

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

Δ/ΝΣΗ ΕΠΟΠΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΟΠΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Η Λ Ε Κ Τ Ρ Ο Σ Τ Α Τ Ι Κ Η Μ Η Χ Α Ν Η

W I M S H U R S T

(Π Ε Ρ Ι Γ Ρ Α Φ Η - Λ Ε Ι Τ Ο Υ Ρ Γ Ι Α - Π Ε Ι Ρ Α Μ Α Τ Α)

Β' ΕΚΔΟΣΗ

ΣΙΔΕΡΗΣ ΜΗΤΣΙΑΔΗΣ
ΣΧΟΛ. ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΑΤ4

1986

A. Γενικά

Ηλεκτροστατικές μηχανές ονομάζουμε τις πηγές του ηλεκτρισμού, στις οποίες η παραγωγή των ηλεκτρικών φορτίων στηρίζεται στα φαινόμενα της ηλεκτρίσης των σωμάτων με τριβή ή ηλεκτροστατική επίδραση.

Με τη βοήθεια των ηλεκτροστατικών μηχανών πετυχαίνουμε υψηλές τάσεις, απαραίτητες για τη μελέτη φαινομένων του στατικού ηλεκτρισμού.

Μεταξύ των διαφόρων ηλεκτροστατικών μηχανών, που κατά καιρούς προτάθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν, η ηλεκτροστατική μηχανή τύπου WHIMSHURST είναι η πιο εύχρηστη και γι' αυτό χρησιμοποιείται στα Εργαστήρια Φυσικής των Σχολείων όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης, ως βασική πηγή ηλεκτρισμού για τα πειράματα του στατικού ηλεκτρισμού.

B. Περιγραφή

Η ηλεκτροστατική μηχανή τύπου WHIMSHURST (Σχ.1) αποτελείται από δύο δίσκους, παράλληλους και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, από μονωτικό υλικό (γυαλί, εβονίτη, πολυεστέρα, κλπ)(1), που μπορούν να στρέφονται με την αυτή ταχύτητα, αλλά με αντίθετη φορά, γύρω από τον αυτό άξονα με την περιστροφή ενός χειροστρόφαλου. Η αντίθετη περιστροφή των δίσκων είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία της μηχανής, και την πετυχαίνουμε με την κατάλληλη διάταξη των δύο ιμάντων περιστροφής της μηχανής.

Στην εξωτερική πλευρά κάθε δίσκου και προς την περιφέρεια αυτών, υπάρχουν μεταλλικά φύλλα ή ελάσματα, τοποθετημένα ακτινωτά και συμμετρικά ως προς το κέντρο του δίσκου (2). Τα μεταλλικά αυτά ελάσματα ονομάζουμε οπλισμούς των δίσκων.

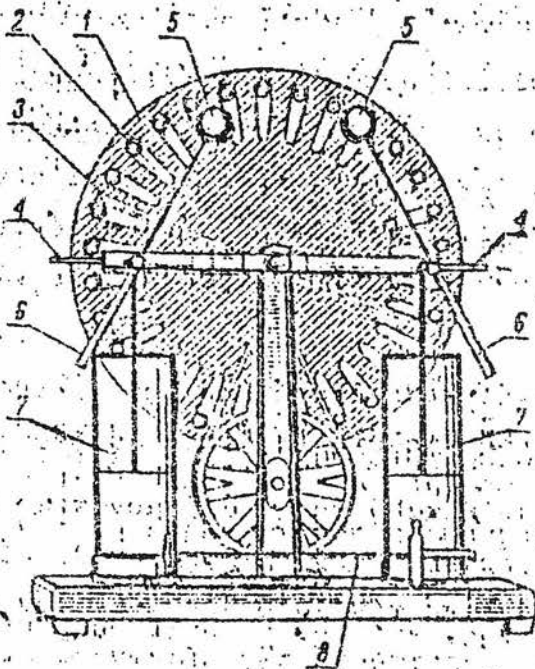
Μπροστά από κάθε δίσκο υπάρχει μεταλλικό στέλεχος που στα άκρα του φέρνει μεταλλικές ψήκτρες (βουρτσάκια). Τα δύο αυτά στελέχη διέρχονται από τον κοινό άξονα περιστροφής των δίσκων, τα οποία πρέπει να είναι πάντοτε κάθετα περίπου μεταξύ τους και να σχηματίζουν με την οριζόντια διάμετρο των δίσκων γωνία περίπου 45 μοιρών (3). Οι ψήκτρες πρέπει να εφάπτονται των οπλισμών των δίσκων.

Οι δίσκοι στα άκρα της οριζόντιας διαμέτρου τους περιβάλλονται από δύο ακιδοφόρα μεταλλικά πεταλοειδή στελέχη (4), που συνδέονται με δύο μεταλλικούς αγωγούς.

Κάθε μεταλλικός αγωγός φέρνει στο ένα άκρο του μεταλλική σφαίρα (5) και στο άλλο μονωτική λαβή (6). Κρατώντας τις μονωτικές αυτές λαβές μπορούμε να πλησιάζουμε ή να απομακρύνουμε τις δύο μεταλλικές σφαίρες μεταξύ τους. Οι δύο αυτές μεταλλικές σφαίρες αποτελούν

τους πόλους της μηχανής, ως και τον ηλεκτρικό εκκενωτή αυτής.

Επίσης οι δύο παραπάνω μεταλλικοί αγωγοί συνδέονται με τους εσωτερικούς σπλισμούς δύο λουγδουνικών λαγώνων(7). Οι εξωτερικοί σπλισμοί των λαγώνων μπορούν να συνδεθούν ή να αποσυνδεθούν με τη βοήθεια ενός οριζόντιου μεταλλικού στελέχους που έχει μονωτική λαβή (8).



Σχ. 1:

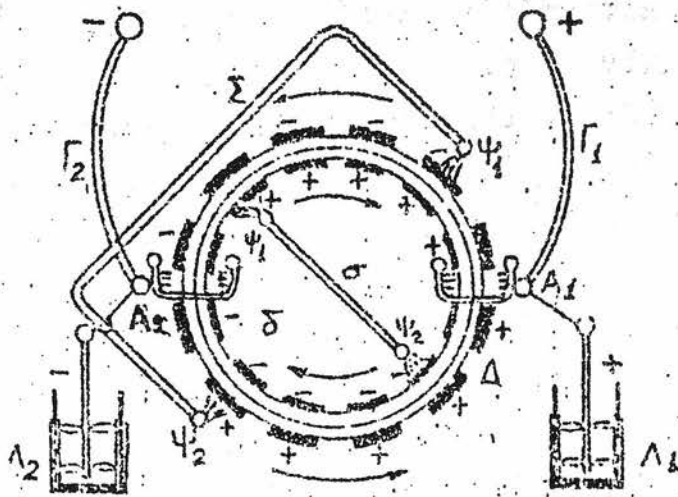
Όταν αρχίζουμε να στρέφουμε με το χειροστρόφαλο τους δίσκους της μηχανής, ακούμε σε λίγο χαρακτηριστικό τριγμό, που δείχνει ότι η μηχανή έχει διεγερθεί και τότε, αν πλησιάσουμε τις σφαίρες του εκκενωτή, παράγονται μεταξύ αυτών ηλεκτρικοί σπινθήρες.

