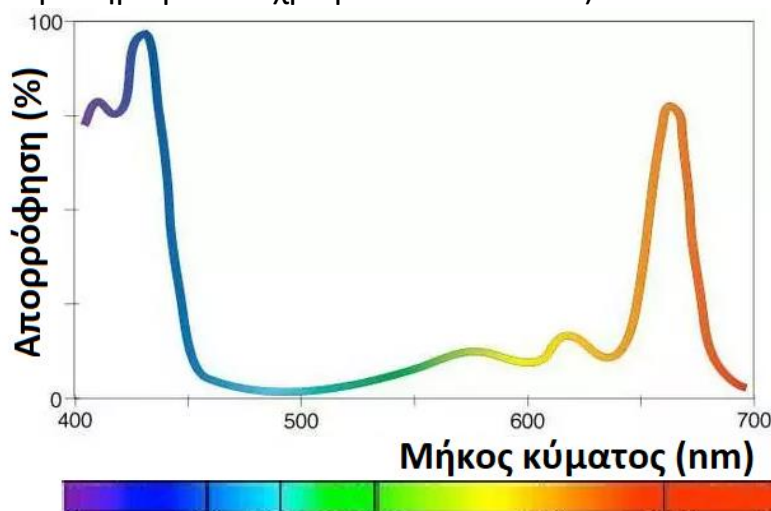


1.

## Η εμφάνιση του χρώματος

Το φως (τόσο ορατό όσο και αόρατο) είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό φαινόμενο που δημιουργείται από την ηλιακή ακτινοβολία. Οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται το χρώμα όταν το φως αλληλεπιδρά με τα ραβδία, τα κωνία και τα άλλα βιολογικά στοιχεία του οπτικού μας συστήματος. Όταν το φως λάμπει σε ένα αντικείμενο, οι φυσικές ιδιότητες αυτού του αντικειμένου (συμπεριλαμβανομένης της χημικής του σύνθεσης) καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο απορροφά, αντανακλά ή/και εκπέμπει φως, επηρεάζοντας τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε οπτικά το αντικείμενο.

Το φάσμα του ορατού φωτός περιέχει όλα τα χρώματα από το ιώδες έως το κόκκινο. Ένα αντικείμενο παίρνει το χρώμα του όταν τα ηλεκτρόνια απορροφούν ενέργεια από το φως και «διεγείρονται» (ανυψώνονται σε κατάσταση αυξημένης ενέργειας). Τα διεγερμένα ηλεκτρόνια απορροφούν ορισμένα μήκη κύματος φωτός. Αυτό που βλέπουν οι άνθρωποι είναι το συμπληρωματικό χρώμα των απορροφημένων μηκών κύματος, δηλαδή τα υπόλοιπα μήκη κύματος φωτός που δεν απορροφώνται. Για παράδειγμα, εάν ένα αντικείμενο απορροφά τα κόκκινα μήκη κύματος του φωτός, θα το αντιληφθούμε ως πράσινο (το συμπληρωματικό χρώμα του κόκκινου).



Το φάσμα απορρόφησης της χλωροφύλλης. Επειδή απορροφά κυρίως το βιολετί/μπλε και το πορτοκαλί/κόκκινο μήκη κύματος, η χλωροφύλλη —η ουσία που είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση στα φυτά— **εμφανίζεται πράσινη στα μάτια μας**, δίνοντας στα φυτά την πράσινη απόχρωση τους.

2.

## Το Χρώμα των Χημικών

Πολλές χημικές ουσίες και χημικές ενώσεις φαίνονται άχρωμες, καθώς απορροφούν το υπεριώδες (UV) ή άλλα μήκη κύματος φωτός που δεν αποτελούν μέρος του ορατού φάσματος. Οι χημικές ουσίες που εμφανίζονται έγχρωμες απορροφούν μήκη κύματος στο ορατό φάσμα. αυτές οι έγχρωμες χημικές ουσίες ονομάζονται χρωμοφόρα. Το χρώμα που αντιλαμβανόμαστε, η φωτεινότητα και η έντασή του, εξαρτάται από το σχήμα του φάσματος απορρόφησης της ουσίας, το οποίο προέρχεται από τη χημική δομή της ουσίας.

