

**ΙΕΚ ΒΑΡΗΣ**

Ε Ι Δ Ι Κ Α  
Θ Ε Μ Α Τ Α Φ Υ Σ Ι Κ Η

**Δρ. Δόμνα Κοτσιφάκη**

# Ηλεκτρισμός

Ε Κ Δ Ο Σ Η  
2012 - 2013

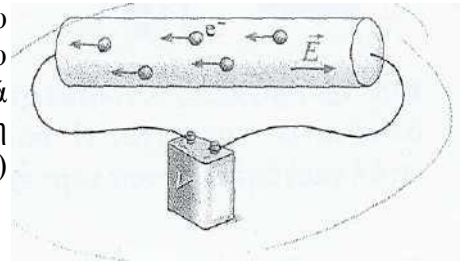
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

*Ηλεκτρικό ρεύμα*

Τα άκρα μιας ηλεκτρικής πηγής, δηλαδή οι πόλοι της, βρίσκονται σε διαφορετικά δυναμικά. Όταν λοιπόν τα άκρα ενός μεταλλικού αγωγού συνδεθούν με τα άκρα μιας ηλεκτρικής πηγής, τότε στα άκρα του αγωγού θα υπάρχει διαφορά δυναμικού, με αποτέλεσμα στο εσωτερικό του αγωγού να δημιουργηθεί ένα ηλεκτρικό πεδίο.

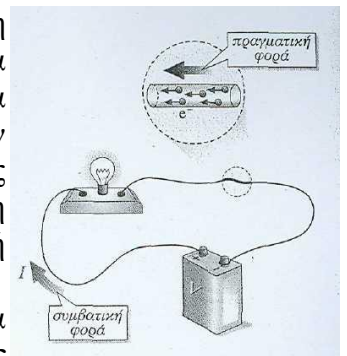
Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του μετάλλου υπό την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου κινούνται κατά ορισμένη κατεύθυνση (αντίθετη από την κατεύθυνση του πεδίου) και έτσι έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα.



***Την προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων την ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα.***

*Φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.*

Ένας μεταλλικός αγωγός (σε αντίθεση μ'έναν μονωτή) διαθέτει ελεύθερα ηλεκτρόνια (e-), τα οποία μπορούν να κινούνται «ελεύθερα» μέσα σε αυτόν. Όταν ο αγωγός συνδεθεί με τους πόλους μιας μπαταρίας, έχουμε προσανατολισμένη κίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων, δηλαδή ηλεκτρικό ρεύμα.



Για ιστορικούς λόγους επικράτησε να θεωρείται ***φορά του ηλεκτρικού ρεύματος η φορά κίνησης του θετικού φορτίου, η οποία, επειδή είναι αντίθετη της πραγματικής φοράς της κίνησης των φορέων, ονομάζεται συμβατική φορά.***

Ως φορά του ηλεκτρικού ρεύματος στους μεταλλικούς αγωγούς θα θεωρούμε την αντίθετη από τη φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Σε κάθε κύκλωμα θα σχεδιάζουμε το ρεύμα (I) να βγαίνει από τον θετικό και να μπαίνει στον αρνητικό πόλο της πηγής.

*Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος*

***Τον ρυθμό διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από μια διατομή ενός αγωγού που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα τον ονομάζουμε ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος I ή απλά ρεύμα I. Όταν ο ρυθμός διέλευσης του φορτίου είναι σταθερός, ισχύει***

$$I = \frac{q}{t}$$

(1)

όπου q η απόλυτη τιμή του συνολικού φορτίου που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο t.

Μονάδα μέτρησης της έντασης του ρεύματος είναι το 1 Ampere (1 A)

και ισχύει  $1A = \frac{1C}{1s}$ , οπότε παίρνουμε  $1C = 1A \cdot 1s$ .

Αμπερόμετρο

**Το αμπερόμετρο είναι το όργανο τα οποία μετράει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό.** Το αμπερόμετρο παρεμβάλλεται στον αγωγό στον οποίο θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος ή συνήθως λέμε ότι το αμπερόμετρο συνδέεται σε σειρά με τον αγωγό.

Διαφορά Δυναμικού

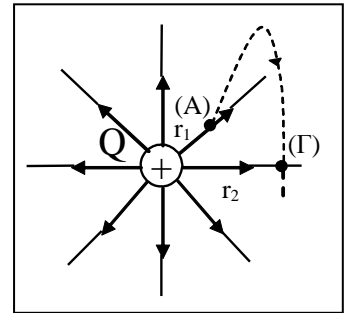
Έστω σημειακό φορτίο  $Q$  που δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο και δοκιμαστικό φορτίο  $q$ , το οποίο μετακινείται από τη θέση  $A$  στη θέση  $\Gamma$  του πεδίου. Αν  $V_A$  και  $V_\Gamma$  τα δυναμικά στις θέσεις  $A$  και  $\Gamma$  του πεδίου αντίστοιχα, η διαφορά  $V_A - V_\Gamma$  ονομάζεται διαφορά δυναμικού και συμβολίζεται με  $V_{A\Gamma}$ .

Ισχύει:  $V_{A\Gamma} = V_A - V_\Gamma$

Από τον ορισμό του δυναμικού (4.2) παίρνουμε:

$$V_A = \frac{U_A}{q} \text{ και } V_\Gamma = \frac{U_\Gamma}{q} \text{ οπότε}$$

$$V_{A\Gamma} = V_A - V_\Gamma = \frac{U_A - U_\Gamma}{q} \quad (4.8)$$



Σε κάθε συντηρητικό πεδίο η διαφορά  $U_A - U_\Gamma$  ισούται με το έργο της δύναμης του πεδίου κατά τη μεταφορά φορτίου  $q$  από το  $A$  στο  $\Gamma$ :

$$U_A - U_\Gamma = W_{A \rightarrow \Gamma}$$

$$\text{Άρα: } V_{A\Gamma} = V_A - V_\Gamma = \frac{W_{A \rightarrow \Gamma}}{q}$$

Δηλαδή «**Η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων  $A$  και  $\Gamma$  ενός ηλεκτρικού πεδίου ισούται με το πηλίκο του έργου της δύναμης του πεδίου κατά τη μεταφορά δοκιμαστικού φορτίου  $q$  από τη θέση  $A$  στη θέση  $\Gamma$  προς το φορτίο αυτό.**»

Στη σχέση  $V_{A\Gamma} = \frac{W_{A \rightarrow \Gamma}}{q}$ , για  $q = 1C$  έχουμε  $V_{A\Gamma} = W_{A \rightarrow \Gamma}$ , δηλαδή

**η διαφορά δυναμικού εκφράζει το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου ανά μονάδα φορτίου κατά τη μετακίνηση του φορτίου από τη θέση  $A$  στη  $\Gamma$ .**

Έργο δύναμης πεδίου κατά τη μετακίνηση ηλεκτρικού φορτίου μεταξύ δύο σημείων του πεδίου.

$$W_{\text{Fηλ}}^{A \rightarrow \Gamma} = q \cdot (V_A - V_\Gamma)$$

Το eV είναι μονάδα έργου, άρα και ενέργειας, και χρησιμοποιείται στην Ατομική και Πυρηνική φυσική, γιατί η αντίστοιχη μονάδα του S.I., το 1 J, είναι πολύ μεγάλη για τα μεγέθη ενεργειών που εμφανίζονται στα φαινόμενα του μικρόκοσμου. Ισχύει:

Βολτόμετρα

*Τα βολτόμετρα είναι όργανα τα οποία μετράνε την τάση (διαφορά δυναμικού) μεταξύ δύο σημείων ενός κυκλώματος.*

Αντίσταση ενός αγωγού

*Αντίσταση  $R$  ενός αγωγού ονομάζουμε το μονόμετρο μέγεθος που ισούται με το πηλίκο της τάσης  $V$  η οποία εφαρμόζεται στα άκρα του προς την ένταση  $I$  του ρεύματος που τον διαρρέει, δηλαδή*

$$\boxed{R = \frac{V}{I}} \quad (2)$$

Μονάδα Μέτρησης της αντίστασης στο S.I. είναι το  $1\Omega$ . Ισχύει

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

*Δηλαδή  $1\Omega$  είναι η αντίσταση ενός αγωγού ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $1A$ , όταν στα άκρα του εφαρμόζεται τάση  $1V$ .*

Η αντίσταση ενός αγωγού εκφράζει τη δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διέρχεται μέσα από αυτόν. Η αντίσταση των μεταλλικών αγωγών οφείλεται στις «συγκρούσεις» των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα.

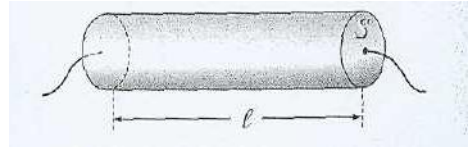
### **Προσοχή!!!**

Οι όροι αντιστάτης και αντίσταση δεν είναι ταυτόσημοι. Η διαφορά είναι ότι ο αντιστάτης είναι ο αγωγός, ενώ η αντίσταση είναι το μέγεθος ( $R = \frac{V}{I}$ ) που χαρακτηρίζει τον αγωγό.

Υπολογισμός της αντίστασης  $R$  ενός κυλινδρικού αγωγού

Η αντίσταση  $R$  ενός κυλινδρικού αγωγού:

- α) είναι ανάλογη του μήκους ( $\ell$ ) του αγωγού,
- β) είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το εμβαδόν ( $S$ ) της διατομής του αγωγού,
- γ) εξαρτάται από το υλικό του αγωγού,
- δ) εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αγωγού.

