

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

1.1) Τι είναι ο ηλεκτρισμός, που οφείλεται;

Ο ηλεκτρισμός είναι μια φυσική "δράση", (όπως π.χ είναι η βαρύτητα). Η δράση αυτή γίνεται αντιληπτή από τα αποτελέσματά της τα οποία έχουν σαν δημιουργό αιτίες τις ηλεκτρικές δυνάμεις. Ας μην ξεχνάμε ότι πίσω από κάθε φυσικό φαινόμενο "κρύβονται", πάντα κάποιες δυνάμεις.

Στην ερώτηση που οφείλονται αυτές οι ηλεκτρικές δυνάμεις η απάντηση είναι:

- Οι ηλεκτρικές δυνάμεις οφείλονται στα ηλεκτρικά φορτία το ηλεκτρικό φορτίο (ή η "ποσότητα ηλεκτρισμού") είναι ένα φυσικό μέγεθος που δεν έχει υλική υπόσταση (όπως η μάλα) και δεν είναι φαντό, απλώς δρά!

Φυσικά δεν γυρνάμε και, δεν θα μάθουμε πως ποτέ, που οφείλει την ύπαρξή του το ηλεκτρικό φορτίο, απλώς παρακολουθούμε τις δράσεις του.

Τα ηλεκτρικά φορτία "επιμαύονται", πάνω σε μάλας.

Δεν υπάρχει φορτίο χωρίς την ταυτόχρονη ύπαρξη μάλας, ενώ αντίθετα μπορεί να υπάρξει μάλα χωρίς φορτίο.

Τα ηλεκτρικά φορτία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με δυνάμεις (ηλεκτρικές δυνάμεις) και μπορούμε να έχουμε έλξη ή απωση μεταξύ φορτίων (υπενθυμίζεται ότι στις βαρυτικές δυνάμεις έχουμε μόνον έλξη)

Αυτό το γεγονός (υπαρξη ελξης και απωθισης) οδγησε στο συμπέρασμα οτι υπάρχουν δύο είδη φορτίων

Τα δύο αυτά είδη ονομαστήσαν απο τους πρώτους ερευνητές ως α) θετικά φορτία και β) αρνητικά φορτία

Παρατηρήσαμε οτι ομοίωμα φορτία (θετικό-θετικό) ή (αρνητικό-αρνητικό) απωθούνται ενώ ετερόομο φορτία (θετικό-αρνητικό) ελκόνται με την ανάπτυξη, όπως προαναφέραμε, των ηλεκτρικών δυνάμεων

Συνοψίζουμε παρακάτω και αναφέρουμε τις 4 παραδοχές που κάνουμε για το ηλεκτρικό φορτίο

1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο

Το ηλεκτρικό φορτίο (electric charge) συμβολίζεται με το γράμμα q και θεωρούνται οι ακόλουθες 4 παραδοχές γι' αυτό.

1) Υπάρχουν 2 είδη φορτίων τα θετικά (+) και τα αρνητικά (-)

2) Η μονάδα του φορτίου είναι το 1 Coulomb (1 Cb) το ελάχιστο φορτίο που υπάρχει στη φύση είναι το φορτίο ενός ηλεκτρονίου $|q_e|$ όπου

$$|q_e| = 1.602 \times 10^{-19} \text{ Cb}$$

3) Το φορτίο διατηρείται! Ούτε εξαφανίζεται, ούτε δημιουργείται απο το πουθενά
 Ισοδύναμο: - Το συνολικό φορτίο που υπάρχει μέσα σε ένα απομονωμένο σύστημα παραμένει σταθερό

4) Το φορτίο διατηρεί σταθερή τιμή ανεξαρτήτως της κίνησης του φορέα του (μάτκ)

Αναφέρουμε εδώ, χωρίς να μπορούμε σε λεπτομέρειες, ότι όταν έχουμε φορτία σε κίνηση, αναπτύσσονται, εκτός από τις ηλεκτρικές δυνάμεις, που αναφέρκαμε, αλλά επι πλεόν και οι μαγνητικές δυνάμεις...

