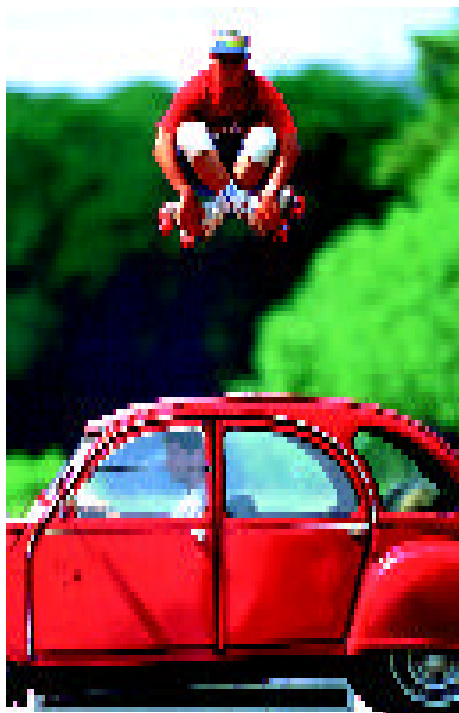
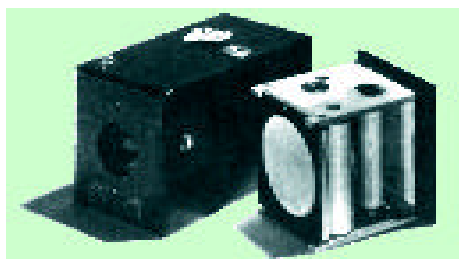


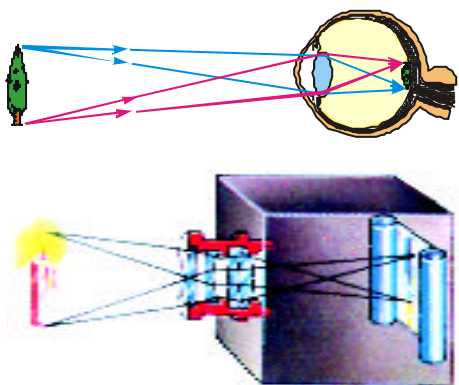
4.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ



4-25 Τέτοιο άλμα δε γίνεται κάθε μέρα.



4-26 Η πρώτη φωτογραφική μηχανή της Kodak.



4-27 Η δημιουργία ειδώλου στον αμφιβληστροειδή χιτώνα και στο φιλμ γίνεται με παρόμοιο τρόπο.

Η καταγραφή, μέσω του γραπτού λόγου, των πιο σημαντικών γεγονότων σε κάθε πολιτισμό φαίνεται ότι δεν ικανοποίησε ποτέ τον άνθρωπο. Η «καταγραφή», με τη βοήθεια των εικόνων, αυτών των γεγονότων αλλά και των σημαντικών προσωπικών ή οικογενειακών στιγμών ήταν κάτι που πολύ το επιθυμούσε. Πίστευε αυτό που καθένας από μας σήμερα γνωρίζει, ότι δηλαδή **«μία εικόνα ισodυναμεί με χίλιες λέξεις»**.

Αυτή η επιθυμία του πήρε «σάρκα και οστά» στα μέσα του 19ου αιώνα, όταν για πρώτη φορά μπόρεσε να αποτυπώσει στο χαρτί εικόνες της καθημερινής του ζωής. Όμως η πραγματική επανάσταση έγινε το 1888, όταν η Kodak κυκλοφόρησε στο εμπόριο την πρώτη φωτογραφική μηχανή (σχήμα 4-26), που επέτρεπε σε οποιονδήποτε άνθρωπο να τραβά εύκολα και γρήγορα φωτογραφίες.

Από τότε και μέχρι σήμερα αμέτρητος αριθμός φωτογραφικών μηχανών έχει κατασκευαστεί. Η εξέλιξη των φωτογραφικών μηχανών και η εφαρμογή σ' αυτές των ανακαλύψεων της ηλεκτρονικής τις έχει καταστήσει πολύπλοκες στην κατασκευή αλλά πανεύκολες στη χρήση. Η αρχή λειτουργίας όμως των σύγχρονων φωτογραφικών μηχανών και αυτών που κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά παραμένει ίδια.

Η φωτογραφία είναι μια διαδικασία δημιουργίας ειδώλου πάνω σε ένα φιλμ με επικάλυψη από φωτοευαίσθητα υλικά. Η όλη διαδικασία στηρίζεται στους κανόνες της γεωμετρικής οπτικής. Η φωτεινή ενέργεια που φτάνει στο φιλμ προκαλεί χημικές αντιδράσεις με αποτέλεσμα την αποτύπωση της εικόνας σ' αυτό.

Η όλη διαδικασία μοιάζει με την αποτύπωση μιας εικόνας στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού μας (σχήμα 4-27). Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε ότι οι φωτογραφικές μηχανές είναι (μηχανικά) αντίγραφα του ματιού. Το ρόλο του βολβού παίζει ο σκοτεινός θάλαμος, το ρόλο του αμφιβληστροειδούς το φιλμ, το ρόλο της ίριδας το διάφραγμα και το ρόλο του φακού του ματιού ένα σύστημα φακών.

Πώς είναι

Η φωτογραφική μηχανή είναι ένα κουτί αδιαπέραστο στο φως (σκοτεινός θάλαμος), που έχει όλα εκείνα τα οπτικά και μηχανικά συστήματα για την εύκολη λήψη φωτογραφιών.

Τα *οπτικά* συστήματα που φέρει μια σύγχρονη φωτογραφική μηχανή είναι:

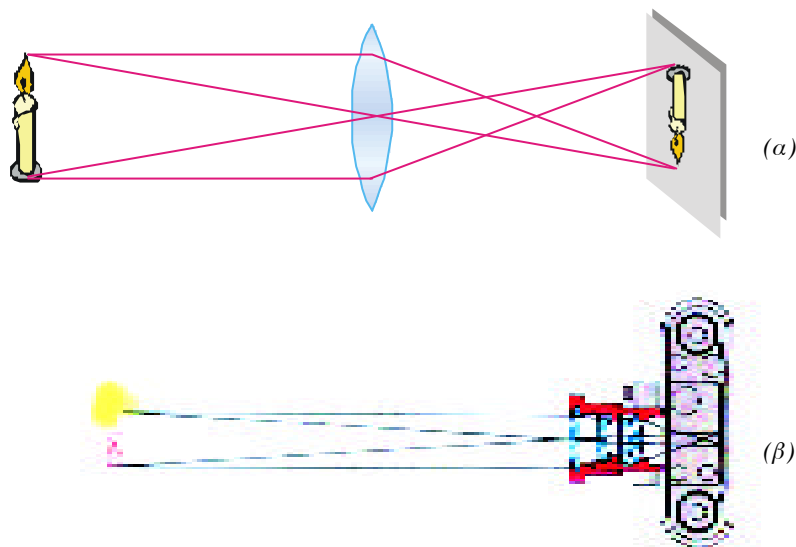
- ο φακός,
- το σύστημα σκόπευσης - εστίασης και
- το φωτόμετρο.

Τα *βασιικά μηχανικά* συστήματα είναι:

- το κλείστρο και
- ο μηχανισμός μετακίνησης του φιλμ.

Τα οπτικά συστήματα

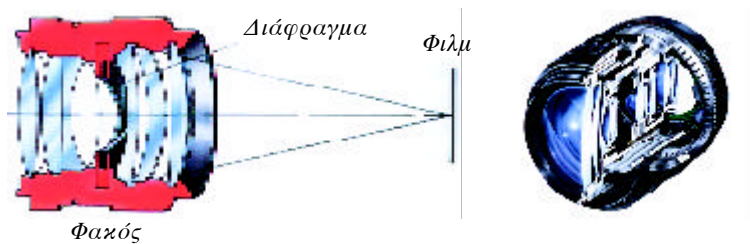
Ο φακός. Είναι ένα σύστημα φακών (σύνθετος φακός), η απόσταση του οποίου από το φιλμ μεταβάλλεται. Έτσι είναι δυνατή η εστίαση των ειδώλων διάφορων αντικειμένων πάνω στο φιλμ. Το όλο σύστημα συμπεριφέρεται ως ένας συγκλίνων φακός κι έτσι στο φιλμ σχηματίζεται είδωλο μικρότερο του αντικειμένου και αναποδογυρισμένο. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται: (α) η πορεία των ακτίνων από το αντικείμενο μέσα από ένα συγκλίνοντα φακό και η δημιουργία του ειδώλου πάνω σε ένα πέτασμα και (β) η πορεία των ακτίνων σε μια φωτογραφική μηχανή.



Μεταξύ των στοιχείων του φακού υπάρχει πάντα ένα σύστημα αλληλοεπικαλυπτόμενων μεταλλικών ελασμάτων, που είναι διαταγμένα έτσι, ώστε να δημιουργούν μεταξύ τους ένα κυκλικό άνοιγμα (οπή) μεταβλητής διαμέτρου (σχήμα 4-28). Το σύστημα αυτό ονομάζεται **διάφραγμα** ή κεντρικός φωτοφράχτης και ρυθμίζει τη φωτεινότητα του ειδώλου (όπως και η ίριδα του ματιού).



4-28 Το διάφραγμα και η ίριδα. Όταν έχουμε πολύ φωτισμό, το άνοιγμα είναι μικρό και, όταν έχουμε λίγο φωτισμό, το άνοιγμα είναι μεγάλο.



4-29 Το σύστημα «φακός» της φωτογραφικής μηχανής περιέχει το διάφραγμα στο εσωτερικό του.

