N.K.U.A. – Department of Science

Psachna, Euboea - Euripus Campus

Φυσική Περιβάλλοντος :

“Ασκήσεις … μαθημάτων“

Καθ. Μιχάλης Γρ Βραχόπουλος

Energy and Environmental Research Laboratory

Άσκηση 1η

Να προσδιοριστεί η θερμική εκπομπή ανά μονάδα επιφανείας σε σώμα με επιφανειακή θερμοκρασία. Ο παράγοντας εκπομπής είναι 1,0,, 0,8,, 0,6,, 0,4 και 0,2 αντίστοιχα.

Εξίσωση Stefan Boltzmann: $Q=\varepsilon\sigma T^4$ W/m^2

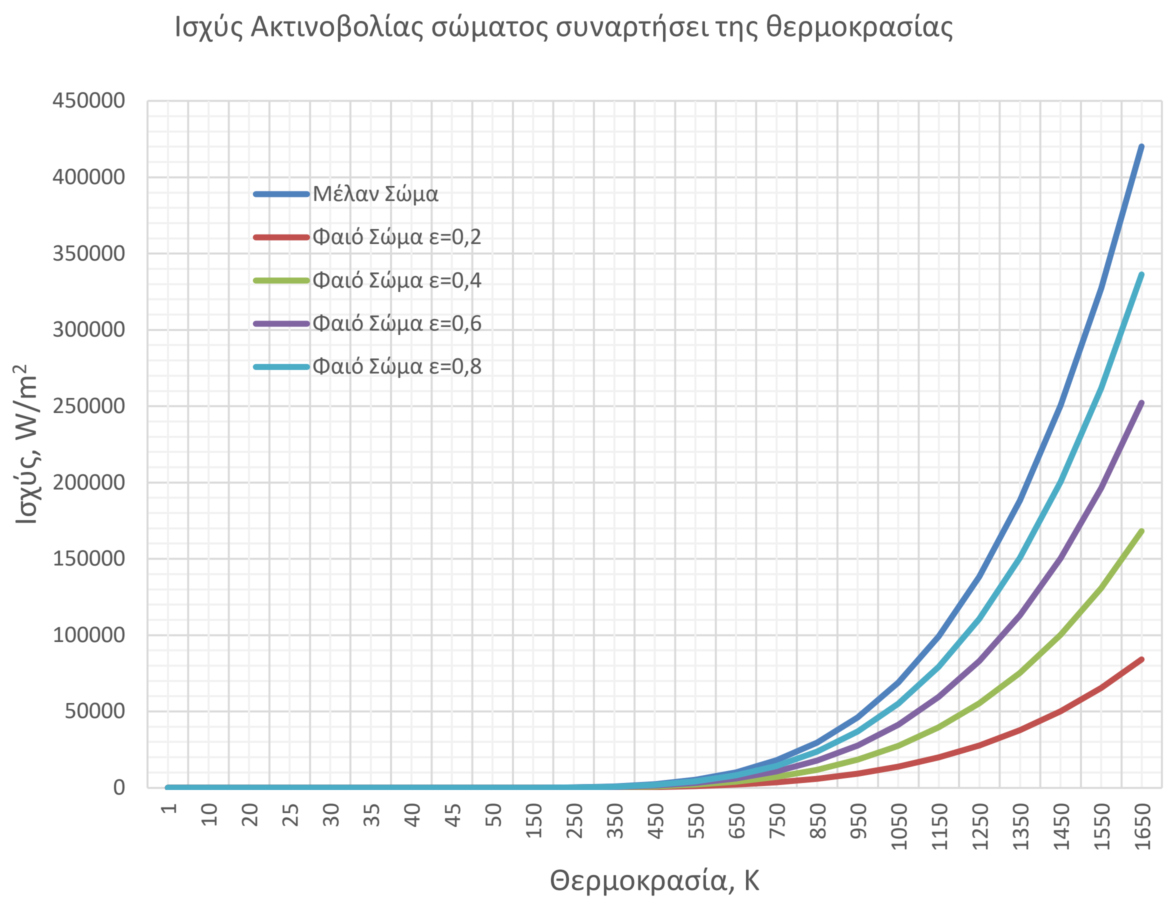
ε: παράγοντας εκπομπής,

σ: Σταθερά Stefan Boltzmann = 5,67*10^8 W/m^{2}K^4

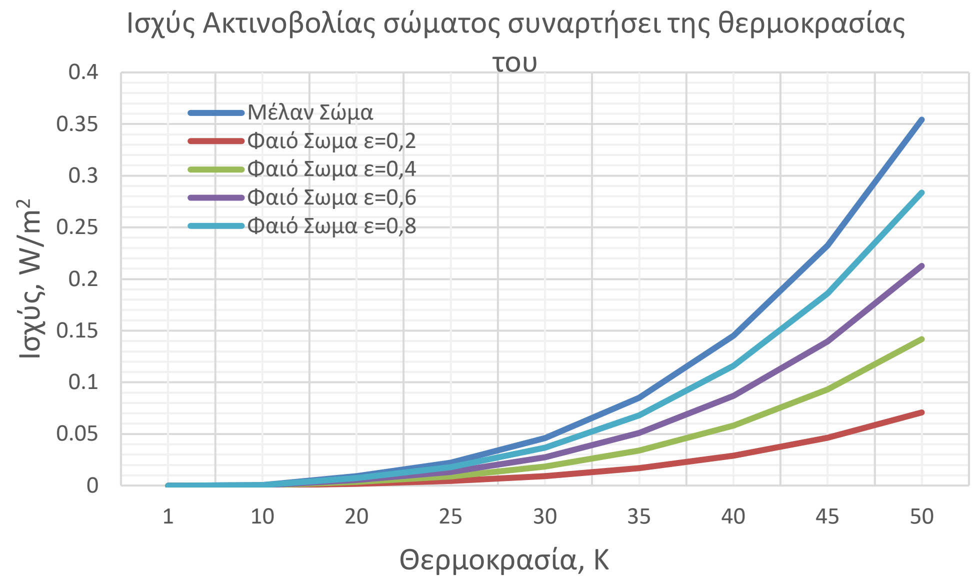
T: Θερμοκρασία (K)