1.3 Ηλεκτρικό πεδίο

Ηλεκτρικό πεδίο είναι ο χώρος εντός του οποίου ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις \vec{F}_e σε ηλ. φορτία (ακίνητα ή κινούμενα)

Προφανώς κάθε ηλεκτρικό φορτίο δημιουργεί γύρω του ένα ηλεκτρικό πεδίο

Ένα ηλεκτρικό πεδίο έχει ως πρωταρχικό μέγεθος την ένταση του \vec{E}

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου = $\frac{\text{(Δύναμη που ασκείται σε ένα φορτίο)}}{\text{(Τιμή ακεν' του φορτίου)}}$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q} \quad \left(\frac{Nt}{Cb} \right)$$

1.4) Μελέτη των φαινομένων του Ηλεκτρομαγνητισμού (17)

Η μελέτη και ανάλυση όλων των φαινομένων που οφείλονται στις ηλεκτρικές, αλλά και μαγνητικές (φόρτιο σε κίνηση) δυνάμεις (δράσεις) γίνεται γενικά από την "Θεωρία Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων", ή πιο απλά του "Ηλεκτρομαγνητισμού", (Θεωρητικό και Εφαρμοσμένο), με χρήση αυστηρών μαθηματικών μεθόδων.

Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου δεν είναι απαραίτητη η χρήση της θεωρίας πεδίων, εφ' όσον γίνουν κάποιες απλοποιητικές παραδοχές, χωρίς σημαντική βλάβη.

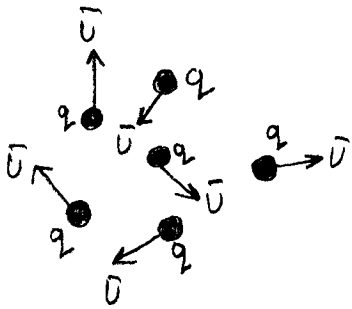
Μια τέτοια περίπτωση, ίσως η πιο χαρακτηριστική, είναι η "Θεωρία Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων", με την οποία θα ασχοληθούμε παρακάτω,

ΤΑ ΔΥΟ ΒΑΣΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ και ΤΑΣΗ

2.1 Ηλεκτρικό ρεύμα

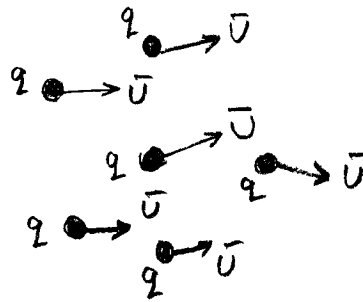
Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων.

Η κίνηση των φορτίων μπορεί να είναι:



Τυχαία κίνηση

»



Προσανατολισμένη κίνηση

(εδώ υπάρχει σαφής διεύθυνση προς τα που κινούνται τα φορτία)

Στα ερωτήματα:

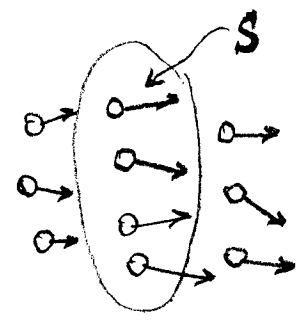
- Που οφείλεται η κίνηση των φορτίων αυτών;

η απάντηση (στην περίπτωση προσανατολισμένης κίνησης)

είναι ότι οφείλεται σε ηλεκτρικές δυνάμεις

(Παρατήρηση: Η κίνηση των φορτίων μπορεί να οφείλεται και σε μη ηλεκτρικές δυνάμεις (μαγνητικές) και στο βήμα αυτό θα χρησιμοποιήσουμε καίπως το θεώρημα και θα περιοριστούμε στις ηλεκτρικές δυνάμεις ως αιτία κίνησης των φορτίων)

θεωρούμε μια διατομή με εμβαδόν S με κάποιο προανατολισμό στην φορά κίνησης των φορτίων