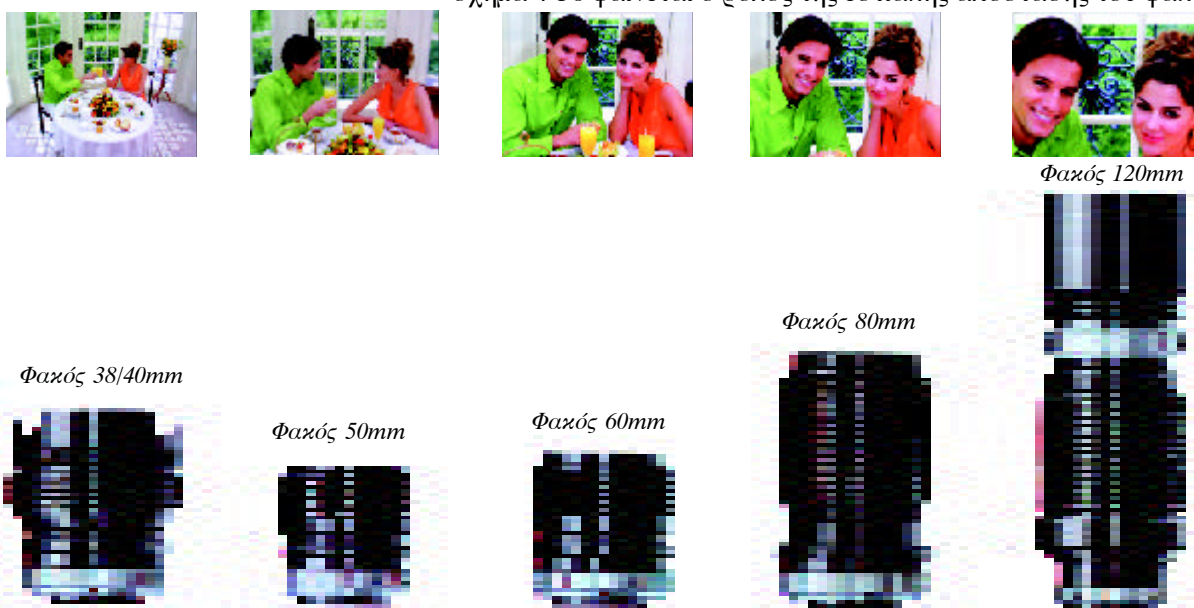
Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σαφήνεια και την καθαρότητα του ειδώλου (και επομένως της φωτογραφίας) είναι η **εστιακή απόσταση του φακού** και το **άνοιγμα του φακού**, δηλαδή η **διάμετρος της οπής του διαφράγματος**.

Γενικά το είδωλο είναι ανάλογο του τετραγώνου της εστιακής απόστασης του φακού. Έτσι μια φωτογραφική μηχανή με «εκατοστάρη» φακό, δηλαδή φακό εστιακής απόστασης $f=100\text{mm}$, δημιουργεί είδωλο τέσσερις φορές μεγαλύτερο του ειδώλου που σχη-

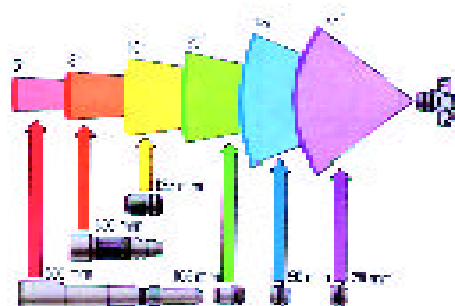
ματίζει φακός με $f=50\text{mm}$.

Φωτογραφίζοντας το ίδιο αντικείμενο με έναν «πενηντάρη» και έναν «εκατοστάρη» φακό, τότε, αν με τον «πενηντάρη» αποτυπώνεται ολόκληρο το αντικείμενο στο φιλμ, με τον «εκατοστάρη» θα αποτυπωθεί το 1/4 του αντικειμένου. Επομένως με φακούς μεγάλης εστιακής απόστασης μπορούμε να φωτογραφίσουμε τμήματα του αντικειμένου.

Για την αποτύπωση όλου του αντικειμένου στο φιλμ πρέπει: (α) ή να μετακινηθεί ο φωτογράφος, αν η μηχανή διαθέτει ένα μόνο φακό, (β) ή να αλλάξει φακό, (γ) ή να αλλάξει την εστιακή απόσταση του φακού, εφόσον η μηχανή έχει τη δυνατότητα αυτή. Στο σχήμα 4-30 φαίνεται ο ρόλος της εστιακής απόστασης του φακού.



4-30 Το ίδιο θέμα έχει φωτογραφηθεί με πέντε διαφορετικούς φακούς από την ίδια απόσταση.



4-31 Φακοί διάφορων εστιακών αποστάσεων σε αντιστοιχία με το οπτικό πεδίο που καλύπτουν.

Η διάμετρος της οπής του διαφράγματος ονομάζεται **ενεργό διάφραγμα d** και ο λόγος της εστιακής απόστασης του φακού προς το ενεργό διάφραγμα ονομάζεται **εστιακός λόγος E** .

Δηλαδή: $\text{εστιακός λόγος} = \text{εστιακή απόσταση φακού} / \text{ενεργό διάφραγμα}$ ή $E = f/d$.

Πάνω στους φακούς είναι χαραγμένη μια κλίμακα με αριθμούς, όπως π.χ. 19 - 11 - 8 - 5,6 - 4 - 2,8 - 2 - 1,4. Αυτές είναι οι τιμές του εστιακού λόγου του φακού. Η μετάβαση από μία τιμή του εστιακού λόγου στην αμέσως μικρότερη συνεπάγεται και διπλασιασμό του φωτισμού του φιλμ.

Πάνω σε κάθε φακό αναγράφονται η εστιακή του απόσταση (π.χ. 50mm), καθώς και η μέγιστη διάμετρος του (π.χ. $f/2,8$), που αποτελούν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματά του. Στις φωτογραφικές μηχανές στις οποίες υπάρχει δυνατότητα αλλαγής των φακών αυτοί χαρακτηρίζονται ως: **Κανονικοί φακοί**: Καλύπτουν οπτικό πεδίο 52° περίπου. **Ευρυγώνιοι**: Με εστιακή απόσταση μικρότερη των κανονικών, καλύπτουν οπτικό πεδίο μεγαλύτερο των 52° . **Τηλεφακοί**: Με εστιακή απόσταση μεγαλύτερη των κανονικών, καλύπτουν οπτικό πεδίο μικρότερο των 52° . **Zoom**: Με μεταβλητή εστιακή απόσταση, χρησιμοποιούνται για φωτογράφιση αντικειμένων από μικρές αποστάσεις. **Macro**: Για φωτογραφίες από πάρα πολύ μικρή απόσταση.

Συστήματα σκόπευσης - εστίασης

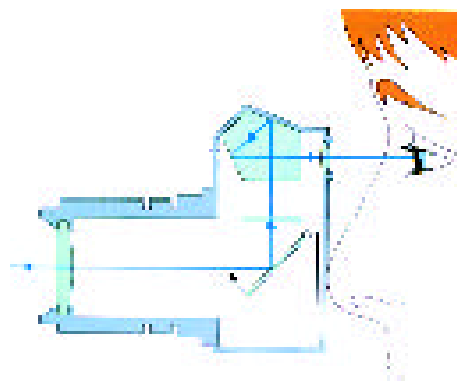
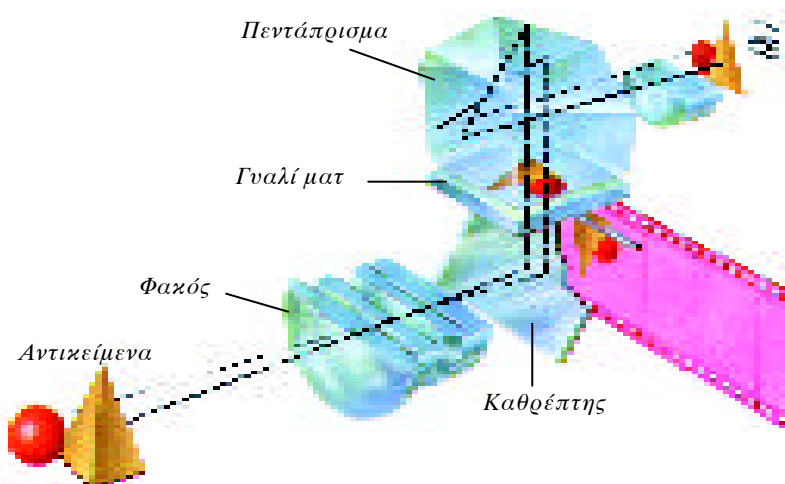
Υπάρχουν τρία βασικά είδη σκοπεύτρου:

α. Τα άμεσης όρασης, που αποτελούνται από έναν απλό σωλήνα τοποθετημένο στο πάνω μέρος ή στο πλάι του κιβωτίου της μηχανής. Με αυτό το είδος σκοπεύτρου έχουμε μια κατά προσέγγιση άποψη του αντικειμένου που φωτογραφίζουμε και το πρόβλημα αυτό γίνεται εντονότερο για πολύ κοντινές φωτογραφίες. Επίσης στις μηχανές που χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα σκόπευσης ποτέ δε γνωρίζουμε αν η εστίαση είναι σωστή ή ακόμη αν τα δάχτυλά μας είναι μπροστά στο φακό. Γι' αυτό το λόγο οι σύγχρονες φωτογραφικές μηχανές χρησιμοποιούν τα παρακάτω δύο συστήματα σκόπευσης - εστίασης.

β. Το ανακλαστικό σύστημα. Η εστίαση και η σκόπευση με αυτό το σύστημα γίνεται μέσω του φακού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός καθρέπτη που είναι τοποθετημένος μεταξύ φακού και φιλμ. Το επίπεδο του καθρέπτη σχηματίζει γωνία 45° με τον άξονα του φακού. Ο καθρέπτης εκτρέπει τις ακτίνες προς τα πάνω κατά 90° . Το είδωλο αποτυπώνεται σε ένα γυαλί ματ ή σε μια έδρα πρίσματος (πενταπρίσματος) εκτροπής 90° .



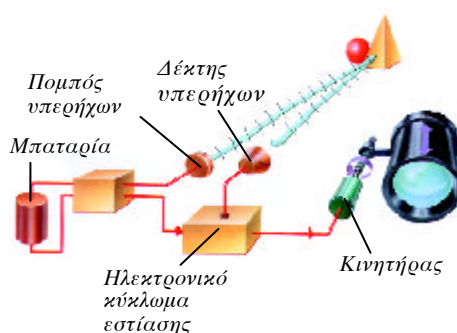
4-32 Φωτογραφική μηχανή με σύστημα άμεσης όρασης.



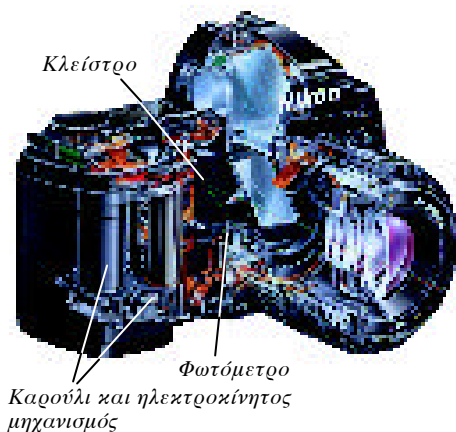
4-33 Η πορεία των ακτίνων σε φωτογραφική μηχανή με ανακλαστικό σύστημα σκόπευσης.