Γ. Λειτουργία της μηχανής

Για την ερμηνεία της λειτουργίας της ηλεκτροστατικής μηχανής τύπου WHIMSHURST χρησιμοποιούμε το σχηματικό διάγραμμα Σχ.2, στο οποίο οι δύο δίσκοι παρασταίνονται με τη μορφή κυλίνδρων.

Ο δίσκος δ (εσωτερικός κύλινδρος στο διάγραμμα) στρέφεται δεξιόστροφα και ο Δ (εξωτερικός κύλινδρος στο διάγραμμα) αριστερόστροφα. Το στέλεχος σ, που καταλήγει στις ψήκτες και , συνδέει δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία του δίσκου δ. Το στέλεχος Σ, που καταλήγει στις ψήκτες Ψ1 και Ψ2, συνδέει δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία του δίσκου Δ.

Τα ακιδοφόρα στελέχη Α1 και Α2, που περιβάλλουν τους δίσκους στα άκρα της οριζόντιας αυτών διαμέτρου, συνδέονται με τους εσωτερικούς σπλισμούς των δύο λουγδουνικών λαγώνων.



Σχ. 2

Ας υποθέσουμε ότι κατά την τριβή της ψήκτρας ψ_1 αναπτύσσεται σε κάποιον σπλισμό του δίσκου δ θετικό φορτίο. Το φορτίο αυτό παραμένει στον σπλισμό σ' όλη τη διαδρομή αυτού από τη θέση ψ_1 μέχρι του ακιδοφόρου στελέχους A_1 , στο οποίο αναπτύσσεται, επαγωγικά, ομόσημο ηλεκτρικό φορτίο που μεταβαίνει στον αγωγό Γ_1 και στην μετ' αυτού συνδεδεμένη λάγνηο Λ_1 .

Όταν ο θετικά φορτισμένος σπλισμός του δίσκου δ διέρχεται απέναντι της ψήκτρας ψ_2 , το στέλεχος Σ ηλεκτρονίζεται επαγωγικά, κατά τρόπον ώστε από τους σπλισμούς του δίσκου Δ, εκείνος που εκείνη τη στιγμή εφάπτεται με την ψήκτρα ψ_1 , φορτίζεται αρνητικά και εκείνος που εφάπτεται με την ψήκτρα ψ_2 φορτίζεται θετικά. Οι σπλισμοί αυτοί κατόπιν μεταφέρουν, επαγωγικά, τα φορτία τους στα προσεχή ακιδοφόρα στελέχη (A_1, A_2), και από εκεί στους πυκνωτές (λάγνηους) (Λ_1, Λ_2) και στις μεταλλικές σφαίρες του εκκενωτή, ενώ καθώς διέρχονται απέναντι των ψήκτρων ψ_1 και ψ_2 ηλεκτρονίζουν επαγωγικά τους σπλισμούς του δίσκου δ που βρίσκονται σε επαφή με τις ψήκτρες ψ_1 και ψ_2 . Αυτοί πάλι όταν διέρχονται απέναντι των ψήκτρων ψ_1 και ψ_2 ηλεκτρονίζουν, ακόμη ισχυρότερα, τους αντίστοιχους σπλισμούς του δίσκου Δ, και αυτό επαναλαμβάνεται συνέχεια.

Έτσι τα μέρη των δίσκων τα μεταξύ των ψ_1 και ψ_2 και τα μεταξύ ψ_2 και ψ_1 επιδρούν αμοιβαία μεταξύ τους και κάθε φορτίο που αναπτύσσεται συντελεί, επαγωγικά, στην παραγωγή νέων φορτίων.

Επομένως η ηλεκτροστατική μηχανή τύπου WIMSHURST α υ τ ο δ ι ε γ ε ρ -
ε τ α λ, αναπτύσσεται δηλαδή με την τριβή το πρώτο μικρό φορτίο και μετά παράγονται τα φορτία με αμοιβαία ηλεκτροστατική επίδραση.

Όταν στις μεταλλικές σφαίρες του εκκενωτή συσσωρευθεί αρκετή ποσότητα αντίθετων ηλεκτρικών φορτίων, η διαφορά δυναμικού σ' αυτές γίνεται αρκετά μεγάλη, εκατοντάδων χιλιάδων VOLT, τότε παράγεται με-
ταξύ αυτών ηλεκτρικός σπινθήρας.

Η μηχανή, αφού διεγερθεί, δίνει σε κάθε χρονική μονάδα τα αυτά ποσά αντίθετων ηλεκτρικών φορτίων και, επομένως, η αύξηση της διαφο-
ράς δυναμικού στις μεταλλικές σφαίρες είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη χωρητικότητα των πυκνωτών της μηχανής (λουγδουνικών λαγήνων).

Για ορισμένη απόσταση των μεταλλικών σφαιρών του εκκενωτή, οι σπινθήρες είναι τόσο συχνότεροι, όσο μικρότερη είναι η χωρητι-
κότητα των λαγήνων. Αν διακόψουμε την μεταξύ των λαγήνων συγκοιν-
νία, αφαιρώντας το οριζόντιο μεταλλικό στέλεχος (8) Σχ.1, οι σπινθή-
ρες αναπτύσσονται χωρίς αισθητή διακοπή, είναι όμως πολύ αδύνατοι (μόλις που φαίνονται). Ενώ, όταν συνδέσουμε τους αγωγούς με τις λα-
γήνους μεγάλης χωρητικότητας, η μηχανή παράγει αραιούς σπινθήρες, γιατί χρειάζονται μεγάλα ποσά ηλεκτρικών φορτίων για να φθάσει η διαφορά δυναμικού στην απαιτούμενη τιμή για να προκληθεί σπινθήρας. Αλλά στην περίπτωση αυτή οι σπινθήρες είναι παχείς και πολύ φωτει-
νοί και συνοδεύονται από ισχυρό κρότο.