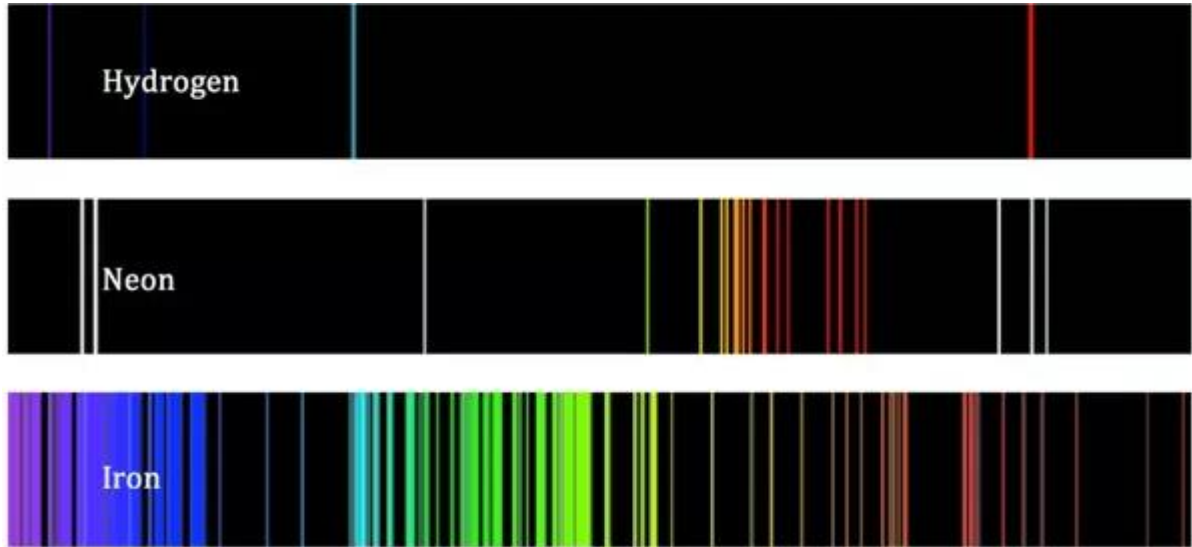
3.

## Χημικές ιδιότητες εκπομπής

Όπως κάθε ουσία έχει το δικό της φάσμα απορρόφησης, έχει και ένα αντίστοιχο φάσμα εκπομπής, το οποίο είναι το ακριβές αντίστροφό της. Ενώ η απορρόφηση προκαλείται από τη διέγερση των ηλεκτρονίων που τα μετακινεί από ένα χαμηλότερο σε ένα υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο, η εκπομπή προκαλείται από την πτώση των ηλεκτρονίων σε μια χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση («χαλάρωση»), η οποία απελευθερώνει ένα φωτόνιο - μια μονάδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Ταξιδεύοντας σε διάφορα μήκη κύματος, τα απελευθερωμένα φωτόνια δημιουργούν μια υπογραφή για κάθε ουσία, η οποία μπορεί να εκφραστεί με όρους του ορατού φάσματος—δηλαδή σε ένα είδος χρωματικού χάρτη.

Οι επιστήμονες έχουν μια μέθοδο για τον προσδιορισμό της υπογραφής μιας ουσίας προκειμένου να αξιολογήσουν τη στοιχειακή της σύνθεση. Όταν το εκπεμπόμενο φως από μια ουσία διέρχεται από ένα πρίσμα, διαθλάται στις μεμονωμένες συχνότητές του,

δημιουργώντας ένα χαρακτηριστικό μοτίβο έγχρωμων γραμμών, που ονομάζεται φάσμα ατομικής εκπομπής, το οποίο είναι μοναδικό για κάθε στοιχείο. Εξετάζοντας την υπογραφή μιας ουσίας (φάσμα ατομικής εκπομπής), είναι δυνατό να προσδιοριστεί ποια στοιχεία υπάρχουν.



4.

#### Η φωταύγεια

Η φωταύγεια—αναφέρεται επίσης ως ακτινοβολία ψυχρού σώματος—περιγράφει την εκπομπή ορατού φωτός από μια ουσία λόγω διέγερσης ηλεκτρονίων και απελευθέρωσης φωτονίων. Η διέγερση είναι τις περισσότερες φορές ως αποτέλεσμα της απορρόφησης φωτός, αν και άλλα ερεθίσματα όπως χημικές αντιδράσεις, φυσική ανάδευση ή ηλεκτρικό ρεύμα μπορούν επίσης να οδηγήσουν στην εκπομπή φωτονίων. Ορισμένες ουσίες εκπέμπουν ορατό φως μόνο αφού έχουν εκτεθεί στο φως για να διεγείρουν τα άτομα τους. Άλλα, όπως ο φώσφορος (P), λάμπουν ως αποτέλεσμα της χημειοφωταύγειας: η χημική αντίδραση που συμβαίνει όταν ο φώσφορος έρχεται σε επαφή με το οξυγόνο (O).

Τα αέρια στοιχεία μπορούν να εκπέμπουν φως όταν θερμαίνονται ή με την εφαρμογή ηλεκτρικής ενέργειας για τη διέγερση των ατόμων τους. Η τελευταία μέθοδος διέγερσης είναι ο τρόπος με τον οποίο δημιουργούνται τα σήματα νέον (τεχνικά μια εσφαλμένη ονομασία, καθώς δεν περιέχουν όλα αέριο νέον). Οι γυάλινοι σωλήνες που περιέχουν διαφορετικά αέρια χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ποικιλίας χρωμάτων, για παράδειγμα: ήλιο (He) λάμπει ροζ, νέον (Ne) παράγει κόκκινο-πορτοκαλί φως, αργό (Ar) είναι μπλε, κρυπτό (Kr) είναι ανοιχτό πράσινο και Το xenon (Xe) λάμπει απαλό μπλε.

