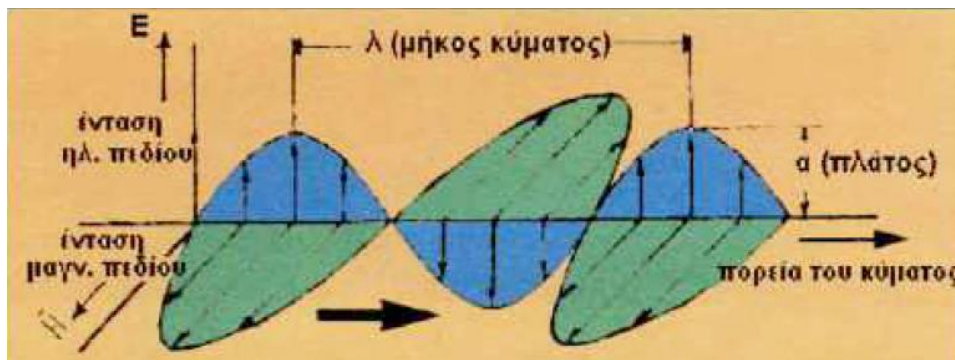


ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α' - ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ

1.1) Η φύση του φωτός

Ένα σώμα όταν εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, δημιουργεί γύρω του 2 μεταβαλλόμενα πεδία: α) το ηλεκτρικό και β) το μαγνητικό



Το είδος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που διεγείρει το ανθρώπινο μάτι ονομάζεται φως.

Το μήκος κύματος του φωτός μετρείται σε Angstrom ($1 \text{ Angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$) ή σε nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) και εκπέμπει στα 3800 – 7800 Angstrom ή αλλιώς 380 – 780 nm.

Μια ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει δυαδική φύση: κυματική και σωματιδιακή. Το φως δηλαδή είναι και κύμα και ενέργεια.

Ταχύτητα του φωτός στο κενό (και κατά προσέγγιση στον αέρα): $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ή αλλιώς $c = 300.000 \text{ km/s}$. Η ταχύτητα διάδοσης κάθε ακτινοβολίας εξαρτάται από το υλικό μέσα

από το οποίο διαδίδεται και υπολογίζεται ως εξής: $c = \frac{\lambda \cdot f}{n}$ όπου