Δ. Τάση της μηχανής

Σε μια καλή ηλεκτροστατική μηχανή WIMSHURST, σε ξερή ατμόσφαι-
ρα, η τάση στους πόλους αυτής (5) Σχ.1 μπορεί να φθάσει στα 200.000 VOLT.

Μια τέτοια τάση παράγει ηλεκτρικό σπινθήρα μήκους περίπου 15CM.

Ε. Παροχή της μηχανής

Παροχή μιας ηλεκτροστατικής μηχανής ονομάζουμε το πηλί-
κο του ηλεκτρικού φορτίου που παράγεται από τη μηχανή σε ορισμένο χρόνο δια του χρόνου αυτού. Αυτή βρίσκεται πειραματικά αν φορτί-
σουμε με τη μηχανή πυκνωτή γνωστής χωρητικότητας C και μετρήσουμε, με ηλεκτρόμετρο, το δυναμικό V που αποκτά ο πυκνωτής σε χρόνο t. Τότε ο πυκνωτής θα έχει ηλεκτρικό φορτίο $Q = CV$ και επομένως η πα-
ροχή της μηχανής μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $\Pi = \frac{CV}{t}$.

Η παροχή της ηλεκτροστατικής μηχανής τύπου WIMSHURST είναι περίπου ανάλογη προς την ταχύτητα περιστροφής των δίσκων της.

Γενικά η παροχή της μηχανής αυτής είναι πολύ μικρή.

ΣΤ. Ισχύς της μηχανής

Η ισχύς της ηλεκτροστατικής μηχανής, δηλ. η ηλεκτρική

ενέργεια που παράγει η μηχανή στη μονάδα του χρόνου, βρίσκεται πειραματικά αν φορτίσουμε με τη μηχανή πυκνωτή γνωστής χωρητικότητας C και μετρήσουμε, με ηλεκτρόμετρο, το δυναμικό V που αποκτά ο πυκνωτής σε χρόνο t .

Τότε ο πυκνωτής παίρνει από τη μηχανή ηλεκτρική ενέργεια $W = \frac{1}{2} CV^2$ και επομένως η ισχύς της μηχανής μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $P = \frac{W}{t} = \frac{CV^2}{2t}$

Γενικά η ισχύς της μηχανής WIMSHURST είναι πολύ μικρή.

Z. Αριθμητικό παράδειγμα υπολογισμού της παροχής και της ισχύος της μηχανής

Αν μια ηλεκτροστατική μηχανή WIMSHURST φορτίζει σε χρόνο $t = 10$ SEC πυκνωτή χωρητικότητας $C = 0,2 \mu F$ (ισοδυναμεί με τη χωρητικότητα σειράς $R = 1,8 KM$) σε δυναμικό 50.000 VOLT, τότε η παροχή της μηχανής είναι:

$$P = \frac{CV}{t} = \frac{0,2 \cdot 10^{-6} F \cdot 50.000 V}{10 SEC} = 0,001 \frac{C \cdot V}{SEC}$$

και η ισχύς αυτής:

$$P = \frac{CV^2}{2} = \frac{0,2 \cdot 10^{-6} F \cdot (50.000 V)^2}{2 \cdot 10 SEC} = 25 WATT$$

Η ισχύς αυτή είναι πολύ μικρή για πρακτικές εφαρμογές και ακίνδυνη για το ανθρώπινο σώμα παρά το δυσάρεστο συναίσθημα που προκαλείται, όταν η ηλεκτρική εκφόρτιση της μηχανής γίνει μέσω του ανθρώπινου σώματος.

H. Συντήρηση

- α) Διατηρούμε τη μηχανή σε χώρο ξηρό.
- β) Πριν από κάθε χρησιμοποίηση ξεσκονίζουμε τη μηχανή με ένα πινέλο, προσέχοντας να μην αγγίξουμε με τα δάκτυλά μας τις ψήκτρες.
- γ) Στρέφουμε το χειροστρόφαλο έχοντας τις σφαίρες σε επαφή και σιγά-σιγά τις απομακρύνουμε. Αν δεν παράγεται ηλεκτρικός σπινθήρας αυτό μπορεί να οφείλεται στην υγρασία που η μηχανή φέρει.
Στην περίπτωση αυτή πλησιάζουμε τη μηχανή κοντά σε μια θερμή πηγή, π.χ. σώμα, τόσο ώστε να στεγνώσει χωρίς όμως να υπερθερμανθεί.
- δ) Αν η μηχανή εξακολουθεί να μη διεγείρεται, τότε φορτίζουμε τη μία ψήκτρα αυτής με βέργα εβονίτη ή γυαλιού που τη φορτίσαμε με τριβή σε μάλλινο ύφασμα ή νάυλον σακούλα.

Θ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ WIMSHURST

Π ε ρ α μ α 1ο: παραγωγή ηλεκτρικού σπινθήρα

- α) Απομακρύνουμε τις δύο μεταλλικές σφαίρες του εκκενωτή (πόλους της μηχανής) 2 CM περίπου και στρέφουμε, προς τα δεξιά, το χειροστρόφαλο της μηχανής. Τότε πετυχαίνουμε τη δημιουργία ηλεκτρικού σπινθήρα, που επαναλαμβάνεται με τόσο μικρότερη συχνότητα όσο πιο μακριά είναι μεταξύ τους οι σφαίρες του εκκενωτή.
- β) Τοποθετούμε ανάμεσα στις δύο σφαίρες του εκκενωτή ένα κομμάτι χαρτί και παράγουμε ηλεκτρικούς σπινθήρες.
Παρατηρούμε ότι οι σπινθήρες τρυπούν το χαρτί. Τις τρύπες αυτές μπορούμε να τις δούμε καλύτερα αν κρατήσουμε το χαρτί μπροστά στο φως.
- γ) Αφαιρούμε το οριζόντιο στέλεχος (8) και στρέφουμε το χειροστρόφαλο. Παρατηρούμε ότι η συχνότητα των σπινθήρων γίνεται μεγάλη, αλλά αυτοί είναι πολύ αδύνατοι (μόλις που φαίνονται).

Π ε ρ α μ α 2ο: Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού σπινθήρα.

- α) Τυλίγουμε με λίγο βαμβάκι το ένα άκρο μιας ξύλινης βέργας μήκους μεγαλύτερο των 30 CM.
- β) Βρέχουμε το βαμβάκι με βενζίνη, τοποθετούμε αυτό ανάμεσα στις σφαίρες του εκκενωτή και παράγουμε ηλεκτρικούς σπινθήρες με την περιστροφή του χειροστρόφαλου της μηχανής.
Παρατηρούμε ότι οι ηλεκτρικοί σπινθήρες ανάβουν το βρεγμένο με βενζίνη βαμβάκι.

