2.0 καλούνται να συντάξουν ένα σύντομο κείμενο στο οποίο θα περιγράψουν τί έμαθαν από την εργασία αυτή, ποιά σημεία τους άρεσαν περισσότερο καθώς και ποιά τους έκαναν εντύπωση. Αυτά θα τα γράψουν σε ένα συνεργατικό έγγραφο (πχ Google Docs) το σύνδεσμο του οποίου θα αναρτήσουν στην ιστοσελίδα του σχολείου.