

## ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ

### A. ΣΤΟΧΟΙ

- Η κατασκευή απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων με πηνίο, τροφοδοτικό, διακόπτη, ροοστάτη, λαμπάκια, γαλβανόμετρο, πολύμετρο κ.ά.
- Η χρήση και σύζευξη πηνίων με ή χωρίς πυρήνα ( ευθύγραμμο ή κλειστό ).
- Η χρήση μαγνήτη ή πηνίου για τη δημιουργία σταθερών και μεταβαλλόμενων μαγνητικών πεδίων.
- Η εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων στον πειραματικό έλεγχο του νόμου του Faraday.

### B. ΘΕΜΑ

- Η εμφάνιση επαγωγικής τάσης σε ένα πηνίο με τη βοήθεια μαγνήτη.
- Η εμφάνιση επαγωγικής τάσης σε ένα πηνίο λόγω της αποκατάστασης και της διακοπής στο ρεύμα άλλου πηνίου.
- Η εμφάνιση επαγωγικής τάσης σε ένα πηνίο λόγω της μεταβολής στο ρεύμα άλλου πηνίου.
- Η καθυστέρηση αποκατάστασης στο ρεύμα που διέρχεται από πηνίο.

### Γ. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Τροφοδοτικό ή μπαταρία πλακέ των 4,5 V
- Γαλβανόμετρο ή / και πολύμετρο
- ☞ Από το ξύλινο βαλιτσάκι με τα πηνία :
  - Ένα πηνίο των 300 σπειρών
  - Ένα πηνίο των 600 σπειρών
  - Ένα πηνίο των 1200 σπειρών
  - Κλειστός πυρήνας πηνίου
  - Ευθύγραμμος μαγνήτης
- ☞ Από το πλαστικό βαλιτσάκι των κυκλωμάτων :
  - Ροοστάτης – μεταβλητή αντίσταση 20Ω – 8W
  - Δύο λαμπάκια 3,6 V σε ξεχωριστές βάσεις
  - Διακόπτης μπουτόν πιεστικός
  - Αγωγοί σύνδεσης



### Δ. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης χρειάζονται οι παρακάτω γνώσεις από τα σχολικά βιβλία της Β' τάξης Γενικού Λυκείου :
  - ✓ Γενικής Παιδείας ενότητα 3.3.6 : Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή
  - ✓ Κατεύθυνσης ενότητα 5-14 : Αυτεπαγωγή

### Ε. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

- Η με οποιοδήποτε τρόπο μεταβολή της μαγνητικής ροής σε ένα κύκλωμα δημιουργεί ΗΕΔ από επαγωγή.
- Η ΗΕΔ από επαγωγή είναι ανάλογη με την ταχύτητα μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- Το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το μαγνητικό του πεδίο να αντιτίθεται στην αιτία που το προκαλεί.
- Το πηνίο αντιδρά σε κάθε μεταβολή της έντασης του ρεύματος που το διαρρέει.



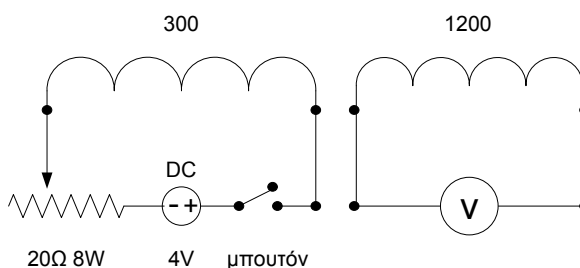
### ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου είναι ..... με πρόσημο .....
2. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με τον μαγνήτη να πλησιάζει με μικρή σχετικά ταχύτητα είναι ..... με πρόσημο .....
3. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με τον μαγνήτη να απομακρύνεται με μικρή σχετικά ταχύτητα είναι ..... με πρόσημο .....
4. Οι τιμές του γαλβανόμετρου / πολύμετρου έχουν ίδια / διαφορετική τιμή και έχουν ίδιο / αντίθετο πρόσημο.
5. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με τον μαγνήτη να πλησιάζει με μεγαλύτερη ταχύτητα είναι ..... με πρόσημο .....
6. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με τον μαγνήτη να απομακρύνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα είναι ..... με πρόσημο .....
7. Όταν ο μαγνήτης κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα, οι ενδείξεις στο γαλβανόμετρο / πολύμετρο κατά απόλυτη τιμή είναι μικρότερες / ίσες / μεγαλύτερες.
8. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με ακίνητο τον μαγνήτη κοντά στο πηνίο είναι ..... με φορά .....
9. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με ακίνητο τον μαγνήτη μέσα στο πηνίο είναι ..... με φορά .....
10. Όταν μετακινούμε το πηνίο προς και από τον μαγνήτη παρατηρούμε ανάλογα / διαφορετικά φαινόμενα με την περίπτωση που μετακινούμε τον μαγνήτη.
11. Όταν υπάρχει σχετική ..... του μαγνήτη ως προς το πηνίο, τότε αναπτύσσεται ΗΕΔ από ..... στο πηνίο, που είναι ..... του ρυθμού μεταβολής της ..... Όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος τότε η μαγνητική ροή στο πηνίο είναι ..... και η ΗΕΔ που αναπτύσσεται είναι .....