Π ε ρ α μ α 3ο: Επίδειξη ιονισμού με φλόγα (ιονισμός κρούσης)

Απομακρύνουμε τις δύο σφαίρες του εκκενωτή σε απόσταση τέτοια, ώστε στρέφοντας το χειροστρόφαλο να μην παράγονται ηλεκτρικοί σπινθήρες.

Αν όμως κάτω από τον εκκενωτή, ανάμεσα στις δύο σφαίρες, βάλλουμε τη φλόγα ενός κεριού, τότε παρατηρούμε ότι παράγονται αμέσως ηλεκτρικοί σπινθήρες, επειδή η φλόγα προκαλεί ιονισμό των μορίων του αέρα.

Παρατήρηση: Πρέπει το κερί να είναι μακρύ και να το κρατάμε κατά τρόπο που το χέρι μας να είναι μακριά από τον εκκενωτή της μηχανής, για να μην εκσπάζει σπινθήρας μεταξύ της μηχανής και του κεριού μας.

Μπορούμε επίσης να συγκρατήσουμε το κερί με λαβίδα, την οποία να στηρίξουμε κατάλληλα σε ορθοστάτη, ώστε η φλόγα του κεριού να βρίσκεται κάτω από τον εκκενωτή.

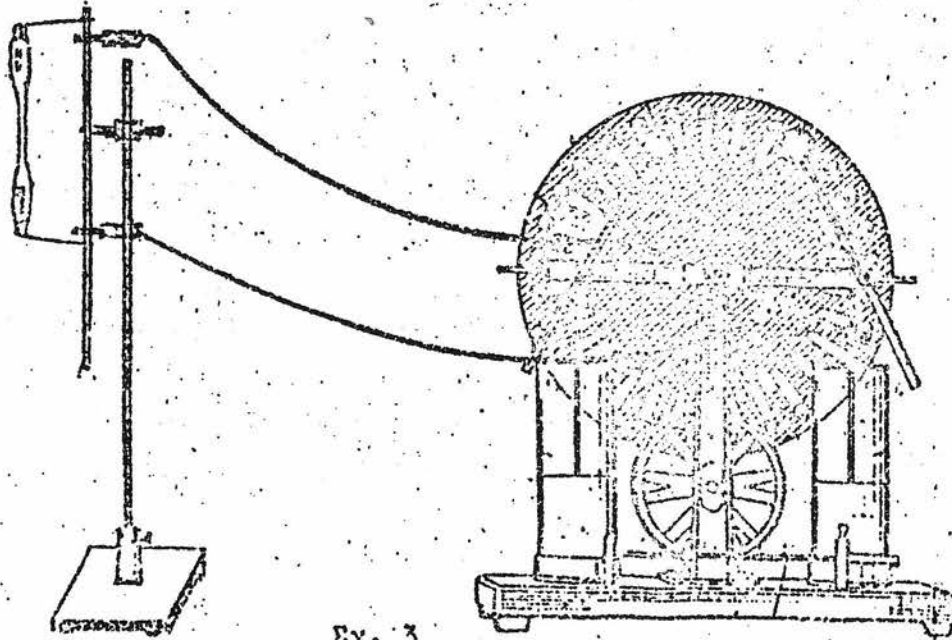
Π ε ρ α μ α 4ο: Ηλεκτρική εκκένωση αβγλης.

Το πείραμα αυτό πρέπει να γίνεται σε συσκοτισμένη αβθουσα.

α) Κολλούμε ράβδο των 0,60 Μ σε μια βάση χυτοσιδερένια, ώστε να συναρμολογήσουμε έναν ορθοστάτη.

Στον ορθοστάτη αυτόν συγκρατούμε με σύνδεσμο απλό (σταυρό) το στήριγμα αερόκενων σωλήνων (ΗΛ 540.0), στο οποίο στηρίζουμε ένα σωλήνα αέλης, δηλ. σωλήνα που περιέχει αέριο σε χαμηλή πίεση, κατά προτίμηση σωλήνα GEISSLER (πίεση 5 TORR περίπου).

β) Απομακρύνουμε αρκετά τις δύο σφαίρες του εκκενωτή της μηχανής WIMSHURST (πόλοι της μηχανής) και χρησιμοποιώντας δύο κροκιδείλους (ΗΛ 145.0) συνδέουμε αυτές, με δύο καλώδια του 1 Μ, με τις μπόνες του στηρίγματος αερόκενων σωλήνων (Σχ.3)



Σχ. 3

γ) Θέτουμε σε λειτουργία την ηλεκτροστατική μηχανή γυρίζοντας το χειροστρόφαλο.

Παρατηρούμε ότι ο σωλήνας αέλης φωτοβολεί.

Πείραμα 5ο: Σκοτεινή εκκένωση

Το πείραμα αυτό πρέπει να γίνεται σε κλήρη συσκοτισμένη αίθουσα.

α) Απομακρύνουμε τις δύο σφαίρες του εκκενωτή έτσι που να παράγονται πολύ δύσκολα ηλεκτρικοί σπινθήρες.

β) Θέτουμε σε λειτουργία τη μηχανή γυρίζοντας το χειροστρόφαλο, οπότε παρατηρούμε στην περιοχή των πόλων της μηχανής, όπου συγκεντρώνονται τα ηλεκτρικά φορτία, φωτεινά φαινόμενα. Οι αρνητικοί ηλεκτρικοί φορείς κινούμενοι φαίνονται σαν φωτεινά σημεία ανοιχτού χρώματος, ενώ οι θετικοί σχηματίζουν θυσάνους χρώματος ιώδους.