Οι αποστάσεις φακού - κατόπτρου - γυαλιού ματ και φακού - φιλμ είναι ίσες, οπότε το είδωλο που σχηματίζεται στο γυαλί ματ ή στο πρίσμα είναι αυτό που θα σχηματιστεί στο φιλμ. Η σκόπευση - εστίαση γίνεται είτε παρατηρώντας άμεσα το γυαλί ματ είτε μέσω του συστήματος πρίσματος - μεγεθυντικού φακού, όπως στο σχήμα 4-33. Όταν πατηθεί το κουμπί για λήψη φωτογραφίας, ο καθρέπτης παραμερίζεται από τη θέση του και επανέρχεται σ' αυτή μετά την έκθεση του φιλμ στο φως.

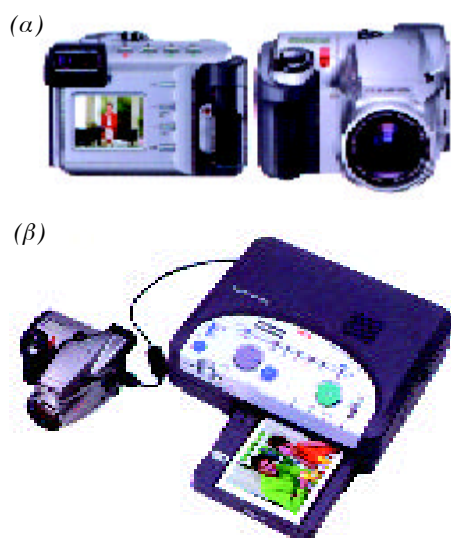
γ. Το τηλεμετρικό σύστημα. Η εστίαση με αυτό το σύστημα επιτυγχάνεται, όταν τα δύο είδωλα του αντικειμένου που δίνει το τηλεμετρο συμπίσουν. Αυτό γίνεται με τη μετακίνηση του φακού με το χέρι ή αυτοματοποιημένα με χρήση υπερήχων (σχήμα 4-34) ή αυτοματοποιημένα με χρήση υπέρυθρων ακτίνων.



4-34 Τηλεμετρικό αντόματο σύστημα σκόπευσης με χρήση υπερήχων.



4-35 Τομή σύγχρονης φωτογραφικής μηχανής με ανακλαστικό σύστημα και ενσωματωμένο φωτόμετρο. Οι μηχανές με ανακλαστικό σύστημα ονομάζονται τύπου Reflex.



4-36 (α) Ψηφιακή μηχανή 1999 και (β) σύστημα εκτύπωσης.

Το φωτόμετρο

Είναι μια διάταξη μέσω της οποίας καθορίζεται αυτόματα ο χρόνος έκθεσης του φιλμ στο φως. Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες φωτόμετρων: τα φωτόμετρα που μετρούν το φως μέσω του φακού (τα πιο διαδεδομένα) και τα φωτόμετρα εκτός φακού, που μετρούν το μέσο φωτισμό.

Ο αισθητήρας του φωτόμετρου είναι φωτοστοιχείο, φωτοαντίσταση ή φωτοδίοδος. Η έκθεση του φιλμ στο φως ονομάζεται **φωτογραφική έκθεση** (ϵ) και ορίζεται ως το γινόμενο του μέσου φωτισμού (B) του φιλμ επί το χρόνο (t) έκθεσης στο φως. Δηλαδή: $\text{φωτογραφική έκθεση} = (\text{μέσος φωτισμός}) \times (\text{χρόνος έκθεσης})$ ή $\epsilon = Bt$. Ο χρόνος έκθεσης για κάθε φιλμ καθορίζεται από την ευαισθησία του φιλμ και είναι σταθερός.

Τα μηχανικά συστήματα

(i) **Το κλείστρο ή εστιακός φωτοφράχτης.** Βρίσκεται ακριβώς μπροστά από το φιλμ. Αποτελείται από δύο μικρές «κουρτίνες», στερεωμένες σε καρούλια στα άκρα της πύλης πίσω από την οποία υπάρχει το φιλμ. Οι «κουρτίνες» είναι φτιαγμένες από υλικό αδιαπέραστο στο φως. Τυλίγονται και ξετυλίγονται με ελατήρια. Κατά τη διάρκεια της εστίασης η μία «κουρτίνα» σκεπάζει την πύλη, ενώ η άλλη είναι τυλιγμένη («οπλισμένη» φωτογραφική μηχανή).

Όταν πατηθεί το κουμπί για λήψη φωτογραφίας, ελευθερώνεται το κλείστρο, η «κουρτίνα» που καλύπτει την πύλη τυλίγεται γρήγορα στο καρούλι της και το φιλμ εκτίθεται στο φως. Μετά από προκαθορισμένο χρόνο η δεύτερη «κουρτίνα» ξετυλίγεται, καλύπτοντας την πύλη και διακόπτοντας την έκθεση του φιλμ στο φως.

Η καθιερωμένη κλίμακα έκθεσης του φιλμ στο φως είναι 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 125, 250, 500, 1000. Οι αριθμοί αυτοί είναι παρονομαστές κλασμάτων του δευτερόλεπτου. Έτσι, όταν τοποθετήσουμε το διακόπτη έκθεσης του φιλμ (αν τον διαθέτει η μηχανή μας) στην ένδειξη 250, τότε ο χρόνος έκθεσης του φιλμ θα είναι ίσος με $1/250s$. Επίσης η μετάβαση από έναν αριθμό (π.χ. 250) στον αμέσως μικρότερο (125) συνεπάγεται και διπλασιασμό του χρόνου έκθεσης του φιλμ στο φως. Όταν το κλείστρο επιτρέπει το μέγιστο φωτισμό του φιλμ, κλείνει ένας διακόπτης με τον οποίο ενεργοποιείται το φλας, που μας επιτρέπει τη φωτογράφιση ακόμη και στο σκοτάδι.

(ii) **Ο μηχανισμός μετακίνησης του φιλμ** είναι χειροκίνητος ή ηλεκτροκίνητος. Αποτελείται από ένα καρούλι, που βρίσκεται μέσα σε ένα φωτοστεγανό κουτί, και από ένα μοχλό ή ένα μοτέρ. Με τη βοήθεια του μοτέρ προωθείται το φιλμ πίσω από την πύλη. Η προώθηση του φιλμ συνοδεύεται και από την επαναφορά του κλείστρου σε κατάσταση λήψης φωτογραφίας («οπλισμός»). Μετά τη λήψη όλων των φωτογραφιών που μας επιτρέπει το φιλμ, το επαναφέρουμε στο φωτοστεγανό κυλινδρικό κουτί του με το μηχανισμό μετακίνησής του.

Δεν πρέπει να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι στις ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές δεν υπάρχει φιλμ και η «πληροφορία - φωτογραφία» καταγράφεται στο μαγνητικό δίσκο της μηχανής, από όπου και «διαβάζεται» με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Στη συνέχεια, αφού υποστεί την επεξεργασία που επιθυμούμε, τυπώνεται.

4.4 ΦΩΤΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι ανάγκες της ανθρωπότητας για ενέργεια συνεχώς αυξάνουν. Όμως οι κύριοι φυσικοί πόροι ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και το κάρβουνο, μειώνονται και σύντομα θα εξαντληθούν. Επίσης η μόλυνση που προκαλείται στο περιβάλλον από τη χρήση τους είναι μεγάλη. Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας, όπως γίνεται μέχρι σήμερα, εγκυμονεί πολλούς κινδύνους και μολύνει ανεπανόρθωτα το περιβάλλον. Για τους παραπάνω λόγους η έρευνα στράφηκε στις ανεξάντλητες πηγές ενέργειας. Μία από αυτές τις πηγές είναι ο Ήλιος.

Η κατασκευή διατάξεων μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική είναι πολύ μεγάλης σημασίας για την επίλυση του μελλοντικού ενεργειακού προβλήματος. Έτσι οι ερευνητές κατασκευάζουν τέτοιες διατάξεις, τα **φωτοστοιχεία**.

Τι είναι

Τα φωτοστοιχεία ή φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι διατάξεις μετατροπής της ηλιακής - φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική (σε ποσοστό μέχρι 20%). Η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή το φαινόμενο κατά το οποίο, όταν πέφτει φως πάνω σε ορισμένα υλικά, τότε στα άκρα τους αναπτύσσεται τάση.

Στα φωτοστοιχεία γίνεται χρήση της ικανότητας των ημιαγωγών να επιτρέπουν τη μετακίνηση των ηλεκτρονίων προς μία κατεύθυνση.

Τα πρώτα φωτοστοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν σε πρακτικές εφαρμογές είχαν κατασκευαστεί από σελήνιο και οξείδια του χαλκού. Στη συνέχεια, και με την ανάπτυξη της τεχνολογίας στην επεξεργασία του πυριτίου, κατασκευάστηκαν φωτοστοιχεία από πυρίτιο, κυρίως για διαστημικές εφαρμογές.

Η προσπάθεια για μείωση του κόστους οδήγησε στην κατασκευή φθηνών φωτοστοιχείων πυριτίου. Η απόδοση όμως αυτών και η διάρκεια ζωής τους είναι μικρή. Τέτοια φωτοστοιχεία χρησιμοποιούνται σήμερα ως κύρια ή βοηθητική πηγή ενέργειας σε μικρές ηλεκτρονικές συσκευές, όπως λόγω χάρη στις φορητές αριθμομηχανές (κομπιουτεράκια).

Επίσης κατασκευάστηκαν φωτοστοιχεία μεγαλύτερης απόδοσης και διάρκειας ζωής από διάφορα υλικά.

Πώς είναι

Ένα από τα πρώτα φωτοστοιχεία που κατασκευάστηκαν αποτελείται από μεταλλικό δίσκο πάνω στον οποίο υπάρχει λεπτή επίστρωση ημιαγωγικού υλικού, π.χ. σεληνίου (Se). Η επίστρωση είναι τόσο λεπτή, ώστε να είναι διαπερατή από το φως.

Ένα φωτοστοιχείο πυριτίου έχει δύο στρώσεις πυριτίου, η καθεμία από τις οποίες έχει κάποια πρόσμειξη. Λόγου χάρη, η πρώτη στρώση έχει πρόσμειξη φωσφόρου (P) και είναι πολύ λεπτή, ενώ η άλλη στρώση είναι παχύτερη και έχει πρόσμειξη βαρίου (Ba).



4-37 Το τηλεσκόπιο Χαμπλ, το «ανθρώπινο μάτι» στο διάστημα. Διακρίνονται τα δύο μεγάλα φωτοβολταϊκά τόξα που το τροφοδοτούν με ενέργεια.



