Β' Λυκείου – 1.1 Ο Νόμος του Coulomb

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Μ1. ΑΠΛΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ COULOMB

Όταν εφαρμόζουμε το νόμο του Coulomb, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη:

1. Τα φορτία στο νόμο του Coulomb τα αντικαθιστούμε αφού τα μετατρέψουμε σε C.
Για τις μετατροπές θυμίζουμε ότι ισχύει: 1 mC = 10^{-3} C, 1 μC = 10^{-6} C, 1 nC = 10^{-9} C και 1 pC = 10^{-12} C.
2. Η απόσταση ***r*** αντικαθίσταται αφού μετατραπεί σε m.
Για τις μετατροπές θυμίζουμε ότι ισχύει: 1 mm = 10^{-3} m, 1 cm = 10^{-2} m, 1 dm = 10^{-1} m.
3. Προσοχή! Το είδος των ηλεκτρικών φορτίων δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα για το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης αλλά μόνο για την κατεύθυνση της.

Παράδειγμα 1.
Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία q1 = 2 μC και q2 = –3 μC βρίσκονται σε απόσταση r = 30 cm. Να υπολογίσετε:
α. *Το μέτρο της ελκτικής δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ τους.*
β. *Την απόσταση στην οποία θα έπρεπε να βρίσκονται τα δύο φορτία, ώστε η μεταξύ τους ελκτική δύναμη να έχει μέτρο 2,4 N.*
Δίνεται: $k = 9 \cdot 10^9$ N·m^2/C^2.

Μ2. Υπολογισμός της ηλεκτρικής δύναμης που ασκείται σε σημειακό φορτίο από δύο ή περισσότερα φορτία, όταν όλα τα φορτία βρίσκονται πάνω σε ευθεία.

Τα βήματα που ακολουθούμε είναι:

1. Φτιάχνουμε το σχήμα προσεκτικά σημειώνοντας τις αποστάσεις ανάμεσα στο φορτίο q, για το οποίο θέλουμε να υπολογίσουμε τη δύναμη που του ασκείται, και στα υπόλοιπα φορτία.
2. Σχεδιάζουμε καθεμία από τις δυνάμεις που ασκούνται στο φορτίο q από τα υπόλοιπα φορτία.
3. Υπολογίζουμε το μέτρο της κάθε δύναμης εφαρμόζοντας όσες φορές χρειαστεί το νόμο του Coulomb.
4. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο φορτίο q θα είναι συγγραμμικές. Ανάλογα με την κατεύθυνση των δυνάμεων ορίζουμε αυθαίρετα μία φορά ως θετική και προσθέτουμε ή αφαιρούμε για να βρούμε το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που θα ασκείται στο φορτίο q.
5. Δείχνουμε στο σχήμα την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο φορτίο q.
Δεν ξεχνάμε ότι η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος οπότε πρέπει πάντα το σύμβολο F να συνοδεύεται από διάνυσμα (π.χ. στα σχήματα), ενώ "σκέτο" το σύμβολο F χρησιμοποιείται όταν μιλάμε για το μέτρο (τιμή) του διανύσματος. F

Παράδειγμα 2.
Τρία σημειακά ηλεκτρικά φορτία q1 = 2 μC, q2 = 4 μC και q3 = 5 μC βρίσκονται ακλόνητα στα σημεία Α, Β και Γ αντίστοιχα μιας ευθείας. Οι αποστάσεις μεταξύ των φορτίων είναι ΑΒ = 0,3 m και ΑΓ = 0,8 m. Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκείται στο φορτίο q2. Δίνεται: $k = 9 \cdot 10^9$ N·m^2/C^2.

Μ3. Εύρεση του σημείου ισορροπίας ηλεκτρικού φορτίου.

Όταν ένα φορτίο ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό είναι ίση με το μηδέν (ΣF = 0). Τα βήματα που ακολουθούμε στην περίπτωση κατά την οποία το σημειακό φορτίο που ισορροπεί δέχεται δύο δυνάμεις από τα φορτία q1 και q2 που βρίσκονται στα σημεία Α και Β αντίστοιχα μιας ευθείας (ε) είναι:

1. Βρίσκουμε ποιο είναι το πιθανό σημείο ισορροπίας. Το σημείο αυτό θα βρίσκεται πάνω στην ευθεία (ε), γιατί σε οποιοδήποτε άλλο σημείο εκτός ευθείας και αν τοποθετηθεί το σημειακό φορτίο θα δέχεται μη συγγραμμικές δυνάμεις.
Για το σημείο ισορροπίας ισχύει:
Α. Αν τα φορτία q1 και q2 είναι ομώνυμα, το σημείο ισορροπίας θα βρίσκεται **ανάμεσα** στα σημεία Α και Β.
Β. Αν τα φορτία q1 και q2 είναι ετερώνυμα, το σημείο ισορροπίας θα βρίσκεται στις προεκτάσεις του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ.

2. Θέτουμε Σ το σημείο ισορροπίας, τοποθετώντας το πιο κοντά στο φορτίο που έχει κατ' απόλυτη τιμή τη μικρότερη τιμή φορτίου.
3. Σημειώνουμε στο σχήμα τις αποστάσεις του σημείου ισορροπίας από τα φορτία q1 και q2. $\Sigma F = 0$ αντικαθιστώντας τις δυνάμεις F1 και F2 από το νόμο του Coulomb.

Παράδειγμα 3.
Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία q1 = 1 μC και q2 = 16 μC βρίσκονται ακλόνητα στα σημεία Α και Β αντίστοιχα μιας ευθείας (ε), τα οποία απέχουν απόσταση d = 15 cm.
α. *Να βρείτε σε ποιο σημείο θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα σημειακό φορτίο q ώστε να ισορροπεί.*
β. *Να κάνετε το ίδιο στην περίπτωση που q1 = –1 μC και q2 = 16 μC*

Μ4. Μελέτη ισορροπίας ηλεκτρισμένων σωμάτων, όταν ενεργούν και άλλες δυνάμεις εκτός από την ηλεκτρική.

Όταν μελετάμε την ισορροπία ηλεκτρισμένων σωμάτων, τα βήματα που ακολουθούμε είναι:
1. Κατασκευάζουμε κατάλληλο σχήμα όπου σημειώνουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται.
2. Επιλέγουμε δύο κάθετους άξονες και αναλύουμε όποιες δυνάμεις χρειάζεται.
3. Εφαρμόζουμε τη συνθήκη ισορροπίας για κάθε άξονα χωριστά. Ισχύει: $\Sigma F_x = 0$ και $\Sigma F_y = 0$

4. Από την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων προσδιορίζουμε όλα τα ζητούμενα.

Παράδειγμα 4.
Δύο ίσες μικρές σφαίρες, μάζας m= 30 $\sqrt{3}$g η καθεμία, κρέμονται από το ίδιο σημείο με δύο λεπτά μονωτικά νήματα μήκους ℓ. Φορτίζουμε τις δύο σφαίρες με το ίδιο φορτίο q= 2μC, οπότε παρατηρούμε ότι οι δύο σφαίρες ισορροπούν όταν τα νήματα σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 120°. Να βρείτε την απόσταση που ισορροπούν οι δύο μικρές σφαίρες και το μήκος ℓ του κάθε νήματος. Δίνονται: k= 9·10^{9}N·m^2/C^{2}και g= 10 m/s^2