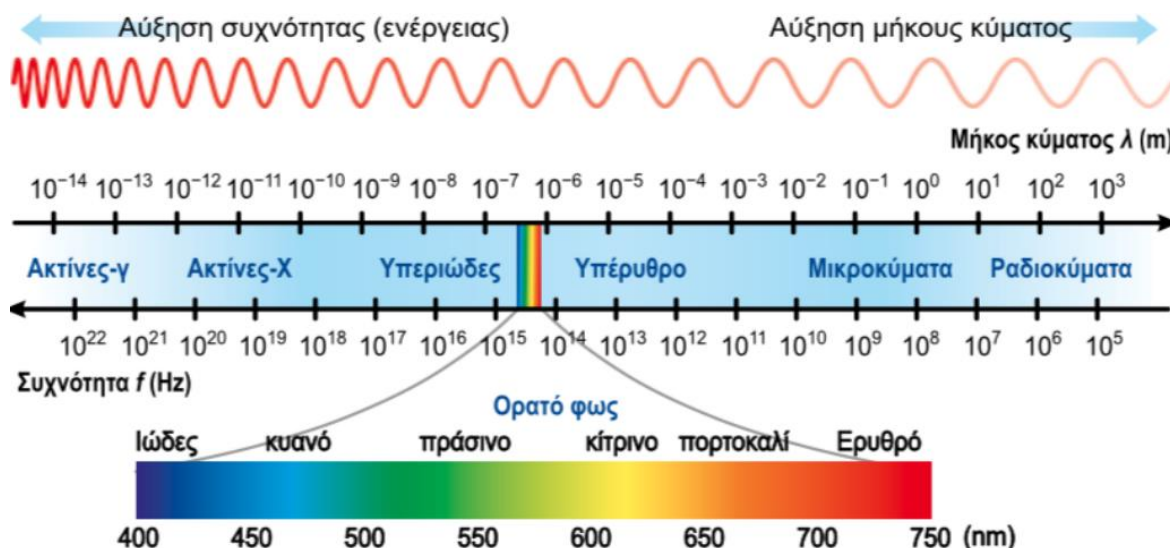
c : η ταχύτητα σε m/s

f : η συχνότητα ακτινοβολίας σε Hz

λ : το μήκος κύματος ακτινοβολίας σε m

n : ο συντελεστής διάθλασης υλικού

Το σύνολο των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, συνιστά το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα:



Υπάρχουν μονοχρωματικές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες αλλά και σύνθετες.

Χρώμα	Μήκος κύματος
Μωβ	380 – 450 nm
Μπλε	450 – 490 nm
Πράσινο	490 – 550 nm
Κίτρινο	550 – 590 nm
Πορτοκαλί	590 – 640 nm
Κόκκινο	640 – 780 nm

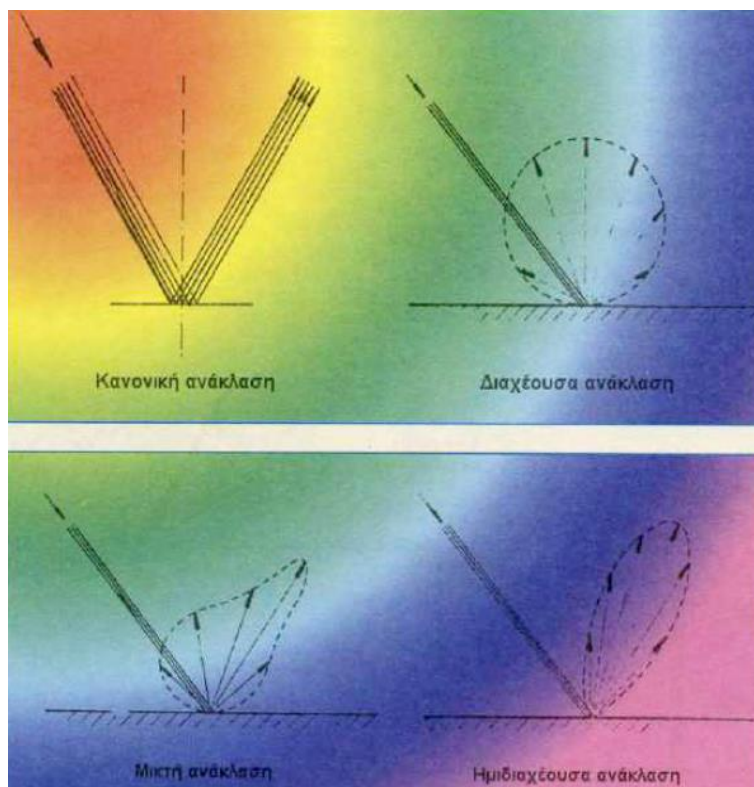
1.2) Φωτεινή δέσμη

Από μια φωτεινή πηγή (πχ από έναν λαμπτήρα) εκπέμπονται στοιχειώδη σωματίδια που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια εκπέμπονται προσανατολισμένα σε μια ευθεία που ονομάζεται φωτεινή ακτίνα. Πολλές φωτεινές ακτίνες από την ίδια πηγή συνθέτουν τη συνολική φωτεινή της δέσμη.

1.3) Φωτεινή πηγή

Οι φωτεινές πηγές μπορεί να είναι αυτόφωτες (πχ μια λάμπα, ο ήλιος) ή ετερόφωτες (πχ φωτιζόμενες επιφάνειες όπως ένα γραφείο, το φεγγάρι κτλ). Οι ετερόφωτες πηγές διακρίνονται σε διαφανή σώματα, αδιαφανή σώματα και ημιδιαφανή σώματα.