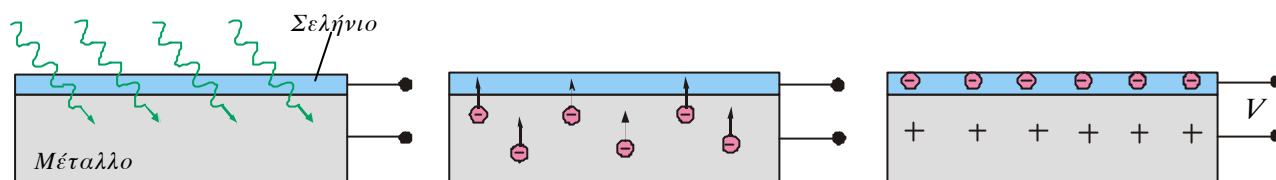
4-38 Αριθμομηχανή που λειτουργεί με φωτοστοιχεία.

Οι δύο στρώσεις είναι συσκευασμένες μέσα σε στεγανό πλαίσιο, ώστε να προστατεύονται από τη σκόνη, την υγρασία κτλ.

Η εξωτερική επιφάνεια του λεπτού στρώματος εκτίθεται στο ηλιακό φως. Για το λόγο αυτό η επιφάνεια του υλικού που την καλύπτει είναι αντανάκλαστική, για να μην ανακλάται το φως.

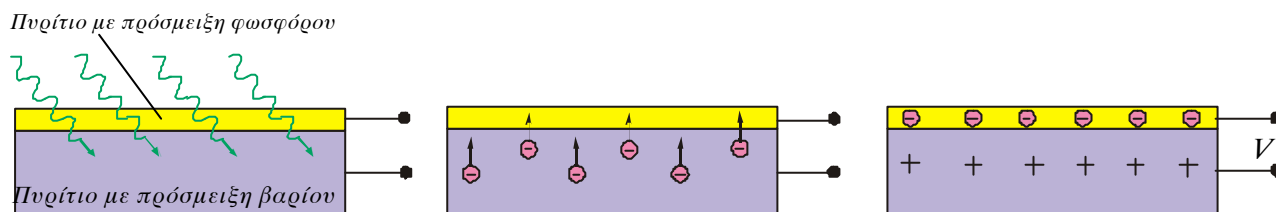
Πώς λειτουργούν

Φωτίζοντας ένα φωτοστοιχείο μετάλλου - ημιαγωγού, τα φωτόνια περνούν από το ημιαγωγικό υλικό και φτάνουν στο μέταλλο. Από το μέταλλο αποσπώνται ηλεκτρόνια και διεισδύουν στο ημιαγωγικό στρώμα. Έτσι το ημιαγωγικό υλικό φορτίζεται αρνητικά, ενώ ο μεταλλικός δίσκος θετικά. Μεταξύ του αρνητικού στρώματος και του θετικού μεταλλικού δίσκου εμφανίζεται τάση.



4-39 Σχηματική παράσταση της δημιουργίας τάσης στα άκρα ενός φωτοστοιχείου μετάλλου - σεληνίου (Se).

Στα φωτοστοιχεία πυριτίου, όταν το φως προσπίπτει στην επιφάνειά τους, τα απορροφώμενα φωτόνια προκαλούν την εμφάνιση τάσης μεταξύ των δύο στρώσεων με παρόμοιο τρόπο. Η τάση μεταξύ των δύο στρώσεων κυμαίνεται από 0,5 έως περίπου 1 Volt, ανάλογα με την ένταση του προσπίπτοντος φωτός.



4-40 Σχηματική παράσταση της δημιουργίας τάσης στα άκρα ενός φωτοστοιχείου πυριτίου (Si).

Συνδέοντας τη διάταξη με εξωτερικό κύκλωμα, αυτό διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, το φωτόρρευμα, που αυξάνεται σχεδόν γραμμικά με την ένταση του φωτός.

Επειδή η μέγιστη ισχύς ($P=VI$) των φωτοστοιχείων είναι μικρή, για να δημιουργήσουμε μια πρακτικά χρήσιμη φωτοβολταϊκή γεννήτρια, συνδέουμε πολλά φωτοστοιχεία σε σειρά, παράλληλα ή μεικτά, ώστε τελικά η τάση και το ολικό ρεύμα να καλύπτουν τις εκάστοτε απαιτήσεις.

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες ονομάζονται και φωτοβολταϊκές συστοιχίες. Στις εικόνες 4-41, 4-42 παρατηρούμε τέτοιες συστοιχίες που τροφοδοτούν έναν τηλεφωνικό θάλαμο και ένα μύλο σε λούνα παρκ.

Εφαρμογές

Η χρήση των φωτοβολταϊκών συστοιχιών πάνω στη Γη είναι μικρή και συνήθως περιορίζεται στην επαναφόρτιση συσσωρευτών που τροφοδοτούν σηματοδότες σιδηροδρόμων, φάρους, τηλεφωνικές γραμμές κτλ. Βέβαια υπάρχουν και μεγάλες συστοιχίες, που τροφοδοτούν εγκαταστάσεις άντλησης νερού και ύδρευσης, επιστημονικά εργαστήρια, κίνηση πρότυπων αυτοκινήτων και αεροσκαφών κτλ. Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας αυτών είναι ακόμα πολύ μεγάλο, για να συναγωνιστούν τις συμβατικές πηγές ενέργειας (πετρελαίου, πυρηνικής ενέργειας κτλ.).

Η συνεχής μείωση του κόστους και η βελτίωση της τεχνολογίας κατασκευής τους ίσως βοηθήσει την ανθρωπότητα στην άντληση ενέργειας μόνο από τον Ήλιο με διάφορες τεχνικές μεθόδους.

Φανταστείτε την ηλιακή ενέργεια να συλλέγεται από τεράστιες φωτοβολταϊκές συστοιχίες, που θα είναι τοποθετημένες σε δορυφόρους, και να στέλνεται με μορφή ραδιοκυμάτων σε ειδικούς σταθμούς στη Γη. Έτσι η ανθρωπότητα θα εξασφαλίσει την απαιτούμενη ενέργεια από τον Ήλιο και τα οικολογικά προβλήματα (π.χ. φαινόμενο θερμοκηπίου, τρύπα του όζοντος κτλ.), που δημιουργούν οι ρυπογόνες βιομηχανίες, θα λυθούν.

Επίσης τα φωτοστοιχεία χρησιμοποιούνται στις κινηματογραφικές μηχανές προβολής για την παραγωγή ήχου. Όταν προβάλλεται μια κινηματογραφική ταινία, μια λεπτή δέσμη φωτός προσπίπτει κοντά στην άκρη του φιλμ. Στην περιοχή αυτή του φιλμ υπάρχει μια αλληλουχία διαφανών σχημάτων. Πίσω από το φιλμ υπάρχει ένα φωτοκύτταρο. Με το πέρασμα του φιλμ στη μηχανή προβολής τα διαφανή αυτά σχήματα διαφοροποιούν το ποσό του φωτός που προσπίπτει στο φωτοκύτταρο. Έτσι αντιστοιχίζεται το φωτόρρευμα. Στη συνέχεια άλλες συσκευές μετατρέπουν αυτές τις αντιστοιχίες του ρεύματος σε ήχο.



4-41 Τηλεφωνικός θάλαμος τροφοδοτείται με φωτοβολταϊκή συστοιχία.



4-42 Ο μύλος του λούνα παρκ λειτουργεί με ρεύμα που προέρχεται από φωτοβολταϊκή συστοιχία.



4-43 Εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον Ήλιο με χρήση φωτοβολταϊκών συστοιχιών.

4.5 LASER

Τι είναι

Τα lasers είναι διατάξεις παραγωγής (οπτικών) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τη μέθοδο της «εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας».

Η λέξη laser (λείζερ) προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» που στα ελληνικά σημαίνει «ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας». Όπως γίνεται λοιπόν αντιληπτό, το laser είναι ένας ενισχυτής φωτός.

Ιστορικά αναφέρουμε ότι ο Albert Einstein είχε αποδείξει τη δυνατότητα ύπαρξης της «εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας» από το 1917.

Το 1958 υποδείχθηκε η αρχή λειτουργίας του laser από τους C.H. Towns (Τάουνς) και A.L. Schawlow (Σάλουου). Το 1960 κατασκευάστηκε από τον T.H. Maiman (Μέιμαν) το πρώτο laser ρουμπινιού (ρουβιδίου).

Τι είναι η «εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας»

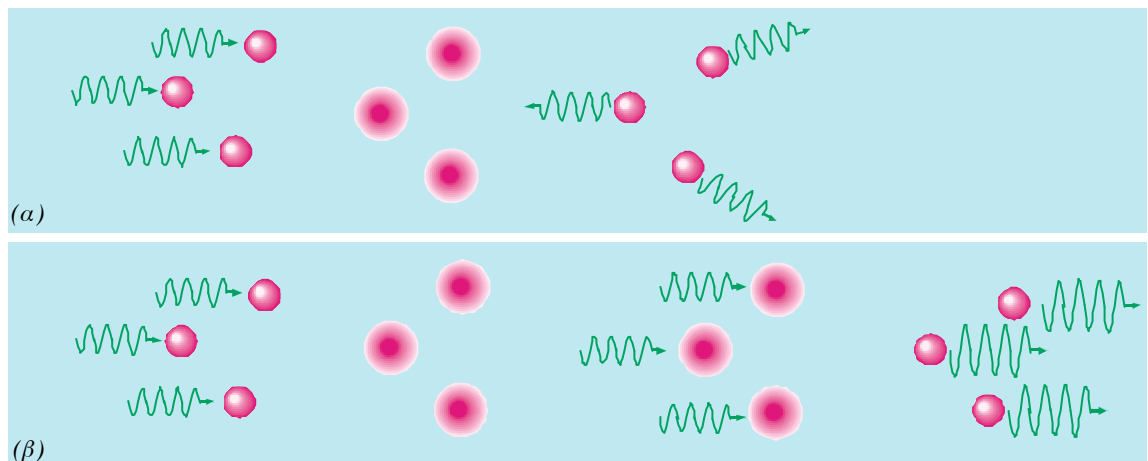
Όπως είδαμε στους λαμπτήρες, στο πυρακτωμένο νήμα βολφραμίου τα ενεργειακά άλματα (αποδιεγέρσεις) των ατόμων γίνονται με τυχαίο τρόπο και σε τυχαίες χρονικές στιγμές. Αυτού του τύπου η αποδιέγερση και εκπομπή ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται ως αυθόρμητη (σχήμα 4-44α).

Για να προκληθεί εξαναγκασμένη αποδιέγερση και εκπομπή ακτινοβολίας, πρέπει ένα διεγερμένο άτομο να «φωτιστεί» από φωτόνιο ενέργειας ίσης με την ενεργειακή διαφορά δύο ενεργειακών σταθμών. Τότε εκπέμπεται από το άτομο ένα φωτόνιο πανομοιότυπο με αυτό που του προκάλεσε την αποδιέγερση. Το φωτόνιο που προκάλεσε την αποδιέγερση και αυτό που εκπέμφθηκε κατά την αποδιέγερση προστίθενται και δημιουργούν κατά την έξοδό τους ακτινοβολία διπλάσιας έντασης από εκείνη που χρησιμοποιήθηκε για τη διεγερση (σχήμα 4-44β). Έτσι έχουμε ενίσχυση της ακτινοβολίας.