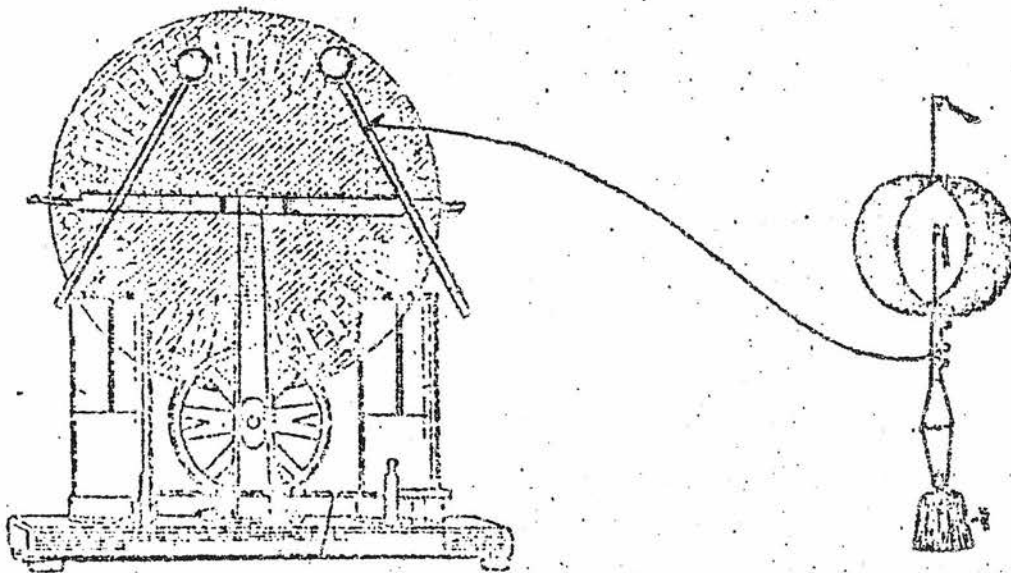
Πείραμα 6ο: Κατανομή του στατικού ηλεκτρικού φορτίου στην επιφάνεια των αγωγών

α) Τοποθετούμε ένα μονωτικό στύλο (ΗΛ 030.0 ή ΗΛ 030.1) σε μια βάση χυτοσιδερένια τύπου Β (ΠΕ 025.0) και στερεώνουμε σ' αυτόν έναν καλώ

κυλινδρικό αγωγό (ΗΛ 105.0).

- β) Με ένα φαλίδι κόβουμε 2 ταινίες αλουμινοχαρτου μήκους 8 CM περίπου και πλάτους 2 MM περίπου.
Συστρέφουμε με τα δάκτυλά μας το ένα άκρο κάθε ταινίας, ώστε αυτό να πάρει το σχήμα γήματος και το λυγίζουμε σε σχήμα αγκίστρου. Αυτές τις δύο διαμορφωμένες σε άγκιστρα ταινίες τις κρεμάμε από μια σε κάθε ικρίωμα (εσωτερικό - εξωτερικό) του κοίλου κυλινδρικού αγωγού.
Έτσι έχουμε κατασκευάσει δύο πρόχειρα ηλεκτροσκόπια που συγκοινωνούν το ένα με την εξωτερική και το άλλο με την εσωτερική επιφάνεια του κοίλου κυλινδρικού αγωγού.
γ) Συνδέουμε με καλώδιο του 1 M τον κοίλο κυλινδρικό αγωγό με τον έναν πόλο της ηλεκτροστατικής μηχανής χρησιμοποιώντας προκώδδειλο.
δ) Περιστρέφουμε αργά το χειροστρόφαλο της μηχανής, οπότε ο κοίλος κυλινδρικός αγωγός φορτίζεται με ηλεκτρικά φορτία που παράγει η μηχανή.
ε) Σταματάμε την περιστροφή του χειροστρόφαλου και παρατηρούμε ότι μόνο το εξωτερικό ηλεκτροσκόπιο του κοίλου κυλινδρικού αγωγού αποκλίνει (Σχ.4).

Συμπέρασμα: Στους μεταλλικούς αγωγούς τα στατικά ηλεκτρικά φορτία βρίσκονται μόνο στην εξωτερική επιφάνεια αυτών.

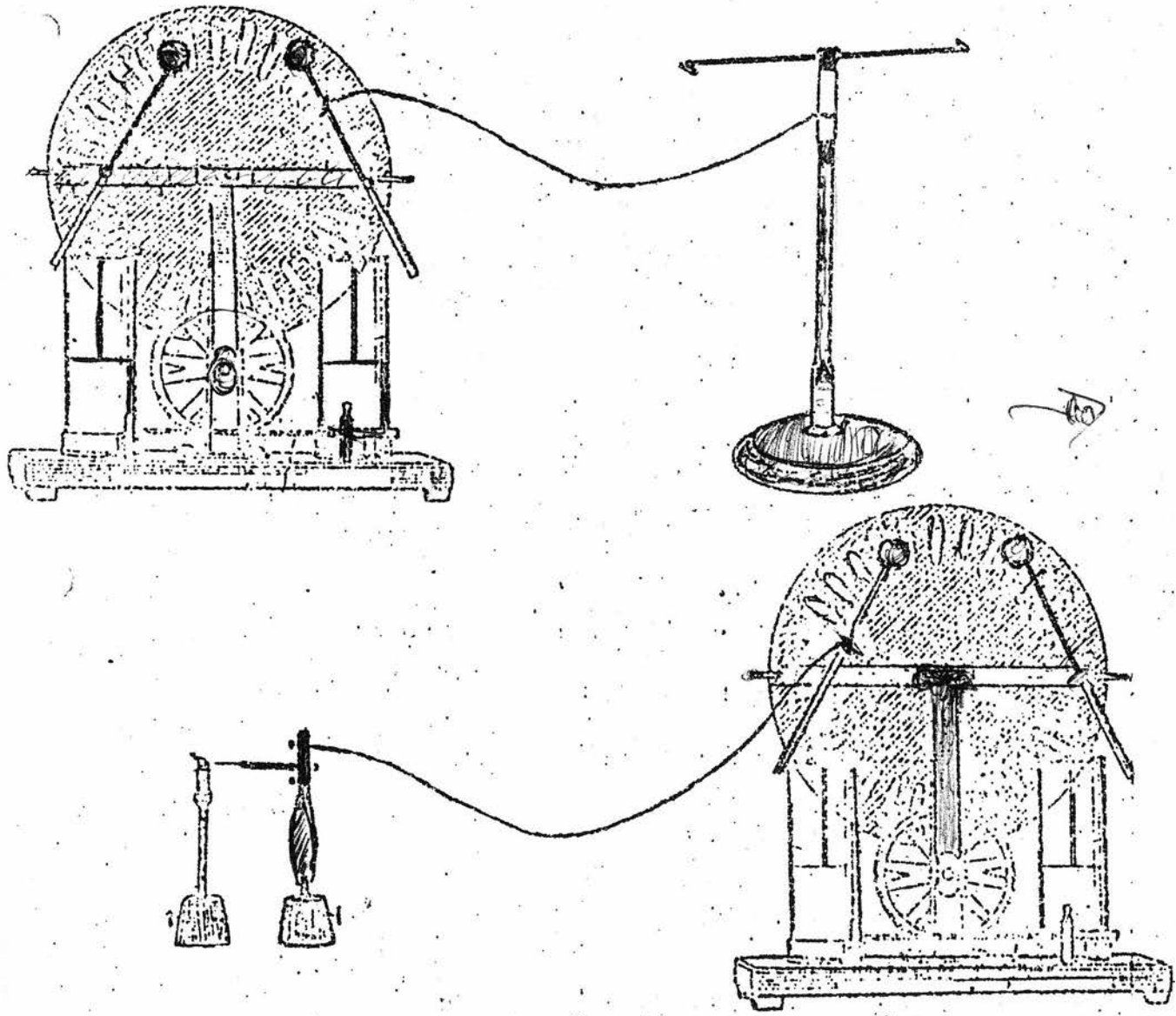


Σχ. 4

Πείραμα 7ο: Εκφόρτιση αγωγού μέσω ακίδας (δύναμη της ακίδας)