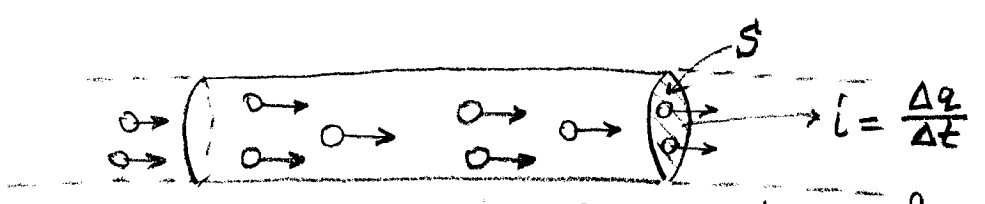
Ορίζουμε ως ένταση ηλεκτρικού ρεύματος (για της επιφάνειας S) το μέγεθος i όπου:

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \left(\frac{\text{συνολικό φορτίο που διηλθε δια της } S}{\text{χρόνος που απαιτήθηκε}} \right)$$

Μονάδες : $1 \text{ Ampere} = \frac{1 \text{ Cb}}{1 \text{ sec}}$

Παρατήρηση:

Σε ένα κηχο ηλεκτρικού ρεύματος (καλώδιο) που έχει συνήθως κυλινδρική μορφή η επιφάνεια S είναι κυκλος



τα κινούμενα φορτία διαπερνούν κάθετα την επιφάνεια S

Η έννοια της έντασης ηλ. ρεύματος γίνεται, στην περίπτωση αυτή, πολύ "ξεκαθαρη"

Στων παρακάτω πίνακα αναφέρουμε τιμές εντάσεων
ηλ. ρεύματος που συναντάμε στην πράξη και στην
καθημερινή ζωή

Λαμπκι μικρού φακού: $0.1 \text{ A} - 0.5 \text{ A}$

Λαμπτήρας βολτίου (LED): 0.05 A (50 mA)

Θερμοσίφωνας : $10 - 15 \text{ A}$

Μεγίστο ρεύμα σε
απλή καλωγία : 40 A

Κεραυνός : 20000 A

Κινητήρας Υποβρυχίου : $1000 - 4000 \text{ A}$
σε πλήρη ισχύ

Υπερδιπίτετα :

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$$

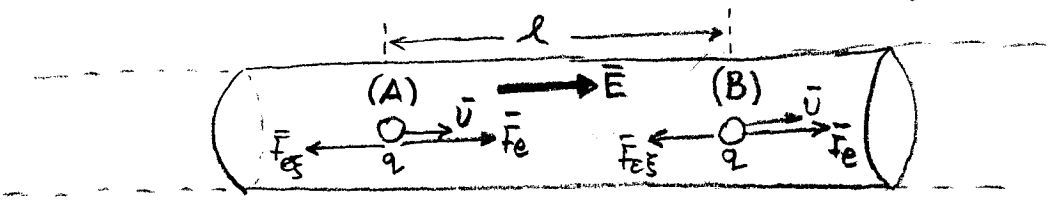
$$1 \text{ } \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

$$1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A}$$

2.2 Ηλεκτρική τάση

Επειδή ασχολούμαστε με τη θεωρία κυκλωμάτων θα δώσουμε παρακάτω έναν κλοποποιημένο ορισμό της ηλεκτρικής τάσης, προσαρμοσμένο στη θεωρία κυκλωμάτων

Έστω ένας ευθύγραμμος αγωγός στον οποίο ρέει ηλεκτρικό ρεύμα. Μέσα στον αγωγό υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο με ένταση \vec{E}



Ένα φορτίο q δέχεται την ηλεκτρική δύναμη \vec{F}_e και κινείται. Αν δρα μόνον η \vec{F}_e τότε η κίνηση του φορτίου θα είναι ομαλά επιταχυνόμενη προφανώς.