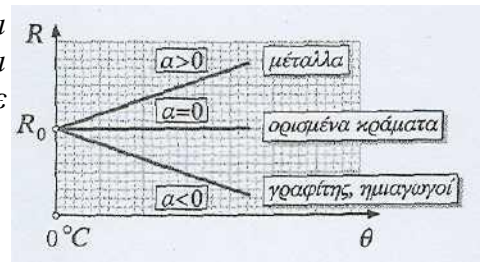


Η σχέση που δίνει την αντίσταση  $R$  ενός κυλινδρικού μεταλλικού αγωγού μήκους  $\ell$  και εμβαδού διατομής  $S$  είναι:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (3)$$

Σχέση της αντίστασης ενός αγωγού με τη θερμοκρασία.

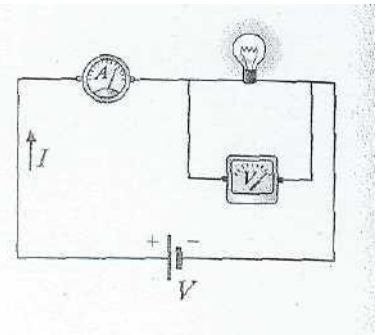
Η ειδική αντίσταση  $\rho$  εξαρτάται από τη θερμοκρασία  $\theta$  και μεταβάλλεται σε συνάρτηση με αυτή όπως δείχνει η σχέση:



$$\rho_{\theta} = \rho_0(1 + \alpha\theta) \quad (4)$$

όπου  $\rho_{\theta}$  η ειδική αντίσταση στους  $\theta$  °C,  $\rho_0$  η ειδική αντίσταση στους  $0^{\circ}$  C,  $\theta$  η θερμοκρασία σε °C ή grad (grad = βαθμός) και  $\alpha$  ο θερμικός συντελεστής αντίστασης, που μετριέται σε  $\text{grad}^{-1}\text{K}^{-1}$ . Ο θερμικός συντελεστής  $\alpha$  μπορεί να είναι θετικός (οπότε η αντίσταση αυξάνεται με τη θερμοκρασία), αρνητικός ή μηδέν.

Υπάρχουν ορισμένα κράματα, όπως η κονσταντάνη (Cu-Ni) και η μαγγανίνη (Mn-Cu-Ni), όπου  $\alpha = 0$ , δηλαδή η ειδική τους αντίσταση είναι ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία.



Αν στη σχέση  $R_{\theta} = \rho_{\theta} \frac{\ell}{S}$

αντικαταστήσουμε τη  $\rho_{\theta}$  από τον τύπο  $\rho_{\theta} = \rho_0(1 + \alpha\theta)$ , παίρνουμε:

$$R_{\theta} = \rho_0(1 + \alpha\theta) \frac{\ell}{S} \quad (\text{αφού } \rho_0 \frac{\ell}{S} = R_0)$$

$$R_{\theta} = R_0(1 + \alpha\theta) \quad (5)$$

*Πώς εξηγείται η αύξηση της αντίστασης στα μέταλλα όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.* Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του πλάτους ταλάντωσης των ιόντων του μεταλλικού πλέγματος και επομένως έχουμε αύξηση της πιθανότητας σύγκρουσης ελεύθερων ηλεκτρονίων και ιόντων, δηλαδή αύξηση της αντίστασης που προβάλλει ο αγωγός στην προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

*Αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος*

### **α) Θερμικά**

Όταν ένα μεταλλικό σύρμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, τότε θερμαίνεται, δηλαδή αυξάνεται η θερμοκρασία του.

Στους λαμπτήρες πυρακτώσεως, πριν περάσει το ρεύμα, το μεταλλικό σύρμα βρίσκεται στους 20 °C περίπου (θερμοκρασία περιβάλλοντος). Όταν οι λαμπτήρες διαρρέονται από ρεύμα, η θερμοκρασία του σύρματος γίνεται πολύ μεγάλη (περίπου 2500 °C) και το σύρμα πυρακτώνεται, με αποτέλεσμα να φωτοβολεί.

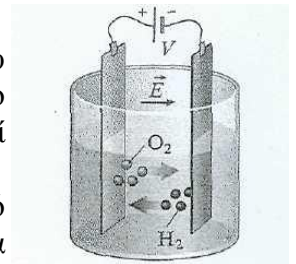
Στον *θερμοσίφωνα*, στο *ηλεκτρικό σίδερο*, στην *ηλεκτρική κουζίνα*, στην *τοστιέρα* και στο *ηλεκτρικό καλοριφέρ* το σύρμα δεν παράγει φως, αλλά βρίσκεται σε τέτοια θερμοκρασία, ώστε πυρακτωμένο να δίνει θερμότητα στο περιβάλλον.

### **β) Χημικά**

Οι ηλεκτρολύτες είναι συνήθως διαλύματα που περιέχουν ιόντα και επιτρέπουν να περάσει το ηλεκτρικό ρεύμα από μέσα τους (καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού).

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα περάσει μέσα από έναν ηλεκτρολύτη (για παράδειγμα από διάλυμα θεικού οξέος), τότε στο ηλεκτρολυτικό διάλυμα παρατηρείται ηλεκτρόλυση (πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις), με αποτέλεσμα να ανιχνεύεται οξυγόνο στην άνοδο και υδρογόνο στην κάθοδο.

Στο φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης οφείλεται η ηλεκτροπληξία, το άδειασμα της μπαταρίας κ.λπ.



### **γ) Μαγνητικά**

Μεταξύ ηλεκτρικών ρευμάτων και μαγνητών υπάρχει αλληλεπίδραση. Η εκτροπή της *μαγνητικής βελόνας* από ένα σύρμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα ήταν το πρώτο φαινόμενο στο οποίο παρατήρησαν οι φυσικοί την αλληλεπίδραση ηλεκτρικού ρεύματος και μαγνητών. Η αλληλεπίδραση αυτή οδήγησε στην κατασκευή των *ηλεκτρικών κινητήρων*, όπως η ηλεκτρική σκούπα, ο κινητήρας του ασανσέρ, το ηλεκτρικό πλυντήριο, η ηλεκτρική ξυριστική μηχανή κ.ά.

*Ηλεκτρική ισχύς*

**Ως ηλεκτρική ισχύ (ρυθμός προσφοράς ή απορρόφησης ηλεκτρικής ενέργειας) ορίζουμε το πηλίκο της ηλεκτρικής ενέργειας που προσφέρεται σε μια συσκευή σε χρόνο  $t$  προς τον χρόνο  $t$ , δηλαδή**

$$P = \frac{W}{t}$$

(7)

Μονάδα μέτρησης της ισχύος στο S.I. είναι το 1W. Ισχύει  
1W = 1 J/s

**1 Watt είναι ή ηλεκτρική ισχύς μιας συσκευής η οποία απορροφά**

### ηλεκτρική ενέργεια ίση με 1 Joule σε χρόνο 1 s.

Εκτός από τη μονάδα W για την ισχύ χρησιμοποιούμε και τα πολλαπλάσια της  $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$ ,  $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$  κ.λ.π, καθώς και τα υποπολλαπλάσιά της  $1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}$ ,  $1 \mu\text{W} = 10^{-6} \text{ W}$  κ.λ.π.

Ενέργεια και ισχύς σε αντιστάτη

Όταν η ηλεκτρική συσκευή είναι αντιστάτης, θα ισχύει και ο νόμος του Ohm, οπότε

$$I = \frac{V}{R} \text{ ή } V = IR$$

ηλεκτρική ισχύς του θα είναι

$$P = VI \text{ ή } P = I^2R \text{ και } P = \frac{V^2}{R} \quad (8)$$

Βατώρα και κιλοβατώρα

Από τη σχέση  $P = \frac{W}{t}$  παίρνουμε:  $W = Pt$

Όταν την ισχύ P τη μετράμε σε W (βατ) και τον χρόνο t σε h (ώρες), τότε η ενέργεια W μετριέται σε Wh (βατώρες).

**1 Wh (βατώρα) είναι η ενέργεια που απορροφά μια συσκευή ισχύος 1 W σε χρόνο μίας ώρας (1 h).**

Αν την ισχύ P τη μετράμε σε kW και τον χρόνο t σε ώρες (h), η ενέργεια W θα μετριέται σε κιλοβατώρες (kWh). Ισχύει

1 κιλοβατώρα =  $1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}$  ή

$$1 \text{ kWh} = 10^3 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 3600 \text{ s} = 36 \cdot 10^5 \text{ J}$$

δηλαδή η κιλοβατώρα είναι μια μεγάλη μονάδα μέτρησης ενέργειας.

Για παράδειγμα ένα ηλεκτρικό σίδερο με ισχύ 2 kW, όταν λειτουργεί συνέχεια για 10 ώρες, καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια

$$W = Pt \text{ ή } W = 2 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} = 20 \text{ kWh}$$

Αν η ΔΕΗ μας χρεώνει π.χ. 0,5 € την kWh, τότε εμείς πληρώνουμε για το 10ωρο λειτουργίας του ηλεκτρικού σιδερού

$$20 \text{ kWh} \cdot 0,5 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 10 \text{ €}$$

---

### ΠΡΟΣΟΧΗ!!!

Στη ΔΕΗ πληρώνουμε kWh και όχι kW.

---

Ενδείξεις κανονικής λειτουργίας συσκευής

Κάθε ηλεκτρική συσκευή χαρακτηρίζεται από τα στοιχεία κανονικής της λειτουργίας (ισχύ και τάση). Για παράδειγμα, συσκευή με  $P_K = 400 \text{ W}$  και  $V_K = 200 \text{ V}$  σημαίνει ότι η συσκευή αυτή, για να λειτουργεί καταναλώνοντας ηλεκτρική ισχύ 400 W, απαιτεί στα άκρα της τάση 200 V. Αν η τάση στα άκρα της είναι μικρότερη των 200 V, η συσκευή υπολειτουργεί (δηλαδή καταναλώνει ισχύ μικρότερη των 400 W), ενώ αν η τάση είναι μεγαλύτερη των 200 V, η συσκευή υπερλειτουργεί (δηλαδή καταναλώνει ισχύ μεγαλύτερη των 400 W, εφόσον δεν καταστραφεί).

