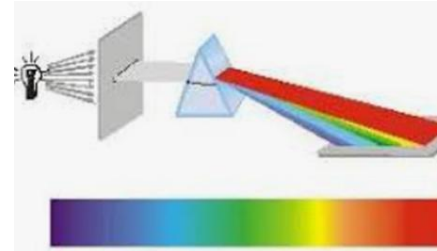


Από το γραμμικό στο συνεχές φάσμα

Τα αέρια εκπέμπουν γραμμικό φάσμα, χαρακτηριστικό του στοιχείου που το εκπέμπει. Ένα απλό μοντέλο που ερμηνεύει την εκπομπή αυτή είναι το μοντέλο του Bohr.



- i) Γιατί δεν ισχύει αυτό το μοντέλο για το φάσμα εκπομπής των στερεών; Γιατί αυτά εκπέμπουν συνεχή φάσματα, όταν θερμανθούν;
- ii) Στο συνεχές φάσμα των στερεών, μήπως οι συχνότητες που θα εξέπεμπε το άτομο σε αέρια φάση, τώρα θα είναι πιο έντονες; Με άλλα λόγια αν το συνεχές φάσμα μπορούσε να ερμηνευθεί με βάση το μοντέλο των επιταχυνόμενων φορτίων, τότε σε μια ορισμένη συχνότητα, έστω f_1 , θα είχαμε x φωτόνια λόγω αποδιέγερσης των ατόμων του υλικού και y φωτόνια εξαιτίας άλλων λόγων. Άρα στη συχνότητα αυτή θα είχαμε περισσότερα φωτόνια, από όσα σε μια διπλανή συχνότητα. Συνεπώς ενώ το φάσμα είναι συνεχές θα πρέπει να έχουμε πιο έντονο χρώμα στις συχνότητες της αποδιέγερσης των ατόμων του υλικού. Είναι έτσι;

Απάντηση:

Στην περίπτωση ενός στερεού υψηλής θερμοκρασίας, οπότε εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και στην περιοχή του ορατού, το φως αυτό προέρχεται και από την αποδιέγερση των ατόμων, αλλά και από την τυχαία κρούση των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα ιόντα, κρούσεις που συνοδεύονται από μεγάλες επιταχύνσεις, συνεπώς και από εκπομπή φωτονίων. Στην πραγματικότητα σε ένα στερεό σώμα τα άτομα είναι στριμωγμένα το ένα δίπλα στο άλλο, με αποτέλεσμα να έχουμε αλληλεπίδραση των εξωτερικών ηλεκτρονίων, καθώς και όλων αυτών των ηλεκτρονίων με τους γειτονικούς πυρήνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενεργειακών ζωνών, οπότε εξαλείφονται οι διακεκριμένες ενεργειακές στάθμες των επιμέρους ατόμων, πράγμα που οδηγεί σε συνεχές φάσμα.

Αλλά και αν υπάρχουν κάποια φωτόνια εκπομπής λόγω αποδιέγερσης ατόμων, αυτά αλληλεπιδρούν στη συνέχεια με τα σωματίδια της ύλης, ως θυμηθούμε το φαινόμενο Compton, οπότε προκύπτουν νέα φωτόνια με άλλη συχνότητα. Δεν εκπέμπονται δηλαδή από το υλικό προς τα έξω με την αρχική τους συχνότητα, για να έχουμε πιο έντονες γραμμές στο φάσμα. Τελικά αυτό που μετράει δεν είναι το άτομο και οι ενεργειακές του στάθμες, αλλά η θερμοκρασία του στερεού, οπότε οδηγούμαστε στο θερμικό φως και στο φάσμα του μέλανος σώματος.

Αλλά καλύτερα είναι να μεταφέρω τα λόγια ενός ειδικού και μεγάλου Δασκάλου. Του Στέφανου Τραχανά, από το βιβλίο του Κβαντομηχανική Λυκείου:

«Η κατανομή του Πλανκ (έτσι λέγεται η κατανομή για την οποία συζητάμε) είναι αντικειμενικά (και μονασήμαντα) καθορισμένη από την αρχή της μέγιστης εντροπίας (= αταξίας) για συστήματα σε θερμοδυναμική ισορροπία. Οπότε, το μόνο που έχει σημασία στην περίπτωση μας είναι να βεβαιωθούμε ότι όντως το φως

που εκπέμπεται από ένα σώμα έχει έρθει σε θερμική ισορροπία μαζί του προτού εκπεμφθεί. Ότι είναι πράγματι θερμικό φως με θερμοκρασία ίδια με εκείνη του σώματος που το εξέπεμψε. Το οποίο σίγουρα θα έχει συμβεί αν το εκπεμπόμενο φως είχε την ευκαιρία να αλληλεπιδράσει επανειλημμένα με την ύλη του εκπέμποντος σώματος ώστε να «θερμοποιηθεί», όπως λέμε, και να γίνει όντως θερμικό φως.

Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτή η «θερμοποίηση» δεν είναι καθόλου δύσκολο να πραγματοποιηθεί. Στο κάτω-κάτω, τα φωτόνια που δημιουργούνται στο εσωτερικό του σώματος —π.χ. από διεγερμένα άτομα που αποδιεγείρονται— στην προσπάθειά τους να κινηθούν προς τα έξω θα συγκρουστούν επανειλημμένα με άλλα άτομα ή με ελεύθερα ηλεκτρόνια, παίρνοντας ή χάνοντας ενέργεια κατά περίπτωση, οπότε και η συχνότητά τους θα υφίσταται αλληπάλληλες μεταβολές, ώστε κατά την έξοδο από το σώμα να έχει χαθεί κάθε μνήμη της αρχικής τιμής της. Οι συχνότητες των φωτονίων που τελικά εκπέμπονται θα έχουν προσδιοριστεί από τις συγκρούσεις τους με τα άτομα του σώματος, των οποίων οι ταχύτητες έχουν επίσης την κατανομή που επιβάλλει η αρχή της μέγιστης αταξίας για τη δεδομένη θερμοκρασία του σώματος. Και το αποτέλεσμα αυτής της συνεχούς αλληλεπίδρασης ύλης και φωτός είναι ότι αυτά τα δύο φυσικά συστήματα —η ύλη και το φως— έρχονται σε θερμική ισορροπία. Αποκτούν δηλαδή την ίδια θερμοκρασία, όπως ακριβώς και δύο χονδρά σώματα που έρχονται σε επαφή για όσο χρόνο απαιτείται. Αν το θέλετε και λίγο διαφορετικά, το θερμικό φως είναι ένα αέριο που αντί για άτομα ή μόρια έχει φωτόνια! Είναι ένα φωτονικό αέριο, και μάλιστα πολύ πιο κοντά στο ιδανικό αέριο, αφού τα φωτόνια δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Αλληλεπιδρούν με την ύλη και, γι' αυτό εξάλλου δεν μπορούν να θερμοποιηθούν από μόνα τους παρά μόνο μέσω της ύλης.

dmargaris@gmail.com