1.4) Ανάκλαση του φωτός



Όταν η επιφάνεια πρόσπτωσης του φωτός είναι λεία, έχουμε κανονική ανάκλαση. Όταν είναι τραχιά έχουμε ανώμαλη ανάκλαση (ή αλλιώς διάχυση).

Στην κανονική ανάκλαση ισχύουν 2 νόμοι:

1^{ος} Νόμος → η προσπίπτουσα ακτίνα και η ανακλώμενη βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο πρόσπτωσης.

2^{ος} Νόμος → η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.

Φωτεινή ροή (Φ) ονομάζεται ο ρυθμός με τον οποίο μια φωτεινή πηγή εκπέμπει φωτεινή ενέργεια και μετριέται σε lumen (lm). Όταν υφίστανται φαινόμενα ανάκλασης του φωτός, η προσπίπτουσα φωτεινή ροή (δηλαδή η εκπεμπόμενη) συμβολίζεται κανονικά με Φ, ενώ η φωτεινή ροή που ανακλάται στο περιβάλλον από κάποιο υλικό συμβολίζεται με Φ_ρ.

Συντελεστής ανάκλασης ρ ονομάζεται το ποσοστό της φωτεινής ροής που ανακλάται στο περιβάλλον σε σχέση με τη φωτεινή ροή που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή και υπολογίζεται ως εξής: $\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi}$ (καθαρός αριθμός).

Αν ρ = 1 έχουμε τέλεια ανάκλαση. Συνεπώς περιμένουμε γενικά στα διάφορα υλικά ρ < 1.

Διακρίνονται 3 είδη υλικών:

1. Λευκά με ρ > 0,75
2. Γκρίζα με 0,05 < ρ < 0,75
3. Μελανά με ρ < 0,05

Σχόλιο: Για αυτό λέμε ότι το καλοκαίρι πρέπει να φοράμε ανοιχτόχρωμα ρούχα ώστε να ανακλώνται σε μεγαλύτερο ποσοστό οι ηλιακές ακτίνες

1.5) Απορρόφηση του φωτός

Το φως κατά το πέρασμά του στο κενό δεν υφίσταται καμία μεταβολή. Όταν όμως διαπερνά υλικά σώματα, ένα μέρος του απορροφάται από αυτά.

Όταν θέλουμε να δούμε το ποσοστό απορρόφησης της φωτεινής ροής, χρησιμοποιούμε τον ίδιο τύπο: $\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi}$ με Φ_ρ την απορροφούμενη ροή.

1.6) Φως και χρώμα

Η εντύπωση του χρώματος διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Στον προσδιορισμό του χρώματος ενός αντικειμένου συντελούν 2 παράγοντες:

- Οι ανακλαστικές ιδιότητες του υλικού.
- Η χρωματική απόδοση της φωτεινής πηγής → Ορίζεται από τον δείκτη χρωματικής απόδοσης Ra (συγκρίνει την πιστότητα με την οποία το φως μιας πηγής αποδίδει τα χρώματα σε σχέση με άλλες πρότυπες πηγές).

Το λευκό (σύνθετο χρώμα) προκύπτει από την πρόσθεση των βασικών χρωμάτων (κόκκινο, πράσινο, μπλε).

