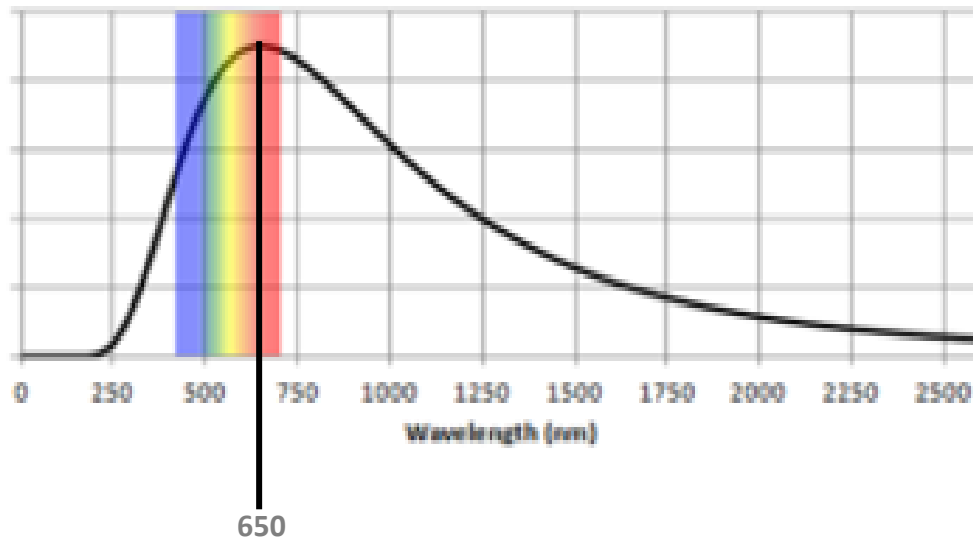
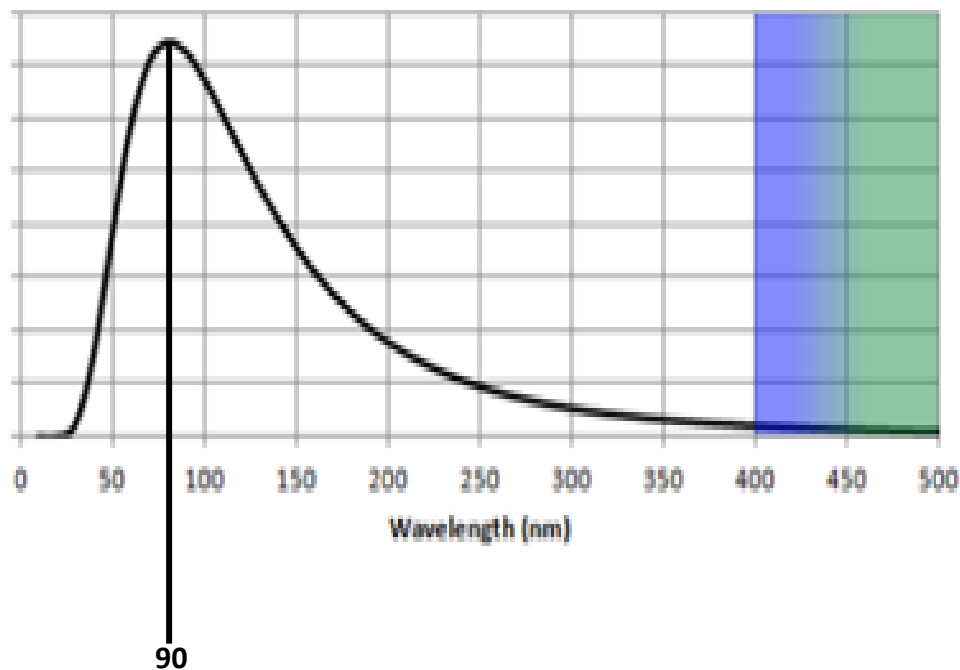


Aldebaran



Alnitak



Στις παραπάνω εικόνες βλέπουμε τα διαγράμματα φασματικής κατανομής δύο άστρων, του Aldebaran στα 67 ε.φ και του Alnitak στα 1260 ε.φ. Προκειμένου να εκτιμήσουμε την ακτίνα R_{Alid} και R_{Alin} των δύο άστρων σε ακτίνες ήλιου R_{H} , μετράμε στη γη τη ροή ενέργειας b_{Alid} , b_{Alin} (ενέργεια ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα επιφάνειας ή ισχύς ανά

μονάδα επιφάνειας στο ύψος της γης) σε συνάρτηση με την ροή ενέργειας του ήλιου b_H και βρίσκουμε: $b_{Ald} = 4 \times 10^{-11} b_H$, $b_{Aln} = 6 \times 10^{-11} b_H$.

Αν απόσταση γης – ήλιο 1 AU (μία αστρονομική μονάδα) και 1 ε.φ = 63271,5 AU και η θερμοκρασία στην επιφάνεια του ήλιου $T_H = 5777$ K.

A) Να βρεθούν οι ακτίνες των δύο άστρων σε συνάρτηση με την ακτίνα του ήλιου R_H . Δίνεται το εμβαδόν της επιφάνειας σφαίρας ακτίνας r $4\pi r^2$.

B) Να βρεθεί η ισχύς στην επιφάνεια των δύο άστρων σε συνάρτηση με την ισχύ της επιφάνειας του ήλιου.