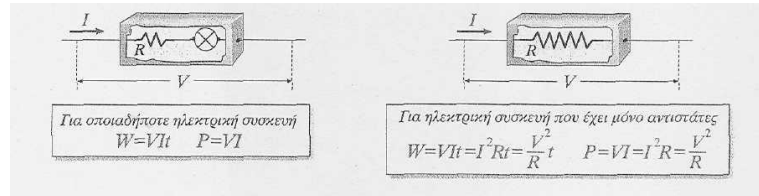
Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας μιας συσκευής βρίσκουμε

την ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει όταν λειτουργεί κανονικά.

$$I_{\kappa} = \frac{P_{\kappa}}{V_{\kappa}} \text{ (ρεύμα κανονικής λειτουργίας)}$$

Αν η συσκευή είναι θερμική (αντιστάτης), από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της μπορούμε να υπολογίσουμε την αντίσταση της.

$$R_{\Sigma} = \frac{V_{\kappa}}{I_{\kappa}} \text{ ή } R_{\Sigma} = \frac{V_{\kappa}}{P_{\kappa}/V_{\kappa}} \text{ ή } R_{\Sigma} = \frac{V_{\kappa}^2}{P_{\kappa}}$$



### Ασφάλειες προστασίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Αν για κάποιον λόγο η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα σύρμα ή μια συσκευή (αγωγό γενικά) υπερβεί μια ορισμένη τιμή, οι αγωγοί υπερθερμαίνονται, με αποτέλεσμα να προκληθεί, εκτός της καταστροφής αυτών, και πυρκαγιά.

Οι ασφάλειες προστατεύουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Κάθε ασφάλεια χαρακτηρίζεται από την τιμή της έντασης του ρεύματος πάνω από την οποία προκαλείται διακοπή της λειτουργίας του κυκλώματος. Υπάρχουν πολλών ειδών ασφάλειες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους.

Οι ασφάλειες που στηρίζονται στο φαινόμενο Joule αποτελούνται από ένα σύρμα, μικρού μήκους, που τήκεται όταν περάσει ρεύμα μεγαλύτερο από την αναγραφόμενη τιμή.

Οι αυτόματες ασφάλειες αποτελούνται από ένα διμεταλλικό έλασμα, το οποίο, όταν διαρρέεται από ρεύμα, θερμαίνεται και διαστέλλεται ανομοιόμορφα, με αποτέλεσμα να κάμπτεται. Όταν το ρεύμα στις αυτόματες ασφάλειες υπερβεί τη χαρακτηριστική μέγιστη τιμή, η κάμψη του ελάσματος γίνεται τόση, ώστε να διακόπτεται η αγωγή επι επαφή, οπότε και η ρευματοδότηση του κυκλώματος.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Αγωγός διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης 2 A. Σε χρονική διάρκεια 10 s το ηλεκτρικό φορτίο που περνάει από μια διατομή του αγωγού είναι:  
α) 5 C   β) 20 C   γ) 10 C   δ) 0,2 C  
Ποια είναι η σωστή απάντηση;
2. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;  
Η ένταση του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό:  
α) είναι ίση με το πηλίκο του φορτίου q που περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο Δt προς τον χρόνο Δt,  
β) εκφράζει την ανά μονάδα χρόνου ποσότητα φορτίου που περνά από μια διατομή του αγωγού,  
γ) έχει μονάδες C/s  
δ) είναι διανυσματικό μέγεθος.
3. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις, που αναφέρονται στη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, είναι σωστές;  
α) η πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης του θετικού φορτίου.  
β) η πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.  
γ) η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αντίθετη της φοράς κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.  
δ) η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης του θετικού φορτίου.
4. Να σημειώσετε με Σ στις σωστές και Λ στις λανθασμένες προτάσεις  
α) η πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης των ελευθέρων ηλεκτρονίων.  
β) η ηλεκτρική πηγή παράγει ηλεκτρικά φορτία.  
γ) η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος δίνεται από τον τύπο  $I=q \cdot t$  και στο S.I. μετριέται σε A.
5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;  
α) το βολτόμετρο συνδέεται στο κύκλωμα παράλληλα, ενώ το αμπερόμετρο σε σειρά.  
β) τα βολτόμετρα κατασκευάζονται με μεγαλύτερη αντίσταση από ότι τα αμπερόμετρα.  
γ) το αμπερόμετρο μετρά το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από έναν αγωγό σε ένα χρονικό διάστημα.
6. Να σημειώσετε Σ στις σωστές και Λ στις λανθασμένες προτάσεις.  
α) οι όροι αντιστάτης και αντίσταση ταυτίζονται.  
β) η αντίσταση ενός αγωγού εξαρτάται από τη θερμοκρασία.  
γ) η ειδική αντίσταση εξαρτάται από τα γεωμετρικά στοιχεία του αγωγού.  
δ) ένας αντιστάτης έχει αντίσταση 10 Ω.
7. Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογη:  
α) της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει.  
β) της διαφοράς δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του.  
γ) του εμβαδού της διατομής του.

δ) του μήκους του.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές;

8. Ποιο φυσικό μέγεθος μετρά ο μετρητής της ΔΕΗ;

(α) την ισχύ.

(β) το ηλεκτρικό φορτίο.

(γ) την τάση.

(δ) την ενέργεια.

9. Η KWh (κιλοβατώρα) είναι μονάδα μέτρησης:

(α) ενέργειας

(β) ισχύος

(γ) έντασης ρεύματος

(δ) ηλεκτρικού φορτίου

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

10. . Τα άκρα μιας συσκευής με χαρακτηριστικά λειτουργίας 220V και 400W συνδέονται σε τάση 110V (αμερικάνικο δίκτυο). Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστή;

α) η συσκευή θα καεί οπωσδήποτε.

β) η συσκευή θα απορροφά ηλεκτρική ισχύ 400W.

γ) η συσκευή θα απορροφά ισχύ 100W.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΕΙΔΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

#### *Γαλβανικό ρεύμα*

Το γαλβανικό ρεύμα είναι χαμηλής τάσης συνεχές ρεύμα.

Χημικές αλλαγές γίνονται σε αυτό όταν περάσει από συγκεκριμένα διαλύματα (τα οποία περιλαμβάνουν οξέα και άλατα) όπως π.χ αλατόνερο.

Χημικές αντιδράσεις προκαλούνται όταν το ρεύμα διαπεράσει μέσα από τους ιστούς της επιδερμίδας.

Η πολικότητα χωρίζεται σε θετική και αρνητική.

Στον **θετικό πόλο** (άνοδος):

- Παράγονται όξινες αντιδράσεις
- Λειαίνονται τα νεύρα
- Μειώνεται η τροφοδότηση του αίματος
- Σκληραίνουν οι ιστοί

**Δεν χρησιμοποιείται συχνά, έχει αλκαλική αντίδραση.**

Στον **αρνητικό πόλο** (κάθοδος):

- Παράγει αλκαλική αντίδραση
- Διεγείρει τα νεύρα
- Αυξάνει την τροφοδότηση του αίματος
- Μαλακώνει τους ιστούς

**Χρησιμοποιείται συχνά, έχει όξινη αντίδραση** (το Ph του δέρματος είναι όξινο) 5 – 5,6

Οι εφαρμογές που μπορούν να πραγματοποιηθούν είναι:

- ✓ **Φόρηση:** ονομάζεται η διαδικασία εισχώρησης των παρασκευασμάτων στο δέρμα.
- ✓ **Καταφόρηση:** ονομάζεται η διαδικασία όπου χρησιμοποιείται η χρήση του θετικού πόλου.
- ✓ **Αναφόρηση:** ονομάζεται η διαδικασία όπου χρησιμοποιείται η χρήση του αρνητικού πόλου.
- ✓ **Απολέπιση:** ονομάζεται η διαδικασία όπου μαλακώνουν και υγροποιούνται τα λιπαρά στρώματα τις επιδερμίδας π.χ desincrustation.

Το γαλβανικό ή συνεχές ρεύμα **αντενδείκνυται σε:**

- Σε άτομα με προβλήματα αισθητικότητας
- Σε αλλεργικά άτομα
- Σε δέρματα που παρουσιάζουν τομές, εκδορές ή ρήξεις της συνέχειάς τους
- Σε άτομα με μεταλλικές προθέσεις

- Σε δέρματα με ευρυαγγεία ή ροδόχροη ακμή
- Σε γυναίκες που βρίσκονται στο στάδιο της εγκυμοσύνης ή της γαλουχίας.

Στην αισθητική σώματος, το γαλβανικό ρεύμα χρησιμοποιείται για την εισαγωγή υδατοδιαλυτών ουσιών δια μέσου του δέρματος στα βαθύτερα στρώματα της επιδερμίδας και για την αύξηση της αιματικής κυκλοφορίας. Συνήθως χρησιμοποιούνται ουσίες με αδυνατιστικές ιδιότητες ή κατά της κυτταρίτιδας.