1.7) Θερμοκρασία και χρώμα

Σε μια φωτεινή πηγή πχ ένας λαμπτήρας, υπάρχει σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας της και της εντύπωσης του χρώματος του φωτός που εκπέμπει. Γενικά έχουμε:

Λαμπτήρες με θερμοκρασία < 3.300 K = θερμοί λαμπτήρες

Λαμπτήρες με θερμοκρασία μέχρι 5.000 = λευκοί λαμπτήρες

Λαμπτήρες με θερμοκρασία > 5.000 K = ψυχροί λαμπτήρες

2.3) Ένταση φωτεινής πηγής

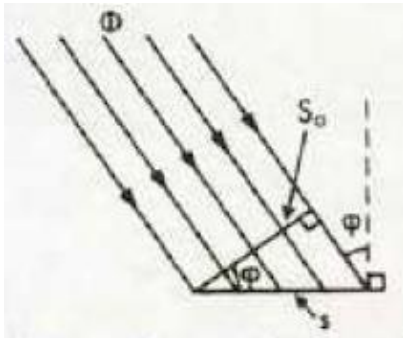
Φωτεινή ένταση I είναι η ποσότητα της φωτεινής ισχύος που εκπέμπεται από μια σημειακή πηγή, εντός μιας συγκεκριμένης γωνίας ω . Είναι ουσιαστικά ένα μέτρο της φωτεινότητας ή της ισχύος μιας πηγής φωτός προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Η φωτεινή ένταση υπολογίζεται ως εξής: $I = \frac{\Phi}{\omega}$ και μετριέται σε καντέλες (cd).

2.4) Φωτισμός επιφάνειας

Ένα σώμα εμβαδού S που δεν είναι αυτόφωτο, θεωρούμε ότι φωτίζεται όταν πάνω του προσπίπτει φωτεινή ροή Φ . Το μέγεθος που καθορίζει κατά πόσο το σώμα αυτό είναι ορατό λόγω του φωτισμού του ονομάζεται φωτισμός επιφάνειας, συμβολίζεται με E και μετριέται σε lux.

Όταν η πρόσπτωση γίνεται κάθετα έχουμε: $E = \frac{\Phi}{S}$



Όταν η πρόσπτωση γίνεται υπό γωνία ϕ έχουμε:

$$E\phi = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Phi}{\frac{S_0}{\sin\phi}} = \frac{\Phi}{S_0} \sin\phi$$

2.5) Νόμοι της φωτομετρίας

Νόμος του συνημιτόνου: Ο φωτισμός E που προκαλεί μια σημειακή φωτεινή πηγή σ' ένα σημείο μιας επιφάνειας είναι ανάλογος με την ένταση I της φωτεινής πηγής, ανάλογος με το συνημίτονο της γωνίας ϕ με την οποία προσπίπτουν οι ακτίνες στη στοιχειώδη επιφάνεια και αντιστρόφως ανάλογος με το τετράγωνο της απόστασης R της πηγής από το φωτιζόμενο σημείο. Μαθηματικά αυτό εκφράζεται ως εξής: $E = \frac{I \cdot \sin\phi}{R^2}$ (lux)

2.6) Λαμπρότητα

Είναι βασικό μέγεθος της φωτοτεχνίας γιατί προκαλεί στο ανθρώπινο μάτι το αίσθημα της φωτεινότητας των διαφόρων αντικειμένων. Τα διάφορα αντικείμενα διακρίνονται από τη λαμπρότητα με την οποία ακτινοβολούν το φως προς την κατεύθυνση του παρατηρητή.

Η λαμπρότητα συμβολίζεται με L και μετριέται σε Nit.

Για κάθετη παρατήρηση έχουμε: $L = \frac{I}{S}$

Για παρατήρηση υπό γωνία ϕ έχουμε: $L\phi = \frac{I\phi}{S \cdot \sin\phi}$ (νόμος του Lambert)

Υψηλές τιμές λαμπρότητας προκαλούν το ανεπιθύμητο φαινόμενο της θάμβωσης.