4-44 Αλληλεπίδραση ατόμων - ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

(α) Διέγερση και αυθόρμητη εκπομπή.

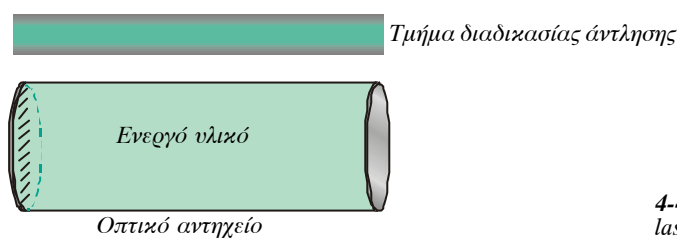
(β) Διέγερση και εξαναγκασμένη εκπομπή.



Πώς είναι

Υπάρχουν πολλοί τύποι laser. Ο κάθε τύπος έχει δικά του χαρακτηριστικά και κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν ορισμένες βασικές αρχές στη λειτουργία τους, κοινές για όλους τους τύπους. Τα τμήματα που μπορούμε να διακρίνουμε σε μία διάταξη laser είναι:

- το ενεργό υλικό,
- το οπτικό αντηχείο ή κοιλότητα συντονισμού και
- το τμήμα διαδικασίας άντλησης.



4-45 Σχηματική παράσταση μιας διάταξης laser.

Πώς λειτουργούν

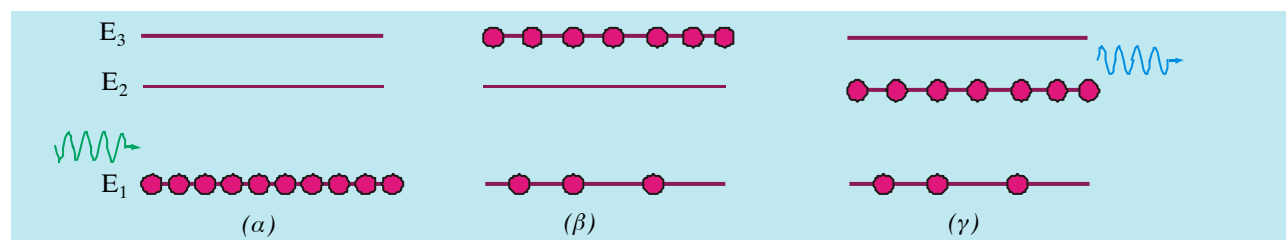
Με τη βοήθεια της διάταξης laser ρουβιδίου θα προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας οποιασδήποτε διάταξης laser και το ρόλο κάθε τμήματός της.

Το ενεργό υλικό σ' αυτό τον τύπο laser είναι το ρουβίδιο (ρουμπίνι), δηλαδή το τριοξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3) με προσμείξεις χρωμίου. Οι ενεργειακές στάθμες του ρουβιδίου που προσφέρονται για την παραγωγή ακτίνων lasers είναι τρεις.

Σε συνηθισμένες συνθήκες τα περισσότερα άτομα βρίσκονται στη θεμελιώδη στάθμη (E_1). Φωτίζοντας το ρουμπίνι με πράσινο φως, τα ιόντα του διεγείρονται και ανέρχονται στη στάθμη E_3 . Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **άντληση** (σχήμα 4-46α, β). Στη στάθμη E_3 παραμένουν απειροελάχιστο χρόνο και μεταπίπτουν αυθόρμητα στην E_2 , που είναι στάθμη χαμηλότερης ενέργειας. Η διάρκεια παραμονής τους στην E_2 είναι πολύ μεγαλύτερη από ό,τι στην E_3 . Τέλος επιστρέφουν στη θεμελιώδη E_1 .

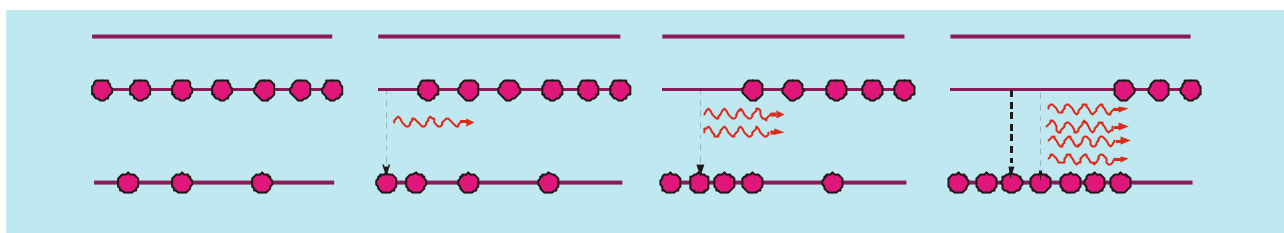
Η μεγάλη σχετικά διάρκεια παραμονής των ατόμων στην E_2 έχει ως αποτέλεσμα να βρίσκονται στην ενεργειακή αυτή κατάσταση περισσότερα άτομα από ό,τι στη θεμελιώδη. Η κατάσταση αυτή είναι αντίθετη από τη φυσιολογική, λέγεται **αντιστροφή πληθυσμών** (σχήμα 4-46γ) και συντηρείται με την αδιάκοπη άντληση από τη στάθμη E_0 στη στάθμη E_2 .

4-46 (α), (β) Διαδικασία άντλησης και (γ) αντιστροφή πληθυσμών.



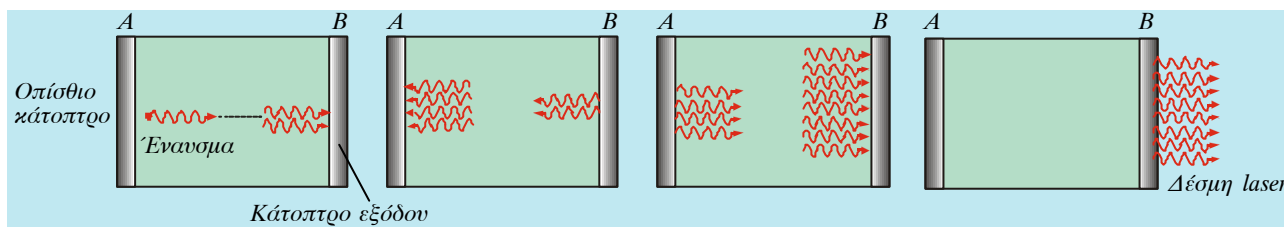
Όταν ένα άτομο μεταπίπτει από τη στάθμη E_2 στην E_1 , εκπέμπει φωτόνιο συχνότητας $f=(E_2-E_1)/h$. Το φωτόνιο αυτό στην πορεία του συγκρούεται με ένα άλλο άτομο, που βρίσκεται στη στάθμη E_2 . Το άτομο αυτό με τη σειρά του εκπέμπει ένα πανομοιότυπο φωτόνιο και μεταπίπτει στη θεμελιώδη στάθμη E_1 . Τα δύο φωτόνια τώρα συγκρούονται με άλλα δύο άτομα, οπότε εκπέμπονται νέα φωτόνια κ.ο.κ.

Η διαδικασία λοιπόν αποδιέγερσης από τη στάθμη E_2 στη στάθμη E_1 μοιάζει με χιονοστιβάδα και η ενέργεια που χάνουν τα άτομα μεταφέρεται από το εκπεμπόμενο φως. Από τις ακτίνες αυτού του φωτός άλλες ακολουθούν πορεία κατά μήκος της ράβδου ρουβιδίου και άλλες όχι, βγαίνοντας τελικά από τη ράβδο.



4-47 Σχηματική παράσταση εξαναγκασμένης αποδιέγερσης και δημιουργίας φωτός laser.

Η ράβδος ρουβιδίου τοποθετείται μεταξύ δύο επίπεδων κατόπτρων, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-48. Η επιλογή των επίπεδων κατόπτρων είναι τέτοια, ώστε το οπίσθιο (Α) να αντανακλά όλα τα φωτόνια, ενώ το εμπρόσθιο (Β) (κάτοπτρο εξόδου) να είναι ημιπερατό και να επιτρέπει την έξοδο ενός ποσοστού φωτονίων. Το σύστημα των δύο αυτών κατόπτρων ονομάζεται **οπτικό αντηχείο**.



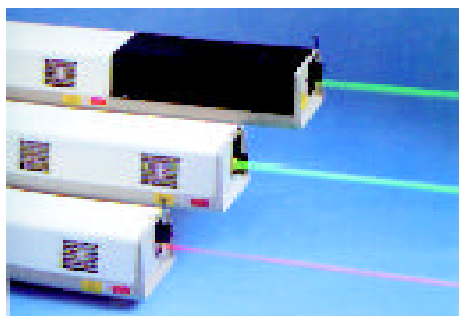
4-48 Σχηματική παράσταση της διαδικασίας παραγωγής φωτός laser.

Οι ακτίνες που ακολουθούν πορεία κατά μήκος της ράβδου, φτάνοντας στο κάτοπτρο Β, ανακλώνται και γυρίζουν πίσω. Στο δρόμο τους αποδιεγείρουν και άλλα άτομα και η δέσμη τους γίνεται πιο ισχυρή. Φτάνοντας στο κάτοπτρο Α ανακλώνται και, ακολουθώντας πορεία προς το κάτοπτρο Β, αποδιεγείρουν στο δρόμο τους πολλαπλάσια άτομα. Έτσι η ισχύς της δέσμης μεγαλώνει τόσο, ώστε ένα μέρος της καταφέρει να διαπεράσει το ημιδιαφανές κάτοπτρο (Β). Η δέσμη του φωτός που εξέρχεται από το κάτοπτρο (Β) είναι το **φως laser** (σχήμα 4-48).

Χαρακτηριστικά του φωτός laser

Το φως laser που εκπέμπεται έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά, που το διαφοροποιούν από το φως άλλων φωτεινών πηγών:

- **Κατευθυντικότητα.** Η δέσμη φωτός είναι πολύ λεπτή και μένει παράλληλη, ακόμα και αν ταξιδέψει μεγάλες αποστάσεις, όπως από τη Γη στη Σελήνη.