### ΠΕΙΡΑΜΑ 2

**Ο διακόπτης παράγει ... επαγωγική τάση και επαγωγικό ρεύμα!  
ή ο ηλεκτρικός ... λόξιγκας!**

1. Συνδέουμε το πηνίο των 1200 σπειρών με το γαλβανόμετρο. Αν δεν υπάρχει γαλβανόμετρο θα χρησιμοποιηθεί ένα πολύμετρο :
  - ✓ στην κλίμακα V  $\overline{\overline{\overline{\quad}}}$  200 mV και στους ακροδέκτες V & COM για βολτόμετρο ή
  - ✓ στην κλίμακα A  $\overline{\overline{\overline{\quad}}}$  200 μ και στους ακροδέκτες A & COM για αμπερόμετρο
2. Συνδέουμε το πηνίο των 300 σπειρών μέσω του διακόπτη μπουτόν και του ροοστάτη με το τροφοδοτικό ρυθμισμένο σε συνεχή τάση 4 V.
3. Πλησιάζουμε τα δύο πηνία, έτσι ώστε να συμπίπτουν οι άξονές τους.



4. Με ανοικτό τον διακόπτη διαβάζουμε την ένδειξη στο γαλβανόμετρο / πολύμετρο. Καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 2 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1.

5. Κλείνουμε τον διακόπτη και διαβάζουμε τη στιγμιαία ένδειξη στο γαλβανόμετρο / πολύμετρο. Καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 2 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 2. ( Το φαινόμενο είναι γνωστό σαν ηλεκτρικός ... λόξιγκας ! ).
6. Μετά το κλείσιμο του διακόπτη διαβάζουμε την ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου και καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 2 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 3.
7. Ανοίγουμε τον διακόπτη και διαβάζουμε τη στιγμιαία ένδειξη στο γαλβανόμετρο / πολύμετρο. Καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 2 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 4.
8. Από τις παραπάνω παρατηρήσεις συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 5 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
9. Με κλειστό τον διακόπτη στρέφουμε απότομα τον δρομέα του ροοστάτη προς τα δεξιά και καταχωρούμε την ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου στον ΠΙΝΑΚΑ 2 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 6.
10. Με κλειστό τον διακόπτη στρέφουμε απότομα τον δρομέα του ροοστάτη προς τα αριστερά και καταχωρούμε την ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου στον ΠΙΝΑΚΑ 2 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 7.
11. Διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 8 που βγάζουμε από τις παραπάνω παρατηρήσεις, συμπληρώνοντας με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά.
12. Τοποθετούμε μέσα στα δύο πηνία έναν κοινό πυρήνα και επαναλαμβάνουμε τις ενέργειες 4 – 10. Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 9, διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.