2.7) Φωτιστική απόδοση λαμπτήρων

Οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες μετατρέπουν μόνο ένα ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτεινή ενέργεια. Το ποσό της φωτεινής ροής Φ που αποδίδεται από κάποιον λαμπτήρα για κάθε Watt καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος P καλείται απόδοση α του λαμπτήρα, μετριέται σε lm/W και υπολογίζεται ως εξής: $\alpha = \frac{\Phi}{P}$

2.8) Τυπολόγιο φωτομετρίας

Μέγεθος	Τύπος	Μονάδες μέτρησης
Φωτεινή ροή	$\Phi = \frac{Q}{t}$	Lumen (lm)
Συντελεστής ανάκλασης και συντελεστής απορρόφησης	$\rho = \frac{\Phi_{\rho}}{\Phi}$	Καθαρός αριθμός
Ένταση φωτεινής πηγής	$I = \frac{\Phi}{\omega}$	Candela (cd)
Φωτισμός επιφάνειας για κάθετη πρόσπτωση	$E = \frac{\Phi}{S}$	Lux
Φωτισμός επιφάνειας για πρόσπτωση υπό γωνία	$E_{\varphi} = \frac{\Phi}{S_o} \sin \varphi$	Lux
Φωτισμός επιφάνειας εκφρασμένος με το νόμο του συνημιτόνου	$E = \frac{I \cdot \sin \varphi}{R^2}$	Lux
Λαμπρότητα επιφάνειας για κάθετη παρατήρηση	$L = \frac{I}{S}$	Nit
Λαμπρότητα επιφάνειας για παρατήρηση υπό γωνία	$L_{\varphi} = \frac{I_{\varphi}}{S \cdot \sin \varphi}$	Nit
Φωτιστική απόδοση λαμπτήρα	$\alpha = \frac{\Phi}{P}$	Lumen/Watt (lm/W)

3.1) Κριτήρια επιλογής λαμπτήρων

1. Φωτοτεχνικά κριτήρια

- Θερμοκρασία χρώματος (T_c) $T_c < 3.300 \text{ K}$ = θερμή εντύπωση
 T_c μέχρι 5.000 = ουδέτερη λευκή εντύπωση
 $T_c > 5.000 \text{ K}$ = ψυχρή εντύπωση
- Δείκτης χρωματικής απόδοσης (R_a) $\rightarrow$ Προσδιορίζει το βαθμό πιστότητας στην απόδοση των χρωμάτων σε σχέση με την απόδοσή τους.
90 έως 100 = εξαιρετική απόδοση
80 έως 90 = καλή απόδοση χρωμάτων
50 έως 80 = κακή απόδοση χρωμάτων

2. Οικονομοτεχνικά κριτήρια

- Απόδοση λαμπτήρα (α)
- Χρόνος ζωής (h)

3. Τεχνικά κριτήρια

- Θέση λειτουργίας (μοίρες)
- Συνθήκες λειτουργίας ή θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}\text{C}$)
- Τάση λειτουργίας (V)
- Διαστάσεις
- Κάλυκας – λυχνιολαβή