- α) Συνδέουμε με καλώδιο του 1 M, τον έναν πόλο της ηλεκτροστατικής μηχανής με τον ηλεκτρικό στρόβιλο (ΗΛ 080.0).
β) Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της μηχανής, οπότε παρατηρούμε ταχεία περιστροφική κίνηση του ηλεκτρικού στρόβιλου, αποτέλεσμα της δημιουργίας ζεύγους δυνάμεων αντιδράσεως, λόγω ταχείας εκροής ηλεκτρονίων (Σχ. 5)

- 20 α) Σ' ένα μονωτικό στύλο, που είναι τοποθετημένος πάνω σε βάση, στηρίζουμε οριζόντια την ακίδα στήριξης σώματος μαγνήτη (ΗΛ 040.0) ή οποιοδήποτε άλλο ακιδωφόρο σώμα (π.χ. αιχμηρό καρφί).
- β) Συνδέουμε, με καλώδιο του 1 Μ, τον έναν πόλο της ηλεκτροστατικής μηχανής με το μονωτικό στύλο.
- γ) Στηρίζουμε σε μια βάση, κατά προτίμηση τύπου Ε, ένα κρηοπήγιο (ΟΠ 050.1), στο οποίο τοποθετούμε ένα κερί. Ανάβουμε το κερί και ρυθμίζουμε το ύψος της θρυαλλίδας αυτού να βρισκείται στο ύψος της ακίδας και μπροστά από αυτήν.
- δ) Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της μηχανής, οπότε παρατηρούμε τη φλόγα του κεριού να κάμπτεται, αποτέλεσμα της δημιουργίας ενός ρεύματος αέρα, το οποίο προέρχεται από την ακίδα λόγω ταχείας εκροής ηλεκτρικών φορτίων (Σχ. 6)



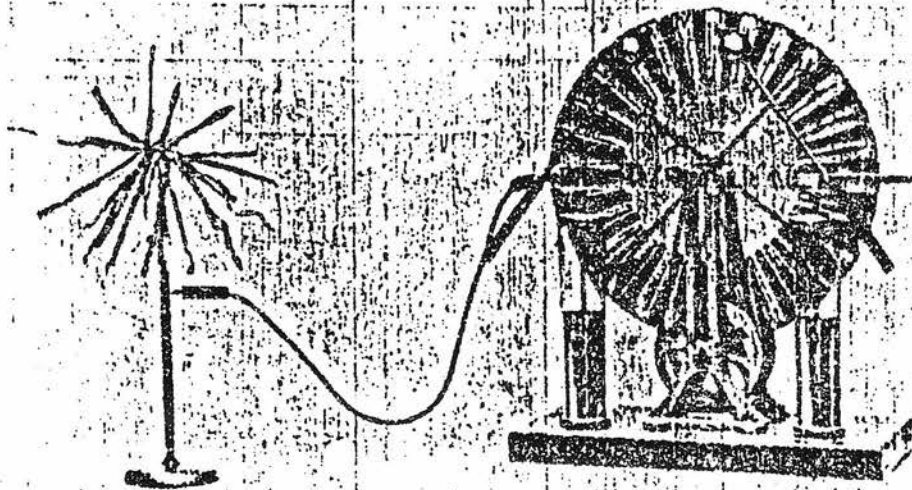
Συμπέρασμα: Στους σφαιρικούς μεταλλικούς αγωγούς η κατανομή των ηλεκτρικών φορτίων είναι ομοιόμορφη. Δηλαδή η πυκνότητα του ηλεκτρικού φορτίου σ' όλη την έκταση της επιφάνειας του αγωγού είναι η αυτή. Όταν όμως ο αγωγός έχει προεξοχή (ακίδα), τότε η πυκνότητα του

ο αγωγός να εκφορτίζεται μέσω αυτής, όταν υπάρχει ατμοσφαιρικός αέρας (δύναμη της ακίδας).

Π ε ρ α μ α θ : Αισθητοποίηση του ηλεκτρικού πεδίου. Ηλεκτρικά φάσματα.

1ο α) Συνδέουμε, με καλώδιο του 1M, τον ένα πόλο της ηλεκτροστατικής μηχανής με έναν ηλεκτρικό θυσάνο (ΠΛ 075.0).

β) Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της μηχανής οπότε ο ηλεκτρικός θυσάνος φορτίζεται και οι ταινίες του ανορθώνονται και ταποθετούνται ακτινωτά γύρω από την κεφαλή του. Οι διευθύνσεις των ταινιών του θυσάνου δίνουν τις διευθύνσεις των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου που σχηματίζεται (ηλεκτρικό πεδίο ενός φορτίου) (Σχ.7).



Σχ. 7

2ο α) Συνδέουμε, με δύο καλώδια του 1M, τους δύο πόλους της ηλεκτροστατικής μηχανής με δύο ηλεκτρικούς θυσάνους.