Η εφαρμογή του γαλβανικού ρεύματος γίνεται μέσω ηλεκτρικής συσκευής που διαθέτει θετικά και αρνητικά ηλεκτρόδια. Τα ηλεκτρόδια εφαρμόζονται στη περιοχή που επιθυμούμε, αφού πρώτα απλώσουμε το κατάλληλο λιποδιαλυτικό προϊόν. Διαρκεί από 10 - 30 λεπτά και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλα ρεύματα π.χ kots, φαραδικό

το γαλβανικό ρεύμα χρησιμοποιείται ως βοηθητικό του φαραδικού, ώστε ο ερεθισμός και το αίσθημα πόνου να είναι μικρότερα. Επιπλέον, η μυϊκή αντίδραση γίνεται πιο εύκολη. Οι αντενδείξεις του όμως περιλαμβάνουν τόσο τις αντενδείξεις του φαραδικού όσο και του γαλβανικού ρεύματος

#### ***Εφαρμογές Γαλβανικού Ρεύματος***

- ΣΥΣΦΙΞΗ – ΚΥΤΤΑΡΙΤΙΔΑ

Χρησιμοποιείται συνδυασμός φαραδικού και γαλβανικού ρεύματος με της εφαρμογή ηλεκτροδίων που στην άκρη τους είναι προσαρμοσμένα pads. Αφού πρώτα απλώσουμε λιποδιαλυτικό ή συσφικτικό προϊόν στη συνέχεια εφαρμόζονται ηλεκτρόδια στα σημεία που επιθυμούμε. Το γαλβανικό ρεύμα ιονίζει το προϊόν που έχει εφαρμοστεί, για την καλύτερη απορρόφηση από την επιδερμίδα.

- ΤΟΠΙΚΟ ΑΔΥΝΑΤΙΣΜΑ

Το γαλβανικό ρεύμα ενισχύει την απορρόφηση λιποδιαλυτικού προϊόντος που έχουμε εφαρμόσει πριν.

## **Φαραδικά Ρεύματα**

Πρόκειται για ειδική μορφή εναλλασσόμενου ρεύματος.

Τα ηλεκτρόδια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα επικαλυπτόμενα και τα γυμνά ελαστικά ηλεκτρόδια. Σε θεραπείες προσώπου χρησιμοποιούνται μόνο τα επικαλυπτόμενα ηλεκτρόδια, τα οποία με την σειρά τους διακρίνονται σε επικαλυπτόμενα με πορώδες ύφασμα και σε ηλεκτρόδια με μορφή μάσκας.

Η εφαρμογή του ρεύματος διακρίνεται ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται σε **μονοπολική και διπολική**. Κατά την διπολική δύο όμοια ηλεκτρόδια τοποθετούνται πάνω στον μυ που πρόκειται να ερεθιστεί. Κατά την μονοπολική ένα μεγάλο ηλεκτρόδιο τοποθετείται μακριά από τον μυ που πρόκειται να ερεθιστεί αλλά στην ίδια πλευρά του σώματος. Με ένα μικρότερο ηλεκτρόδιο ερεθίζεται το κινητό σημείο του υπό θεραπεία μύος.

Στην περίπτωση της διπολικής εφαρμογής ο χρόνος της εφαρμογής του ρεύματος για τους μυείς του προσώπου αρχίζει από 2 λεπτά και προοδευτικά μπορεί να αυξηθεί στα 5 λεπτά. Στην περίπτωση της μονοπολικής εφαρμογής ο χρόνος της εφαρμογής του ρεύματος είναι σαφώς μικρότερος γιατί η μυϊκή σύσταση είναι σαφώς εντονότερη. Αν η εφαρμογή γίνει με ηλεκτρόδιο μάσκας τότε ο αρχικός χρόνος είναι 5 λεπτά και μπορεί σταδιακά να φτάσει στα 30 λεπτά.

Το φαραδικό ρεύμα δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε άτομα που πάσχουν από **κισσούς, καρδιοπάθειες, σακχαρώδη διαβήτη, επιληψία, δερματοπάθειες και λύση της συνέχειας του ρεύματος**. Επίσης η χρήση του αντενδείκνύεται σε **περίπτωση κύησης, έμμηνου ρύσης και ύπαρξης ενδομήτριας μεταλλικής προσθήκης ή χειρουργικού μεταλλικού προσθέματος**.

Με τη χρήση του φαραδικού επιτυγχάνεται τόνωση των μυών, βελτίωση της αιματικής κυκλοφορίας, αύξηση του μεταβολισμού των κυττάρων της περιοχής που το εφαρμόζουμε. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας ενυδάτωσης της κεράτινης στοιβάδας, αλλά και την αύξηση της διαδερμικής απορρόφησης, διότι αυξάνεται και ο μεταβολισμός των κυττάρων.

Όταν το φαραδικό ρεύμα χρησιμοποιείται για θεραπείες ενυδάτωσης, χρησιμοποιείται πριν το γαλβανικό ή πριν τη μάλαξη, ώστε να αυξηθεί η διαδερμική απορρόφηση και να γίνει ευκολότερη η διείσδυση των ενυδατικών συστατικών, που περιέχονται στα καλλυντικά σκευάσματα που θα εφαρμόσουμε στο δέρμα.

Αρχικά κάνουμε απλή εφαρμογή ενυδατικών σκευασμάτων στην αφυδατωμένη περιοχή και κατόπιν εφαρμόζουμε φαραδικό ρεύμα στην περιοχή αυτή, έτσι ώστε το δέρμα να απορροφήσει όσο το δυνατόν περισσότερες θρεπτικές και ενυδατικές ουσίες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανάκτηση της χαμένης λάμψης.

Η ηλεκτρική συσκευή διαθέτει 2 ή πιο πολλά ηλεκτρόδια. Εφαρμόζεται στη περιοχή που θέλουμε να τονώσουμε και αυξάνεται σταδιακά η ένταση. Υπάρχει ορατή σύσπαση των μυϊκών ομάδων που ο αισθητικός έχει επιλέξει να τονώσει.

### ***Υψίσυχνα ρεύματα***

Η συσκευή υψίσυχνων χρησιμοποιεί ρεύμα χαμηλής τάσης και υψηλής συχνότητας που διοχετεύεται μέσω γυάλινων ηλεκτροδίων που περιέχουν ευγενή αέρια. Το ρεύμα αυτό διοχετεύεται μέσω των ηλεκτροδίων στο δέρμα που καυτηριάζει και ιονίζει το οξυγόνο της περιοχής μετατρέποντας το σε όζον.

Τα υψίσυχνα, απολυμαίνουν την περιοχή εφαρμογής, καυτηριάζουν τα σπυράκια, διεγείρουν τους πόρους της επιδερμίδας, αποσυμφορίζουν τη περιοχή και καθαρίζουν την επιδερμίδα.

Χρησιμοποιούνται κυρίως μετά πιο βαθύ καθαρισμό, ώστε να αποφύγουμε τη πιθανότητα μόλυνσης να διεγείρουν τους ανοιχτούς πόρους, και να καυτηριάσουν σπυράκια ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ακμής.

#### ➤ **Θεραπεία ακμής**

Τα υψίσυχνα θεωρούνται η καλύτερη μέθοδος κατά της ακμής, αφού καυτηριάζουν τοπικά τα σπυράκια ενώ ταυτόχρονα διεγείρουν και αποσυμφορίζουν τους σμηγματογόνους αδένες. Η εφαρμογή σπινθήρων που δημιουργούνται από την εξ' αποστάσεως επαφή με το δέρμα, ξηραίνουν και καταστρέφουν τα σπυράκια τα οποία σταδιακά εξαφανίζονται. Επίσης, λόγω του ιονισμού του αέρα, παράγουν όζον που απολυμαίνει και καθαρίζει την περιοχή σε βάθος.

#### ➤ **Καθαρισμός προσώπου**

Η πιο διαδεδομένη χρήση των υψίσυχνων είναι στο βαθύ καθαρισμό. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία καθαρισμού με εξαγωγή σμήγματος, είναι απαραίτητη η εφαρμογή τους. Με το καθαρισμό το δέρμα έχει ανοιχτούς πόρους, έχει υποστεί ταλαιπωρία από την εξαγωγή και είναι ευαίσθητο σε κάθε είδους μόλυνση. Για αυτό το λόγο είναι υποχρεωτική η χρήση υψίσυχνων, αφού απολυμαίνουν το δέρμα, κλείνουν τους ανοιχτούς πόρους, καταπραΰνουν την επιδερμίδα και

επαναφέρουν το Ph, τη λειτουργία του κυκλοφορικού και των αδένων.

*Ο καθαρισμός προσώπου με ατμό και εξαγωγή σμήγματος πρέπει υποχρεωτικά να ακολουθείται από εφαρμογή υψίσυχνων, διαφορετικά υπάρχει μεγάλος κίνδυνος σοβαρής μόλυνσης.*

#### **Οφέλη από την χρήση Υψίσυχνων**

- Καλύτερη κυκλοφορία του ρεύματος.
- Αυξάνει τη δράση των αδένων.
- Βοηθά στην αποβολή τοξινών και στην καλύτερη λειτουργία της λέμφου.
- Αυξάνει το μεταβολισμό.
- Καταστρέφει τα μικρόβια και απολυμαίνει τη περιοχή.
- Βοηθά στην καλύτερη απορρόφηση των καλλυντικών.
- Παράγει θερμότητα μέσα στους ιστούς.
- Επαναφέρει την οξύτητα (Ph) της επιδερμίδας.

#### **Τι πρέπει να προσέξετε κατά τη χρήση των υψίσυχνων**

Οποιαδήποτε μεταλλικά αντικείμενα θα πρέπει να απομακρυνθούν πριν από τη χρήση. Εάν φοράτε σκουλαρίκια η οποιαδήποτε άλλο μεταλλικό αντικείμενο, θα πρέπει να τα αφαιρέσετε. Αν δεν κινδυνεύετε λόγω της χαμηλής τάσης, μπορεί να νιώσετε ένα δυσάρεστο σπινθήρισμα. Μη χρησιμοποιείται οποιοδήποτε καλλυντικό μαζί με το ιψίσυχο ρεύμα. Απαγορεύεται η χρήση εύφλεκτων ουσιών όπως οινόπνευμα ή μπενταντίν.

Φέρτε πρώτα την συσκευή με το χέρι σας και μετά δοκιμάστε την στο πρόσωπο σας ή στην πελάτισσα. Βεβαιωθείτε ότι είναι η σωστή ένταση πριν το χρησιμοποιήσετε.