Θα θεωρήσουμε ότι στη μάκ που φέρει το φορτίο δρα και μια εξωτερική δύναμη $\vec{F}_{εξ}$ ακριβώς αντίθετη από την \vec{F}_e

Αυτή τη στιγμή δεν θα εξετάσουμε την προέλευση αυτής της δύναμης

Το φορτίο (ή ορθότερα η μάκ που το φέρει!) δέχεται 2 αντίθετες δυνάμεις άρα $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_{εξ} = 0$ (δυναμιζόμενη δύναμη)

και η κίνηση του φορτίου γίνεται με σταθερή ταχύτητα $\vec{u} = \text{σταθ}$, έστω προς τα δεξιά

Κατά την μετακίνηση από το σημείο (A) στο σημείο (B) η δύναμη \vec{F}_e παραχρημάει έργο, ενώ η $\vec{F}_{εξ}$ καταναλώνει έργο

Παρακάτω θα εξετάσουμε ειδικά το έργο της ηλεκτρικής δύναμης \vec{F}_e

Επειδή η κίνηση του φορτίου είναι ευθύγραμμη ομαλή οι σχετικοί υπολογισμοί απλοποιούνται πολύ!

Ανλάδι:

- κίνηση από το (A) στο (B) που απέχουν l
έργο της δύναμης \vec{F}_e

$$W = F_e \cdot l \quad (\text{παραγόμενο έργο})$$

το έργο W που παράχθηκε από την \vec{F}_e οδηγεί σε μείωση της δυναμικής ενέργειας του πεδίου

Συγκεκριμένα αν στο σημείο (A) το φορτίο q έχει δυναμική ενέργεια W_A , και αντιστοίχα στο (B) έχει δυναμική ενέργεια W_B τότε

$$W = F_e \cdot l = W_A - W_B \quad (\text{προφανώς } W_A > W_B)$$

Κατά την κίνηση από το (A) στο (B) η ηλεκτρική δύναμη \vec{F}_e παράχθηκε έργο W το οποίο κέρδισε ο "έξω κόσμος", με ισοτιμία μείωση της αποθηκευμένης ενέργειας του πεδίου \vec{E}

Συνοψίζουμε:

$$W = F_e \cdot l = W_A - W_B \quad \text{ή} \quad E \cdot q \cdot l = W_A - W_B$$

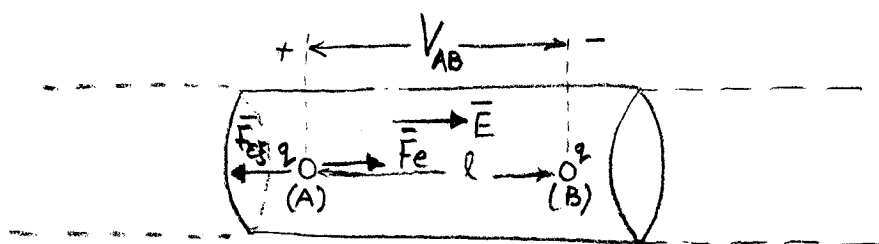
$$(\text{διότι } \vec{F}_e = \vec{E} \cdot q)$$

Ορίζουμε σαν τάση V_{AB} το μέγεθος

$$V_{AB} = \frac{W_A - W_B}{q} = \frac{Eq \cdot \ell}{q} = E \cdot \ell$$

μονάδες $1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Cb}}$

Επαναλαμβάνουμε για την έννοια της τάσης:



-Το φορτίο q υπό την επίρρηση της ηλεκτρικής δύναμης \vec{F}_e θα κινηθεί από το (A) στο (B) με επιτάχυνση και με αυξανόμενη κινητική ενέργεια. Για να έχουμε σταθερή την κινητική ενέργεια και να μεταβληθεί μόνον η δυναμική ενέργεια θεωρούμε την εξωτερική δύναμη

$$\vec{F}_{E\ell} = -\vec{F}_e$$

Το φορτίο q λοιπόν, κινούμενο με $v = \text{σταθ}$ από το (A) στο (B) χάνει συνεχώς δυναμική ενέργεια (ή \vec{F}_e παράγει έργο) την οποία κερδίζει ο "έξω κόσμος", η διαφορά των δυναμικών ενεργειών που έχει το q μεταξύ των σημείων (A) και (B) διαιρούμενη δια του φορτίου q εκφράζει την τάση V_{AB}

$$V_{AB} = \frac{W_A}{q} - \frac{W_B}{q}$$

Η τάση V_{AB} έχει πολικότητα, δηλαδή

$$V_{AB} = \frac{W_A}{q} - \frac{W_B}{q} = V_A - V_B$$

όπου V_A, V_B τα δυναμικά των σημείων (A) και (B)

αν $V_{AB} > 0 \Rightarrow V_A > V_B$ (και θέτουμε (+) στο (A)
(-) στο (B))

ενώ αν $V_{AB} < 0 \Rightarrow V_A < V_B$

Η τάση V_{AB} είναι φυσικό επακόλουθο της "τάσης"!