Λύση

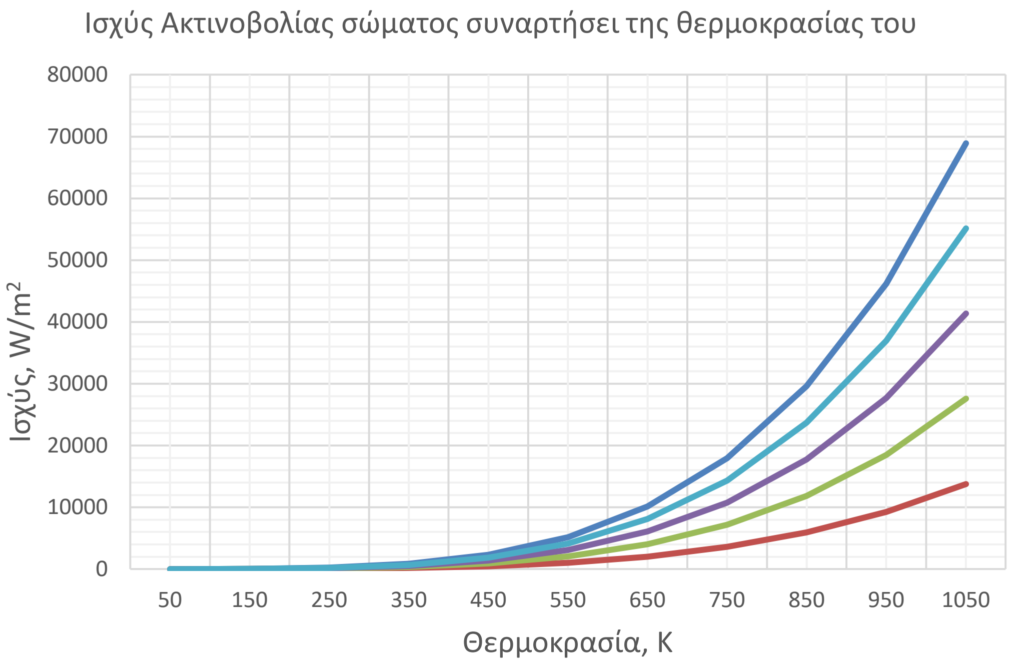
Διάγραμμα από 1 έως 1650 K



Διάγραμμα από 1 έως 50 K



Διάγραμμα από 50 έως 1050 K



Άσκηση 2η

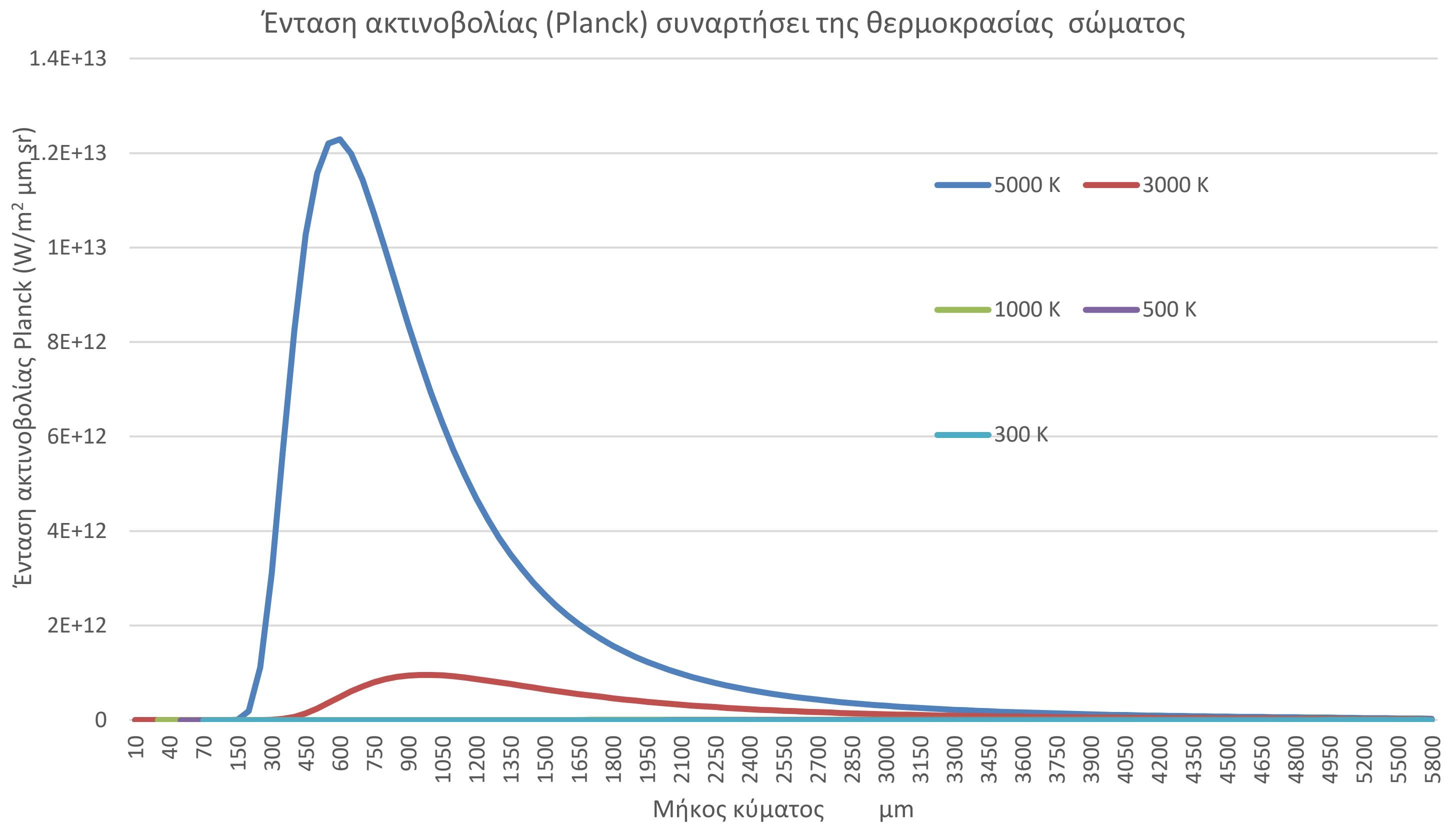
Με χρήσης της εξίσωσης Planck, να προσδιοριστεί η ένταση της ακτινοβολίας εκπομπής σωμάτων συναρτήσει του μήκους κύματος και της επιφανειακής τους θερμοκρασίας.

Λύση

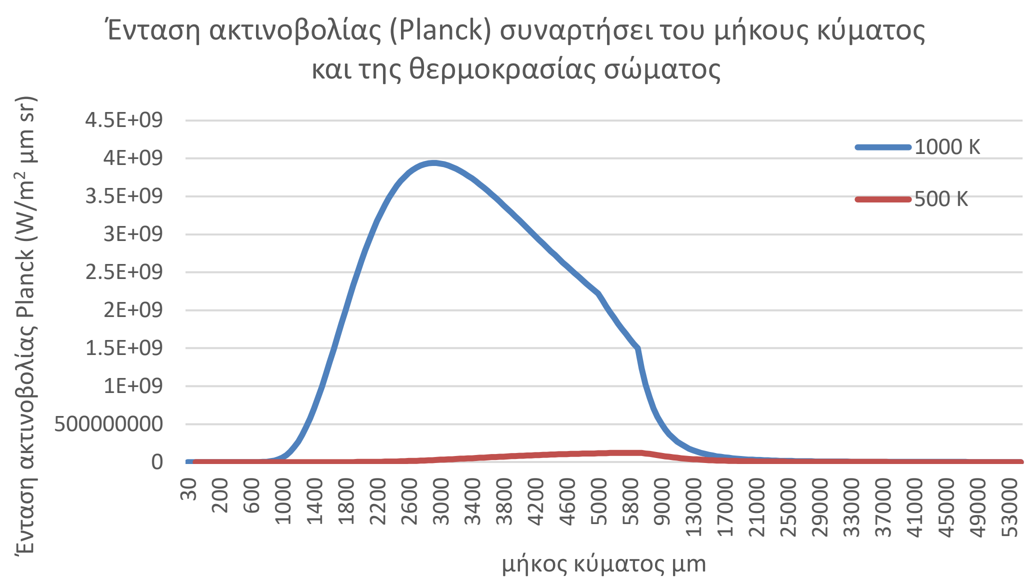
Εξίσωση Planck: $B_\lambda(T) = \dfrac{2hc^2}{\lambda^5 \left\{ e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1 \right\}}$

k_B **η σταθερά** Boltzmann (=1,37*10^{-23}J/grad)	
c η ταχύτητα του φωτός, 299.792.458 m/s	
h η σταθερά του Planck (=6,6261*10^{-34}Js)	
λ	μήκος κύματος, m

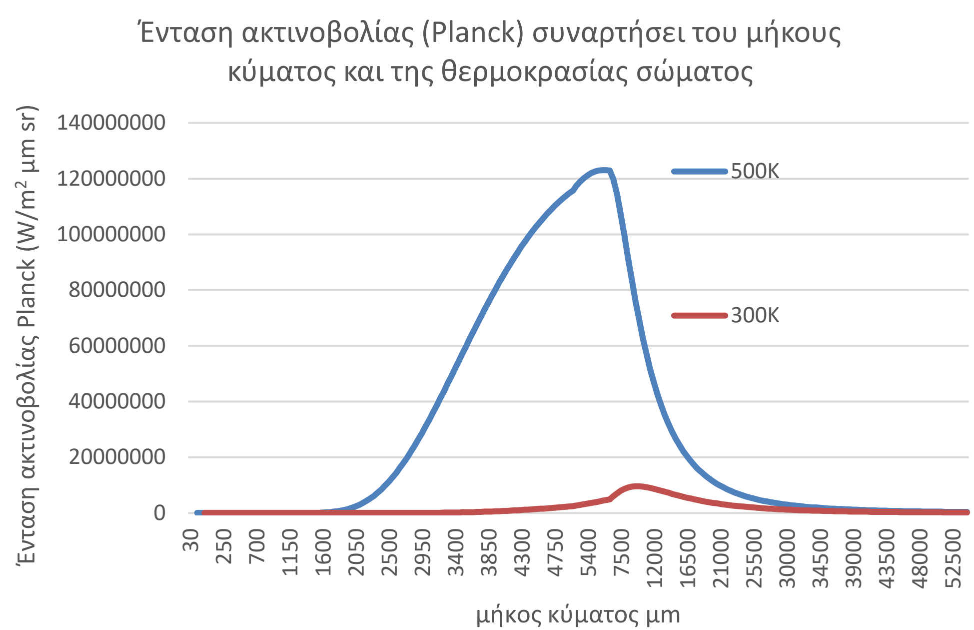
Διάγραμμα – θερμοκρασία 5000K έως 300 K



Διάγραμμα – θερμοκρασία 1000K
έως 500 K



Διάγραμμα – θερμοκρασία 500K
έως 300 K



Να λυθεί:

Με χρήσης της εξίσωσης Planck, να προσδιοριστεί το μέγιστο μήκος κύματος στο οποίο η ένταση της ακτινοβολίας εκπομπής σωμάτων είναι $2*10^9$ συναρτήσει της επιφανειακής τους θερμοκρασίας.

Σημείωση να σαρωθούν οι θερμοκρασίες και να βρεθεί αυτή στην οποία παρουσιάζεται αυτό το μέγιστο μήκος κύματος

Άσκηση 3η

Αέρια μάζα κινείται πάνω απ' την Ελλάδα με ταχύτητα 40km/h, ενώ παρατηρείται οριζόντια θερμοβαθμίδα 10K/100km.

Εάν στα Ιωάννινα ένας θερμογράφος δείχνει μεταβολή της θερμοκρασίας κατά -5K/h να προσδιοριστεί η μεταβολή της θερμοκρασίας στης αέριας μάζας.

$$\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + \upsilon \cdot \nabla T \ldots\ldots\ldots\ldots.$$

$$\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + \upsilon i\left(\frac{\partial T}{\partial x} i + \frac{\partial T}{\partial y} j + \frac{\partial T}{\partial z} k\right)$$

Λύση

Ο θερμογράφος μετρά με τοπική παράγωγο ∂T/∂t = -5K/h, η διεύθυνση λαμβάνεται μονοδιάστατη δηλαδή μόνο ως προς τη διεύθυνση x, συνεπώς, ∂T/∂y = 0 & ∂T/∂z = 0

$$\frac{DT}{Dt} = -5^oC/h + \upsilon i\left(\frac{\partial T}{\partial x} i + \frac{\partial T}{\partial y} j\right)$$

$$\frac{DT}{Dt} = -5\,K(^oC)/h + \upsilon \cdot \frac{\partial T}{\partial x}$$

Η υλική παράγωγος

$$\frac{DT}{Dt} = -5\ K(^oC)/h + \boldsymbol{\upsilon} \cdot \frac{\boldsymbol{\partial T}}{\boldsymbol{\partial x}}$$

Ο δεύτερος όρος του δευτέρου μέλους της εξίσωσης είναι:

$$\boldsymbol{\upsilon} \cdot \frac{\boldsymbol{\partial T}}{\boldsymbol{\partial x}} = 40\,{}^{km}\!/_{h} \cdot \frac{10K}{100km} = 4\,{}^{K}\!/_{h}$$

Επομένως η υλική παράγωγος λαμβάνει τη τιμή

$$\frac{DT}{Dt} = -5\,\frac{\mathrm{K}}{h} + 4\,\frac{\mathrm{K}}{h} = -1\,\frac{\mathbf{K}}{\boldsymbol{h}}$$

Να λυθεί:

Αέρια μάζα κινείται πάνω απ' την Ελλάδα με ταχύτητα 30km/h, ενώ παρατηρείται οριζόντια θερμοβαθμίδα 8K/100km.

Εάν στο Βόλο ένας θερμογράφος δείχνει μεταβολή της θερμοκρασίας κατά -4K/h να προσδιοριστεί η μεταβολή της θερμοκρασίας στης αέριας μάζας.