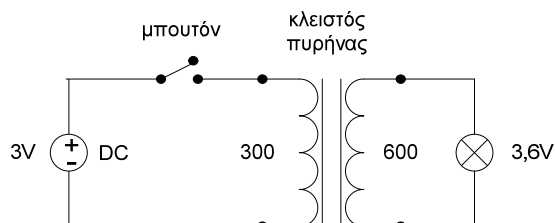
#### ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου με ανοικτό τον διακόπτη είναι ..... με πρόσημο .....
2. Η στιγμιαία ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου κατά το κλείσιμο του διακόπτη είναι ..... με πρόσημο .....
3. Με κλειστό τον διακόπτη η ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου είναι ..... με πρόσημο .....
4. Η στιγμιαία ένδειξη του γαλβανόμετρου / πολύμετρου κατά το άνοιγμα του διακόπτη είναι ..... με πρόσημο .....
5. Όταν το ρεύμα στο πρώτο πηνίο είναι συνεχές το γαλβανόμετρο / πολύμετρο μετράει στο δεύτερο πηνίο ΗΕΔ από επαγωγή όταν κλείνει / είναι κλειστός ο διακόπτης και όταν ανοίγει / είναι ανοικτός ο διακόπτης.
6. Στρέφοντας απότομα τον δρομέα του ροοστάτη προς τα δεξιά παρατηρούμε ένδειξη στο γαλβανόμετρο / πολύμετρο που είναι ..... με πρόσημο .....
7. Στρέφοντας απότομα τον δρομέα του ροοστάτη προς τα αριστερά παρατηρούμε ένδειξη στο γαλβανόμετρο / πολύμετρο που είναι ..... με πρόσημο .....
8. Το γαλβανόμετρο / πολύμετρο μετράει ΗΕΔ από επαγωγή όταν ο δρομέας του ροοστάτη ....., δηλαδή όταν το ρεύμα .....
9. Τοποθετώντας κοινό πυρήνα στα δύο πηνία παρατηρούμε ανάλογα φαινόμενα αλλά εντονότερα / ασθενέστερα.

**ΠΕΙΡΑΜΑ 3**

**Ο διακόπτης παράγει ... επαγωγική τάση και επαγωγικό ρεύμα !  
ή ο ηλεκτρικός ... λόξιγκας !**

1. Συναρμολογούμε το παρακάτω κύκλωμα με πηγή συνεχούς τάσης 3V και λαμπάκι 3,6V τοποθετώντας τα δύο πηνία των 300 και 600 σπειρών στον κλειστό πυρήνα :



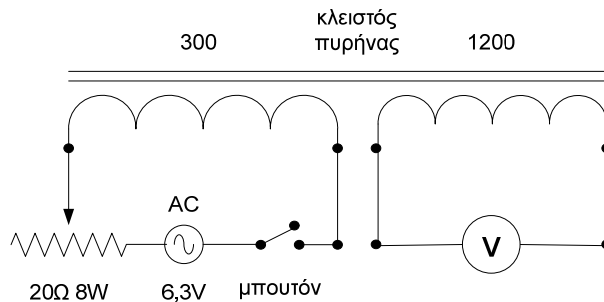
2. Πατάμε το μπουτόν και κλείνουμε το κύκλωμα παρατηρώντας το λαμπάκι. Τι συμβαίνει στο λαμπάκι ; Εξηγούμε την παρατήρηση συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 3 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις. ( Το φαινόμενο είναι γνωστό σαν ηλεκτρικός ... λόξιγκας ! )
3. Κρατάμε τον διακόπτη σταθερά κλειστό. Τι παρατηρούμε ; Εξηγούμε την παρατήρηση συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 3 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 2 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
4. Αφήνουμε το μπουτόν και ανοίγουμε το κύκλωμα. Τι συμβαίνει στο λαμπάκι ; Εξηγούμε την παρατήρηση συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 3 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 3 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
5. Ποιο είναι το συμπέρασμα που βγάζουμε από το πείραμα αυτό ; Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 3 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1. Με το κλείσιμο του διακόπτη το λαμπάκι ανάβει σταθερά / ανάβει και αμέσως σβήνει / δεν ανάβει διότι η ..... στο πηνίο των 600 σπειρών αυξάνεται / αυξάνεται αρχικά και μετά σταθεροποιείται.
2. Με κλειστό τον διακόπτη το λαμπάκι είναι αναμμένο / σβηστό διότι η μαγνητική ροή στο πηνίο των 600 σπειρών αυξάνεται / μένει σταθερή / ελαττώνεται.
3. Με το άνοιγμα του διακόπτη το λαμπάκι σβήνει / ανάβει και αμέσως σβήνει / ανάβει διότι η μαγνητική ροή στο πηνίο των 600 σπειρών αυξάνεται / μένει σταθερή / ελαττώνεται.
4. Το λαμπάκι ανάβει για όσο χρονικό διάστημα η μαγνητική ροή στο πηνίο των 600 σπειρών μεταβάλλεται / μένει σταθερή.