(δηλ του κανόνα, του νόμου...) που λέει ότι

-Τα ηλεκτρικά φορτία πάντα αλληλοεξουδετερώνονται

Δηλαδή, στο προηγούμενο σχήμα, γιατί το φορτίο q κινείται από το (A) στο (B)!

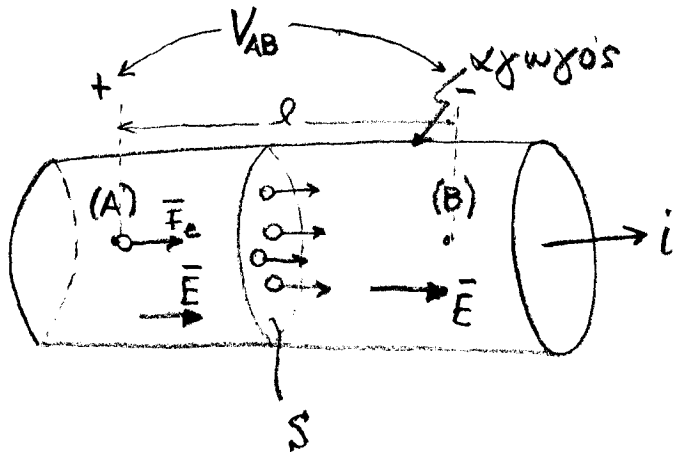
Απάντηση Διότι στο (A) υπάρχουν ομώνυμα φορτία με το q τα οποία το απωθούν προς το (B), και στο (B) υπάρχουν ετερόνυμα φορτία με το q τα οποία το έλκουν προς το (B)

Προφανώς για να τοποθετηθούν κατά τα φορτία στο (A) και (B) απαιτείται ενέργεια, η οποία βέβαια μπορεί να αντληθεί από τον "έξω κόσμο."

Η τάση V_{AB} , εφ' όσον $V_{AB} > 0$, λέγεται και "πίσημη τάση", διότι κινούμενοι από το A στο B έχουμε συνεχή μείωση της δυναμικής ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου \vec{E}

2.3 Σύνοψη για τάση και ρεύμα

Τα δύο βασικά μεγέθη της θεωρίας κυκλωμάτων V_{AB} και i έχουν σαν δημιουργό κίτκι το ηλεκτρικό πεδίο \vec{E}



$$i = \frac{dq}{dt} \text{ (δια της } S\text{)}$$

$$V_{AB} = E \cdot l \text{ (απλοποιημένη μορφή)}$$

$$\text{ή } V_{AB} = \frac{W_A - W_B}{q} \text{ (αλλά κεραισι για των θ.κ.)}$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Λέγοντας "αγωγός" εννοούμε υλικό σώμα που διαθέτει μεγάλο αριθμό ελεύθερων φορτίων (π.χ τα μέταλλα)
- Δεν αναφέραμε, ως τώρα, με ποιο τρόπο εγκαταστάθηκε αλλά και διοτηρείται το ηλεκτρικό πεδίο \vec{E} μέσα στον αγωγό ώστε να διατηρείται και η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος i . Θα το δούμε, παρακάτω...
- Προφανώς τα μεγέθη V_{AB} και i συνδέονται μεταξύ τους! Θα το δούμε και αυτό

- Τιμές τάσεων που συνκνταμε στην καθημερινή ζωή

- Μικρή μπαταρία : 1.5V

- Τάση δικτύου ΔΕΗ στα σπίτια : 220 ή 380V

- Τάση δικτύου μεταφοράς ΔΕΗ : 150.000 - 400000 V

- Τάση ηλεκτρ. συστήματος αυτοκινήτου : 12 V

- Τάση στην έξοδο ενός μικροφώνου : 5 mV = 0.005 V

υπερδιπλασιάζει :

$$1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$$

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$$