Άσκηση $4^η$

Αεροπλάνο κινείται προς τα νότια. Όταν βρίσκεται πάνω από την Πάτρα, σημειώνεται μεταβολή της θερμοκρασίας -3(°C)K/h. Η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι 300km/h.
Πεδίο παραλλήλων ισοθέρμων με διεύθυνση από δυτικά προς ανατολικά, παρουσιάζει οριζόντια θερμοβαθμίδα 5K/100km. Να υπολογιστεί η μεταβολή της θερμοκρασίας που σημειώνεται στην Πάτρα.

Λύση

…. **Ζητείται η τοπική παράγωγος $\partial T/\partial t$, ενώ δίνεται η υλική παράγωγός** DT/Dx

Συνεπώς:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{DT}{Dt} + \upsilon \cdot \nabla T =$$

$$= +\frac{3^oC}{h} - \frac{300km}{h} * \frac{5^oC}{100km} = 12\frac{^oC}{h}$$

$$\boldsymbol{\upsilon} \cdot \frac{\boldsymbol{\partial T}}{\boldsymbol{\partial x}} = 300\, {km}/{h} \cdot \frac{5K}{100km} = 15\, {K}/{h}$$

$$-\frac{DT}{Dt} = -(12\, {K}/{h} - 15\, {K}/{h}) = -(-\frac{3^oC}{h})$$

Να λυθεί:

Αεροπλάνο <u>κινείται προς τα νότια</u>. Όταν βρίσκεται πάνω από την Θεσσαλονίκη, σημειώνεται μεταβολή της θερμοκρασίας <u>-4(°C)K/h</u>. Η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι <u>250km/h</u>.

Πεδίο <u>παραλλήλων ισοθέρμων με διεύθυνση από δυτικά προς ανατολικά, παρουσιάζει οριζόντια θερμοβαθμίδα 4K/100km</u>. Να υπολογιστεί η μεταβολή της θερμοκρασίας που σημειώνεται στην Θεσσαλονίκη.

Άσκηση 5η

Βρείτε το μέσο ύψος των ισοβαρικών σταθμών, 1000, 925, 850, 700, 500hPa.
Για περίπτωση ξηρής ατμόσφαιρας.

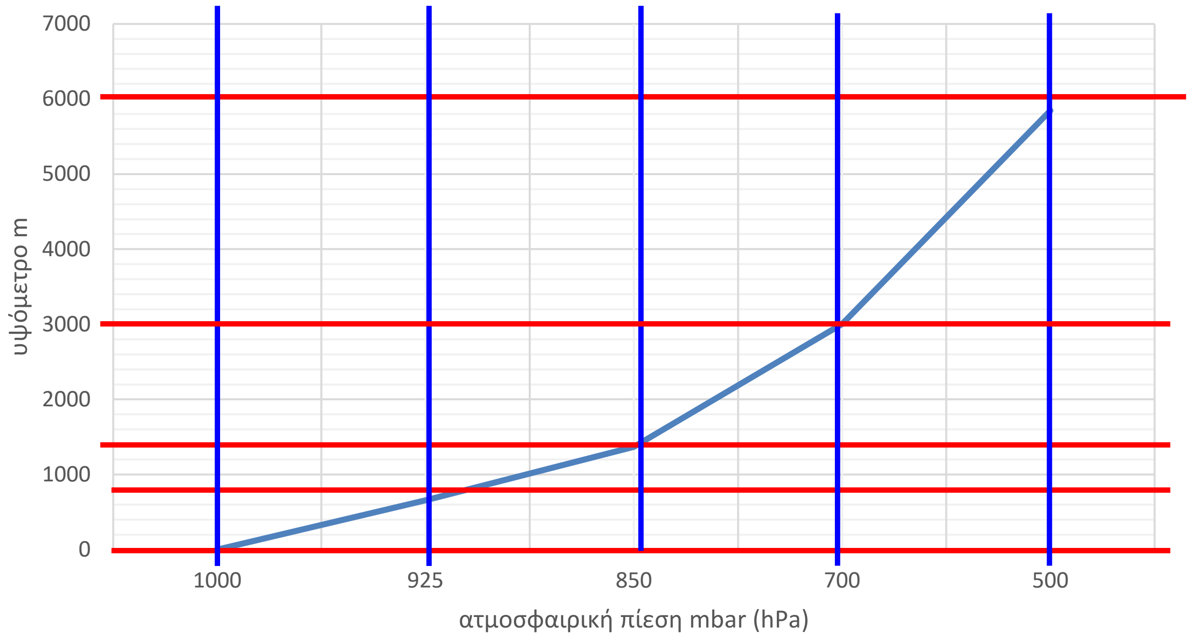
Δίδεται: R=287J/kgK, T=15^{o}C

$$\Delta z = -RTln\frac{P_1}{P_o}$$

Λύση

$$\Delta z = -RT ln \frac{P_1}{P_o} = -287 \cdot (273{,}15 + 15) \cdot \ln\left(\frac{p_1}{1000}\right)$$

καθ υψομετρο μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην ξηρή ατμόσφαιρα



p_1=1000, 925, 850, 700, 500hPa.

Να λυθεί:

Βρείτε την πίεση που μετράται σε σταθμούς σε διάφορα μέσα υψόμετρα, 250, 500, 750, 1000, 1250 και 1500m.
Για περίπτωση ξηρής ατμόσφαιρας.

Δίδεται: R=287J/kgK, T=15°C

$$p_1 = p_0 \cdot e^{-\Delta z / RT} \;\ldots\ldots\; \Delta z = -RT \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_0}\right)$$

Άσκηση 6η

Έστω ότι ο πραγματικός άνεμος πνέει (α=)30° δεξιότερα από τον γεωστροφικό άνεμο. Αν ο γεωστροφικός άνεμος έχει ένταση ($|\nabla g|$ =)20 ms^{-1}, να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής του ανέμου.

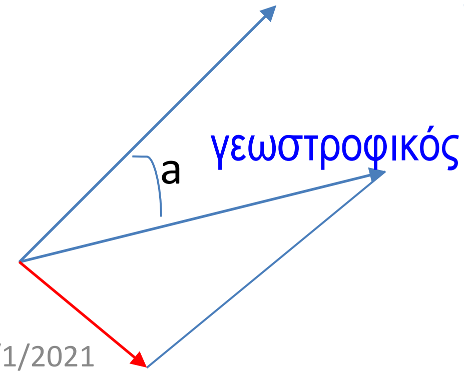
Δίνεται η παράμετρος Coriolis $f=10^{-4}\ s^{-1}$.

Λύση

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{DV}{Dt} = -\left(\dfrac{1}{\rho}\right)\dfrac{\partial p}{\partial s} \\[2ex] \dfrac{\partial p}{\partial s} = |\nabla p|\cdot\sin(a) \\[2ex] |\nabla p| = \rho\cdot f\cdot|\nabla g| \end{array}\right\} \Longrightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{DV}{Dt} = -\left(\frac{1}{\rho}\right)\rho\cdot f\cdot|\nabla g|\cdot\sin(a) = -f\cdot|\nabla g|\cdot\sin(a)$$

$$\Rightarrow \frac{DV}{Dt} = -10^{-4}\cdot 20\cdot\sin(30^{o}) = -10^{-4}\cdot 20\cdot\frac{1}{2} = -10^{-3}\ {}^{m}\!/\!{}_{s^2}$$



Να λυθεί:

*Έστω ότι ο πραγματικός άνεμος πνέει (α=)20° δεξιότερα από τον γεωστροφικό άνεμο. Αν ο γεωστροφικός άνεμος έχει ένταση ($\left|\nabla g\right|$ =)25 ms-1, να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής του ανέμου. Δίνεται η παράμετρος Coriolis f=2*10^{-3} s^{-1}.*

$$\frac{DV}{Dt} = -\left(\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial s}$$

$$\frac{\partial p}{\partial s} = \left|\nabla p\right| \cdot \sin\left(a\right)$$

$$\left|\nabla p\right| = \rho \cdot f \cdot \left|\nabla g\right|$$

Άσκηση 7η

Η θερμοκρασία σε ένα σημείο 50 km βορειότερα από έναν σταθμό είναι 3°C ψυχρότερη σε σχέση με τον σταθμό. Αν ο άνεμος πνέει από βορειοανατολικές διευθύνσεις με ένταση 20 ms^{-1} και ο αέρας θερμαίνεται λόγω ακτινοβολίας με ρυθμό 1°Ch^{-1}, να εκτιμηθεί η τοπική μεταβολή της θερμοκρασίας στη θέση του σταθμού.

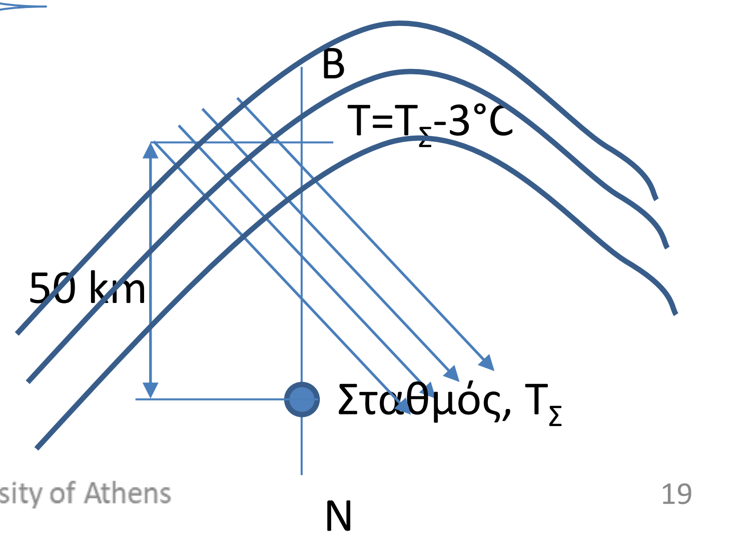
Λύση

$$\frac{DT}{Dt} = Q = 1\,{}^{o}C/h$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{DT}{Dt} - V\cdot\nabla T$$

$$V\cdot\nabla T = 20\,m/s \cdot \frac{\left[\dfrac{3\,{}^{o}C}{5\cdot 10^{4}\,m}\right]}{\sqrt{2}} = 8{,}47\cdot 10^{4}\,{}^{o}C(K)/s = 3{,}05\,K/h$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 1\,{}^{o}C/h - 3{,}05\,{}^{o}C/h = -2{,}05\,{}^{o}C/h$$



Να λυθεί:

Η θερμοκρασία σε ένα σημείο 40 km βορειότερα από έναν σταθμό είναι 3°C θερμότερη σε σχέση με τον σταθμό. Αν ο άνεμος πνέει από βορειοδυτικές διευθύνσεις με ένταση 15 ms^{-1} και ο αέρας θερμαίνεται λόγω ακτινοβολίας με ρυθμό 1,5°Ch^{-1}, να εκτιμηθεί η τοπική μεταβολή της θερμοκρασίας στη θέση του σταθμού.

$$\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + V \cdot \nabla T$$

Άσκηση 8η

Η επιφανειακή πίεση μειώνεται προς τα ανατολικά με ρυθμό 3 hPa/180 km. Ένα πλοίο κινείται προς τα ανατολικά με ταχύτητα 10 kmh^{-1} και μετρά πτώση της πίεσης 1 hPa/3h.
Να υπολογιστεί η μεταβολή της πίεσης σε ένα νησί από το οποίο διέρχεται το πλοίο και απέχει 60km.

