

Astronomía Observacional 2017

Trabajo Práctico N° 4: Efectos de la atmósfera terrestre

1. Describir la estructura vertical de la atmósfera en presión, temperatura y densidad y detallar cuáles son sus constituyentes
 2. Enumerar y explicar brevemente cuáles son los fenómenos físicos relacionados con la atmósfera terrestre que producen inconvenientes en la observación astronómica
 3. Hacer un esquema del espectro electromagnético indicando:
 - a) La absorción en las distintas regiones
 - b) Los elementos que contribuyen en forma más relevante a dicha absorción en cada zona
 - c) Explicar qué se entiende por “ventana atmosférica”
 4. a) Deducir la expresión para determinar la columna de agua precipitable a una altura z sobre el nivel del mar, en función del cociente de mezcla (“mixing ratio”) de vapor de agua en el aire.
 - b) Utilizando el cociente de mezcla de vapor de agua en el aire aproximado de la Fig.1a, calcular la columna de agua precipitable a las siguientes altitudes:
 - a. A nivel del mar
 - b. 2.5 km (CASLEO)
 - c. 4.2 km (Observatorio de Hawai)
 - d. 12 km (Observatorio Airborne)
- Compare los resultados entre sí.

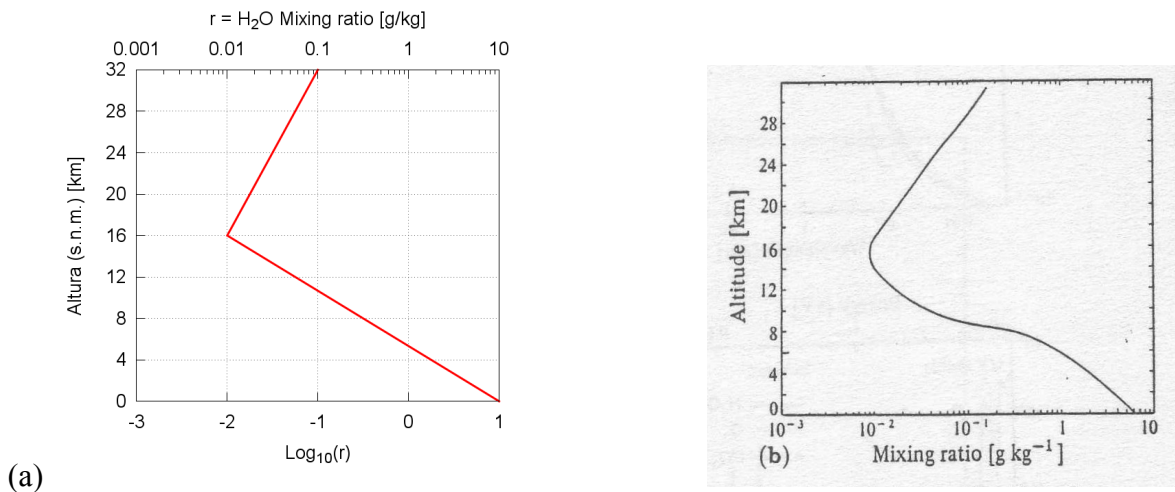


Figura 1

5. A partir del término de extinción (absorción + dispersión) de la ecuación de transporte radiativo

$$dI = -I \cdot \kappa_v \cdot \rho(h) \cdot dl,$$

dl : trayectoria de un haz incidente a una distancia cenital z

κ_v [cm^2/gr] = $\kappa_v^a + \kappa_v^d$: “opacidad monocromática”

κ_v^a : “coeficiente de absorción pura monocromático”

κ_v^d : “coeficiente de absorción por dispersión monocromático”

demostrar que la intensidad emergente de un haz de luz monocromática al atravesar la atmósfera terrestre en alguna dirección z es:

$$I_v = I_{v0} \cdot \exp[-\tau_v(z)] \quad \text{donde} \quad \tau_v(z) = \int_0^L \kappa_v \cdot \rho(h) \cdot dl : \text{“profundidad óptica monocromática”}$$

6. a) Explicar qué se entiende en Astronomía por “masa de aire” y enunciar su expresión general.

b) Obtener las expresiones de X en función de la distancia cenital “ z ” para:

- Un modelo de atmósfera homogénea de capas plano-paralelas: $X = 1/\cos z = \sec z$
 - Un modelo de atmósfera homogénea de capas esféricas: $X = [(r \cos z)^2 + 2r + 1]^{1/2} - r \cos z$,
 con $r = R_{\oplus}/H$, R_{\oplus} = radio terrestre, H = espesor de la atmósfera

c) Graficar la masa de aire en función de z considerando las fórmulas de:

- Modelo de atmósfera homogénea de capas plano-paralelas
 - Modelo de atmósfera homogénea de capas esféricas
 - Young e Irvine (1967): $X = \sec z [1 - 0.0012 (\sec^2 z - 1)]$
 - Kasten & Young (1989): $X = \{\cos z + 0.50572 (6.07995^\circ + 90^\circ - z)^{-1.6364}\}^{-1}$, $z = z[^\circ]$
 Comentar los rangos de validez en cada caso.

