

Parte II.

Risolvere (su foglio a parte) i seguenti problemi

Valori delle costanti

Raggio terrestre medio: $a_T = 6370$ km

Raggio solare medio: $a_S = 7 \cdot 10^5$ km

Distanza media terra-sole: $149 \cdot 10^6$ km

Valore medio dell'accelerazione di gravità al suolo: $g = 9.81$ m s⁻²

Frequenza angolare di rotazione terrestre: $\Omega = 7.292 \cdot 10^{-5}$ s⁻¹

Costante di Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$ W m⁻² K⁻⁴

Costante $c_1 = 3.74 \cdot 10^{-16}$ W m²

Costante $c_2 = 1.44 \cdot 10^{-2}$ m°K

Problema 1

Un corpo nero presenta una temperatura $T = 400$ K. Si valuti:

1. la lunghezza d'onda λ_m in corrispondenza della quale si realizza il massimo dell'irradianza,
2. se sia accettabile approssimare la legge di Plank con l'espressione $E_\lambda = c_1 \lambda^{-5} \exp\left(-\frac{c_2}{\lambda T}\right)$ per lunghezze d'onda $\lambda < \lambda_m$,
3. l'errore commesso, utilizzando la formula approssimata anziché quella esatta, nel calcolare E_λ quando $\lambda = \lambda_m$,
4. l'irradianza globale E emessa dal corpo nero nella banda spettrale individuata dalle lunghezze d'onda λ tali che $0 < \lambda < \lambda_m$,
5. la frazione di tale irradianza rispetto a quella globale su tutto lo spettro

Problema 2

Si immagini che il valore della costante solare sia pari a $S = 1500$ Wm⁻². Si consideri una schematizzazione dell'atmosfera terrestre costituita da uno strato gassoso che presenta un assorbimento pari a 0.12 rispetto alla radiazione solare ed un assorbimento pari a 0.7 sulle lunghezze d'onda della radiazione emessa dal sistema terra (suolo + atmosfera). Si consideri il suolo assimilabile ad un corpo nero.

Si calcolino:

1. il flusso di radiazione ϕ_S emesso in corrispondenza della superficie esterna del sole,
2. la temperatura equivalente di corpo nero del sole T_S ,
3. la temperatura del suolo terrestre e dell'atmosfera all'equilibrio.

Problema 3

Nell'intorno del punto di coordinate $x_0 = 1000$ km , $y_0 = 5000$ km il campo di pressione al suolo presenta localmente la seguente struttura:

$$p(x, y) = p_0 \left[1 - \left(\frac{x - x_0}{L} \right)^2 - \left(\frac{y - y_0}{L} \right)^2 \right]$$

con $L = 4000$ km e $p_0 = 960$ hPa.

Nel punto A, definito dalle coordinate $x_A = 1430$ km e $y_A = 5560$ km, si ha una temperatura $T = 305$ °K.

Si calcolino:

1. le componenti u_G, v_G del vento geostrofico nel punto A.
2. le componenti u, v della velocità del vento (nel sistema di riferimento ruotato avente l'asse x allineato con il vento geostrofico) nello strato limite atmosferico in corrispondenza del punto A, nel caso in cui si abbia uno strato convettivo ben miscelato di spessore $h = 1000$ m e caratterizzato da un coefficiente di drag $C_D = 0.02$.
3. le stesse componenti nel caso di strato limite stabile alla quota $z = 500$ m. Si assuma un coefficiente di viscosità cinematica turbolenta $K_m = 5$ m s⁻².

Nel caso di strato limite ben miscelato (punto 2) si consideri il volume di strato limite all'interno della curva isobara $p = p_A$. Si valuti:

4. il flusso di massa d'aria che esce attraverso la superficie verticale compresa fra il suolo e la sommità dello strato lungo la curva isobara sopra indicata,
5. la componente verticale della velocità media nell'area circolare associata alla subsidenza.
6. il risultato è consistente con l'ordine di grandezza della componente verticale della velocità tipica per i moti a scale sinottica

Parte II.

Esercizio 1

Una stazione meteorologica al suolo fornisce:

1. la pressione $p = 1010$ hPa
2. la temperatura $T = 279$ K
3. l'umidità specifica $q = 0.005$ kg/kg.

Si calcolino

1. la temperatura virtuale T_v
2. l'umidità relativa
3. la densità ρ_v del vapore acqueo

Esercizio 2

Sul fondo di una tazza di tè si trovano alcuni frammenti di foglioline. Mescolando il tè con il moto rotatorio di un cucchiaino si osserva che le foglioline si raccolgono al centro del fondo della tazza. Si cerchi di giustificare tale fenomeno alla luce dei moti geostrofici.