ΑΣΚΗΣΗ-1

Να υπολογισθεί το συνολικό ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην πόλη της Θεσσαλονίκης καθ'όλη τη διάρκεια της 28ης Οκτωβρίου. Να θεωρηθεί ότι δεν υπάρχει ατμόσφαιρα. Δίδονται: Ηλιακή σταθερά I_0=2 cal cm^{-2} min^{-1} και γεωγραφικό πλάτος $\varphi=40^o$.

Λύση

Το συνολικό ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας στην κορυφή της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια μιας ημέρας είναι:

$$Q_{o\lambda} = \frac{1440 \cdot I_0}{\pi}\left(\frac{R_0}{R}\right)^2 \left[H_\delta \cdot \eta\mu\varphi \cdot \eta\mu\delta + \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot \sigma\upsilon\nu\delta \cdot \eta\mu H_\delta\right] \quad \text{ly/day}$$

άγνωστοι: $\left(\frac{R_0}{R}\right)$, δ, H_δ

- Η απόσταση Γης-Ήλιου, R, σε μία δεδομένη ημέρα του έτους, δίνεται από τη σχέση:

$$\boxed{R = R_0 \cdot \left[1 + 0.034 \cdot \sigma\upsilon\nu\left[0.989(D-3)\right]\right]^{-1/2}}$$

όπου D: ο αύξων αριθμός ημέρας του έτους, με αρχή μέτρησης την $1^η$ Ιανουαρίου (D=301 για $28^η$ Οκτωβρίου). Άρα, θα ισχύει (με αντκατάσταση):

$$\left(\frac{R_0}{R}\right)^2 = 1 + 0.034 \cdot \sigma\upsilon\nu\left[0.989(301-3)\right] \Rightarrow$$

$$\left(\frac{R_0}{R}\right)^2 = 1.014$$

- Η γωνία απόκλισης του Ήλιου, δ, σε μία δεδομένη ημέρα του έτους D, δίνεται από τη σχέση:

$$\boxed{\delta = 23.45° \cdot \eta\mu\left[0.986(D-80)\right]}$$

Άρα, με αντικατάσταση:

$$\delta = 23.45° \cdot \eta\mu\left[0.986(301-80)\right] = -14.41°$$

Η τιμή της γωνίας είναι αρνητική (λαμβάνουμε υπόψιν ότι στην ημερομηνία αυτή στον Ήλιο είναι εκτεθειμένο το Νότιο Ημισφαίριο).

- Η ωριαία γωνία του Ήλιου, H_δ, σε μία δεδομένη ημέρα του έτους D και για ένα δεδομένο σημείο στη Γη με γεωγραφικό πλάτος φ, δίνεται από τη σχέση:

$$\boxed{H_\delta = \tau o\xi\sigma\upsilon\nu\left(-\varepsilon\varphi\varphi \cdot \varepsilon\varphi\delta\right)}$$

Άρα, με αντικατάσταση θα ισχύει:

$$H_\delta = \tau o\xi\sigma\upsilon\nu\left[-\varepsilon\varphi 40 \cdot \varepsilon\varphi\left(-14.41\right)\right] = 77.55° = 1.3535 rad$$

ΠΡΟΣΟΧΗ! Η τιμή της ωριαίας γωνίας θα πρέπει να είναι τελικά εκπεφρασμένη σε ακτίνια (και όχι σε μοίρες)

Άρα, αντικαθιστώντας, έχουμε:

$$Q_{o\lambda} = \frac{1440 \cdot 2}{3.14} \cdot 1.014\left[1.3535 \cdot \eta\mu 40 \cdot \eta\mu\left(-14.41\right) + \sigma\upsilon\nu 40 \cdot \sigma\upsilon\nu\left(-14.41\right) \cdot \eta\mu 77.53\right] \Rightarrow$$

$$\boxed{Q_{o\lambda} = 472.2 ly/day}$$

Προκειμένου να έχουμε το αποτέλεσμα εκπέφρασμένο σε άλλες μονάδες, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τις μετατροπές τους παρακάτω τύπους.

