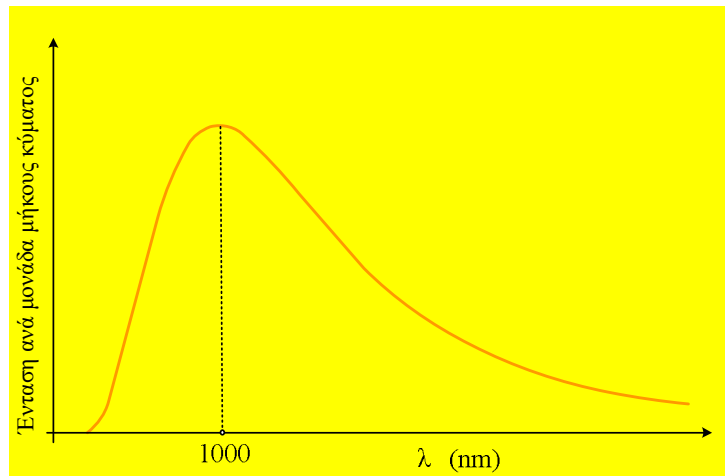


Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως και ο Ήλιος μας

Διαθέτουμε ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως των 100W, (περιλαμβάνει ένα λεπτό σύρμα Βολφραμίου), ο οποίος λειτουργεί κανονικά, με θερμοκρασία σύρματος $T=3.200\text{K}$. Στο διάγραμμα φαίνεται η ένταση της ακτινοβολίας του λαμπτήρα, ανά μονάδα μήκους κύματος, σε συνάρτηση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, από όπου προκύπτει ότι η μέγιστη ισχύς εκπέμπεται σε μήκος κύματος $\lambda_{\text{max}}=1.000\text{nm}$. Δεδομένου ότι το ορατό φως έχει μήκη κύματος περίπου από τα 400nm έως τα 700nm:



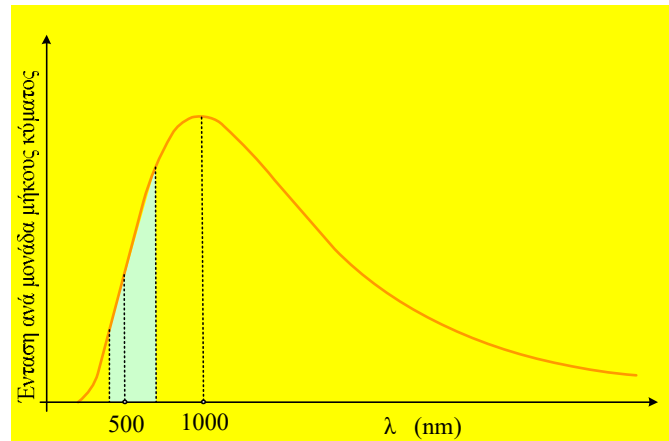
- i) Να δικαιολογήσετε γιατί ο λαμπτήρας αυτός εκπέμπει **και** ορατό φως.
 - ii) Το φως του λαμπτήρα αυτού, δεν είναι «καθαρό λευκό χρώμα», αλλά έχει μια απόχρωση προς το κίτρινο. Μπορείτε να το εξηγήσετε;
 - iii) Αν οι απώλειες ισχύος στον λαμπτήρα φτάνουν τα 12W, τότε η ισχύς της ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπει ο λαμπτήρας μπορεί να είναι:
 - a) 5W, β) 44W, γ) 88W
 - iv) Χρησιμοποιώντας την παραπάνω απάντησή σας, πόσα φωτόνια φτάνουν στην ίριδα του ματιού μας, όταν στεκόμαστε σε απόσταση 2m από τον λαμπτήρα, ανά δευτερόλεπτο; Θεωρείστε ότι η επιφάνεια της ίριδας είναι 12mm^2 και ότι όλα τα φωτόνια του φωτός έχουν το ίδιο μήκος κύματος $\lambda=600\text{nm}$.
 - v) Αν μια μέρα έχουμε πτώση τάσεως δικτύου από τα 230V στα 160V, τι πρόκειται να παρατηρήσουμε στην λειτουργία του λαμπτήρα;
 - vi) Λαμβάνοντας την αντίστοιχη καμπύλη της ($I/\Delta\lambda=f(\lambda)$) για το ηλιακό φως, βρίσκουμε ότι το μέγιστο της ακτινοβολούμενης έντασης εμφανίζεται περίπου στα 550nm (η μέση τιμή των μηκών κύματος του ορατού φωτός). Θεωρώντας ότι το φως αυτό προέρχεται από την επιφάνεια του Ήλιου, μπορείτε να υπολογίσετε την επιφανειακή του θερμοκρασία;
- Δίνονται η σταθερά του Planck $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ και η ταχύτητα του φωτός $c=3\cdot 10^8\text{ m/s}$.