Λύση

$$\boxed{\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{Dp}{Dt} - V \cdot \nabla p}$$

$$\boxed{\frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial z} = 0}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{Dp}{Dt} - V \cdot \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\frac{Dp}{Dt} = -\left(\frac{1}{3}\right) hPa/h$$

$$V \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = 10\, km/h \cdot \frac{-3}{180}\, hPa/km$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\left(\frac{1}{3}\right) hPa/h - 10\, km/h \cdot \frac{-3}{180}\, hPa/km = \frac{1}{6}\, hPa/h$$

$$\gamma\iota\alpha\ 6h........\ = -1\, hPa/6h$$

Άσκηση 9η

Ένα πλοίο ταξιδεύει προς τον βορρά με ταχύτητα 10 kmh^{-1}. Η επιφανειακή πίεση αυξάνεται προς τα βορειοδυτικά με ρυθμό 0,05 $hPakm^{-1}$. Ποιος είναι ο ρυθμός μεταβολής της πίεσης με τον χρόνο σε ένα σταθμό σε κοντινό νησί, εάν η πίεση επάνω στο πλοίο μειώνεται με ρυθμό 1 hPa/3 h;

Λύση

Σε σχέση με την 8, αλλάζει η διεύθυνση μεταβολής της πίεσης, προς τα βορειοδυτικά υπάρχει απόκλιση με γωνία 45^o και:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{Dp}{Dt} - V \cdot \nabla p \\
&\frac{Dp}{Dt} = -\left(\frac{1}{3}\right) hPa/h \\
&V \cdot \nabla p = |V| \cdot |\nabla p| \cdot \cos\alpha
\end{aligned}\right\} \quad \frac{\partial p}{\partial t} = -\left(\frac{1}{3}\right) hPa/h - 10\, km/h \cdot 0{,}05\, hPa/km \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{2}{3} hPa/h$$

$$\gamma\iota\alpha\ 3h........ = -2\, hPa/3h$$

Να λυθεί:

Η επιφανειακή πίεση μειώνεται προς τα δυτικά με ρυθμό 4 hPa/240 km. Ένα πλοίο κινείται προς τα δυτικά με ταχύτητα 15 kmh^{-1} και μετρά πτώση της πίεσης 1,5 hPa/3h.
Να υπολογιστεί η μεταβολή της πίεσης σε ένα νησί από το οποίο διέρχεται το πλοίο και απέχει 60km.

Εάν η επιφανειακή πίεση μειώνεται προς τα νοριοδυτικά και όχι προς τα δυτικά, με τον ίδιο ρυθμό, επίσης να υπολογιστεί η μεταβολή της πίεσης στο νησί.

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{Dp}{Dt} - V \cdot \nabla p$$

$$V \cdot \nabla p = \left| V \right| \cdot \left| \nabla p \right| \cdot \cos \alpha$$

Άσκηση 10η εδω

Ένας θύσανος καμινάδας ύψους 100μ και διαμέτρου 20μ έχει ταχύτητα 5m/s και θερμοκρασία 300K. Ο θύσανος υψώνεται σε ήρεμη ξηρή ατμόσφαιρα θερμοκρασίας 295K με θT/θz=0. Πόσο είναι η τελική ανύψωση του θύσανου αν η ταχύτητα του ανέμου είναι 4m/s στην κορυφή της καμινάδας;

Λύση

ήρεμη ξηρή ατμόσφαιρα: Ευστάθεια, ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα Γ.

h	100m
d	20m
vs	5m/s
Ts	300K
T	295K
θT/θz	0
u	4m/s
Γ	0,01K/m
g	9,81m/s^2

$$\frac{v_s}{u} = \frac{5}{4} = 1,25 \ \textit{ύπαρξη κατωρεύματος}$$

T_s~T: συνθήκες Ευστάθειας

$$h' = h + 2 \cdot d \cdot \left[\left(\frac{v_s}{u} \right) - 1,5 \right] = 100m + 2 \cdot 20m \cdot (-0,25) = 100m - 10m = 90m$$

$$\boxed{s = \frac{g}{T}\left(\frac{\partial T}{\partial z} + \Gamma \right) = \frac{9,81 \, m/s^2 \cdot 0,01 \, K/m}{295K} = 3,325 \cdot 10^4 \, s^{-2}}$$

$$H = h' + 1,5 \cdot \left[\left(\frac{v_s^2 d^2 T}{4T_s u}\right)\right]^{\frac{1}{3}} s^{-\frac{1}{6}} = 90 + 1,5 \cdot \left[\left(\frac{5^2 20^2 295}{4 \cdot 300 \cdot 5}\right)\right]^{\frac{1}{3}} \left(3,325 \cdot 10^{-4}\right)^{-\frac{1}{6}} = 90 + 1,5 \cdot 8,5 \cdot 3,8 = 138,5m$$

Να λυθεί:

Ένας θύσανος καμινάδας ύψους 90μ και διαμέτρου 10μ έχει ταχύτητα 8m/s και θερμοκρασία 300K. Ο θύσανος υψώνεται σε ήρεμη ξηρή ατμόσφαιρα θερμοκρασίας 295K με θT/θz=0. Πόσο είναι η τελική ανύψωση του θύσανου αν η ταχύτητα του ανέμου είναι 5m/s στην κορυφή της καμινάδας; (Γ=0,01K/m)

$$h' = h + 2 \cdot d \cdot \left[\left(\frac{v_s}{u}\right) - 1,5\right]$$

$$s = \frac{g}{T}\left(\frac{\partial T}{\partial z} + \Gamma\right)$$

$$H = h' + 1,5 \cdot \left[\left(\frac{v_s^2 d^2 T}{4T_s u}\right)\right]^{\frac{1}{3}} s^{-\frac{1}{6}}$$

Άσκηση 11η

Να υπολογιστεί η ανύψωση του θυσάνου που εκπέμπεται από μια καμινάδα ύψους 30μ και διαμέτρου 1μ έχει ταχύτητα 20m/s και θερμοκρασία 400K, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 20^o C και η ταχύτητα του ανέμου είναι 3m/s στην κορυφή της καμινάδας;

Λύση

δεδομένα

h	30m
d	1m
vs	20m/s
Ts	400K
T	20^o C
T	293,15K
u	3m/s
g	9,81m/s^2

Να ελεγχθεί εάν….

κατώρευμα?
Σύγκριση vs & u
Συνθήκες Ευστάθειας
Αστάθεια, Ευστάθεια, Ουδέτερη ατμόσφαιρα
Σταδιακή άνοδος Θυσάνου;

κατώρευμα?

$$\frac{v_s}{u} = \frac{20}{3} = 6,67 > 1,5$$

$$\boxed{h' = h = 30}$$

Συνθήκες Ευστάθειας
έλεγχος ταχύτητας ανέμου
1.Αστάθεια εάν είναι ημέρα
2.ουδέτερη ατμόσφαιρα εάν υπάρχει νεφοκάλυψη (ημέρα και νύχτα)
3.Ευστάθεια εάν είναι νύκτα

Παράμετρος καμινάδας F

$$F = \frac{g v_s d^2 (T_s - T)}{4T_s} = \frac{9,81\, {}^{m}\!/_{s^2} \cdot 20\left(\frac{m}{s}\right) \cdot 1m^2 (400 - 293,15)K}{4 \cdot 400K} = 13,10 m^4 s^{-3}$$

συνθήκες ασταθείς ή ουδέτερης ατμόσφαιρας (στρωμάτωσης) $\boxed{F = 13,10 m^4 s^{-3} \prec 55 m^4 s^{-3}}$

$$H = h' + \frac{21,425 \cdot F^{\frac{5}{8}}}{u} = 30 + \frac{21,425 \cdot 13,10^{\frac{5}{8}}}{3} = 65,7m$$

$$x_f = 49 \cdot F^{\frac{5}{8}} = 49 \cdot 13,10^{\frac{5}{8}} = 244,6m$$

συνθήκες ευσταθείς

$$\boxed{h' = h = 30}$$

$u = 3m/s$..... *κεκαμμένος θύσανος*

$$H = h' + 2,6\left(\frac{F}{us}\right)^{1/3} \qquad x_f = 2,07 \cdot us^{-\frac{1}{2}} \qquad s = \frac{g}{T}\left(\frac{\partial T}{\partial z} + \Gamma\right)$$

Παράμετρος καμινάδας F $\quad \dfrac{\partial T}{\partial z} = 0$

$$\boxed{s = \frac{g}{T}\left(\frac{\partial T}{\partial z} + \Gamma\right) = \frac{9,81\, m/s^2 \cdot 0,01\, K/m}{293K} = 3,346 \cdot 10^4 s^{-2}}$$

$$H = h' + 2,6\left(\frac{F}{us}\right)^{1/3} = 30 + 2,6 \cdot \left(\frac{13,10}{3 \cdot 3,346 \cdot 10^4}\right)^{\frac{1}{3}} = 91,21m$$

$$x_f = 2,07 \cdot us^{-\frac{1}{2}} = 2,07 \cdot \left(3 \cdot 3,346 \cdot 10^{-4}\right)^{\frac{-1}{2}} = 63,1m$$

Άσκηση 12η

Να υπολογίσετε την ισοδύναμη θερμοκρασία μελανού σώματος T_E της φωτόσφαιρας του Ηλίου (το εξώτερο ορατό τμήμα του Ηλίου) με βάση τις παρακάτω πληροφορίες: Η ηλιακή σταθερά είναι S=1366,18 Wm^{-2}, η απόσταση Γης – Ηλίου είναι $d_Γ$=1,496x10^{11} m και η ακτίνα της φωτόσφαιρας του Ηλίου R_H=6,95x10^8 m.