**ΠΕΙΡΑΜΑ 4****Το εναλλασσόμενο ρεύμα παράγει ... επαγωγική τάση και επαγωγικό ρεύμα**

1. Τοποθετούμε τα δύο πηνία των 300 και 1200 σπειρών σε κλειστό πυρήνα και συνδέουμε το πηνίο των 300 σπειρών μέσω του διακόπτη μπουτόν και του ροοστάτη με την εναλλασσόμενη τάση 6,3 V του τροφοδοτικού. Για βολτόμετρο θα χρησιμοποιηθεί ένα πολύμετρο ✓ στην κλίμακα V ~ 200 και στους ακροδέκτες V & COM.



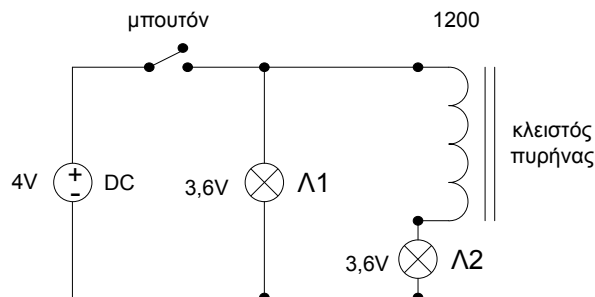
2. Με ανοικτό τον διακόπτη διαβάζουμε την ένδειξη στο πολύμετρο. Καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 4 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1.
3. Κλείνουμε τον διακόπτη και διαβάζουμε την ένδειξη στο πολύμετρο. Καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 4 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 2.
4. Μετά το κλείσιμο του διακόπτη διαβάζουμε την ένδειξη του πολύμετρου και καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 4 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 3.
5. Διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 4 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
6. Με κλειστό τον διακόπτη στρίβουμε την πάνω – κινητή πλευρά του οπλισμού του πυρήνα. Παρατηρούμε την ένδειξη του πολύμετρου και συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 4 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 5 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
7. Ανοίγουμε τον διακόπτη και διαβάζουμε την ένδειξη στο πολύμετρο. Καταχωρούμε την τιμή με το πρόσημό της στον ΠΙΝΑΚΑ 4 συμπληρώνοντας την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 6.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1. Η ένδειξη του πολύμετρου με ανοικτό τον διακόπτη είναι ..... με πρόσημο .....
2. Όταν κλείνουμε τον διακόπτη η ένδειξη του πολύμετρου είναι ..... με πρόσημο .....
3. Με κλειστό τον διακόπτη η ένδειξη του πολύμετρου είναι ..... με πρόσημο .....
4. Όταν το ρεύμα στο πρώτο πηνίο είναι εναλλασσόμενο το πολύμετρο μετράει / δεν μετράει ΗΕΔ από επαγωγή όταν ο διακόπτης είναι κλειστός.
5. Στρέφοντας την πάνω – κινητή πλευρά του οπλισμού παρατηρούμε ότι η ένδειξη στο πολύμετρο μειώνεται / μένει σταθερή / αυξάνεται.
6. Με ανοικτό τον διακόπτη η ένδειξη του πολύμετρου είναι ..... με πρόσημο .....