## Εναλλασσόμενο Ρεύμα

Το εναλλασσόμενο ρεύμα (αγγλ. *alternating current*, συντμ. *AC*) είναι ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου το μέγεθος και η κατεύθυνση μεταβάλλεται περιοδικά. Το εναλλασσόμενο ρεύμα λόγω της ευκολότερης και οικονομικότερης μετάδοσής του, επικράτησε έναντι του συνεχούς στην διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε επιχειρήσεις και οικισμούς. Το εναλλασσόμενο ρεύμα καθώς και οι πρώτες του εφαρμογές αποτέλεσαν εργασία του Νικόλα Τέσλα.

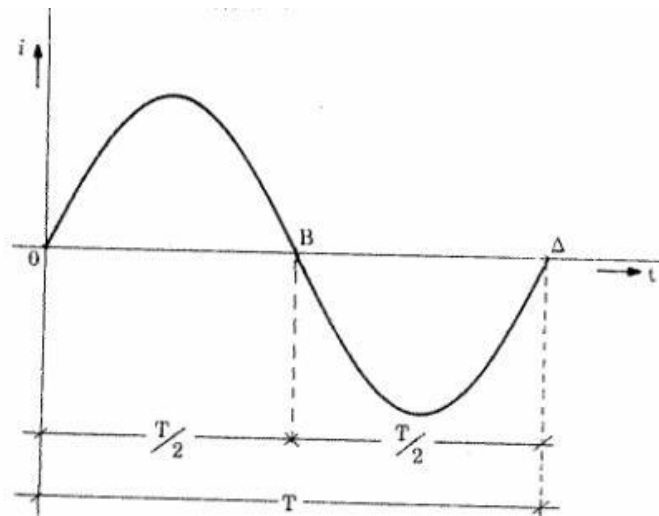
Στην περίπτωση του εναλλασσόμενου ρεύματος δεν μιλάμε για τιμή έντασης, αλλά για στιγμιαία τιμή έντασης. Αυτό γιατί την κάθε χρονική στιγμή η τιμή της έντασης του ρεύματος είναι διαφορετική. Τη στιγμιαία τιμή έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος τη συμβολίζουμε με το γράμμα  $i$  και δίνεται από τη σχέση:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

όπου,  $dq$  = η στιγμιαία τιμή του αριθμού των κινούμενων ηλεκτρικών φορτίων.

$dt$  = το στιγμιαίο χρονικό διάστημα που διαρκεί το φαινόμενο.

Η μορφή του εναλλασσόμενου ρεύματος ακολουθώντας την ημιτονική συνάρτηση είναι:



**Περίοδος ( $T$ )** : Περίοδος του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ο χρόνος που απαιτείται για μια πλήρη εναλλαγή του φαινομένου. Χωρίζεται σε δύο ημιπεριόδους: τη θετική, που αντιστοιχεί στο χρόνο που αναφέρεται στο τμήμα ΟΒ, και την αρνητική, που αντιστοιχεί στο χρόνο που αναφέρεται στο τμήμα ΒΔ.

**Συχνότητα ( $f$ )** : Συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ο αριθμός που μας δείχνει πόσες φορές μεταβάλλεται το φαινόμενο στη μονάδα του χρόνου.

Επειδή, η συχνότητα μας δείχνει τον αριθμό των μεταβολών στη μονάδα του χρόνου- δηλαδή των αριθμό των περιόδων στη μονάδα του χρόνου, ο χρόνος της μιας περιόδου είναι το αντίστροφο της συχνότητας.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f}$$

Επειδή ακόμη το φαινόμενο πραγματοποιείται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ , τα μεγέθη αυτά συνδέονται με τη σχέση:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{ή} \quad \omega = 2\pi f$$

Την γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  που ουσιαστικά δείχνει τη μεταβολή της φάσης του εναλλασσόμενου μεγέθους σε κάποιο χρονικό διάστημα το ονομάζουμε και κυκλική συχνότητα και την μετράμε σε ακτίνια (rad) ανά δευτερόλεπτο (sec), (rad/sec).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

#### *T.E.N.S*

Πρόκειται για χαμηλόσυγνα ρεύματα που συνιστούν ηλεκτροαναλγητική μέθοδο, διεθνώς γνωστή με τον όρο TENS.

Η λέξη αυτή έχει επικρατήσει διεθνώς και σχηματίζεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. Στα ελληνικά αποδίδεται σαν αισθητικός νευροερεθιστής ή ακριβέστερα ως διαδερμικός ηλεκτρικός νευρικός ερεθισμός.

#### **Επιλογή παραμέτρων**

##### ➤ Μορφή και συχνότητα παλμών

Συχνότητα ονομάζουμε τον αριθμό των παλμών ανά δευτερόλεπτο, εκφραζόμενη σε Hz. Οι συνήθεις τιμές συχνότητας στον TENS είναι από 1-200 Hz με προτιμώμενο φάσμα ερεθισμού 50-100 Hz.

Το εύρος παλμού καθορίζει τη διάρκεια κάθε ερεθίσματος, οι συνήθεις τιμές του οποίου κυμαίνονται από 50-250 msec. Η ένταση των ερεθισμάτων μετριέται σε mA

Στις συχνότητες από 1-15 Hz οι παλμοί γίνονται αντιληπτοί σαν μεμονωμένοι νυγμοί, ενώ σε μεγαλύτερες συχνότητες γίνονται αντιληπτοί σαν συνεχές αίσθημα αιμωδίας ή ηλεκτρισμού.

Όπως είναι γνωστό, οι λεπτές ίνες ερεθίζονται σε πολύ χαμηλές συχνότητες και εξαντλούνται πάνω από τα 15 Hz. Οι παχύτερες ερεθίζονται σε συχνότητα 50-100 Hz, πέραν της οποίας υφίστανται κόπωση και εξάντληση.

##### ➤ Επιλογή θέσης ηλεκτροδίων

Η σωστή τοποθέτηση και η εφαρμογή των ηλεκτροδίων είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες της επιτυχούς θεραπείας και έχει άμεση σχέση με την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Χρειάζονται απαραίτητως γνώσεις κλινικής νευροανατομίας και να ακολουθούνται ορισμένες αρχές.

Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται συνήθως ομόπλευρα προς τη βλάβη, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις ετερόπλευρα ή αμφίπλευρα. Η διάταξη τους μπορεί να γίνει σε ευθεία γραμμή, τριγωνικά ή χιαστά.

Σε ασθενείς με αυχεναλγία χρειάζεται σχετική προσοχή, ώστε να μη τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια πάνω από τον καρωτιδικό κόλπο ή κοντά στην επιγλωττίδα.

##### ➤ Μορφές TENS

Με βάση τους συνδυασμούς των παραμέτρων που αναφέρθηκαν, έχουν διαμορφωθεί και καθιερωθεί διάφορες κοινά αποδεκτές μορφές

TENS με αντίστοιχες κλινικές ενδείξεις.

Οι μορφές αυτές είναι:

### 1. Χαμηλόσυχνος ή χαμηλός TENS

Χαρακτηρίζεται από την παραγωγή ρεύματος με πολύ χαμηλές συχνότητες 1-4 Hz, με μεγάλο εύρος παλμού (150-250 msec) και ένταση από 30-90 mA. Έχει την ίδια μορφή παλμών με τον υψηλόσυχνο, με τον οποίο διαφέρει γιατί διεγείρει τις κινητικές νευρικές ίνες περισσότερο από τις αισθητικές, προκαλώντας ρυθμικές και ορατές μυϊκές συσπάσεις. Διεγείρει τα επιφανειακά και εν τω βάθει νεύρα.

Η αναλγησία του επιτυγχάνεται πιθανότατα μέσω παραγωγής ενδορφινών. Γι' αυτό καθυστερεί η έναρξη δράσης, ενώ διαρκεί για ώρες ή ημέρες. Δεν εμφανίζει το φαινόμενο της προσαρμογής γι' αυτό δεν αναπροσαρμόζουμε τις παραμέτρους. Μειονεκτεί γιατί μπορεί να προκαλέσει μυϊκό κάματο και δυσφορία στον ασθενή.

Η συνήθης διάρκεια των συνεδριών είναι 20-30' ή και περισσότερο, επαναλαμβανόμενες με την επανεμφάνιση του πόνου.

### 2. Ο υψηλόσυχνος ή υψηλός TENS

Χαρακτηρίζεται από παραγωγή ρεύματος υψηλής συχνότητας και το συνδυασμό των ακολούθων παραμέτρων: Συχνότητα 50-100 Hz, εύρος παλμού 50-100 msec και ένταση ρεύματος 10-30 mA. Ο τύπος αυτός διεγείρει τις νευρικές ίνες μεγάλης διαμέτρου χωρίς συνοδό μυϊκή σύσπαση. Είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μορφή, πάντα μέσα στα όρια ανοχής του αρρώστου.

Προκαλεί άμεση αναλγησία, η οποία διαρκεί λίγες ώρες μέχρι και ημέρες. Μειονεκτεί γιατί εμφανίζει το φαινόμενο της προσαρμογής με την επαναλαμβανόμενη χρήση.

Ο χρόνος της κάθε θεραπευτικής συνεδρίας διαρκεί 20-30' ή και για ώρες, εφ' όσον είναι αποτελεσματικός. Δεν υφίστανται περιορισμοί στη διάρκεια και τον αριθμό των συνεδριών. Αν σε 20' δε γίνει αισθητή ανακούφιση ή επιθυμητό αποτέλεσμα, αλλάζουμε παραμέτρους ή μορφή TENS ή θέση ηλεκτροδίων. Αν υπάρξει ανταπόκριση και στη συνέχεια υποτροπή τότε επαναλαμβάνουμε μια ή πολλές φορές ή συνεχίζουμε για αρκετές ώρες, επικαλύπτοντας το δέρμα με άφθονη γέλη και στερεώνοντας καλά τα ηλεκτρόδια.