Λύση

Από τη σχέση $S = E(R_H)^2/(d_Γ)^2$ υπολογίζεται E = 6,33x10^7 Wm^{-2}.

Στη συνέχεια με τη χρήση του νόμου Stefan-Boltzman υπολογίζεται η T_E:

$\underline{\sigma(T_E)^4 = 6{,}33\text{x}10^7}$ Wm^{-2}

$$\boxed{s = \frac{E \cdot R_H^2}{{d_\Gamma}^2}}$$

$$E = \frac{s \cdot {d_\Gamma}^2}{R_H^2} = \frac{1366{,}18\, {}^{w}\!/\!{}_{m^2} \cdot (1{,}49 \cdot 10^{11} m)^2}{(6{,}95 \cdot 10^8 m)^2} = 6{,}33 \cdot 10^7\, {}^{w}\!/\!{}_{m^2}$$

$$\boxed{E = \sigma \cdot T_E^4 \Rightarrow T_E = \sqrt[4]{E/\sigma}}$$

$$T_E = \sqrt[4]{\frac{6,33 \cdot 10^7 \ W/m^2}{5,67 \cdot 10^{-8} \ W/m^2\mathrm{K}^4}} = 5780,4\mathrm{K}$$

Να επιλυθεί:
Εάν η απόσταση γης – ήλιου γίνει $d_{\Gamma,min}=1,471x10^{11}$ m ή $d_{\Gamma,max}=1,522x10^{11}$ m , να υπολογιστεί η ηλιακή σταθερά S? W/m^2 κάθε φορά.

Άσκηση 13η

Θεωρώντας ότι η Γη συμπεριφέρεται σαν μελανό σώμα, να υπολογίσετε την ισοδύναμη θερμοκρασία της επιφάνειάς της (T_0) με την παραδοχή ότι απορροφά το 70% της ηλιακής ενέργειας που δέχεται.
Δίδονται: η ηλιακή σταθερά $S = 1366{,}18 Wm^{-2}$, η ακτίνα της Γης = $6{,}37 x 10^6$ m και η σταθερά Stefan- Boltzmann $\sigma = 5{,}67 x 10^{-8} Wm^{-2} K^{-4}$).

Λύση

Αν υποτεθεί ότι η μέση ηλιακή ισχύς που προσπίπτει κάθετα ανά μονάδα επιφάνειας στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας (ηλιακή σταθερά) ***μοιράζεται σε όλη την επιφάνειά της Γης****, τότε η μέση εισερχόμενη ισχύς (σε απουσία ατμόσφαιρας) ανά μονάδα επιφάνειας είναι ίση με:*

$$\boxed{\frac{S\pi R_\Gamma^2}{4\pi R_\Gamma^2} = \frac{S}{4} = 341{,}55\, {}^{w}\!/_{m^2}}$$

Λόγω, όμως, της ανακλαστικότητας (A_l = albedo) της ατμόσφαιρας, η ενέργεια που απορροφάται (παράγων απορρόφησης α=0,70), είναι τελικά (αν θεωρηθεί ότι A_l = 0.30):
E_1 = (1-A) 341,5 Wm^{-2} = 0,70x341,5 Wm^{-2} = 239,05Wm^{-2}

$$\boxed{E_1 = a \cdot \frac{S}{4} = 0,7 \cdot 341,55 \, {}^{w}\!/_{m^2} = 239,05 \, {}^{w}\!/_{m^2}}$$

και η θερμοκρασία στην επιφάνεια προκύπτει από τη σχέση: σ(T_0)^4 = 239,05 Wm^{-2}.

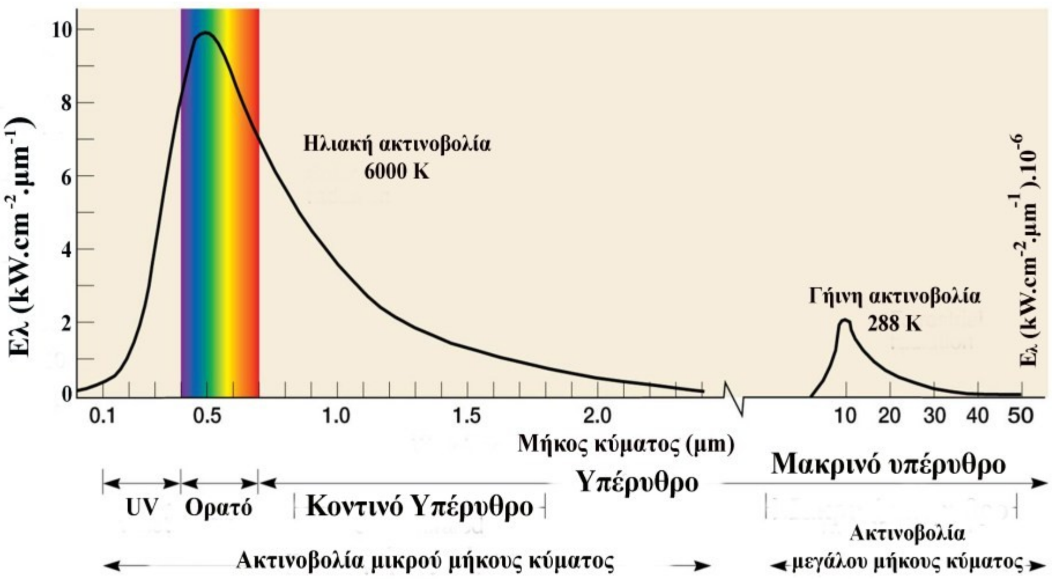
$$T_{E1} = \sqrt[4]{\frac{239,05 \, {}^{w}\!/_{m^2}}{5,67 \cdot 10^{-8} \, {}^{w}\!/_{m^2 K^4}}} = 254,8\mathrm{K} = -18,3\,^{o}C$$

Άσκηση 14η

Κατά πόσον διαφέρει η φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας από την ανάλογη κατανομή της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη Γη; Ποια είναι η αιτιολογία αυτού του γεγονότος;

Λύση

Δείτε τον νόμο μετατόπισης του Wien και το Σχήμα



Άσκηση 15η

Με ποιο τρόπο η θερμοκρασία ενός αντικειμένου επηρεάζει την ακτινοβολία, την οποία αυτό εκπέμπει;

Λύση

Χρησιμοποιώντας τον νόμο μετατόπισης του Wien οι τιμές του λ (σε μm),που αντιστοιχούν στο μέγιστο της εκπομπής για ένα μελανό σώμα σε θερμοκρασία T (σε Kelvin), υπακούουν στη σχέση:

$$l_{max}T = 2897{,}8$$

Άσκηση 16η

Θεωρώντας ότι η ροή ακτινοβολίας από τον Ήλιο είναι $3{,}91\times10^{26}$ W, ποια είναι η μέση ολική ένταση (Ε) της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το εξωτερικό τμήμα του ηλιακού δίσκου;

(δίδεται: ακτίνα Ηλίου $=6{,}95\times10^{8}$ m).

Λύση

Θεωρώντας τον Ήλιο ως σφαίρα υπολογίζεται το εμβαδό της σφαιρικής επιφάνειάς του ηλιακού δίσκου και διαιρείται η ροή ακτινοβολίας προς το εμβαδό που υπολογίσθηκε.

…..

$$\boxed{E = {E_{tot}}/{\mathrm{A_H}} = {E_{tot}}/{4\cdot\pi\cdot R_H^2}\left({W}/{m^2}\right)}$$

Άσκηση 17η

Αέρας ρέει με ταχύτητα 2 m/s πάνω από μία επίπεδη πλάκα (με οξεία άκρη) στους 15°C και 1atm. Το μήκος της πλάκας είναι 2,15 m και το πλάτος της 3 m. Για τη μία πλευρά της πλάκας να υπολογιστούν τα μεγέθη: δ(L), $C_{f,L}$, τ_w(L), C_D και F_D για A=2,5m. Θεωρήστε ότι Re_{cr}=500000.

Λύση

Από πίνακες: ρ= 1,225 kg/m^3, μ= 1,802×10^{-5} kg/ms και ν= 1,470×10^{-5} m^2/s

$$\boxed{\mathrm{Re}_L = \frac{u_\infty L}{\nu} = \frac{2\,{}^{m}\!/_{s}\cdot 2{,}15m}{1{,}47\cdot 10^{-5}\,{}^{m^2}\!/_{s}} = 291500 < 500000}$$

Συνεπώς σε όλο το μήκος της πλάκας η ροή είναι στρωτή.

$$\Pi\acute{\alpha}\chi o\varsigma\ \mathrm{O}\ \Sigma\ \sigma\tau o\ L : \delta(L) = \frac{5L}{\sqrt{\mathrm{Re}_L}} = \frac{5\cdot 2{,}15m}{\sqrt{291500}} = 0{,}0199m = 1{,}99cm$$

Τοπικός συντελεστής τριβής ή οπισθέλκουσας στο x=L:

$$C_{f,L} = \frac{\tau_{w,x}}{\rho u_\infty^{2}/2} = 0{,}664\cdot\left(\frac{L}{L}\right)^{1/2}\cdot \mathrm{Re}_L^{1/2} = 0{,}664\cdot \mathrm{Re}_L^{1/2} = 0{,}00123$$

Διατμητική τάση *στο τοίχωμα στο x=L:*

$$\tau_w\left(L\right)=0,332\cdot u_\infty\cdot\sqrt{\rho\mu u_\infty/L}=0,332\cdot 2\cdot\sqrt{\frac{1,224\cdot 1,802\cdot 10^{-5}\cdot 2}{2,15}}=0,0030\cdot\frac{N}{m^2}(P_a)$$

Μέσος συντελεστής οπισθέλκουσας *(σε μήκος L):*

$$C_D=\frac{1,328}{\mathrm{Re}_L^{1/2}}=0,00246$$

Συνολική οπισθέλκουσα δύναμη

$$F_D=\frac{1}{2}\rho u_\infty{}^2 C_D A=\frac{1}{2}1,225\left(kg/m^3\right)2^2\left(m/2\right)^2 0,00246\cdot 2,5\left(m\right)=0,0389N$$

Άσκηση 18η

Αέρας θερμοκρασία T_∞ =300 ^{0}C και σε πίεση P_∞ =6 kPa ρέει με ταχύτητα 10 m/s πάνω από μία επίπεδη πλάκα μήκους 0,5 m.