Απάντηση:

- i) Ο λαμπτήρας μπορεί να εκπέμπει την μέγιστη ισχύ σε μήκος κύματος 1.000nm, αλλά με βάση το

διάγραμμα που μας δίνεται, εκπέμπει και κάποια ενέργεια στην περιοχή του ορατού, από τα 400nm-700nm (βλέπε στο σχήμα περιοχή γύρω από τα 500nm)

- ii) Με βάση το διπλανό σχήμα, βλέπουμε ότι πολύ μεγαλύτερη είναι η ένταση της ακτινοβολίας στα μεγαλύτερα μήκη κύματος του ορατού, γύρω στα 700nm, ενώ έχουμε πολύ μικρότερη ένταση στα μικρότερα μήκη κύματος (400nm). Αλλά αφού δεν υπάρχει μια ισοροπημένη εκπομπή σε όλα τα μήκη κύματος, το φως δεν είναι απόλυτα λευκό αφού υπερτερούν οι ακτινοβολίες στην περιοχή του ερυθρού. Έτσι το φως μπορεί να έχει μια ελαφρά κίτρινη απόχρωση.



- iii) Το εμβαδόν στο διάγραμμα, μεταξύ της παραπάνω γραφικής παράστασης και του οριζόντιου άξονα, είναι αριθμητικά ίσο με την ολική ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει ο λαμπτήρας. Αντίστοιχα το χωρίο με το πρασινωπό χρώμα, θα μας δίνει την συνολική ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται στην περιοχή του ορατού φωτός. Αλλά τότε η σύγκριση των δύο εμβαδών, προκύπτει ότι στο ορατό φως εκπέμπεται ένα μικρό μέρος της ακτινοβολουμένης ενέργειας. Κατά συνέπεια η ισχύς που ακτινοβολείται στην περιοχή του ορατού φωτός (από τις τιμές που μας δίνονται), θα είναι ίση με 5W. Σωστό το α).
- iv) Αν θεωρήσουμε τον λαμπτήρα να κατέχει το κέντρο μιας σφαίρας με ακτίνα $R=2m$, τότε η ένταση του φωτός που φτάνει στην επιφάνεια της σφαίρας αυτής, θα είναι:

$$I_1 = \frac{\Delta W}{S \cdot \Delta t} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

Αλλά τότε στην ίριδα του ματιού μας, με εμβαδόν S_1 , σε χρόνο Δt θα φτάνει ενέργεια:

$$\Delta W_1 = I_1 \cdot S_1 \cdot \Delta t = \frac{P}{4\pi R^2} \cdot S_1 \cdot \Delta t = \frac{5}{4\pi \cdot 2^2} \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 1J = 1,2 \cdot 10^{-6} J$$

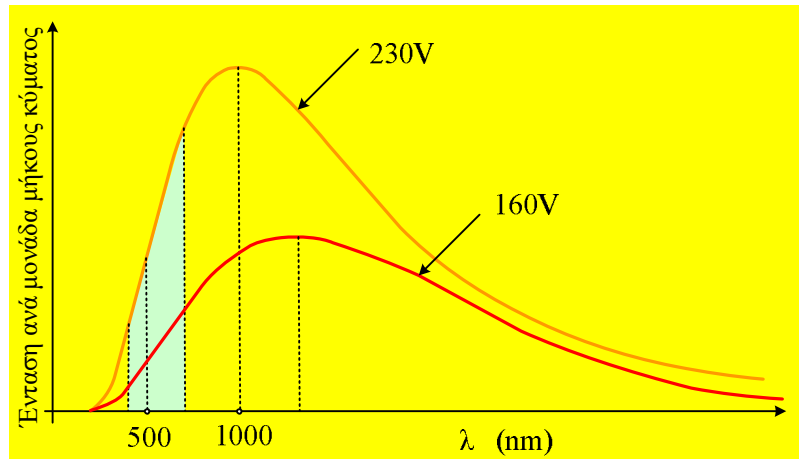
Η ενέργεια αυτή μεταφέρεται από N φωτόνια, όπου το καθένα έχει ενέργεια $E_1=hf$, οπότε:

