

Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ – ΕΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

ΕΣΤΩ ΑΣΤΕΡΑΣ ΑΚΤΙΝΑΣ R_A ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ T_A , ΚΑΙ ΠΛΑΝΗΤΗΣ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΣΤΕΡΑ ΑΚΤΙΝΑ α .

Τότε η Λαμπρότητα L (ισχύς σε όλα τα μήκη κύματος) του αστέρα δίνεται από τη σχέση:

$$L = \sigma A T_A^4 = \sigma 4\pi R_A^2 T_A^4$$

Αν θεωρήσουμε τον πλανήτη μέλαν σώμα, που απορροφά όλη την ενέργεια ακτινοβολίας που φτάνει σε αυτόν, τότε απορροφά ενέργεια με ρυθμό

$$P_{\text{απορροφούμενη}} = \frac{\pi R_{\text{planet}}^2}{4\pi\alpha^2} L = \frac{R_{\text{planet}}^2}{4\alpha^2} \sigma 4\pi R_A^2 T_A^4 = \sigma \pi R_{\text{planet}}^2 \frac{R_A^2}{\alpha^2} T_A^4$$

Εάν δεχθούμε, όπως πράγματι συμβαίνει, πως ένα ποσοστό αυτής της ενέργειας ανακλάται και α_1 το ποσοστό ανάκλασης, τότε:

$$P_{\text{απορροφούμενη}} = (1 - \alpha_1) \sigma \pi R_{\text{planet}}^2 \frac{R_A^2}{\alpha^2} T_A^4$$

Ταυτόχρονα, ο πλανήτης αποκτά θερμοκρασία T_{planet} και ακτινοβολεί (προς το διάστημα) με ισχύ:

$$P_{\text{ακτινοβολούμενη}} = \sigma 4\pi R_{\text{planet}}^2 T_{\text{planet}}^4$$

Εάν ο πλανήτης περιβάλλεται από ατμόσφαιρα, τότε ένα ποσοστό αυτής της ισχύος ανακλάται από την ατμόσφαιρα και «εγκλωβίζεται» στον πλανήτη. Αυτό είναι γνωστό ως φαινόμενο θερμοκηπίου. Αν α_2 το ποσοστό της παραπάνω ισχύος που ακτινοβολείται τότε:

$$P_{\text{ακτινοβολούμενη}} = \alpha_2 \sigma 4\pi R_{\text{planet}}^2 T_{\text{planet}}^4$$

Αν το $\alpha_2=1$ δεν υφίσταται φαινόμενο θερμοκηπίου.

Ο πλανήτης βρίσκεται σε θερμική ισορροπία αν:

$$P_{\text{ακτινοβολούμενη}} = P_{\text{απορροφούμενη}} \Rightarrow$$

$$\alpha_2 \sigma 4\pi R_{\text{planet}}^2 T_{\text{planet}}^4 = \alpha_1 \sigma \pi R_{\text{planet}}^2 \frac{R_A^2}{\alpha^2} T_A^4 \Rightarrow$$

$$\alpha_2 4 T_{\text{planet}}^4 = (1 - \alpha_1) \frac{R_A^2}{\alpha^2} T_A^4 \Rightarrow$$

$$T_{\text{planet}}^4 = \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_2} \frac{R_A^2}{4\alpha^2} T_A^4 \Rightarrow$$

$$T_{\text{planet}} = \frac{T_A}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{R_A}{a}} \sqrt{\frac{1 - \alpha_1}{\alpha_2}}$$

Εάν εφαρμόσουμε αυτή τη σχέση στο σύστημα **Ηλιος – Γη**, έχουμε $T_A=5800K$, $R_A=7 \cdot 10^8m$ και $\alpha=1.5 \cdot 10^{11}m$.

Επίσης ας δεχθούμε πως δεν υπάρχει ανάκλαση $\alpha_1=0$ και δεν υπάρχει φαινόμενο θερμοκηπίου $\alpha_2=1$.

Τότε :

$$T_{γης} = \frac{5800}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{7 \cdot 10^8}{1.5 \cdot 10^{11}}} = 280.16K$$

Αν λάβουμε υπόψη πως $\alpha_1=0.3$ και $\alpha_2=0.62$. Τότε:

$$T_{γης} = \frac{5800}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{7 \cdot 10^8}{1.5 \cdot 10^{11}}} \sqrt{\frac{1 - 0.3}{0.62}} = 288.8K$$

Που είναι πράγματι η μέση θερμοκρασία της γης, σήμερα.

Όσο ο συντελεστής α_2 μειώνεται, δηλαδή λιγότερη ενέργεια διαφεύγει από τη γη προς το διάστημα τόσο μεγαλύτερη θερμοκρασία ισορροπίας θα αποκτά η γη.

Εάν εφαρμόσουμε την ίδια σχέση στο σύστημα **Ηλιος – Αφροδίτη**, έχουμε $T_A=5800K$, $R_A=7 \cdot 10^8m$ και $\alpha=1.08 \cdot 10^{11}m$ και αν δεχθούμε πως δεν υπάρχει ανάκλαση $\alpha_1=0$ και δεν υπάρχει φαινόμενο θερμοκηπίου $\alpha_2=1$.

Τότε :

$$T_{αφροδίτης} = \frac{5800}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{7 \cdot 10^8}{1.08 \cdot 10^{11}}} = 340.35K$$

Η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της Αφροδίτης έχει μετρηθεί σε 735K, δηλαδή περίπου 400K υψηλότερη από τους υπολογισμούς μας. Που το αποδίδεται αυτό;

Αν για την Αφροδίτη $\alpha_1=0.75$, πόσο είναι το α_2 ;

$$735 = \frac{5800}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{7 \cdot 10^8}{1.08 \cdot 10^{11}}} \sqrt{\frac{1 - 0.75}{\alpha_2}}$$

($\alpha_2 \approx 0.01$)