Να υπολογιστεί ο ρυθμός ψύξης ανά μονάδα πλάτους που απαιτείται για να διατηρείται η θερμοκρασία στην επιφάνεια της πλάκας στους 27°C.

Δίνονται: για p=1atm & T=450K …..$\nu = 3{,}084\times10^{-5}\ m^2/s,\ k = 3{,}64\times10^{-2}\ W/mK\ \ \text{και}\ \ Pr = 0{,}6$

ΛΥΣΗ

Θεωρείται : *μόνιμη κατάσταση, ροή πάνω σε μία ισοθερμοκρασιακή πλάκα, ενώ αγνοείται τυχόν συμβολή της ακτινοβολίας.*

Οι ιδιότητες του αέρα υπολογίζονται στη θερμοκρασία του στρώματος

$$T_f = \frac{T_w + T_\infty}{2} = \frac{(273{,}15+27)+(273{,}15+300)}{2} = 437{,}15K$$

Από πίνακες … σε 1 atm και 437 K:

$$\nu = 3{,}084\times10^{-5}\ m^2/s,\ k = 3{,}64\times10^{-2}\ W/mK\ \ \text{και}\ \ Pr = 0{,}687$$

Ποια είναι όμως η επίδραση της πίεσης στις παραπάνω φυσικές ιδιότητες;

Από την κλασική κινητική θεωρία δεν επηρεάζονται τα μ, k και cp.

Άρα επηρεάζεται μόνο το κινηματικό ιξώδες….

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \nu_{1(6kPa)} = \nu_{2(101kPa)} \cdot \frac{101,3}{6} = 3,084 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{101,3}{6} = 5,21 \cdot 10^{-4}\, m^2/s$$

Για πλάκα μήκους L και πλάτους b από τον νόμο μετάδοσης θερμότητάς (ψύξης) του Newton:

$$\dot{Q} = q(Lb) = \bar{h}_L \cdot \left(T_\infty - T_w\right)\left(Lb\right) \qquad or \left(\frac{\dot{Q}}{b}\right) = L \cdot \bar{h}_L \cdot \left(T_\infty - T_w\right)$$

Αρχικά θα πρέπει να ελεγχθεί αν υφίσταται στρωτή ροή:

$$\mathrm{Re}_L = \frac{U_\infty \cdot L}{\nu} = \frac{10\left(m/s\right) \cdot 0,5\left(m\right)}{5,31 \cdot 10^{-4}\left(m^2/s\right)} = 9597 \qquad \Rightarrow \text{στρωτή ροή}$$

Θα βρεθεί ο μέσος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από τον μέσο αριθμό Nusselt, Εξ. (18) :

$$\bar{N}u_L = \frac{\bar{h} \cdot L}{k} = 0,664 \cdot \left(9597\right)^{1/2} \cdot \left(0,687\right)^{1/3} = 57,5$$

Σημειώνεται ότι η τιμή του Pr βρίσκεται στην περιοχή <u>$0,6 \le \mathrm{Pr} \le 50$</u>.

Ο μέσος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας υπολογίζεται ως:

$$\bar{h} = \frac{\bar{N}u_L \cdot k}{L} = \frac{57,5 \cdot 0,0364\left(W/mK\right)}{0,5\left(m\right)} = 4,18\left(W/m^2K\right)$$

Και ο ρυθμός ψύξης που απαιτείται είναι: $\left(\frac{Q}{b}\right) = 4,18\ \ (W/m^2K) \times 0,5\,(m)\left[573 - 300\right](K) = 570\ \ W/m$

Άσκηση 19η

Αεροπλάνο κινείται προς τα ανατολικά με κλίση 60°, ταχύτητα ανέμου 200 ms^{-1} και σχετική ταχύτητα ως προς το έδαφος 225 ms^{-1}. Αν το αεροπλάνο πετάει υπό σταθερή πίεση και σε γεωστροφικό πεδίο ροής, να εκτιμηθεί ο ρυθμός μεταβολής του ύψους του σε μέτρα ανά χιλιόμετρο.

Δίνεται η παράμετρος Coriolis $f=10^{-4}\ s^{-1}$.

Λύση

Άσκηση 20η

Η μέση θερμοκρασία στο στρώμα μεταξύ των ισοβαρικών επιφανειών των 750 και 500 hPa μειώνεται προς τα ανατολικά με ρυθμό 3°C ανά 100 km. Αν ο γεωστροφικός άνεμος στην ισοβαρική επιφάνεια των 750 hPa έχει νοτιοανατολική διεύθυνση και ένταση 20 ms^{-1}, ποια η διεύθυνση και η ένταση του γεωστροφικού ανέμου στην ισοβαρική επιφάνεια των 500hPa;

Πόση είναι η μέση διαφορά θερμοκρασίας στο στρώμα μεταξύ των ισοβαρικών επιφανειών 750 και 500 hPa;

Λύση

Άσκηση 21η

Τα δεδομένα ανέμου συγκεντρώθηκαν 50 km ανατολικά, βόρεια, δυτικά και νότια ενός σταθμού αντίστοιχα: 90° με 10 ms^{-1}, 120° με 4 ms^{-1}, 90° με 8 ms^{-1} και 60° με 4 ms^{-1}. Να υπολογιστεί η κατά προσέγγιση οριζόντια απόκλιση στο σταθμό.

Λύση

Άσκηση 22η

Αν ένας παίκτης του μπέιζμπολ πετάξει μία μπάλα σε οριζόντια απόσταση 100 m σε γεωγραφικό πλάτος 30° σε 4 s, πόση θα είναι η οριζόντια μετατόπιση της μπάλας λόγω περιστροφής της Γης;

Λύση

Άσκηση 23η

Ένας ανεμοστρόβιλος περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω. Αν η θερμοκρασία είναι 288 K, η πίεση σε απόσταση 100 m από το κέντρο του είναι ίση με 1000 hPa και η ταχύτητα στο ίδιο σημείο 100 ms^{-1}, τότε να υπολογισθεί η πίεση στο κέντρο του.

Λύση

Άσκηση 24η

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα στην τροπόσφαιρα σε γεωγραφικό πλάτος 30°, η μέση ζωνική μεταβολή της θερμοκρασίας είναι ίση με 0,75K ανά μοίρα γεωγραφικού πλάτους και ο μέσος ζωνικός γεωστροφικός άνεμος κοντά στην επιφάνεια της Γης τείνει στο μηδέν. Να υπολογιστεί ο μέσος ζωνικός άνεμος στο επίπεδο του αεροχειμάρρου, δηλαδή στα 250 hPa.

Λύση

Άσκηση 25η

Αν η μέση ολική ένταση ακτινοβολίας του Ηλίου είναι $6,33 \times 10^{7}$ Wm^{-2}, η ακτίνα του Ηλίου $6,95 \times 10^{8}$ m, η μέση απόσταση Γης-Ηλίου $1,496 \times 10^{11}$ m και η ακτίνα της Γης $6,37 \times 10^{6}$ m, πόσο είναι το συνολικό ποσό ενέργειας που προσπίπτει στη μονάδα επιφανείας της Γης σε χρόνο 1s ;

Λύση

Άσκηση 26η

1. Εφαρμόζοντας το νόμο του Wien, υπολογίστε το μήκος κύματος (σε μm) που αντιστοιχεί στο μέγιστο της θερμικής ακτινοβολίας του ανθρώπινου σώματος (η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι περίπου $37^{o}C$).

2. Εφαρμόζοντας το νόμο του Wien, υπολογίστε το μήκος κύματος (σε μm) που αντιστοιχεί στο μέγιστο της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας από την επιφάνεια της γης, χρησιμοποιώντας τη μέση θερμοκρασίας της, $T=15^{o}C$. Σε ποια περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος αντιστοιχεί αυτό το μήκος κύματος;

3. Αν η ολική επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος είναι 1,2 m^2, να υπολογίσετε από το νόμο Stefan – Boltzmann, την ακτινοβολούμενη ενέργεια σε θερμίδες (1cal=4,2J). Πως αντισταθμίζεται αυτή η απώλεια ενέργειας; Θεωρείστε το συντελεστή εκπομπής ίσο με τη μονάδα.

4. Υπολογίστε από το νόμο Stefan – Boltzmann, την ακτινοβολούμενη ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας ενός σύννεφου που η κάτω επιφάνεια του έχει θερμοκρασία $-10^{o}C$. Θεωρείστε το συντελεστή εκπομπής ίσο με τη μονάδα. Σε ποιο μήκος κύματος εκπέμπεται η ενέργεια αυτή;

Άσκηση 27η

Καμινάδα ενεργού ύψους 100m σε αστικό μέρος της χώρας μας εκπέμπει 80g/s NO. Σε ύψος 10m η ταχύτητα του ανέμου είναι 4m/s. Να υπολογισθεί η συγκέντρωση του ρύπου στο έδαφος, σε απόσταση 2km από την πηγή, σε διάρκεια ανέφελης θερινής ημέρας.