$$N = \frac{\Delta W_1}{E_1} = \frac{\Delta W_1}{hf} = \frac{\Delta W_1}{h \frac{c}{\lambda}} = \frac{\Delta W_1}{hc} \lambda = \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} 600 \cdot 10^{-9} = 36 \cdot 10^{11}$$

Είναι πολύ «μεγάλος» ο αριθμός αυτός των φωτονίων; *

- v) Αν παρουσιαστεί πτώση τάσης, τότε ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στην αντίσταση του λαμπτήρα, θα μειωθεί, αφού $P_Q = \frac{V^2}{R}$. Οπότε άμεση συνέπεια είναι να μειωθεί η θερμοκρασία του σώματος, να μειωθεί η ακτινοβολουμένη ενέργεια, αλλά τότε, με βάση το νόμο του Wien, θα αυξηθεί το

μήκος κύματος στο οποίο εκπέμπεται η μέγιστη ένταση της ακτινοβολίας. Πράγμα που σημαίνει ότι συνολικά το χρώμα του φωτός που εκπέμπει ο λαμπτήρας, να μετακινηθεί από την περιοχή του λευκού-ελαφρά κιτρινωπού, στην περιοχή του ερυθρού. Άρα λιγότερο φως και με απόχρωση κοκκινωπή!



vi) Θεωρώντας και το νήμα του λα-

μπτήρα και την επιφάνεια του Ήλιου, ότι συμπεριφέρονται ως μέλανα σώματα, εφαρμόζουμε το νόμο του Wien και παίρνουμε:

$$\lambda_{1,\max} \cdot T_1 = \lambda_{2,\max} \cdot T_2 \rightarrow$$

$$T_H = T_2 = \frac{\lambda_{1,\max}}{\lambda_{2,\max}} \cdot T_1 = \frac{1000\text{nm}}{550\text{nm}} \cdot 3.200\text{K} \approx 5.800\text{K}$$

Σχόλιο:

Είναι μεγάλος ο αριθμός των φωτονίων που πέφτουν στην ίριδα του ματιού μας σε ένα δευτερόλεπτο;

Ας υποθέσουμε ότι ο αριθμός αυτός μετράει σπίρτα. Τα σπίρτα τα έχουμε σε κουτάκια των 500 και εμείς πάμε να μετρήσουμε κουτάκια, με δυνατότητα μέτρησης 2 κουτάκια το δευτερόλεπτο. Πόσο χρόνο θα χρειαστούμε;

Αφού μετράμε $2 \cdot 500 = 1000$ σπίρτα το δευτερόλεπτο, θα χρειαστούμε:

$$N_1 = \frac{N}{1.000} = \frac{36 \cdot 10^{11}}{1000} \text{ s} = 36 \cdot 10^8 \text{ s} \quad \text{ή}$$

$$N_1 = \frac{36 \cdot 10^8}{3.600} \text{ h} = 1.000.000 \text{ ώρες!} \quad \text{ή μόνο 114 χρόνια...}$$

Χωρίς να σταματήσουμε ούτε ένα δευτερόλεπτο να μετράμε...

Και δύο ερωτήματα για προβληματισμό:

Ερώτημα 1ο:

Γιατί ο Ήλιος να εκπέμπει ακτινοβολία, που το μέγιστο της έντασης να βρίσκεται, στο «μέσον» της ορατής περιοχής του ορατού φωτός; Γιατί να μην είχαμε $\lambda_{\max} = 1000\text{nm}$ και για τον Ήλιο, όπως στον παραπάνω λαμπτήρα; Μήπως για την απάντηση, μας χρειάζεται λίγη Βιολογία;

Ερώτημα 2ο:

Είναι καλοί οι λαμπτήρες πυρακτώσεως; Γιατί τους καταργούμε;

dmargaris@gmail.com