Γ) Η ενέργεια της βασικής στάθμης στο άτομο του υδρογόνου είναι $E_1 = -13,6$ ev. Γιατί η ακτινοβολία του Alnitac ionίζει το υδρογόνο των νεφών που τον περιβάλλουν; $1e = 1,6 \times 10^{-19}$ Cb, σταθερή Plank $h = 6,626 \times 10^{-34}$ Js.

Δ) Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που προκύπτουν από τον ιονισμό των ατόμων υδρογόνου επαναπροσλαμβάνονται από τα ιόντα υδρογόνου σε διάφορες ενεργειακές στάθμες με αποτέλεσμα τα άτομα υδρογόνου να βρίσκονται σε διεγερμένη κατάσταση. Κατά την αποδιέγερσή τους τα άτομα ακτινοβολούν τη διαφορά ενέργειας σαν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Οι αποδιεγέρσεις από την 6 στιβάδα στη 2, 5->2, 4->2, 3->2 δίνουν φωτόνια στο ορατό (σειρά Balmer). Από αυτές επικρατέστερη είναι η μετάβαση 3->2 ή από ενέργεια -3,405 ev σε -1,512 ev. Ποιο το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται και ποιο το χρώμα της;

Λύση

A) Από τον νόμο του Wien και με βάση τις εικόνες έχουμε:

$$\text{Για τον Aldebaran: } \lambda_{\max} T_{Ald} = 2,898 \times 10^{-3} \Rightarrow T_{Ald} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{650 \times 10^{-9}} = 4458 \text{ K}$$

$$\text{Ομοίως } T_{Aln} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{90 \times 10^{-9}} = 32200 \text{ K.}$$

Η ισχύς P της επιφάνειας ενός αστέρα απλώνεται στο χώρο σε σφαιρική επιφάνεια, έτσι σε απόσταση r από τον αστέρα η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας θα είναι $b = \frac{P}{4\pi r^2}$. Από τον νόμο Stefan – Boltzmann

$$P = 4\pi R^2 \sigma T^4. \text{ Έτσι:}$$

$$\text{Για τον Aldebaran: } b_{Ald} = 4 \times 10^{-11} b_H \Rightarrow \frac{4\pi R_{Ald}^2 \sigma T_{Ald}^4}{4\pi r_{Ald}^2} = 4 \times 10^{-11} \frac{4\pi R_H^2 \sigma T_H^4}{4\pi r_H^2} \Rightarrow$$

$$R_{Ald} = 2\sqrt{10} \times 10^{-6} \times \frac{r_{Ald}}{r_H} \times \left(\frac{T_H}{T_{Ald}}\right)^2 \times R_H = 2\sqrt{10} \times 10^{-6} \times \frac{67 \times 63271,5}{1} \times \left(\frac{5777}{4458}\right)^2 \times R_H \Rightarrow$$

$$\mathbf{R_{Ald} = 45R_H}$$

Ομοίως $R_{Aln} = \sqrt{60} \times 10^{-6} \times \frac{1260 \times 63271,5}{1} \times \left(\frac{5777}{32200}\right)^2 \times R_H \Rightarrow R_{Aln} = 20R_H$

Β) $\frac{P_{Ald}}{P_H} = \frac{4\pi R_{Ald}^2 \sigma T_{Ald}^4}{4\pi R_H^2 \sigma T_H^4} = 45^2 \left(\frac{4458}{5777}\right)^4 = 718 \Rightarrow P_{Ald} = 718P_H$

$\frac{P_{Aln}}{P_H} = \frac{4\pi R_{Aln}^2 \sigma T_{Aln}^4}{4\pi R_H^2 \sigma T_H^4} = 20^2 \left(\frac{32200}{5777}\right)^4 = 386087 \Rightarrow P_{Aln} = 386087P_H$

Γ) Για να ιονιστεί το άτομο του υδρογόνου πρέπει να απορροφήσει ενέργεια E έτσι ώστε $E + E_1 \geq 0 \Rightarrow hc/\lambda \geq 13,6 \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow \lambda \leq$

$$\frac{6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{13,6 \times 1,6 \times 10^{-19}} \Rightarrow$$

$\lambda \leq 0,9135 \times 10^{-7} \text{ m} = 91,35 \times 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \lambda \leq \mathbf{91,35 \text{ nm}}$

όπως παρατηρούμε στο διάγραμμα φασματικής κατανομής του Alnitac υπάρχουν αρκετά φωτόνια με μήκος κύματος μικρότερο από 91,3 nm ικανά να ιονίσουν το υδρογόνο των γειτονικών νεφών. Η ιονίζουσα ακτινοβολία βρίσκεται στην σκληρή υπεριώδη (10 – 120 nm) που είναι καρκινογόνος αλλά απορροφάτε από την ατμόσφαιρα της γης.

Σε αντίθεση με τον Alnitac στον Aldebaran δεν υπάρχουν φωτόνια ικανά να ιονίσουν το υδρογόνο.

Δ) Κατά την μετάβαση 3->2 του ηλεκτρονίου $\Delta E = E_2 - E_3 = -1,512 - (-3,405) = 1,893 \text{ eV}$

$\Delta E = hc/\lambda \Rightarrow \lambda = hc/\Delta E = 6,563 \times 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow$

$\lambda = 656,3 \text{ nm}$

Η ακτινοβολία αυτή είναι στο κόκκινο χρώμα του ορατού φάσματος και αυτός είναι ο λόγος που στα νέφη γύρω από τον Alnitac κυριαρχεί το κόκκινο χρώμα