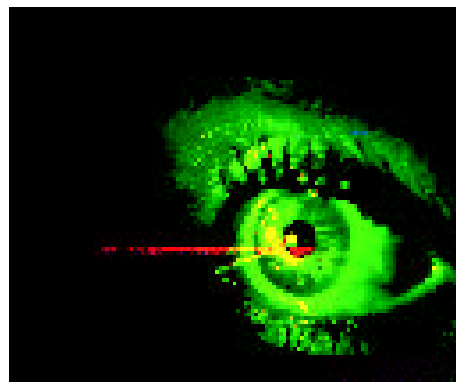
4-49 Εργαστηριακά «κανόνια» lasers με διαφορετικά χρώματα.

- **Μονοχρωματικότητα.** Το φως που εκπέμπεται από μία πηγή laser έχει μια συγκεκριμένη συχνότητα (χρώμα).
- **Λαμπρότητα.** Η δέσμη laser συγκεντρώνει μεγάλη οπτική ισχύ και, επειδή είναι πολύ λεπτή, είναι χιλιάδες φορές λαμπρότερη από τον Ήλιο. Γι' αυτό το λόγο δεν πρέπει να κατευθύνεται η δέσμη στα μάτια.
- **Συμφωνία φάσης.** Το φωτόνιο που προκαλεί την αποδιέγερση αναδύεται μαζί με το φωτόνιο που εκπέμπεται. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις διαδοχικές αποδιεγέρσεις.
- **Εστίαση.** Επειδή έχει μεγάλη κατευθυντικότητα και είναι μονοχρωματική, μπορεί να εστιαστεί με κατάλληλους φακούς.

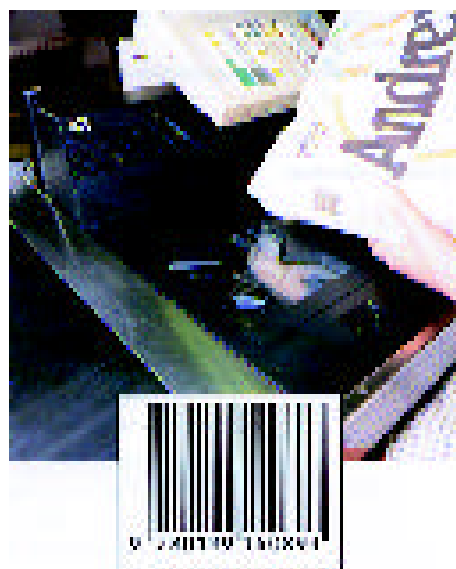
Εφαρμογές

Ο κατάλογος εφαρμογών των lasers είναι μεγάλος και εμπλουτίζεται με εντυπωσιακή ταχύτητα. Παρακάτω αναφέρονται μερικές από αυτές:

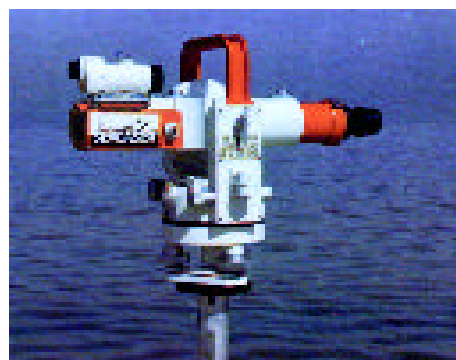
- **Μέτρηση αποστάσεων.** Με τη βοήθεια του laser μετράμε αποστάσεις πολύ μεγάλες (Γη - Σελήνη, διάμετρος Γης, μέγεθος ενός αστεριού) ή πολύ μικρές (μέγεθος ατόμου) κτλ.
- **Στη βιομηχανία.** Χρησιμοποιούνται ως εργαλεία κοπής και διάτρησης εξαιρετικής λεπτότητας για πολύ σκληρά υλικά, όπως ο χάλυβας και τα διαμάντια, αλλά και στη συγκόλληση.
- **Στην Ιατρική.** Οι γιατροί χρησιμοποιούν νυστέρια lasers στις «λεπτές» εγχειρήσεις (συγκόλληση αμφιβληστροειδούς, πλαστική χειρουργική κτλ.). Η λεπτή δέσμη laser παρέχει μεγάλη ακρίβεια στη χρήση και επιτρέπει αναίμακτες τομές. Επίσης χρησιμοποιούν το laser στα ενδοσκόπια, στη φωτοθεραπεία αλλά και για την απαλλαγή των δοντιών από την «πέτρα».
- **Στην πυρηνική σύντηξη.** Η μελλοντική κατασκευή των lasers σύντηξης, που θα προκαλέσουν την πυρηνική σύντηξη ελαφρών στοιχείων, όπως το δευτέριο και το τρίτιο (ισότοπα του υδρογόνου), θα απαλλάξει την ανθρωπότητα από τα πυρηνικά απόβλητα και τον κίνδυνο πυρηνικού ατυχήματος στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Στη στρατιωτική τεχνολογία.** Χρησιμοποιούνται για σκόπευση, καταστροφή στόχων, καθοδήγηση βλημάτων κτλ.
- **Στη μουσική και στην τηλεόραση.** Εγγράφουν και παίζουν μουσική (CD) και προγράμματα βίντεο.
- **Στις τηλεπικοινωνίες.** Η δέσμη laser παρουσιάζει μια ξεχωριστή ικανότητα να μεταφέρει μεγάλο πλήθος πληροφοριών.
- **Στην οπτική ολογραφία.** Με τη βοήθεια των lasers επιτυγχάνουμε τρισδιάστατη απεικόνιση αντικειμένων σε φωτοευαίσθητες επιφάνειες ειδικών φιλμς.



4-50 Εγχείρηση ματιού με τη βοήθεια νυστέριου laser.



4-51 Με τη βοήθεια lasers οι μηχανές των καταστημάτων «διαβάζουν» τις τιμές των εμπορευμάτων.



4-52 Συσσκευή μέτρησης αποστάσεων με ακτίνες lasers.

ΣΥΝΟΨΗ 4ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- ❑ Η φωτοβολία των φωτεινών πηγών οφείλεται στην αποδιέγερση ατόμων που έχουν διεγερθεί με διάφορους τρόπους.
- ❑ Οι λαμπτήρες αλογόνου είναι λαμπτήρες πυρακτώσεως με τη διαφορά ότι το γυάλινο περίβλημα είναι από χαλαζία και το εσωτερικό τους γεμίζεται όχι μόνο με αδρανές αέριο αλλά και με μικρή ποσότητα ατμών ιωδίου.
- ❑ Οι οπτικές ίνες είναι πολύ λεπτές, κυλινδρικές, από γυαλί ή πλαστικό μεγάλης καθαρότητας. Με τη βοήθεια αυτών μπορούμε να «οδηγήσουμε» το φως από μία ακίνητη πηγή σε οποιοδήποτε σημείο θέλουμε.
- ❑ Με τη βοήθεια καλωδίων οπτικών ινών, πολύ μικρότερου βάρους και διαμέτρου των αντίστοιχων του χαλκού, μπορούμε να μεταφέρουμε μεγάλο «όγκο» πληροφοριών χωρίς παράσιτα, συνακροάσεις και κίνδυνο υποκλοπών.
- ❑ Η φωτογραφική μηχανή είναι ένας σκοτεινός θάλαμος που έχει όλα εκείνα τα οπτικά και μηχανικά συστήματα για την εύκολη λήψη φωτογραφιών.
- ❑ Τα φωτοστοιχεία ή φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι διατάξεις μετατροπής της ηλιακής - φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική.
- ❑ Τα lasers είναι ενισχυτές φωτός και η λειτουργία τους βασίζεται στην εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας.

ΚΥΡΙΟΙ ΟΡΟΙ

- Λαμπτήρας πυρακτώσεως
- Λαμπτήρας φθορισμού
- Φθορισμός
- Οπτικές ίνες
- Ψηφιακή (digital) εκπομπή
- Φωτοστοιχεία
- Φωτοβολταϊκές γεννήτριες
- Laser
- Εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας
- Άντληση
- Αντιστροφή πληθυσμών

ΟΠΤΙΚΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ

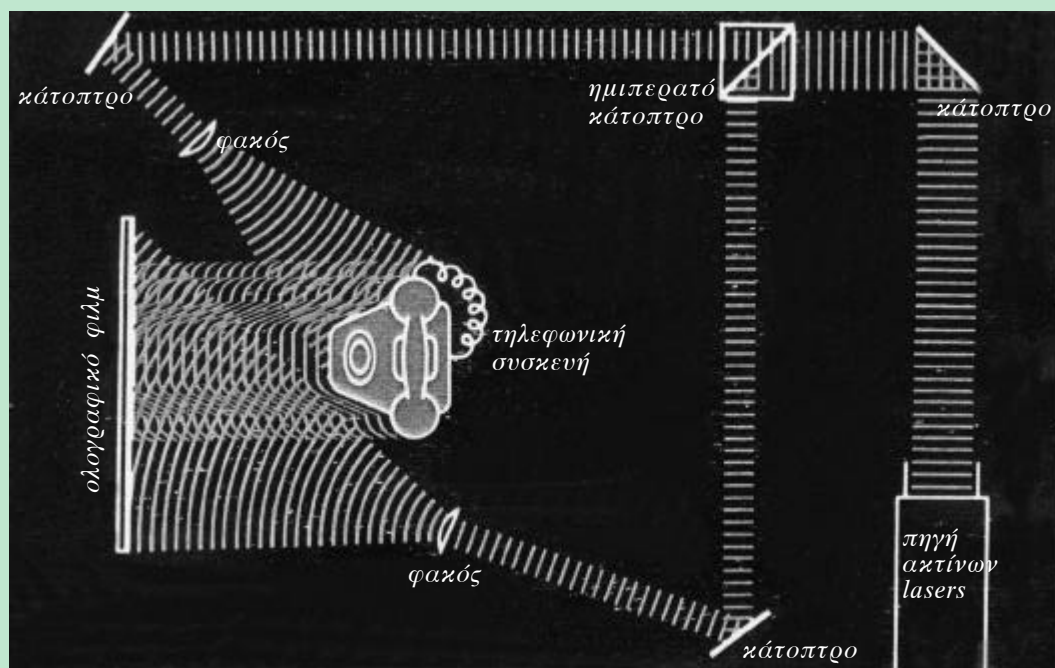
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οπτική ολογραφία είναι η τεχνική της τρισδιάστατης απεικόνισης αντικειμένων σε φωτοευαίσθητες επιφάνειες ειδικών φιλμ. Η τεχνική αυτή αξιοποιεί τα φαινόμενα της συμβολής και περίθλασης του φωτός. Ο Denis Gabor είναι αυτός που πρώτος, το 1947, επινόησε τη θεωρητική αρχή της μεθόδου, αν και η ουσιαστική ανάπτυξη της ολογραφίας πραγματοποιήθηκε τη δεκαετία του 1960, μετά το σχεδιασμό και την επιτυχή κατασκευή των πρώτων Lasers. Οι απεικονίσεις αυτές - που καλούνται ολογράμματα- έχουν ένα μοναδικό χαρακτηριστικό: παρουσιάζουν και τις τρεις διαστάσεις του αντικειμένου, ενώ ταυτόχρονα διαθέτουν το φαινόμενο της παράλλαξης. Αυτό σημαίνει ότι, καθώς ο παρατηρητής ενός ολογράμματος μετακινεί δεξιά - αριστερά το κεφάλι του, αλλάζοντας έτσι τη γωνία θέασης, βλέπει διαφορετικές όψεις του ίδιου αντικειμένου που ολογραφήθηκε. Η διαδικασία αυτή θυμίζει την αντίληψη που αποκτά ο προηγούμενος παρατηρητής σαν να έβλεπε «ζωντανό» το πραγματικό αντικείμενο μέσα από το άνοιγμα ενός «παράθυρου» με διαστάσεις αυτές του φιλμ. Η μοναδική αυτή ιδιότητα των ολογραμμάτων τα κάνει να θυμίζουν στερεοσκοπικές φωτογραφίες, αν και η αίσθηση της παρατήρησης ενός ολογράμματος είναι ασύγκριτα καλύτερη από αυτήν της στερεοσκοπικής φωτογραφίας.