### 3. Τύπος BURST (εκρηκτικός)

Έχει παρόμοιες παραμέτρους με τον χαμηλόσυχνο ή χαμηλό TENS. Η διαφορά του συνίσταται ότι αντί να έχουμε 1-4 παλμούς ανά δευτερόλεπτο έχουμε 1-4 συρμούς. Κάθε συρμός αποτελείται από 4-8 παλμικές ώσεις. Έτσι, χρειάζεται μικρότερη ένταση ρεύματος για να επιτευχθεί η ίδια μυϊκή σύσπαση, γεγονός που γίνεται καλύτερα

ανεκτό από τον ασθενή. Όπως αναφέρθηκε, έχει τις ίδιες παραμέτρους και τον ίδιο μηχανισμό δράσης με το χαμηλόσυχο TENS, ενώ εμφανίζει το φαινόμενο της προσαρμογής σε μικρότερο βαθμό.

#### 4. Ταχύς και έντονος TENS

Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται από παραμέτρους με πολύ υψηλή συχνότητα (100-220 Hz), με ένταση 30-90 mA καθώς και μεγάλο εύρος παλμού από 150-250 (περίπου 200 μsec). Ερεθίζει έντονα τις αισθητικές και τις κινητικές ίνες. Η διάρκεια εφαρμογής του είναι μέχρι 15'. Προκαλεί πολύ ταχεία, βραχεία και έντονη αναλγησία, η οποία εμφανίζεται 1-15' από την έναρξη εφαρμογής του, διαρκεί συνήθως σύντομο χρονικό διάστημα και δε γίνεται συχνά ανεκτός.

#### 5. Μεταβαλλόμενος τύπος

Η μορφή αυτή TENS χαρακτηρίζεται από συνεχή ή περιοδική μεταβολή της τιμής μιας ή περισσοτέρων παραμέτρων. Οι τροποποιήσεις αυτές προκαθορίζονται και τυποποιούνται ηλεκτρονικά από τον κατασκευαστή.

Αποτελεί ίσως την πιο εξελιγμένη και προτιμώμενη μορφή στο εμπόριο και στην κλινική πράξη. Πλεονεκτεί διότι αποφεύγεται το φαινόμενο της προσαρμογής, γίνεται καλύτερα ανεκτός και δε διεγείρονται οι λεπτές αμύελες νευρικές ίνες A-δ και C που μεταφέρουν τον πόνο. Αυτή τη στιγμή θεωρείται ο επικρατέστερος στην αγορά και στα θεραπευτήρια. Ένα αξιόλογο ελληνικό προϊόν έχει ήδη κυκλοφορήσει στην αγορά

#### Αντενδείξεις

Ο TENS δεν έχει πολλές αντενδείξεις. Οι κυριότερες είναι ο ασθενής με καρδιακό βηματοδότη και αρρυθμίες, η εγκυμοσύνη πρώτου τριμήνου, η εφαρμογή πάνω από τον καρωτιδικό κόλπο και τους οφθαλμούς.

#### Εφαρμογή-Αποτελεσματικότητα

Ο TENS εφαρμόζεται κατά κανόνα στη δερματική επιφάνεια επιστρώνοντας ειδική γέλη για την ενίσχυση της αγωγιμότητας. Τα ηλεκτρόδια, όμως, μπορεί σπανίως να εφαρμοσθούν υποδόρια.

Δεν είναι εύκολο να προβλέψουμε εκ των προτέρων την ιδανική τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, γι' αυτό πρέπει να δοκιμάζονται διάφορες θέσεις.

## **ΠΑΡΕΜΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ**

Λέγονται και διασταυρούμενα ρεύματα ή ρεύματα συμβολής ή και ρεύματα NEMEK. Αυτός όρισε το 1950 τα ρεύματα αυτά, έχοντας ως βασική ιδέα να χρησιμοποιήσει δύο μέσης συχνότητας εναλλασσόμενα ρεύματα, για να παραχθεί ένα νέο ρεύμα. Ο λόγος που προκάλεσε αυτήν την σκέψη ήταν ότι τα μέσης συχνότητας ρεύματα έχουν μικρή αντίσταση, καθώς περνούν από το δέρμα. Κατόρθωσε, λοιπόν, να συνδυάσει τα πλεονεκτήματα των μέσης και χαμηλής συχνότητας εναλλασσόμενων ρευμάτων και να εξαφανίσει το μειονέκτημα της υψηλής αντίστασης, που παρουσιάζουν τα χαμηλής συχνότητας ρεύματα.

### Ορισμός και αρχή της θεραπείας με διασταυρούμενα ρεύματα

- Ρεύμα συμβολής ονομάζεται το χαμηλής συχνότητας ημιτονοειδές ρεύμα, που προκύπτει από τη συμβολή των κυμάτων δύο μέσης συχνότητας ημιτονοειδών ρευμάτων και που διαμορφώνεται μέσα στους ιστούς. Τα δύο ρεύματα έχουν συνήθως την ίδια ένταση φάσεων (και παλμών) και διαφορετική συχνότητα φάσεων (και παλμών) μεταξύ τους.

### Ηλεκτρόδια παρεμβαλλομένων ρευμάτων

Είναι φανερό πως ένα τέτοιο ρεύμα παράγεται βαθειά μέσα στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Καθοριστικός είναι ο τρόπος που τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια, δεδομένου ότι αυτός καθορίζει το σημείο που θα παραχθεί το ρεύμα συμβολής. Τονίζουμε, πως τα θεραπευτικά αποτελέσματα δεν βρίσκονται κάτω από τα ηλεκτρόδια, αλλά εκεί που αυτά συμβάλλουν. Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται, κατά την εφαρμογή των παρεμβαλλομένων ρευμάτων, είναι τα ηλεκτρόδια με βεντούζες και τα πλακέ ηλεκτρόδια και τοποθετούνται ως εξής:

- τετραπολική εφαρμογή (4 ηλεκτρόδια), οπότε η παραγωγή του νέου ρεύματος γίνεται μέσα στο σώμα.
- διπολική εφαρμογή (2 ηλεκτρόδια), οπότε η παραγωγή γίνεται μέσα στη συσκευή.

### Επιλογή του φάσματος συχνότητας

Το φάσμα της συχνότητας, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε κάθε συσκευή είναι από 0-100 ή και 150 κύκλους. Μπορούμε, μάλιστα, να την εφαρμόσουμε σε οποιαδήποτε τιμή είτε σταθερά είτε σε ρυθμική εναλλαγή.

Στη σταθερή εφαρμογή επιλέγεται η συχνότητα εκείνη, που επιφέρει το αποτέλεσμα που επιδιώκουμε και παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της θεραπείας. Συνήθως, χρησιμοποιούνται σταθερά οι

συχνότητες 100 Hz ή από 1-10 Hz.

Οδηγίες για την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων

Για την επιτυχή τοποθέτηση των ηλεκτροδίων των ρευμάτων συμβολής, πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

- Δεν πρέπει να δημιουργούνται διαρροές του ρεύματος, οι οποίες γίνονται αντιληπτές σαν έντονα επιφανειακά τσιμπήματα. Αν η συσκευή δεν διαθέτει τους σχετικούς ρυθμιστές, είμαστε υποχρεωμένοι να διορθώσουμε τη θέση των ηλεκτροδίων, μέχρι το άτομο να μην αντιλαμβάνεται τα (δερματικά) "τσιμπήματα".
- Τα ίδια συμπτώματα εμφανίζονται, αν τα ηλεκτρόδια είναι κοντά το ένα στο άλλο ή αν έχουν διαφορετική πολικότητα. Το ρεύμα, τότε, δεν θα περάσει διαγώνια αλλά θα διαλέξει τη "γρηγορότερη" οδό, για να συμπληρώσει το κύκλωμά του.
- Αν κατά την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων το ένα κύκλωμα έχει μεγαλύτερη πορεία μέσα στους ιστούς σε σχέση με το άλλο (γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην ιδιαιτερότητα της περιοχής εφαρμογής), ρυθμίζουμε την ένταση και τη θέση των ηλεκτροδίων, αν γίνεται, ώστε να υπάρχει η ίδια αισθητική αντίληψη κάτω από τα τέσσερα ηλεκτρόδια.

Συχνότητες παρεμβαλλόμενων ρευμάτων και η δράση τους

Υπάρχει πληθώρα συχνοτήτων που μπορούμε να εφαρμόσουμε. Συγκεκριμένα:

I) 1-10 Hz: Μυϊκή εγκύμναση, στην περίπτωση που έχουμε απώλεια μυϊκής δύναμης, ακόμα και ατροφία. Ενισχύει τη νευρομυϊκή συναρμογή και βοηθά την ατονική δυσκοιλιότητα.

II) 10-25 Hz: Προτείνεται για τις ανωμαλίες του περιφερειακού κυκλοφορικού συστήματος. Οι ρυθμικές συσπάσεις των σκελετικών μυών κάνει το φλεβικό αίμα και τη λέμφο να κυκλοφορούν ταχύτατα.

III) 25-50 Hz: Επαυξάνει τα αποτελέσματα των ανωτέρω διαμορφώσεων. Οι κινήσεις των μυών γίνονται πιο έντονα και φθάνουν συνήθως, σε ινώδη ή και τετανική συστολή (που η διάρκεια τους είναι μικρή ώστε να μην κουράζεται ο μυς).

IV) 50-100 Hz: Αναλγητική δράση (μακροπρόθεσμη και μακρόχρονη αναλγησία).