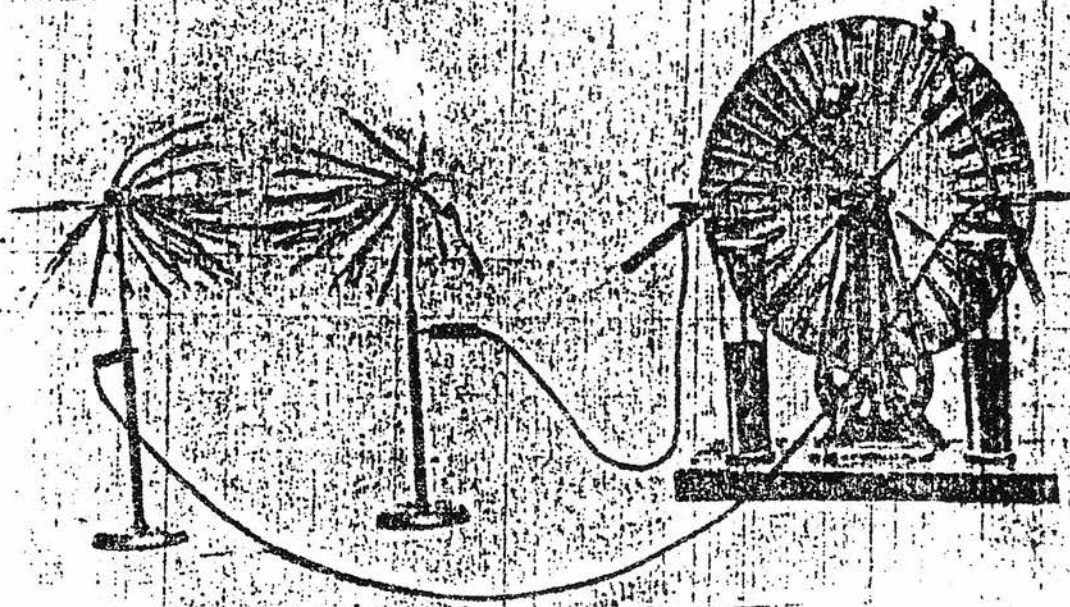
Πλησιάζουμε τους δύο ηλεκτρικούς θυσάνους ώστε η μεταξύ τους απόσταση να είναι λίγο μεγαλύτερη από το άθροισμα των μηκών των ταινιών τους.

β) Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της ηλεκτροστατικής μηχανής και οι ηλεκτρικοί θυσάνοι φορτίζονται με ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία, οπότε οι κατευθύνσεις των ταινιών τους δίνουν τη μορφή του ηλεκτρικού πεδίου που σχηματίζεται (ηλεκτρικό πεδίο δύο ετεροώνυμων ηλεκτρικών φορτίων) (Σχ.8).

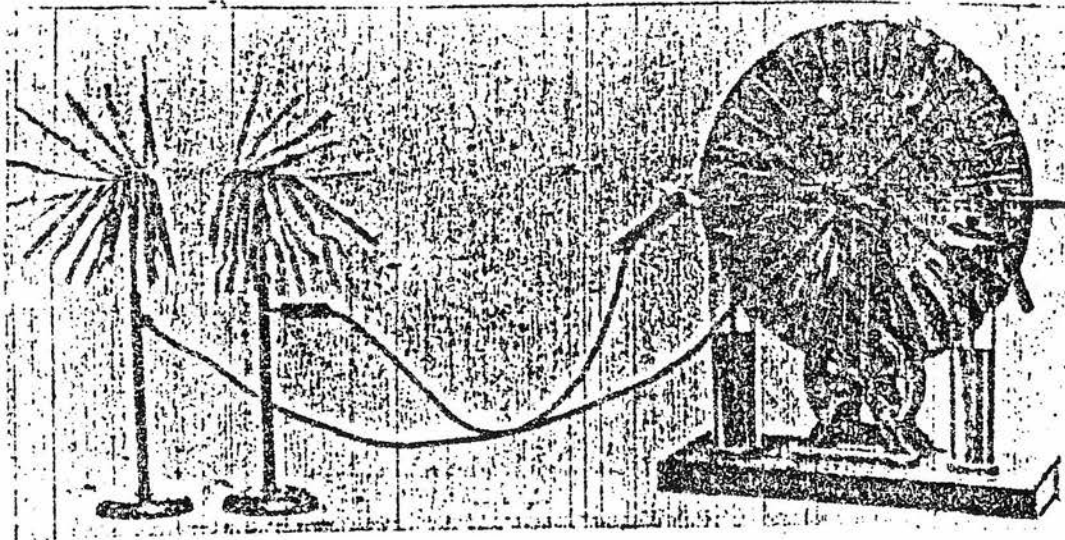
3ο α) Συνδέουμε και τους δύο παραπάνω ηλεκτρικούς θυσάνους με τον ίδιο πόλο της ηλεκτροστατικής μηχανής.

Πλησιάζουμε τους ηλεκτρικούς θυσάνους σε μικρή απόσταση.

β) Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της μηχανής και οι ηλεκτρικοί θυσάνοι φορτίζονται με ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία, οπότε οι κατευθύνσεις των ταινιών τους δίνουν τη μορφή του ηλεκτρικού πεδίου που σχηματίζεται (ηλεκτρικό πεδίο δύο ομώνυμων ηλεκτρικών φορτίων)



Σχ. 8



Σχ. 9

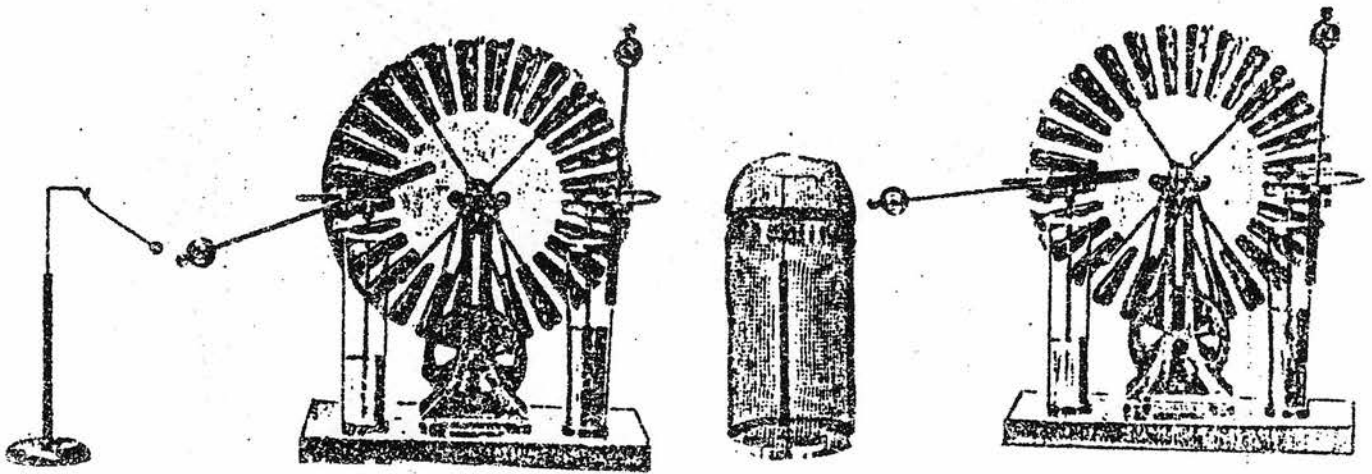
Π έ ρ α μ α 9ο: Ηλεκτρική θωράκιση

α) Οριζοντιώνουμε τον έναν πόλο της ηλεκτροστατικής μηχανής και πλησιάζουμε σ' αυτόν ένα ηλεκτρικό εκκρεμές (ΗΑ 025.0).

β) Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της ηλεκτροστατικής μηχανής, οπότε παρατηρούμε ότι το σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς έλκεται ζωηρά από το φορτισμένο πόλο της μηχανής.

γ) Σκεπάζουμε το ηλεκτρικό εκκρεμές με ένα μεταλλικό πλέγμα (κλωβό του FARADAY)

Περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο της ηλεκτροστατικής μηχανής, οπότε παρατηρούμε ότι τώρα το σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς δεν έλκεται από το φορτισμένο πόλο της μηχανής (η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μέσα στον κλωβό είναι ίση με μηδέν) (Σχ.10).



Σχ.10

Παρατηρήσεις:

α) Αν ο πόλος της ηλεκτροστατικής μηχανής είναι κοντά στο μεταλλικό πλέγμα, τότε σχηματίζονται ηλεκτρικοί σπινθήρες μεταξύ του πόλου και του μεταλλικού πλέγματος.

β) Αν το τραπέζι, πάνω στο οποίο γίνεται το πείραμα, είναι από μωτικό υλικό, ο κλωβός του FARADAY πρέπει να γειώνεται.

Πείραμα 10ο: Αισθητοποίηση ηλεκτρικών πεδίων.

Απαραίτητα όργανα και υλικά

Ηλεκτροστατική μηχανή WIMSHURST

Συσκευή φάσματος ηλεκτρικού πεδίου (HA 097.0). Αποτελείται από:

- α) Διαφανές πλαίσιο με 2 μεταλλικούς στύλους,
- β) Λεκανάκι πλαστικό,
- γ) Ηλεκτρόδια (με σπλισμό σημειακό, ευθύγραμμο, κυκλικό).

Προβολέας OVERHEAD, οθόνη

Δύο καλώδια σύνδεσης του 1M

Ρετσινάδα

Σπόρει σουσαμιού ή καναβουριού ή λεπτόκοκκοι σιμιγδαλιού

Συναρμολόγηση πειραματικής διάταξης

Τοποθετούμε το διαφανές πλαίσιο της συσκευής πάνω στον OVERHEAD και πάνω σ' αυτό το πλαστικό λεκανάκι μεταξύ των δύο μεταλλικών στύλων. Προσαρμόζουμε στους στύλους της συσκευής τα δύο ηλεκτρόδια με ευθύγραμμο σπλισμό και ρυθμίζουμε ώστε οι δύο σπλισμοί να είναι παράλληλοι μεταξύ τους και σχεδόν να εφάπτονται του πυθμένα του λεκανακιού. Συνδέουμε με τα καλώδια σύνδεσης τους στύλους της συσκευής με τους πόλους της μηχανής WIMSHURST.

Ρίχνουμε στο λεκανάκι ρετσινάδα μέχρι να καλυφθούν σχεδόν οι παράλληλοι σπλισμοί των ηλεκτροδίων και διασκορπίζουμε μεταξύ αυτών, όσο το

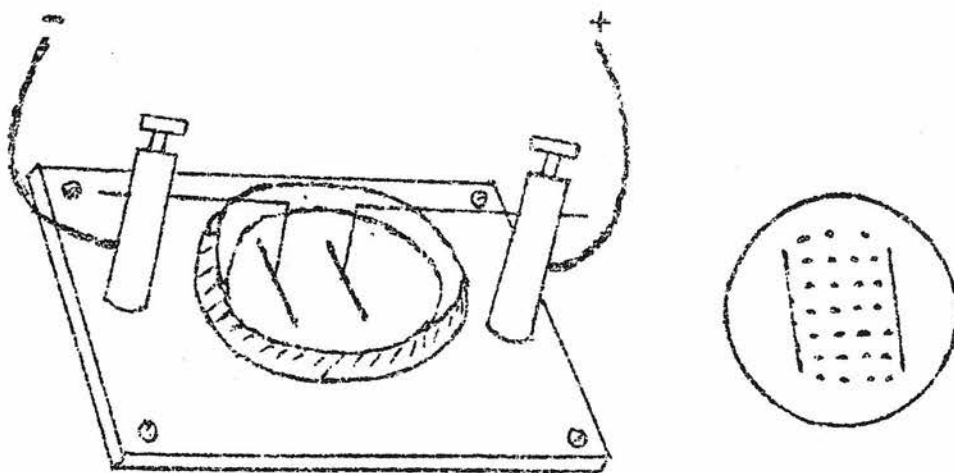
δυνατόν αμοιόμορφα, μερικούς κόκκους σουσαμιού ή καναβουριού.

Εκτέλεση του πειράματος

Θέτουμε σε λειτουργία τον OVERHEAD και εστιάζουμε ώστε να έχουμε όσο το δυνατό πιο σαφή εικόνα των οπλισμών των ηλεκτροδίων και των κόκκων του σουσαμιού.

Περιστρέφουμε αργά το χειροστρόφαλο της μηχανής WIMSHURST και οι οπλισμοί των ηλεκτροδίων φορτίζονται με έτερώνυμα ηλεκτρικά φορτία, οπότε οι κόκκοι του σουσαμιού συντάσσονται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου, που σχηματίζεται, γιατί το φορτίο τους ανακατανέμεται λόγω του φαινομένου της ηλεκτροστατικής επαγωγής (οι κόκκοι γίνονται ηλεκτρικά δίπολα). Έτσι έχουμε μία (επίπεδη) αντίληψη του ηλεκτρικού πεδίου (Σχ.11).

Αντικαθιστούμε τα ηλεκτρόδια με άλλα και αφού τα φορτίσουμε με τη μηχανή, παρατηρούμε τη μορφή των ηλεκτρικών πεδίων που σχηματίζονται.



Σχ. 11

Τελειώνουμε με την παρατήρηση ότι, εκτός από τα πειράματα που σύντομα περιγράψαμε, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε κι άλλα, χρησιμοποιώντας την ηλεκτροστατική μηχανή WIMSHURST.

ΣΙΔΕΡΗΣ ΜΗΤΣΙΑΛΗΣ
ΦΥΣΙΚΟΣ