7. a) A partir de la ecuación obtenida en el ej. 5, y de la expresión general para la masa de aire X , demostrar que

$$I_v = I_{v0} \cdot \exp[-X \cdot \tau_v(z=0)],$$

$$\tau_v(z=0) = \int_0^H \kappa_v \cdot \rho(h) \cdot dh : \text{“profundidad óptica en dirección al cenit”}$$

b). A partir del valor del coeficiente de absorción del oxígeno molecular $\kappa_{O_2} \sim 10^{-1}$ (cm²/gr), calcular la profundidad óptica horizontal de la atmósfera en una longitud $l = 1$ km a una altitud de $z = 4$ km, en la banda de absorción del O₂ en la longitud de onda $\lambda = 4.8$ mm ($\nu = 62.5$ Ghz)

c) Calcular la profundidad óptica integrada del O₂ para toda la atmósfera (isoterma) en dirección al cenit.

d) Hallar el porcentaje de fotones que son transmitidos por la atmósfera a una determinada longitud de onda y en la dirección al zenit, si los diferentes constituyentes atmosféricos en su conjunto producen las profundidades ópticas de los siguientes casos: $\tau = 0.1, 0.3, 1$ y 10 .

Indicar en qué casos se puede considerar si el sitio es apto para observaciones astronómicas en dicha longitud de onda desde el punto de vista de la absorción

8 a) A partir de la expresión 7a), demostrar que la atenuación de luz monocromática de una estrella al atravesar la atmósfera terrestre es de la forma:

$$m - m_0 = \Delta m = K_v \cdot X, \quad \text{“Ley de Bouguer”}$$

donde K_v es denominado “coeficiente de extinción monocromático” y X la masa de aire.

b) Para las coordenadas ecuatoriales locales (δ, t) indicadas en la tabla, la latitud ϕ del CASLEO, y el coeficiente de extinción $K_v = 0.165$, calcule X y Δm , si, para los siguientes casos:

$\delta [^\circ]$ $t [hs]$	20		0		-20		-45		-70	
	X	Δm	X	Δm	X	Δm	X	Δm	X	Δm
-2										
-1										
0										
1										
2										
3										
4										

Señale los casos en que $\Delta m < 0.25$. Comente.

9. a) Realizar un gráfico de los valores de la refracción R en el visible (para condiciones *normales* de presión y temperatura a 0m snm: $T=0^\circ\text{C}$, $P=1013.25\text{hPa}$) en función de la distancia cenital z_{ap} , para los siguientes casos:

- Modelo de atmósfera de capas plano-paralelas:

$$R = (n_{h=0} - 1) \text{tg } z_{ap} \text{ [rad]} = 60'' \text{tg } z_{ap}, \quad n_{h=0} = 1.00029 \text{ (índice de refracción a 0 m s.n.m.)}$$

- Fórmula de Laplace: $R_{5500\text{\AA}}'' = 60.4'' \text{tg } z_{ap} - 0.064'' \text{tg}^3 z_{ap}$

- Fórmula de Bennet*: $R'' = 60'' \text{tg} \left(z_{ap} - \frac{7.31}{90^\circ - z_{ap} + 4.4} \right) * \left(\frac{0.283 P [\text{hPa}]}{273 + T [^\circ\text{C}]} \right)$, $z_{ap} [^\circ]$

* G.G. Bennet 1982, Journal of the Institute for Navigation, Vol 35, p.255

b) Analizar a partir de qué alturas debería tenerse en cuenta a la hora de apuntar a un astro.

c) ¿Qué efectos tiene la refracción diferencial? Mencionar algún ejemplo.

10. Describir brevemente qué se entiende por:

a. Centelleo

b. "Seeing"

c. Regiones de coherencia. Enumerar sus parámetros característicos.

11. a) A partir de las publicaciones, King, I. R., 1971, PASP, Vol. 83, 199, y Racine R., 1996, PASP, Vol. 108, 699, describir cómo es el perfil de intensidades de una imagen estelar tomada con un telescopio (PSF: "point spread function").

b) Explicar el origen físico de la PSF y cómo se lo puede modelar matemáticamente.