V) 80-100 Hz: Έχει βραχυπρόθεσμη αναλγητική δράση (σε σχέση με την παραπάνω). Ανακουφίζει από σπαστική κολίτιδα,

δυσμηνόρροια, δυσκοιλιότητα, ενεργοποιώντας τα αντανακλαστικά τόξα μέσα από τις ζώνες του Head.

Εφαρμόζεται, συνήθως, στην αρχή της θεραπείας και Ιδιαίτερα, σε επώδυνες καταστάσεις ο συνδυασμός (IV) και (V) είναι απαραίτητος και βασικός.

VI) 1-100 Hz: Δίνει πλήρη τετανική συστολή, με ταυτόχρονα αναλγητικό φαινόμενο. Διεγείρει τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, αποκαθιστά ταχέως τα οιδήματα και αιματώματα, επιδρά με ελαφρά σύσπαση στους σκελετικούς μύες. Δίνει, βασικά, υπεραιμία (επί πολλούς και εν τω βάθει) και έντονη ροή της λέμφου.

VII) 100-150 Hz: Ιδανική προέκταση των 50-100 Hz.

Πλεονεκτήματα των ρευμάτων συμβολής

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των ρευμάτων συμβολής είναι:

- Μειώνουν την αντίσταση του δέρματος και των επιφανειακών ιστών (ωμική και χημική) και διεισδύουν σε μεγάλο βάθος.
- Τα πλακέ ηλεκτρόδια δεν προκαλούν δερματικό ερεθισμό.
- Με την κατάλληλη τοποθέτηση των ηλεκτροδίων μπορεί να προκληθεί έντονο αποτέλεσμα συμβολής και να επικεντρωθεί στην πάσχουσα εν τω βάθει περιοχή.
- Δίνουν στροφική κίνηση στους μύες.
- Παρέχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονος σπασμολυτικής, αντιφλεγμονώδους και αναλγητικής δράσης σε εν τω βάθει προβληματικούς ιστούς.
- Δεν εμφανίζεται πολικότητα στα ηλεκτρόδια και το αποτέλεσμα είναι το ίδιο κάτω από τέσσερα ή τα δύο ηλεκτρόδια.

Αντενδείξεις

Οι βεντούζες - ηλεκτρόδια μπορεί να προκαλέσουν δερματικό ερεθισμό ή εκχυμώσεις. Αντενδείκνυνται, επιπλέον, σε:

- κακοήθεις όγκους
- ασθένειες, όπως φυματίωση
- άτομα με αιμορραγική διάθεση

- γυναίκες που βρίσκονται σε στάδιο εγκυμοσύνης ή κατά την έμμηνο ρύση
- φλεγμονώδεις καταστάσεις του δέρματος.

Χρήση των παρεμβαλλομένων ρευμάτων στην αντιμετώπιση της γήρανσης

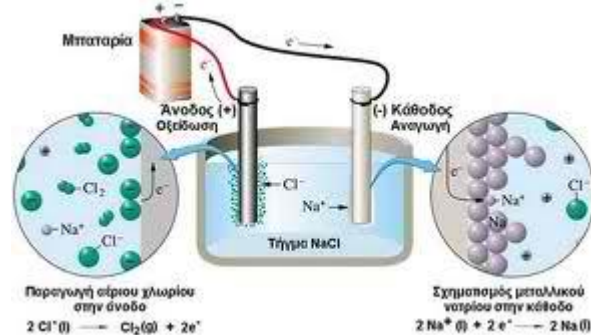
Τα παρεμβαλλόμενα ρεύματα προσφέρουν, μόνα τους ή σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους, ικανοποιητικά και αξιοπρόσεκτα αποτελέσματα κατά του γήρατος, με την επιλογή πάντα των κατάλληλων συχνοτήτων. Εφαρμόζονται, συνήθως, το πολύ 30 λεπτά και ο αριθμός των συνεδρίων καθορίζεται κάθε φορά από το συγκεκριμένο περιστατικό, που έχουμε να αντιμετωπίσουμε.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

#### Ηλεκτρόλυση

Ηλεκτρόλυση (λύση δια ηλεκτρισμού), ονομάζεται η διαδικασία της διάσπασης μιας ουσίας με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος.



Η ηλεκτρόλυση είναι μια μέθοδος μόνιμης αποτρίχωσης η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα μέρη του σώματος αλλά κυρίως στο πρόσωπο και στο μπικίνι. Η αποτρίχωση με την μέθοδο της ηλεκτρόλυσης απαιτεί μια ειδική συσκευή και έναν ειδικό έμπειρο αισθητικό ή γιατρό για την εφαρμογή της.

Η ηλεκτρόλυση βοηθάει στην αφαίρεση της ανεπιθύμητης τριχοφυΐας, καταστρέφοντας μόνιμα τον θύλακα της τρίχας, χρησιμοποιώντας μια μέθοδο που βασίζεται σε χημικές αντιδράσεις. Συνήθως μια μόνο θεραπεία δεν είναι αρκετή και ίσως να χρειάζεται να επαναληφθεί η μέθοδος για μόνιμο αποτέλεσμα.

Πως γίνεται

Η μέθοδος της αποτρίχωσης με ηλεκτρόλυση εφαρμόζεται σε κάθε τρίχα ξεχωριστά. Μια λεπτή βελόνα τοποθετείται στον θύλακα της τρίχας και έπειτα ηλεκτρικό ρεύμα την διαπερνάει. Έτσι καταστρέφεται ο θύλακας ο οποίος είναι απαραίτητος για την δημιουργία μιας νέας τρίχας. Χρειάζεται προσοχή, καθώς ο αισθητικός ή ο ειδικός γιατρός που εφαρμόζει την θεραπεία θα πρέπει να είναι καλά εκπαιδευμένος και έμπειρος έτσι ώστε η βελόνα να μην διεισδύει μέσα στο δέρμα. Εάν η μέθοδος δεν εφαρμοστεί σωστά και δεν τηρούνται οι βασικοί κανόνες υγιεινής, υπάρχει κίνδυνος ερεθισμού και μόλυνσης. Μια διαφορετική μέθοδος είναι ο ηλεκτρισμός να διοχετευτεί στον θύλακα μέσω της ίδιας της τρίχας. Αυτή η παραλλαγή είναι πιο ασφαλής και λιγότερο επώδυνη.

Πως καταστρέφεται ο θύλακας της τρίχας;

Το περιβάλλον του θύλακα της τρίχας, είναι αρκετά υγρό. Το μηχάνημα της ηλεκτρόλυσης εκμεταλλεύεται αυτό το γεγονός. Καθώς το περιβάλλον του θύλακα έχει διάφορα συστατικά, χρησιμοποιώντας

ηλεκτρόλυση διαχωρίζει το νερό από τα στοιχεία του νατρίου προκαλώντας την μετατροπή του στο αρκετά όξινο υδροξείδιο του νατρίου. Αυτό με την σειρά του διαβρώνει και καταστρέφει εντελώς τον θύλακα, ο οποίος δεν μπορεί πια να δημιουργήσει μια νέα τρίχα.

Η αποτρίχωση με την μέθοδο της ηλεκτρόλυσης ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει έντονο πρόβλημα τριχοφυΐας, αλλά και σε περιπτώσεις όπου χρειάζεστε ένα μόνιμο αποτέλεσμα. Το ποσοστό επιτυχίας της εξαρτάται από την εμπειρία και την δεξιότητα του αισθητικού, οπότε είναι σημαντικό να επιλέξετε το κατάλληλο κέντρο αισθητικής και να μην την επιχειρήσετε μόνοι σας.

## Νόμος Ηλεκτρόλυσης

**Πρώτος νόμος.** Η μάζα της ουσίας που αποτίθεται σε κάθε ηλεκτρόδιο είναι ανάλογη της ποσότητας του ηλεκτρισμού (ηλεκτρικού φορτίου) που διέρχεται από τον ηλεκτρολυτικό αγωγό.

**Δεύτερος νόμος.** Οι μάζες των διαφορετικών ιόντων που αποτίθενται στα ηλεκτρόδια κατά τη δίοδο της ίδιας ποσότητας ηλεκτρισμού (ηλεκτρικού φορτίου) είναι χημικά ισοδύναμες, είναι δηλαδή ανάλογες προς τα γραμμοϊσοδύναμα (g-eq) αυτών.

Ένα γραμμοϊσοδύναμο (g-eq) ιόντος ισούται με το πηλίκο του mol αυτού δια του αριθμού των στοιχειωδών φορτίων αυτού. Δηλαδή, για ένα ιόν της μορφής  $Mn^+$  έχουμε :  $1 \text{ g-eq} = 1 \text{ mol}/n$

## Στοιχεία Ιοντοφόρησης

Η ιοντοφόρηση αποτελεί την εισαγωγή διαφόρων ιόντων μέσα στους ιστούς του δέρματος, με τη βοήθεια συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Ο όρος περιγράφηκε, αρχικά, από τον Le Due, ο οποίος επιχείρησε να μεταβιβάσει χημικές ουσίες διαμέσου βιολογικής μεμβράνης, χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό ρεύμα.

Γνωρίζουμε πως, όταν το συνεχές ρεύμα περνά μέσα από ένα δοχείο με αποσταγμένο νερό, το ρεύμα δεν άγεται. Όταν, όμως, διαλυθούν στο νερό ανόργανα άλατα, οξέα ή βάσεις, το υδατικό διάλυμα που προκύπτει άγει το ηλεκτρικό ρεύμα και λέγεται ηλεκτρολύτης. Τότε είναι που παρατηρείται μία κίνηση των ιόντων του διαλύματος, οπότε τα θετικά φορτισμένα ιόντα μετακινούνται προς τον αρνητικό πόλο του κυκλώματος, απωθούμενα από τον θετικό πόλο, ενώ τα αρνητικά, απωθούμενα από τον αρνητικό, έλκονται από τον θετικό και μετακινούνται προς αυτόν.

