Αθ. Βελέντζας - Α. Κατέρης - Π. Λάζος - Π. Τζαμαλής - Σ. Τσούκος

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μείωση της έντασης φωτός με την απόσταση

Βασικά στοιχεία φωτομετρίας

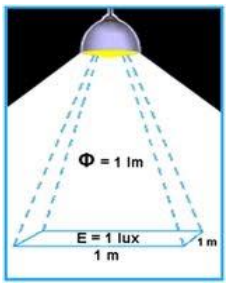
Α) Φωτεινή ροή (Φ) (luminous flux) είναι ο ρυθμός με τον οποίο εκπέμπει ενέργεια με την μορφή ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μια φωτεινή πηγή.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι είτε ορατή είτε αόρατη από το ανθρώπινο μάτι, με διαφορετική ευαισθησία, η οποία εξαρτάται από τη συχνότητα. Συνήθως, μια φωτεινή πηγή εκπέμπει ακτινοβολία σε πολλές συχνότητες, άλλες περισσότερο άλλες λιγότερο και άλλες καθόλου αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι. Η φωτεινή ροή διαφέρει από την ισχύ (ροή ακτινοβολίας-radiant flux) στο ότι οι μετρήσεις της φωτεινής ροής αντανακλούν την ποικίλλουσα ευαισθησία του ανθρώπινου οφθαλμού σε διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός, ενώ οι μετρήσεις της ροής ακτινοβολίας δείχνουν τη συνολική ισχύ όλων των εκπεμπόμενων ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ανεξάρτητα από την ικανότητα του ματιού να το αντιληφθεί.

Μονάδα μέτρησης της Φωτεινής ροής στο S.I. είναι το Lumen (Lm)

Μια πηγή που ακτινοβολεί μονοχρωματική ακτινοβολία με ισχύ 1 Watt στο χρώμα για το οποίο το μάτι είναι πιο ευαίσθητο (μήκος κύματος 555 nm, στην πράσινη περιοχή του οπτικού φάσματος) έχει φωτεινή ροή 683 Lm. Έτσι 1 Lm αντιστοιχεί σε τουλάχιστον 1/683 Watt ορατού φωτός, ανάλογα με την φασματική κατανομή.

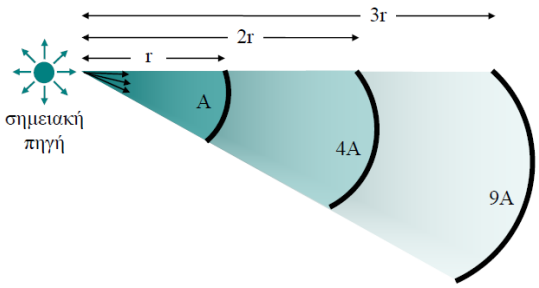
Β) Το μέγεθος Φωτεινότητα ή Φωτισμός επιφάνειας (E) (Illuminance) ορίζεται ως το πηλίκο της φωτεινής ροής $d\Phi$ που προσπίπτει κάθετα σε μια στοιχειώδη επιφάνεια προς το εμβαδό dS της επιφάνειας αυτής:



$$E = \frac{d\Phi}{dS} \qquad (1)$$

Μονάδα μέτρησης στο S.I. είναι το Lux. 1 Lux αντιστοιχεί σε φωτισμό επιφάνειας εμβαδού 1 m^2 από φωτεινή ροή 1 Lm, η οποία προσπίπτει κάθετα στην φωτιζόμενη επιφάνεια.

Γ) Φωτομετρικός νόμος των αποστάσεων:



Έστω μια σημειακή φωτεινή πηγή που εκπέμπει φως προς όλες τις κατευθύνσεις με συνολική φωτεινή ροή $\Phi_{ολ}$. Σε μια σφαιρική επιφάνεια με κέντρο την φωτεινή πηγή και ακτίνα r, η

Φωτεινότητα (E) θα είναι:

$$E = \frac{\Phi_{o\lambda}}{4\pi r^2} \qquad (2)$$

Η Φωτεινότητα σε μια επιφάνεια κάθετα τοποθετημένη προς την διεύθυνση της φωτεινής ροής μιας σημειακής πηγής είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης της επιφάνειας από την πηγή.