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ - ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

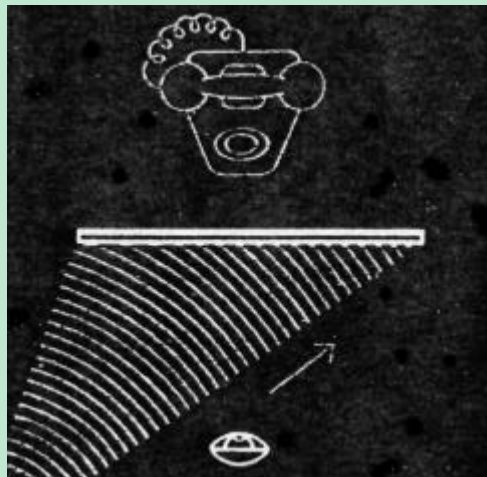
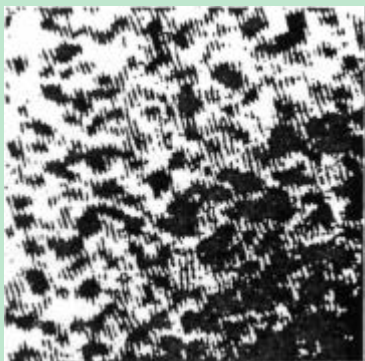
Η ολογραφία, αν και χρησιμοποιεί -όπως άλλωστε και η φωτογραφία- το ανακλώμενο από το αντικείμενο φως που προσπίπτει στο ολογραφικό φιλμ, εντούτοις είναι μια μέθοδος απεικόνισης ουσιαστικά διαφορετική από τη φωτογράφιση. Το ολογραφικό φιλμ καταγράφει όχι μόνο την κατανομή της έντασης του ανακλώμενου φωτός αλλά και την αντίστοιχη κατανομή της φάσης. Η επιπλέον αυτή δυνατότητα της διάκρισης των κυμάτων που έχουν διαφορετικές φάσεις προκύπτει από την εσκεμμένη παρουσία μιας αδιατάρακτης δέσμης «κυμάτων αναφοράς», που συμβάλλουν με τα ανακλώμενα κύματα στο επίπεδο του φιλμ. Έτσι σε μια διάταξη που παράγει ένα ολόγραμμα το αντικείμενο φωτίζεται από το σύμφωνο, μονοχρωματικό φως ενός Laser. Το αντικείμενο ανακλά το φως και μάλιστα τα δημιουργούμενα μέτωπα κύματος έχουν τη μορφή της εξωτερικής του επιφάνειας.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται διαγραμματικά η οπτική διάταξη που χρησιμοποιείται για τη λήψη ενός ολογράμματος αντικειμένου (τηλεφωνική συσκευή). Στη διάταξη αυτή φαίνονται καθαρά οι πορείες των δύο φωτεινών δεσμών του Laser, όπως επίσης και η περιοχή συνάντησης των μετώπων κύματος στην επιφάνεια του ολογραφικού φιλμ στο αριστερά κάτω άκρο του σχήματος.



Αυτά τα μέτωπα κύματος συμβάλλουν με τα αντίστοιχα της δέσμης αναφοράς και έτσι δημιουργείται στο φιλμ ένας σύνθετος σχηματισμός άσπρων και μαύρων λεπτών γραμμών, που ονομάζονται κροσσοί συμβολής και δε θυμίζουν σε τίποτα το αντικείμενο που ολογραφήθηκε. Στο διάγραμμα συμβολής

που αποτυπώθηκε στο φιλμ γίνεται χημική επεξεργασία και έτσι δημιουργείται αυτό που ονομάζεται διαπερατό ολογράμμα. Ο φωτισμός του διαπερατού ολογράμματος με τη δέση του προηγούμενου Laser δημιουργεί στο χώρο ένα πιστό είδωλο του αντικειμένου. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η φωτογραφία των κροσσών ενός διαπερατού ολογράμματος, όπως επίσης και το στιγμιότυπο όπου το διαπερατό αυτό ολογράμμα φωτίζεται και δημιουργεί στο χώρο το φανταστικό είδωλο του αντικειμένου που είχε ολογραφηθεί.



Εκτός όμως από τα διαπερατά ολογράμματα η ολογραφία έχει να επιδείξει και άλλους τύπους ολογράμμάτων, όπως τα ανακλαστικά, τα ολογράμματα ουράνιου τόξου και τα ολογράμματα κίνησης. Το μεγάλο προσόν των ανακλαστικών ολογράμμάτων είναι ότι αυτά γίνονται ορατά με το φωτισμό τους από τον Ήλιο ή από κοινή, συμβατική λάμπα ισχυρού φωτισμού. Δεν ισχύει δηλαδή ο περιορισμός ότι το φως κατά τη στιγμή της επαναδημιουργίας των μετώπων κύματος πρέπει να είναι το ίδιο ακριβώς με αυτό που φώτισε το αντικείμενο κατά τη στιγμή της δημιουργίας του ολογράμματος. Τα ολογράμματα ουράνιου τόξου είναι αυτά που στη θεώρησή τους παρουσιάζουν όλα σχεδόν τα χρώματα του ουράνιου τόξου ανάλογα με τη γωνία παρατήρησης. Οι πιστωτικές κάρτες, οι συσκευασίες μερικών τροφίμων, οι ταινίες γνησιότητας σε κασέτες ή CD είναι μερικές μόνο περιπτώσεις όπου τα ολογράμματα ουράνιου τόξου κάνουν αισθητή την παρουσία τους καθημερινά. Τέλος τα ολογράμματα κίνησης είναι αυτά που, πέρα από τον τρισδιάστατο χαρακτήρα ενός αντικειμένου, εμφανίζουν και την κίνηση που είχε το αντικείμενο κατά τη στιγμή της ολογράφησης. Βέβαια τα ολογράμματα της κατηγορίας αυτής προϋποθέτουν εργαστήρια με συσκευές Lasers ειδικού τύπου, όπως και οπτικές διατάξεις με αυξημένες απαιτήσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι κατηγορίες των ολογράμμάτων δεν εξαντλούνται σε αυτές που ήδη αναφέρθηκαν. Σχεδόν καθημερινά η επιστημονική κοινότητα ενημερώνεται για τις νέες εξελίξεις σε αυτό τον τομέα, που προέρχονται είτε από Lasers τελευταίας γενιάς είτε από ολογραφικά φιλμς καλύτερων προδιαγραφών ή ακόμη και από τη συνδυαστική δράση παράλληλων τεχνικών απεικόνισης, όπως αυτή της ολογραφίας με 3D γραφικά των ηλεκτρονικών υπολογιστών κ.ά.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η ολογραφία, ως μια τεχνική παραγωγής τρισδιάστατων εικόνων, δεν μπορεί προς το παρόν να αντιμετωπίσει την παραδοσιακή φωτογραφία λόγω του υψηλού της κόστους. Όμως αυτό που την κάνει ασύγκριτα πιο ενδιαφέρουσα είναι οι πολλά υποσχόμενες εφαρμογές της. Η συνοπτική ομαδοποίηση των εφαρμογών που ήδη χρησιμοποιούνται παγκόσμια με τη μέθοδο της ολογραφίας αποφέρει τις εξής πέντε, πολύ γενικές, κατευθύνσεις:

Ολογράμματα επιδείξεων: Πρόκειται για ολογράμματα συγκεκριμένων αντικειμένων, όπως για παράδειγμα μουσειακά είδη ή σπάνια, μοναδικά αντικείμενα μεγάλης αξίας. Η ολογράφησή τους μας δίνει την δυνατότητα της επαναληπτικής παρουσιάσής τους χωρίς τους κινδύνους που συνεπάγεται μια τέτοια διαδικασία. Ας φανταστούμε, για παράδειγμα, την ολογράφηση ενός μοναδικού αγάλματος (π.χ. της Ριέτι του Μικελάντζελο) και την αποστολή των συγκεκριμένων ολογραμμάτων σε άλλα μουσεία του κόσμου στα πλαίσια πολιτιστικών ανταλλαγών. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούν οι επισκέπτες μουσείων που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία της Γης να απολαμβάνουν την ίδια στιγμή μοναδικά αντικείμενα τέχνης με κάθε λεπτομέρεια και σε τρισδιάστατη απεικόνιση.

Ολογραφικά οπτικά στοιχεία: Με τη βοήθεια της ολογραφίας δημιουργούνται ολογραφικοί φακοί, κάτοπτρα για τις νέες «έξυπνες» οθόνες πολλαπλής ανάγνωσης (head up display). Πράγματι, οι πιλότοι σήμερα μπορούν να ενημερώνονται για την κατάσταση του αεροσκάφους γρήγορα και αξιόπιστα μέσω της παρατήρησης σε τέτοιες οθόνες, που απεικονίζουν κάθε στιγμή τα όργανα ελέγχου και λειτουργίας του αεροσκάφους.

Ολόγραμμα σαν πιστοποιητικό γνησιότητας: Η πιστή αντιγραφή ενός ολογράμματος είναι πρακτικά αδύνατη, έτσι ακόμη και σήμερα πιστωτικές κάρτες, διπλώματα οδήγησης αλλά και συσκευασίες φαρμάκων και τροφίμων διαθέτουν ολόγραμμα εξασφαλίζοντας έτσι τη γνησιότητά τους.