## Διείσδυση ιόντων διαμέσου του δέρματος

Γνωρίζουμε πως το ανθρώπινο σώμα περιβάλλεται από το δέρμα, το οποίο αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα, που εμποδίζει την είσοδο και την έξοδο του νερού μέσα στο επιθήλιο. Ακόμα, οι ηλεκτρολύτες που είναι διαλυτοί μόνο στο νερό (χωρίς την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος) δεν διαχέονται μέσα από το δέρμα, ενώ αυτοί που διαλύονται σε άλλα υγρά μπορούν να το διαπεράσουν.

Το δερματικό επιθήλιο είναι γεγονός που περιέχει λίπος και πρωτεΐνες σε κατάσταση ηλεκτρικής ουδετερότητας και γι' αυτό παρουσιάζει υψηλή αντίσταση, όταν το διαπερνά ηλεκτρικό ρεύμα. Οι κυριότεροι, τώρα, οδοί απ' όπου μετακινούνται τα ιόντα μέσα στο δέρμα είναι οι πόροι (αγωγοί) των ιδρωτοποιών αδένων. Οι άλλες κατασκευές του δέρματος, όπως η κερατίνη στιβάδα, οι θύλακοι των τριχών και οι σημηματογόνοι αδένες έχουν υψηλές ηλεκτρικές, σύνθετες αντιστάσεις και γι' αυτό επιτρέπουν την πιο μικρή κατανομή στη μεταφορά των ιόντων.

Η δερματική απορρόφηση, λοιπόν, περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Τα μόρια της ουσίας προσλαμβάνονται από την κερατίνη στιβάδα και διαχέονται διαμέσου αυτής, έτσι ώστε να προσληφθούν από τη ζώσα επιδερμίδα. Στη συνέχεια, διαχέονται διαμέσου της επιδερμίδας και του θηλώδους χορίου, μέχρι να φθάσουν στο αγγειακό δίκτυο, οπότε και διεισδύουν στο αίμα.
- Ηλεκτρόδια ιοντοφόρησης

Γενικά, υπάρχουν πολλοί τύποι ηλεκτροδίων, που είναι ειδικά σχεδιασμένα για τις διάφορες ανώμαλες επιφάνειες του σώματος ή τις κοιλότητές του. Τα ηλεκτρόδια διακρίνονται σε ενεργά και σε αδιάφορα. Και τα δύο έχουν την ίδια κατασκευή, απλά το ενεργό είναι πιο μικρό από το αδιάφορο. Αυτό συμβαίνει, διότι η πυκνότητα του ρεύματος στο μικρό μέγεθος ηλεκτροδίου είναι μεγαλύτερη από το άλλο και διότι μεγαλύτερη πυκνότητα σημαίνει πιο έντονο αποτέλεσμα στους ιστούς που εφαρμόζεται. Το ενεργό ηλεκτρόδιο εφαρμόζεται, συνήθως, είτε βυθίζοντάς το μέσα στο ηλεκτρολυτικό διάλυμα είτε διαβρέχοντάς το, αρχικά, με το ηλεκτρολυτικό διάλυμα και μετά τοποθετώντάς το στην προς θεραπεία περιοχή. Το αδιάφορο ηλεκτρόδιο προετοιμάζεται κατάλληλα και εφαρμόζεται, αφού τοποθετηθούν διάφορες αγωγίμες ουσίες.

Κατά την εφαρμογή των συνεχών ρευμάτων, το ηλεκτρόδιο της ανόδου προκαλεί όξινη αντίδραση στο υποκείμενο δέρμα, ενώ το ηλεκτρόδιο της καθόδου προκαλεί αλκαλική αντίδραση. Είναι, επίσης, πάντα πιθανό το ενδεχόμενο χημικών ή θερμικών εγκαυμάτων, δεδομένου ότι δεν αλλάζει η πολικότητα των ρευμάτων και ότι η μέση τιμή της έντασής τους είναι ίση με τη μέγιστη.

Ακόμα, η αλκαλική αντίδραση της καθόδου είναι καυστικότερη της όξινης αντίδρασης της ανόδου, οπότε ο κίνδυνος χημικού ή θερμικού εγκαύματος είναι μεγαλύτερος να συμβεί στην περιοχή εφαρμογής του ηλεκτροδίου της καθόδου.

Για την αποφυγή τοπικού εγκαύματος, τα ηλεκτρόδια πρέπει να τοποθετούνται μακριά το ένα από το άλλο.

- Οδηγίες εφαρμογής ιοντοφόρησης

Για την επιτυχή εφαρμογή της ιοντοφόρησης, είναι σημαντικές, οι ακόλουθες παρατηρήσεις και οδηγίες:

- Καλύτερα αποτελέσματα έχουμε αν χρησιμοποιήσουμε μεγάλη ένταση σε μικρό χρονικό διάστημα (στα πλαίσια, πάντα, της ανεκτικότητας του ατόμου και με σταδιακή αύξηση της έντασης με την έναρξη της θεραπείας).

- Για γενικά αποτελέσματα καλύτερα είναι τα ιόντα που έχουν μικρό μέγεθος, μεγάλο φορτίο και μεγάλο συντελεστή διάχυσης. Για τοπικά, όμως, αποτελέσματα, καλύτερα είναι τα ιόντα με μεγάλο μέγεθος, μικρό συντελεστή διάχυσης, χαμηλότερη ένταση και λόγο μεγαλύτερη χρονική ένταση από τα γενικά.

- Πρέπει να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά της συσκευής και τα πλήρη στοιχεία του διαλύματος, δηλαδή πολικότητα προϊόντος. ΡΗ προϊόντος.

ΡΗ όξινο ιονισμός στον αρνητικό πόλο

ΡΗ αλκαλικό ιονισμός στον θετικό πόλο

Βάσεις ιονίζονται στον θετικό πόλο

Οξέα ιονίζονται στον αρνητικό πόλο

- Καθαρίζουμε σχολαστικά το δέρμα, ώστε να μειωθεί η αντίσταση στην περιοχή εφαρμογής των ηλεκτροδίων. Γενικά, το κατεστραμμένο δέρμα έχει μικρότερη αντίσταση στη ροή του ρεύματος. Έτσι, μπορεί να προκληθεί εύκολα έγκαυμα.

- Τοποθετούμε γάζα στην περιοχή που έχουμε εφαρμόσει το προς ιοντοφόρηση προϊόν.

- Φροντίζουμε τα καλύμματα των ηλεκτροδίων να είναι επίπεδα και το ηλεκτρόδιο να εφάπτεται στο δέρμα, ώστε το ρεύμα να διανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την περιοχή επαφής.

Οι επιτρεπόμενες εντάσεις στο πρόσωπο δεν πρέπει να ξεπερνούν τα  $0,3\text{mA}/\text{cm}^2$ .

$0,3\text{mA}/\text{cm}^2$  χρησιμοποιούμε σε ευαίσθητο δέρμα

$0,05\text{mA}/\text{cm}^2$  χρησιμοποιούμε σε κανονικό δέρμα

$0,07\text{mA}/\text{cm}^2$  χρησιμοποιούμε σε ξηρό δέρμα

Για το σώμα η ένταση δεν πρέπει να ξεπερνά τα  $8\text{mA}/\text{cm}^2$ .

Αν το άτομο, στο οποίο εφαρμόζεται το ρεύμα, αισθανθεί μία μεταλλική ή επικίνδυνη ή καυστική αίσθηση, μειώνουμε την ένταση του ρεύματος. Αν οι ενοχλήσεις συνεχίζονται, τότε διακόπτουμε την παροχή ρεύματος και εξετάζουμε προσεκτικά το δέρμα κάτω από τα ηλεκτρόδια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος; Ποιος ο ορισμός και ο συμβολισμός αυτής;
2. Τι ορίζεται ως τάση του ηλεκτρικού ρεύματος και πως συμβολίζεται;
3. Τι καλούμε αντίσταση του ηλεκτρικού ρεύματος; Ποιος ο ορισμός και ο συμβολισμός της;
4. Τι καλείται ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος και πως καθορίζεται στο συνεχές ρεύμα; Περιγράψτε τον τύπο;
5. Τι είναι γαλβανικό ρεύμα και ποιες οι εφαρμογές του στην αισθητική;
6. Ποιες είναι οι ενδείξεις και οι αντενδείξεις χρήσης του γαλβανικού ρεύματος;
7. Ποιες είναι οι ενδείξεις και αντενδείξεις της χρήση των υψίσυχνων ρευμάτων;
8. Πόσοι και ποιοι είναι οι τρόποι επίδρασης των υψίσυχνων ρευμάτων;
9. Σε ποιες ενέργειες πρέπει να προβείτε σε περίπτωση κράμπας σε κάποιο μυ, κατά τη διάρκεια της μυϊκής τόνωσης με φαραδικό ρεύμα;
10. Τι πρέπει να προσέξετε κατά την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων στο σώμα σε μια μυϊκή τόνωση με φαραδικό ρεύμα.
11. Σε ποιες περιπτώσεις θα κάνετε ιοντοφόρηση και γιατί;
12. Τι μορφή ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιείται στη ριζική αποτρίχωση;
13. Τι γνωρίζετε για την ηλεκτρόλυση και με τι είδος ρεύματος γίνεται;

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

[1] <http://www.mybeautynet.gr/content/aisthitiki-therapeia-me-galvaniko-i-synehes-reyma-vasikes-plirofories>

[2] <http://www.mybeautynet.gr/reymata-galvaniko-ypsisyhna-faradiko>

[3] Άννινος Φ., Ιατρική Φυσική, Τόμος Α', Εκδόσεις Παριζιάνου Α.Ε., Αθήνα, 2009.

[4] Holwill M.E.J. and Silvester N.R., Introduction to Biological Physics, John Wiley, 1973.