Υλικό

Τα κυριότερα μέρη της πειραματικής διάταξης είναι:

- μετροταινία
- λαμπτήρας (μικρών διαστάσεων) με κατάλληλο κύκλωμα ώστε να φωτοβολεί
- κινητό τηλέφωνο ή ταμπλέτα (ΕΚΣ) με αισθητήρα φωτός.

Ο αισθητήρας φωτός μετρά πόσο λαμπρό είναι το φως του περιβάλλοντος. Το λογισμικό της ΕΚΣ χρησιμοποιεί αυτά τα δεδομένα για να προσαρμόζει αυτόματα τη φωτεινότητα της οθόνης. Όταν το φως του περιβάλλοντος είναι άπλετο η φωτεινότητα της οθόνης αυξάνεται και όταν είναι σκοτάδι, η φωτεινότητα της οθόνης μειώνεται. Αυτός ο αισθητήρας είναι ουσιαστικά ένας φωτοευαίσθητος αντιστάτης (LightDependantResistor-LDR) του οποίου η τιμή της αντίστασης εξαρτάται από το φως που δέχεται και μέσω κατάλληλου λογισμικού αντιστοιχίζεται απ' ευθείας σε μονάδες μέτρησης Φωτεινότητας (Lux).

Διαδικασία

Αυτό το πείραμα ιδανικά θα πρέπει να εκτελείται σε σκοτάδι ώστε να μετράται μόνο το φως που εκπέμπεται από τον λαμπτήρα. Αν μπορούν να επιτευχθούν τέτοιες συνθήκες **αγνοήστε το βήμα 4** από τα βήματα που ακολουθούν.

Εναλλακτικά (με την προϋπόθεση ότι το φως του περιβάλλοντος παραμένει συνεχώς σταθερό) ακολουθήστε όλα τα βήματα που περιγράφονται παρακάτω.

1. Χρησιμοποιείστε στην ΕΚΣ κατάλληλη εφαρμογή για να μετρήσετε την Φωτεινότητα
2. Τοποθετήστε την ΕΚΣ σε μικρή απόσταση (r) από τον λαμπτήρα φροντίζοντας ώστε το φως από τον λαμπτήρα να φτάνει κάθετα στον αισθητήρα φωτός της συσκευής. Μετρήστε την απόσταση και καταγράψτε την, όπως και την τιμή της Φωτεινότητας (E) στον πίνακα τιμών.
3. Επαναλάβετε το προηγούμενο βήμα αρκετές φορές μεγαλώνοντας συνεχώς την απόσταση r.

4. Επαναλάβετε όλες τις μετρήσεις με τον λαμπτήρα σβηστό και την ΕΚΣ στις ίδιες ακριβώς αποστάσεις καταγράφοντας τις τιμές της Φωτεινότητας (E_0) λόγω του περιβάλλοντος φωτός. Υπολογίστε και καταγράψτε τις διορθωμένες τιμές Φωτεινότητας $E' = E - E_0$.

   Σε όλα τα επόμενα βήματα η Φωτεινότητα θα είναι οι διορθωμένες τιμές E'.

5. Με βάση τη σχέση (2) προβλέψτε τη μορφή της γραφικής παράτασης της Φωτεινότητας (E) σε συνάρτηση με την απόσταση r. Σημειώστε την πρόβλεψη σας:

   ……..

6. Χρησιμοποιώντας τον πίνακα τιμών που συμπληρώσατε κατασκευάστε σε χιλιοστομετρικό χαρτί γραφική παράσταση της Φωτεινότητας (E) σε συνάρτηση με την απόσταση r.

   Επιβεβαιώνεται η πρόβλεψή σας από το πείραμα;……..

7. Υπολογίστε και συμπληρώστε την τελευταία στήλη του πίνακα τιμών ($\frac{1}{r^2}$).

8. Με βάση τη σχέση (2) τι μορφή περιμένετε να έχει η γραφική παράταση της Φωτεινότητας (E) σε συνάρτηση με το μέγεθος $\frac{1}{r^2}$;

   ……..

9. Κατασκευάστε σε χιλιοστομετρικό χαρτί γραφική παράσταση της Φωτεινότητας (E) σε συνάρτηση με το μέγεθος, $\frac{1}{r^2}$.

   Επιβεβαιώνεται η πρόβλεψή σας από το πείραμα;……..

Πίνακας τιμών

r (m)	E (Lux)	E_0 (Lux)	E' (Lux)	$\frac{1}{r^2}$ (m^{-2})