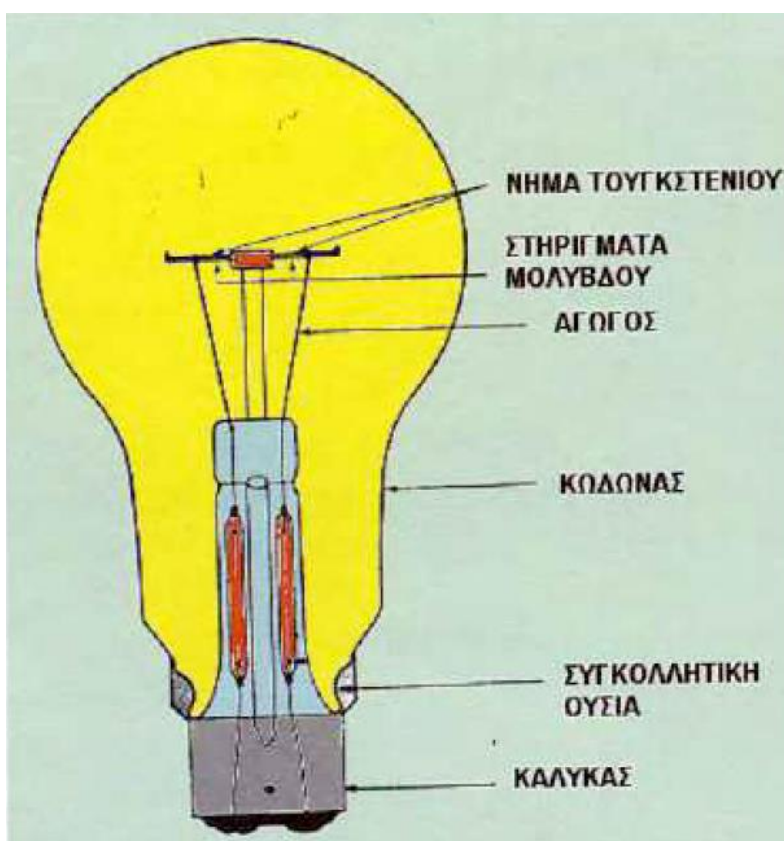
4. Οικολογικά – Περιβαλλοντικά κριτήρια

- Περιεκτικότητα πιθανών βλαβερών ουσιών για το περιβάλλον
- Εξοικονόμηση καταναλισκόμενης ενέργειας (ένδειξη ENERGY EFFICIENCY LABEL, κατηγορίες A, B, C, D, E, F, G)

Ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής της φωτεινής ακτινοβολίας διακρίνονται 2 είδη λαμπτήρων: πυράκτωσης και εκκένωσης.

3.2.1) Κατασκευαστικά μέρη λαμπτήρα πυράκτωσης

1. Το νήμα – 2. Τα στηρίγματα του νήματος – 3. Ο κώδωνας – 4. Το αέριο – 5. Ο κάλυκας (βιδωτός ή μπαγιονέτ)



3.3.1.7) Σύγκριση λαμπτήρων φθορισμού με τους λαμπτήρες πυράκτωσης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
1. Έχουν πολλαπλάσια φωτιστική απόδοση (lm/W) και υπερδιπλάσιο χρόνο ζωής (2500 ώρες λειτουργίας). Αυτό σημαίνει οικονομική λειτουργία. 2. Κατά τη λειτουργία τους, δεν αναπτύσσονται μεγάλες θερμοκρασίες, χαρακτηριστικό που τους καθιστά κατάλληλους για το φωτισμό τροφίμων, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος αλλοίωσης τους. 3. Η ποικιλία και η ένταση του φωτισμού των λαμπτήρων φθορισμού, επιτρέπει τη χρήση τους σε πλήθος εφαρμογών στο χώρο της φωτεινής διακόσμησης. 4. Οι λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν μικρή λαμπρότητα, με αποτέλεσμα τον περιορισμό στο ελάχιστο του ανεπιθύμητου φαινομένου της θάμβωσης. Αυτό συμβαίνει γιατί το εκπεμπόμενο από αυτούς φως εκπέμπεται από μεγάλη επιφάνεια.	1. Για τη λειτουργία τους, οι λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν την τοποθέτηση τους σε κατάλληλα φωτιστικά σώματα. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μεγάλη αρχική δαπάνη εγκατάστασης. 2. Επειδή κατά τη λειτουργία τους δημιουργούνται ηλεκτρικά παράσιτα, απαιτείται η χρήση ειδικής διάταξης απόσβεσης των παρασίτων αυτών. 3. Για την απρόσκοπτη λειτουργία τους, απαιτείται η κατάλληλη ηλεκτρολογική συνδεσμολογία διαφόρων εξαρτημάτων (ντουί, ballast, starter), καθώς και ο σωστός συνδυασμός τους. 4. Αν δε γίνει η κατάλληλη επιλογή λαμπτήρα με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, όπως για παράδειγμα το είδος του χώρου εργασίας, τότε ο φωτισμός θα υστερεί, κυρίως στην απόδοση των χρωμάτων.