**ΠΕΙΡΑΜΑ 5****Το πηνίο ... φρενάρει το ηλεκτρικό ρεύμα !**

1. Συναρμολογούμε το παρακάτω κύκλωμα με δύο ίδια λαμπάκια των 3,6 V θέτοντας κλειστό πυρήνα στο πηνίο των 1200 σπειρών :



2. Πατάμε το μπουτόν και κλείνουμε το κύκλωμα παρατηρώντας τα λαμπάκια. Ανάβουν ταυτόχρονα τα δύο λαμπάκια ; Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 5 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
3. Εξηγούμε την παρατήρηση που κάναμε για το πότε ανάβουν τα λαμπάκια συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 5 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2 με τις κατάλληλες λέξεις.
4. Τα δύο ίδια λαμπάκια έχουν την ίδια φωτεινότητα ; Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 5 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 3 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
5. Εξηγούμε την παρατήρηση που κάναμε για τη φωτεινότητα συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 5 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4 με τις κατάλληλες λέξεις.

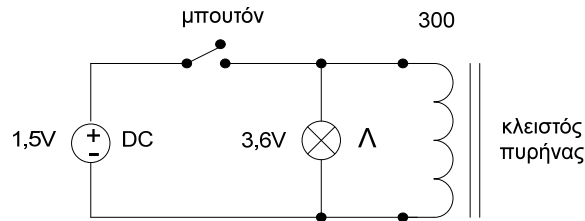
ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Μπορούμε να ρυθμίσουμε τις φωτεινότητες στα δύο λαμπάκια, ώστε να είναι ίσες, συνδέοντας τον ροοστάτη σε σειρά με το λαμπάκι  $\Lambda_1$  .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1. Τα δύο λαμπάκια ανάβουν / δεν ανάβουν ταυτόχρονα.
2. Το λαμπάκι 2 ανάβει ..... από το λαμπάκι 1 λόγω του φαινομένου της ..... που εμφανίζεται στο πηνίο το οποίο είναι συνδεδεμένο σε σειρά με το  $\Lambda_2$ .
3. Τα δύο ίδια λαμπάκια έχουν ίδια / διαφορετική φωτεινότητα.
4. Η φωτεινότητα στο λαμπάκι 2 είναι ..... από τη φωτεινότητα στο λαμπάκι 1 διότι η τάση στα άκρα του είναι .....

**ΠΕΙΡΑΜΑ 6****Ανοίγοντας τον διακόπτη ... ανάβει το λαμπάκι !**

1. Συναρμολογούμε το παρακάτω κύκλωμα θέτοντας κλειστό πυρήνα στο πηνίο των 300 σπειρών :



2. Πατάμε το μπουτόν και κλείνουμε το κύκλωμα παρατηρώντας το λαμπάκι. Ανάβει αμέσως το λαμπάκι ; Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 6 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
3. Εξηγούμε την παρατήρηση που κάναμε για το πότε ανάβει το λαμπάκι συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 6 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2 με τις κατάλληλες λέξεις.
4. Αφήνουμε το μπουτόν και ανοίγουμε το κύκλωμα. Σβήνει αμέσως το λαμπάκι ; Συμπληρώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 6 την ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 3 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
5. Εξηγούμε την παρατήρηση που κάναμε για το πότε σβήνει το λαμπάκι συμπληρώνοντας στον ΠΙΝΑΚΑ 6 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1. Όταν κλείνουμε τον διακόπτη το λαμπάκι ανάβει / δεν ανάβει αμέσως.
2. Με το κλείσιμο του διακόπτη το λαμπάκι ανάβει ..... διότι συνδέεται άμεσα με την πηγή και επηρεάζεται / δεν επηρεάζεται από το πηνίο.
3. Όταν ανοίγουμε τον διακόπτη το λαμπάκι σβήνει / δεν σβήνει αμέσως.
4. Το λαμπάκι σβήνει ταυτόχρονα με / μετά το άνοιγμα του διακόπτη, διότι ασκείται στα άκρα του η τάση της πηγής / ΗΕΔ από επαγωγή του πηνίου.

**Z. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Από τι εξαρτάται η επαγωγική τάση, που δημιουργείται στα άκρα ενός πηνίου ;
2. Πώς διατυπώνεται ο νόμος της επαγωγής (Faraday);
3. Πώς διατυπώνεται ο κανόνας του Lenz ;