5.

#### Η Χημεία των LED

Τα LED (δίοδοι εκπομπής φωτός) χρησιμοποιούν τις χημικές και ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες του φωτός και του χρώματος. Οι λυχνίες LED κατασκευάζονται από ημιαγωγικά υλικά — υλικά που μεταφέρουν ηλεκτρισμό υπό ορισμένες συνθήκες. Τα στοιχεία που βρίσκονται στο κέντρο του περιοδικού πίνακα είναι συνήθως μονωτές που εμποδίζουν τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά μια χημική διαδικασία που ονομάζεται «ντόπινγκ» (ανάμιξη σε άλλα υλικά) τα μετατρέπει σε ημιαγωγούς.

Για παράδειγμα, το πυρίτιο (Si) είναι συνήθως ένας μονωτήρας, αλλά η προσθήκη λίγων ατόμων του στοιχείου αντιμονίου (Sb) αυξάνει τον αριθμό των ελεύθερων ηλεκτρονίων για να δημιουργήσει έναν ημιαγωγό «n-τύπου» (αρνητικού τύπου). Με τον ίδιο τρόπο, εάν προστεθούν άτομα βορίου (B) στο πυρίτιο, αφαιρούν αποτελεσματικά ηλεκτρόνια από το πυρίτιο αφήνοντας πίσω «τρύπες» εκεί που θα έπρεπε να βρίσκονται τα ηλεκτρόνια. Αυτός

ο τύπος πυριτίου ονομάζεται p-type (θετικός τύπος) επειδή οι οπές φέρουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο. οι τρύπες μπορούν επίσης να μετακινηθούν.

Τυπικά οι ημιαγωγοί LED χρησιμοποιούν υλικά με βάση το γάλλιο (Ga) - για παράδειγμα νιτρίδιο του γαλλίου (GaN) ή φωσφίδιο του γαλλίου (GaPO<sub>4</sub>). Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται από ένα LED καθορίζεται από το υλικό που χρησιμοποιείται. Οι λυχνίες LED αποτελούνται από δύο στρώματα ημιαγωγίου υλικού που είναι ντοπαρισμένα για να δημιουργήσουν ένα στρώμα τύπου n και τύπου p. Όταν εφαρμόζεται ηλεκτρικό ρεύμα, τα ηλεκτρόνια στο στρώμα τύπου n και οι οπές ηλεκτρονίων στο στρώμα τύπου p οδηγούνται και τα δύο σε ένα ενεργό στρώμα (ή στρώμα αγωγιμότητας) που βρίσκεται ανάμεσα στα δύο στρώματα ημιαγωγών. Στη συνέχεια, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια χωρούν στις οπές, απελευθερώνοντας ενέργεια με τη μορφή φωτονίων ή ορατού φωτός.

Η διαφορά ενέργειας μεταξύ του στρώματος τύπου n και τύπου p ονομάζεται διάκενο ζώνης. Το μέγεθος του κενού ζώνης καθορίζει το χρώμα που παράγεται από το LED. Όσο μεγαλύτερο είναι το χάσμα ζώνης, τόσο μικρότερο είναι το μήκος κύματος του φωτός που παράγεται. Έτσι, για ένα κόκκινο LED (το κόκκινο έχει μεγάλο μήκος κύματος), απαιτείται μόνο ένα μικρό διάκενο ζώνης. Για τα μπλε LED, απαιτείται μεγαλύτερο διάκενο ζώνης.

Είναι ευκολότερο να παραχθούν LED με μικρότερα κενά ζώνης, επομένως χρειάστηκε λίγος χρόνος για τους προγραμματιστές να βρουν το σωστό χημικό μείγμα υλικών για να δημιουργήσουν το μεγάλο διάκενο ζώνης που απαιτείται για τα μπλε LED. Τα μπλε LED δημιουργήθηκαν τελικά τη δεκαετία του 1990 χρησιμοποιώντας νιτρίδιο του γαλλίου (μάθετε περισσότερα για το μπλε φως και τα μπλε LED). Αυτό το ορόσημο επέτρεψε τη μίξη χρωμάτων για ηλεκτρονικά που βασίζονται σε LED, όπως φώτα και οθόνες, καθώς και τα τρία χρώματα των LED (κόκκινο, πράσινο και μπλε) απαιτούνται για την παραγωγή μιας σειράς χρωμάτων, συμπεριλαμβανομένου του λευκού φωτός.