Δίνονται

$$c(x,y,z,H_e)=\frac{Q}{2\pi u\sigma_y\sigma_z}e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}}\left[e^{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}}+e^{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}}\right]$$

Στο επίπεδο του εδάφους (z=0)

$$c(x,y,0,H_e)=\frac{Q}{\pi u\sigma_y\sigma_z}\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)\exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$c(x,0,0,H_e)=\frac{Q}{\pi u\sigma_y\sigma_z}\exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

		Ταχύτητα ανέμου στην επιφάνεια του εδάφους ($m\cdot s^{-1}$)				
	Ηλιοφάνεια / Νεφοκάλυψη	< 2,0	2 – 3	3 - < 5	5 - < 6	≥ 6
	Ισχυρή ηλιοφάνεια	A	A – B	B	C	C
Ημέρα	Μέση ηλιοφάνεια	A – B	B	B – C	C – D	D
	Ελαφρά ηλιοφάνεια	B	C	C	D	C
Ημέρα ή Νύχτα	Πλήρης νεφοκάλυψη	D	D	D	D	D
	Λεπτή πλήρης νεφοκάλυψη ή					
Νύχτα	≥ 50 % νεφοκάλυψη	—	E	D	D	D
	≤ 40 % νεφοκάλυψη	—	F	E	D	D

Κατηγορία Ευστάθειας	Περιβάλλον		Κατηγορία Ευστάθειας	Περιβάλλον	
	Αγροτικό	Αστικό		Αγροτικό	Αστικό
A	0,07	0,15	D	0,15	0,25
B	0,07	0,15	E	0,35	0,30
C	0,10	0,20	F	0,55	0,30

ομάδα Ασκήσεων Β

(α). Από την ενεργειακή κατανομή στο ηλιακό φάσμα το μέγιστο της ενέργειας συναντάται σε μήκος κύματος λ_{max}= 4740 Å, να υπολογιστεί η θερμοκρασία του Ήλιου. Δίνεται:

(β). Θεωρώντας τη φασματική κατανομή της εκπεμπόμενης γήινης ακτινοβολίας μελανού σώματος θερμοκρασίας T=288K, να υπολογισθεί το λ_{max} της ακτινοβολίας αυτής και να αναφερθούν τα κυριότερα αέρια που απορροφούν την ακτινοβολία αυτή.

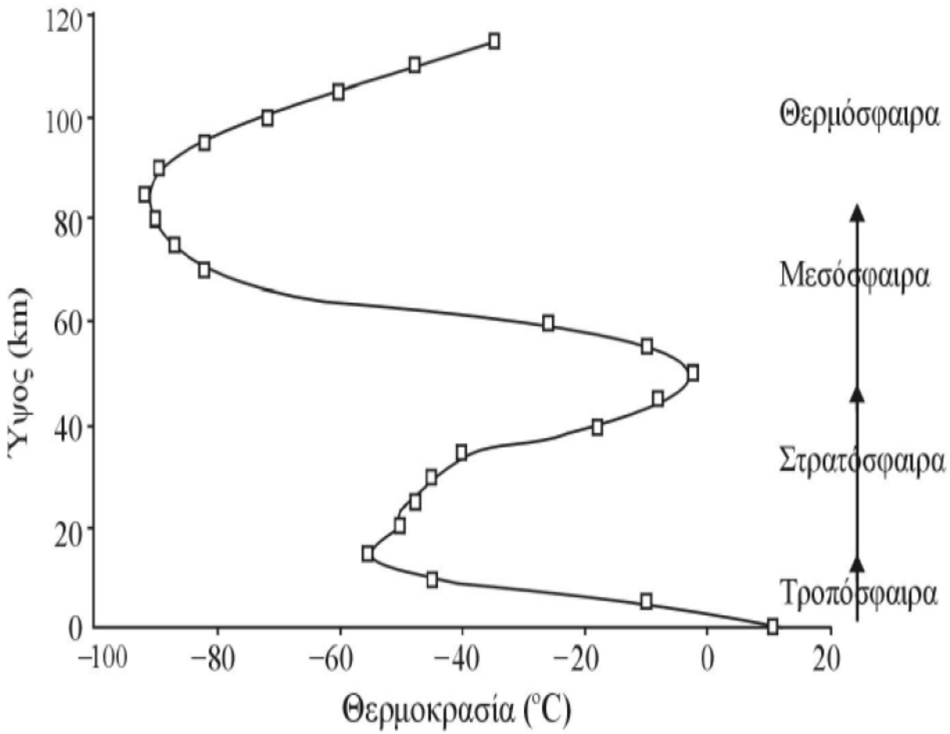
(γ). Πόσα μόρια υπάρχουν σε 2,00 m^3 αέριο, θερμοκρασίας 15◦C και πίεσης P=1 atm Δίνονται : $k = 1{,}380649\times10^{-23} J\cdot K^{-1}$, 1 atm = 1,01 x 10^5 Pa, Kelvin = Celsius + 273,15.

(δ). Η ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας συχνά μετριέται σε eV και το αντίστροφο μήκος κύματος σε cm^{-1}.
Δείξτε ότι το 1 cm^{-1} είναι ισοδύναμο με $1{,}24 \cdot 10^{-4}$ eV. Δίνεται: 1 eV= $1.60 \cdot 10^{-19}$ J .

Αέρια μάζα κινείται με βάση το γεωστροφικό άνεμο (στη τροπόσφαιρα)

(ε) Ποιες δυνάμεις ενεργούν στην αέρια μάζα και πως κινείται σε σχέση με τις ισοβαρείς τόσο στο Βόρειο όσο στο Νότιο ημισφαίριο, σε χαμηλά ή υψηλότερα ύψη (επιπλέον ζητούνται σχήματα για τις 4 αυτές περιπτώσεις). Περιγράψτε όλες τις δυνάμεις που συναντώνται .

(στ) Εξηγείστε την μεταβολή θερμοκρασίας του αέρα με το ύψος. Δικαιολογήστε την μείωση στην τροπόσφαιρα και την αύξηση στην στρατόσφαιρα.



(ζ). Πόσα μόρια υπάρχουν σε 1.00 m^3 αέριο, θερμοκρασίας 10°C και πίεσης P = 2 atm. Δίνονται : $k = 1,380649\times10^{-23} J\cdot K^{-1}$, 1 atm = 1,01 x 10^5 Pa, Kelvin = Celsius + 273,15.

(η). Θεωρώντας ένα απλό μοντέλο ενεργειακού ισοζυγίου για τους πλανήτες Αφροδίτη και Άρη και την αντίστοιχη ηλιακή σταθερά S (S_{ven}=2620 Wm^{-2}, S_{mar}=589 Wm^{-2}) και λευκότητα (R_v=76% και R_m=25%),

1) να υπολογίσετε την αντίστοιχη αναμενόμενη ενεργό θερμοκρασία Te(K) των δύο αυτών πλανητών,

2) ποια θα ήταν η αντίστοιχη ενεργός θερμοκρασία αν η λευκότητα αυξανόταν κατά 10%,

3) να συγκρίνετε την ενεργό θερμοκρασία που υπολογίσατε με την πραγματική θερμοκρασία στην επιφάνεια της Αφροδίτης (T_v=750K) και του Άρη (T_m=218K).

Που οφείλεται η παρατηρούμενή διαφορά θερμοκρασίας;

Δίνεται $\sigma=5,67\text{x}10^{-8}$ $Wm^{-2}K^{-4}$

(θ) Θεωρήστε τη γη επίπεδη σε σχήμα νομίσματος που έχει την ίδια θερμοκρασία σε όλη της την επιφάνεια και ότι συμπεριφέρεται σαν μελανό σώμα. Αγνοήστε απώλειες από ακτινοβολία και υποθέστε ότι δεν υπάρχουν αέρια του θερμοκηπίου, ούτε λευκότητα. Υπολογίστε τότε την ενεργό θερμοκρασία της γης (T_e). Δίνεται $\sigma=5.67\times10^{-8}Wm^{-2}K^{-4}$ και ότι η προσπίπτουσα ροή ακτινοβολίας $S=1370Wm^{-2}$

(ι) Να υπολογίσετε τη ροή ηλιακής ακτινοβολίας σε απόσταση $R=1,5\times10^{11}$ m από τον ήλιο (απόσταση ηλίου-γης). Δίνεται η ροή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από τον ήλιο ίση με $F_s=6,42\times10^7$ Wm^{-2}. Τι θα άλλαζε εάν η ενεργός θερμοκρασία του ήλιου ήταν 6000K; Δίνεται η μέση ακτίνα του ήλιου $R_s=696\times10^3$ km και ότι ο ήλιος συμπεριφέρεται σαν μελανό σώμα και ότι δεν υπάρχει απορρόφηση ακτινοβολίας στο μεσοαστρικό διάστημα.

(κ) Θεωρώντας τη φασματική κατανομή της εκπεμπόμενης γήινης ακτινοβολίας μελανού σώματος θερμοκρασίας T=288K,

1) να υπολογισθεί το λ_{max} της ακτινοβολίας αυτής,
2) να αναφερθούν τα κυριότερα αέρια που απορροφούν την ακτινοβολία αυτή, και
3) να εξηγηθεί γιατί η ατμόσφαιρα ψύχεται γρηγορότερα σε ανέφελες νύχτες, παρά όταν υπάρχουν σύννεφα.

(λ) Με χρήση της υδροστατικής εξίσωσης αποδείξτε ότι η μάζα ενός κατακόρυφου κυλίνδρου αέρα διατομής $A=1m^2$, από το έδαφος έως ένα μεγάλο ύψος είναι p_0/g, όπου p_0 είναι η πίεση στο έδαφος. Υπολογίστε τότε την ολική μάζα της ατμόσφαιρας.

(μ) Η ροή ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην κορυφή της ανώτερης ατμόσφαιρας μεταβάλλεται κατά ±3% από τη μέση τιμή της S=1370 Wm^{-2}, καθόσον η γη εκτελεί μια ετήσια περιστροφή γύρω από τον ήλιο. Υπολογίστε κατά πόσους βαθμούς μεταβάλλεται η ενεργός θερμοκρασία της γης αν η λευκότητά της είναι R=30%.