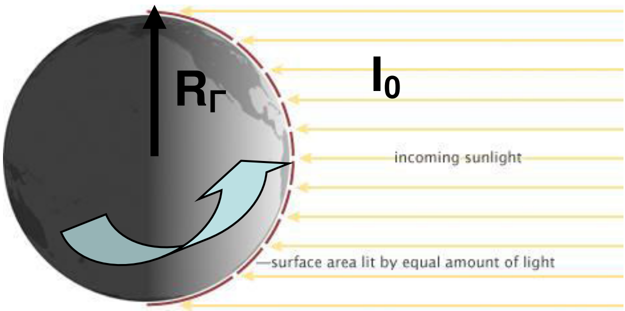
(1 ly = 1 cal/cm^2)
(1 ly/day = 0.48 W/m^2)
(1 ly/min = 697.8 W/m^2)

ΑΣΚΗΣΗ-2

Ποιο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται καθ'έτος κάθε τετραγωνικό εκατοστό της επιφάνειας της Γης, αν υποθέσουμε ότι τελικά φθάνει στο έδαφος το 53% της ακτινοβολίας που φθάνει στο όριο της ατμόσφαιρας. Δίδεται: Ηλιακή σταθερά I_0=2 cal cm^{-2} min^{-1} (ly min^{-1}) και γεωγραφικό πλάτος φ=40^o.

Λύση

Θεωρούμε τη Γη σε μία δεδομένη χρονική στιγμή, εκτεθειμένη στον Ήλιο (ενώ βέβαια περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της). Τότε, δέχεται τη ροή ακτινοβολίας που δείχνει το παρακάτω Σχήμα.



Το συνολικό ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το φωτιζόμενο τμήμα της Γης ανά μονάδα χρόνου είναι (λαμβάνουμε υπόχιν ότι η ακτινοβολία που δέχεται η Γη στο παραπάνω Σχήμα είναι η ίδια με αυτή που διαπερνά έναν κυκλικό δίσκο ο οποίος έχει ακτίνα την ακτίνα της Γης):

$$Q_o = \pi \cdot R_\Gamma^2 \cdot I_0$$

όπου R_Γ είναι η (μέση) ακτίνα της Γης (6370 km) προσαυξημένη με το πάχος της ατμόσφαιρας (περίπου 500 km) και I_0 είναι η ηλιακή σταθερά (που ορίζεται ανά μονάδα χρόνου).

Δεδομένου ότι, σύμφωνα με την άσκηση, η διαφάνεια της ατμόσφαιρας είναι ίση με 53%, στο έδαφος της Γης φθάνει ανά μονάδα χρόνου ποσότητα ακτινοβολίας ίση με:

$$Q = 0.53 \cdot \pi \cdot R_\Gamma^2 \cdot I_0$$

Άρα, το αντίστοιχο συνολικό ποσό που φθάνει στην επιφάνεια της Γης κατά τη διάρκεια ενός έτους σε λεπτά (365 ημέρες x 24 ώρες x 60 λεπτά) θα είναι:

$$Q = 0.53 \cdot \pi \cdot R_\Gamma^2 \cdot I_0 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60$$

Αυτό το ποσό ωστόσο, δεδομένου ότι η Γη περιστρέφεται συνέχεια γύρω από τον άξονα περιστροφής της, κατανέμεται σε όλη την επιφάνεια της Γης, δηλαδή σε επιφάνεια:

$$S = 4 \cdot \pi \cdot R_{\Gamma}^2$$

Άρα, το συνολικό ποσό ηλιακής ακτινοβολίας ανά μονάδα επιφάνειας θα είναι:

$$q = \frac{Q}{S} = \frac{0.53 \cdot \pi \cdot R_{\Gamma}^2 \cdot I_0 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60}{4 \cdot \pi \cdot R_{\Gamma}^2} = \frac{0.53 \cdot I_0 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60}{4} \Rightarrow$$

$$q = \frac{0.53 \cdot 2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60}{4} \Rightarrow$$

$$\boxed{q = 139.3 Kcal / cm^2 / year} \text{ ή } \boxed{139.3 Kly / year}$$

Για τις μεταροπές μονάδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί

(1 Kly/year ≈ 1.33 W/m^2)