Ολογραφικός μη καταστροφικός έλεγχος: Πρόκειται για μια μέθοδο που μελετά την αντοχή των υλικών στις παραμορφώσεις, ελέγχει την ανομοιογένεια των σωμάτων, ενώ μπορεί να προβλέψει με απόλυτη ακρίβεια τα ευπαθή σημεία ενός υλικού ή μιας κατασκευής. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι όλες σχεδόν οι εταιρείες ελαστικών αυτοκινήτου, προτού κυκλοφορήσουν ένα καινούριο μοντέλο τους στην αγορά το ελέγχουν με τη βοήθεια της ολογραφικής συμβολομετρίας. Ο έλεγχος γίνεται σε κατάλληλα διαμορφωμένη ολογραφική τράπεζα, όπου το ελαστικό υφίσταται διπλή έκθεση από το μονοχρωματικό φως ενός Laser και έτσι δημιουργείται ένα διάγραμμα κροσσών συμβολής. Στο διάγραμμα αυτό ο τρόπος κατανομής των κροσσών και κυρίως η πυκνότητά τους σε διάφορες περιοχές του ελαστικού προσδιορίζουν τα πιθανά σημεία όπου το ελαστικό πρόκειται «να ανοίξει». Διαπιστώνει λοιπόν κανείς ότι με την ολογραφική συμβολομετρία γίνεται μια πρόγνωση στο μέλλον. Βέβαια, εάν ο κατασκευαστής φροντίσει τα ευπαθή σημεία του ελαστικού που προσδιορίστηκαν ολογραφικά, τότε θα έχει εξασφαλίσει μεγαλύτερο χρόνο ζωής για το προϊόν του. Παρόμοια αναφορά μπορεί κανείς να κάνει για την εφαρμογή της συγκεκριμένης ολογραφικής τεχνικής στη συντήρηση έργων τέχνης (π.χ. παλαιές εικόνες ή πίνακες ζωγραφικής), όπου η πυκνότητα των κροσσών σε περιοχές της επιφάνειας του έργου τέχνης προδίδουν τα σημεία που ο ειδικευμένος συντηρητής θα πρέπει πρώτα να φροντίσει, εάν θέλει να αποκαταστήσει τη βλάβη, η οποία μάλιστα δεν έχει κάνει ορατά τα σημάδια της παρουσίας της στην προς μελέτη επιφάνεια. Είναι κατανοητή η ωφελιμότητα ενός τέτοιου ελέγχου, στο μέτρο που όλες αυτές οι διαπιστώσεις γίνονται με εντελώς ανώδυνο για το αντικείμενο τρόπο. Το έργο τέχνης δηλαδή δεν υφίσταται καμία φθορά από μηχανική επαφή με κάποια συσκευή, απλώς γίνεται αντικείμενο κατάλληλου φωτισμού από το φως ενός Laser.

Ολογραφία κίνησης: Δίνεται η δυνατότητα μελέτης της ροής ρευστών, αερίων, όπως και ο ακριβής έλεγχος των διαρροών. Σε αυτή την κατηγορία των εφαρμογών εμπεριέχονται και οι περιπτώσεις των ολογραφικών πορτρέτων με τεράστια σημασία όχι μόνο από καλλιτεχνική άποψη αλλά και σε ιατρικές εφαρμογές (πλαστική χειρουργική).

Όπως έγινε κατανοητό από την περιληπτική αναφορά στην οπτική ολογραφία, φαίνεται πως, αν και η τεχνική αυτή έχει σύντομο σχετικά παρελθόν, προβλέπεται να έχει μεγάλης διάρκειας μέλλον. Ο ολογραφικός κινηματογράφος, η ολογραφική κάμερα και η ολογραφική τηλεόραση είναι επιτεύγματα που δε θα αργήσουν να «επισκεφθούν» το ευρύ καταναλωτικό κοινό. Η πληροφορική θα βρει σύντομα τον τρόπο να μεταφέρει την τρισδιάστατη ολογραφική εικόνα σε σπίτια και γραφεία, έτσι ώστε η έννοια της επικοινωνίας να αποκτήσει έναν άλλο, ουσιαστικά διαφορετικό χαρακτήρα από το σημερινό. Όλα τα ανωτέρω είναι αποτελέσματα της διαπίστωσης ότι η μακροχρόνια επιθυμία του ανθρώπου να παραιδεί την τρίτη διάσταση της πραγματικότητας είναι πλέον γεγονός.

Κείμενο του Αθ. Αραβαντινού δρ. Φυσικής

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι οι κατηγορίες των φωτεινών πηγών; Πού οφείλεται η φωτοβολία τους;

2. Γιατί αντικαθιστούμε τον ατμοσφαιρικό αέρα στο εσωτερικό του γυάλινου περιβλήματος των λαμπτήρων πυρακτώσεως με αδρανές αέριο;

3. Να περιγράψετε τον τρόπο εκπομπής φωτός από το λαμπτήρα πυρακτώσεως.

4. Όταν ρευματοδοτούμε ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως με τάση μικρότερη της τάσης κανονικής λειτουργίας, ο λαμπτήρας κοκκινίζει. Πώς εξηγείται αυτό;

5. Στους λαμπτήρες φθορισμού εκπέμπεται ορατό φως:

- (α) κατευθείαν από τα ηλεκτρόδια
- (β) από τα ηλεκτρόδια και τη φθορίζουσα ουσία
- (γ) μόνο από τη φθορίζουσα ουσία
- (δ) από τους ατμούς υδραργύρου

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

6. Ποιος είναι ο ρόλος του ιωδίου στους λαμπτήρες αλογόνου; Να γίνει πλήρης περιγραφή της δράσης του.

7. Να περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο εκπέμπεται ορατό φως από το λαμπτήρα φθορισμού.

8. Σε πολλά κέντρα διασκέδασης χρησιμοποιούν λαμπτήρες όμοιους με τους λαμπτήρες φθορισμού αλλά χωρίς φθορίζουσα επίστρωση. Όταν οι λαμπτήρες αυτοί είναι αναμμένοι, τότε τα δόντια μας και κάποια ρούχα μας (ειδικά τα λευκά) φωτοβολούν έντονα. Συζητήστε αυτό το φαινόμενο στην τάξη.

9. Τι είναι οι οπτικές ίνες και τι μπορούμε να πετύχουμε με αυτές;

10. Από ποια μέρη αποτελείται μία οπτική ίνα και ποιος είναι ο ρόλος καθενός;

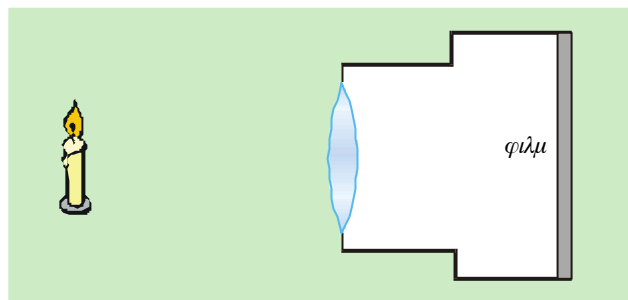
11. Πού οφείλεται η εξασθένηση του φωτός κατά την πορεία του μέσα σε μία οπτική ίνα;

12. Να αναφέρετε πέντε τουλάχιστον λόγους για τους οποίους οι οπτικές ίνες αντικατέστησαν τα καλώδια χαλκού στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών.

13. Στην παρακάτω εικόνα να εξηγήσετε γιατί το φως ακολουθεί την πορεία της φλέβας του νερού.



14. Να σχεδιάσετε την πορεία των ακτίνων και την αποτύπωση του ειδώλου στο φιλμ της φωτογραφικής μηχανής του σχήματος.



15. Φωτοβολταϊκά στοιχεία ή φωτοστοιχεία είναι:

- (α) διατάξεις που μετατρέπουν ένα μέρος της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική
- (β) διατάξεις που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή
- (γ) διατάξεις που ενισχύουν το φως
- (δ) διατάξεις που μετατρέπουν τη θερμική ενέργεια σε ηλεκτρική

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

16. Σχεδιάστε ένα φωτοστοιχείο μετάλλου - Se. Περιγράψτε τον τρόπο ανάπτυξης τάσης στο φωτοστοιχείο αυτό.

17. Η αναπτυσσόμενη τάση στα άκρα ενός φωτοστοιχείου είναι:

- (α) τουλάχιστον 10V
- (β) όποια επιθυμούμε (γίνεται κατάλληλη ρύθμιση)
- (γ) της τάξης των 0,5V
- (δ) σίγουρα 1,5V, όπως και των ηλεκτρικών μπαταριών

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

18. Με τον όρο φωτόρρευμα εννοούμε:

- (α) τη ροή φωτός
- (β) το ηλιακό φως
- (γ) το ρεύμα που διαρρέει ένα κύκλωμα που τροφοδοτείται από φωτοστοιχείο ή φωτοβολταϊκή γεννήτρια
- (δ) το φως που εκπέμπεται από σώματα, όταν αυτά διαρρέονται από ρεύματα

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

19. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοτούμενο από φωτοβολταϊκή γεννήτρια:

- (α) είναι πάντα σταθερό, ανεξάρτητο από την ένταση του φωτός που πέφτει στη φωτοβολταϊκή γεννήτρια
- (β) εξαρτάται από το αν το φως προέρχεται από τον Ήλιο ή άλλη πηγή και όχι από την έντασή του
- (γ) αυξάνεται σχεδόν γραμμικά με την ένταση του φωτός που πέφτει στη φωτοβολταϊκή γεννήτρια
- (δ) είναι ανάλογο της τρίτης δύναμης της έντασης του φωτός που πέφτει στη φωτοβολταϊκή γεννήτρια

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

20. Περιγράψτε το μελλοντικό φανταστικό σενάριο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μόνο από τον Ήλιο.

21. Με μια διάταξη laser συμβαίνει:

- (α) παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος
 - (β) παραγωγή φωτός
 - (γ) ενίσχυση φωτός
 - (δ) αλλαγή της συχνότητας μιας ακτινοβολίας
- Σημειώστε για κάθε πρόταση ένα Σ ή Λ, αν είναι σωστή ή λάθος αντίστοιχα.

22. Περιγράψτε τον τρόπο εκπομπής φωτός με εξαναγκασμένη αποδιέγερση.

23. Να αναφέρετε τα τμήματα μιας διάταξης laser.

24. Πότε μια εκπομπή ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται ως αυθόρμητη και πότε ως εξαναγκασμένη; Να αναφέρετε μια πηγή ακτινοβολίας για κάθε περίπτωση.

25. Εξηγήστε τον τρόπο λειτουργίας της διάταξης laser ρουβιδίου.

26. Αντιστοιχίστε τα παρακάτω:

Λαμπτήρας	Μετατροπέας χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική
Laser	Μετατροπέας ηλεκτρικής ενέργειας σε φως
Φωτοστοιχείο	Μετατροπέας φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική
	Ενισχυτής φωτός