(ν) Να δείξετε ότι αν μεταξύ των υψών z_1 και z_2 ($z_2 > z_1$) στην ομοιόσφαιρα υπάρχει σταθερή βαθμίδα της υψομετρικής κλίμακας (β=dH/dz=σταθ.) και g=σταθ., τότε ισχύουν οι σχέσεις:

$$\frac{p(z_2)}{p(z_1)} = \left[\frac{H(z_2)}{H(z_1)}\right]^{-\frac{1}{\beta}} \quad \text{και} \quad \frac{\rho(z_2)}{\rho(z_1)} = \left[\frac{H(z_2)}{H(z_1)}\right]^{-\frac{1+\beta}{\beta}}$$

(ξ) Εάν η θερμοκρασία μειώνεται ομοιόμορφα με το υψόμετρο z με σταθερό ρυθμό Γ (Γ = θερμοβαθμίδα) να υπολογισθεί η μεταβολή της πίεσης με το υψόμετρο. Θεωρούνται γνωστά η πίεση και η θερμοκρασία στο έδαφος p_0 και T_0, αντίστοιχα. Να υπολογισθεί ακολούθως το ύψος z στο οποίο η πίεση είναι το 1/10 της πίεσης p_0 (δίνεται: Γ=10K/km, T_0=273K).

(ο) Να υπολογισθεί η μεταβολή της πίεσης με το υψόμετρο z στη γήινη τροπόσφαιρα υποθέτοντας μια ισόθερμη ατμόσφαιρα ($T=T_0=0^0C$). Ακολούθως, να υπολογισθεί η πίεση του αέρα σε υψόμετρο 12 km (τροπόπαυση).

(π). Να αποδειχθεί ότι για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης με το ύψος, ισχύει ο κανόνας ότι αυτή ελαττώνεται στο 1/e κάθε 8 χιλιόμετρα ανόδου.

(ρ). Να βρείτε πόσο θα αυξηθεί η ατμοσφαιρική πίεση στο έδαφος αν εξατμισθεί το 1% το υδρόσφαιρας. Δίνονται: μάζα υδρόσφαιρας=10^{21}kg, μάζα ατμόσφαιρας=10^{18} kg.

(σ). Να υπολογιστούν οι τυπικές τιμές ολικής ατμοσφαιρικής μάζας ανά μονάδα επιφάνειας της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας. Τι ποσοστό της ολικής ατμοσφαιρικής μάζας περιέχεται σε κάθε περιοχή; Δίνεται η πίεση στην επιφάνεια=1023,25 mb, η πίεση στην τροπόπαυση=200mb και η πίεση στην στρατόπαυση=1mb.

(τ). Στο υπόδειγμα της ισόθερμης ατμόσφαιρας πόσο είναι το πάχος της τροπόσφαιρας και πόσο της στρατόσφαιρας; Δίνεται H=8km. Ισχύουν τα δεδομένα της άσκησης (σ).

(υ). Να βρεθεί η σχέση που συνδέει την υψομετρική κλίμακα της πίεσης σε κάποιο ύψος z_2 σε σχέση με την τιμή σε κάποιο ύψος z_1, όταν είναι γνωστές οι αντίστοιχες τιμές της αριθμητικής πυκνότητας, της μέσης μοριακής μάζας και της θερμοκρασίας. Ισχύει β=dH/dz.

(φ). Αν η θερμοβαθμίδα στην τροπόσφαιρα είναι σταθερή και ίση με 6.5 $^oC/km$, η θερμοβαθμίδα στην στρατόσφαιρα πάνω από το ύψος όπου η πίεση είναι 50mb είναι επίσης σταθερή και ίση με 1.7$^oC/km$ και το ατμοσφαιρικό στρώμα μεταξύ της τροπόπαυσης και των 50mb είναι ισόθερμο, να βρείτε τα γεωμετρικά ύψη της τροπόπαυσης και της στρατόπαυσης. Δίνεται η πίεση στην επιφάνεια=1023,25mb, η πίεση στην τροπόπαυση=200mb και η πίεση στην στρατόπαυση=1mb, θερμοκρασία του αέρα στη ΜΣΘ=288K, R=287J/kgK, $g=9.81m/s^2$, H=8km.

(χ) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης Coriolis (ανά μονάδα μάζας) στην πόλη της Πάτρας (γεωγραφικό πλάτος 39^o Β) σε άνεμο u=25m/s.
Δίνεται γωνιακή ταχύτητα $\Omega=7,29x10^{-5}s^{-1}$.

(ψ) Πόσο είναι η βαθμίδα της πίεσης που απαιτείται στην επιφάνεια της Γης για γεωγραφικό πλάτος φ=45^o Β, ώστε ο γεωστροφικός άνεμος να είναι 30m/s και η γωνιακή ταχύτητα $\Omega=7,29x10^{-5}s^{-1}$.

(ω) Αν σε ύψος 1km πάνω από την Αθήνα μετρήθηκε οριζόντιος άνεμος που κινούνταν από δυτικά προς ανατολικά με ταχύτητα 100km/hr. Να υπολογιστεί η δύναμη της βαροβαθμίδας στο ύψος αυτό.
Δίνεται: Γεωγραφικό πλάτος Αθηνών 38^o Β και γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης Ω=7,29x10^{-5}s^{-1}.

(ω1) Με την υπόθεση ότι η θερμοκρασία στο έδαφος είναι 38^{o}C και αντίστοιχα η θερμοκρασία δρόσου 30^{o}C. Έστω ότι επικρατούν ασταθείς συνθήκες και ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας ακολουθεί την ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμιδα 10K/km. Υπολογίστε το ύψος z στο οποίο θα αρχίσουν να δημιουργούνται τα νέφη εάν το σημείο κορεσμού (κόρου) μειώνεται με ρυθμό 2K/km.

(ω2) Στο υπόδειγμα της ισόθερμης ατμόσφαιρας πόσο είναι το πάχος της τροπόσφαιρας και πόσο της στρατόσφαιρας; Δίνεται H=8km.

Δίνεται η πίεση στην επιφάνεια = 1023,25mb (hPa), η πίεση στην τροπόπαυση = 200mb και η πίεση στην στρατόπαυση =1mb.

(ω3) Να υπολογιστούν οι τυπικές τιμές ολικής ατμοσφαιρικής μάζας ανά μονάδα επιφάνειας της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας.

Δίνονται: μάζα υδρόσφαιρας =1021kg, μάζα ατμόσφαιρας =1018 kg.

Τι ποσοστό της ολικής ατμοσφαιρικής μάζας περιέχεται σε κάθε περιοχή;

Δίνεται η πίεση στην επιφάνεια = 1023,25mb (hPa), η πίεση στην τροπόπαυση = 200mb και η πίεση στην στρατόπαυση = 1mb.

ομάδα Ασκήσεων Γ

1. Υποθέτουμε ότι η θερμοκρασία στο έδαφος είναι 38°C και αντίστοιχα η θερμοκρασία δρόσου είναι 30°C. Έστω ότι επικρατούν ασταθείς ατμοσφαιρικές συνθήκες και ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας ακολουθεί την ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα (10°C/km). Υπολογίστε το ύψος z στο οποίο έχουμε αρχή δημιουργίας νεφών, εάν το σημείο κόρου μειώνεται με ρυθμό 2°C/km.

2. Θεωρώντας τη φασματική κατανομή της εκπεμπόμενης γήινης ακτινοβολίας μελανού σώματος θερμοκρασίας T=288K, 1) να υπολογισθεί το λ_{max} της ακτινοβολίας αυτής, 2) να αναφερθεί το αέριο που απορροφά κυρίως την ακτινοβολία αυτή, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ατμόσφαιρα ψύχεται γρηγορότερα σε ανέφελες νύχτες, παρά όταν υπάρχουν σύννεφα.

4. Η ροή ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην κορυφή της ανώτερης ατμόσφαιρας μεταβάλλεται κατά ±3% από τη μέση τιμή της $S=1370\ Wm^{-2}$, καθόσον η γη εκτελεί μια ετήσια περιστροφή γύρω από τον ήλιο. Υπολογίστε το ποσοστό μεταβολής της ενεργού θερμοκρασίας της γης αν η λευκότητά της είναι $R=30\%$.

6. Παράλληλη δέσμη ακτινοβολίας διαπερνά κατακόρυφα ένα ατμοσφαιρικό στρώμα πάχους 200 m, που έχει μέση πυκνότητα $0.1\ kg/m^3$. Να υπολογισθεί το οπτικό βάθος, η διαπερατότητα και η απορροφητικότητα του στρώματος αυτού στα μήκη κύματος λ_1, λ_2, στα οποία οι συντελεστές απορρόφησης είναι αντίστοιχα, $\alpha(\lambda_1)=10^{-3}\ m^2kg^1$, $\alpha(\lambda_2)=10^{-1}\ m^2kg^{-1}$.

7. Αν σε ύψος 1Km πάνω από την Αθήνα μετρήθηκε οριζόντιος άνεμος που κινούνταν απο δυτικά προς ανατολικά με ταχύτητα 100 km hr^{-1}. Να υπολογισθεί η δύναμη της βαροβαθμίδας στο ύψος του 1 Km. Δίνονται το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας (38^oN) και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης $\Omega=7.29X10^{-5}\ s^{-1}$.

8. Πόσο είναι η βαθμίδα της πίεσης που απαιτείται στην επιφάνεια της γης για γεωγραφικό πλάτος $\phi=45^oN$, ώστε ο γεωστροφικός άνεμος να είναι 30 ms^{-1}. Δίνεται η πυκνότητα του αέρα $\rho=1.3$ kg m^{-3} και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης $\Omega=7.29X10^{-5}\ s^{-1}$.

9. Να υπολογισθεί το μέτρο της δύναμης Coriolis (ανά μονάδα μάζας) στην πόλη της Πάτρας (γεωγραφικό πλάτος ~39^oN) σε άνεμο $u=25ms^{-1}$. Δίνεται η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης $\Omega=7.29X10^{-5}\ s^{-1}$.

Thanks for your attention!

Prof. Mic.Gr.Vrachopoulos

Τέλος κεφαλαίου

HELLENIC REPUBLIC
National and Kapodistrian University of Athens
EST. 1837

Τέλος κεφαλαίου

Dr. Dimitra Papadaki | Senior Researcher

Tel:+30 210 727 6841
dpapadaki@phys.uoa.gr

National and Kapodistrian
University of Athens