

大氣遙測習題

3 月 20 日交

1. 天頂靜水延遲(zenith hydrostatic delay) ΔL_h 和 Π 值的表達式分別為

$$\Delta L_h = 10^{-6} \times 77.6 \times \frac{R p_s}{g} \quad (1)$$

$$\Pi = \frac{10^6}{3.73 \times 10^5 \times R_v r_w / T_m} \quad (2)$$

令地面氣壓 $p_s = 1013 \text{ mb}$, 平均溫度 $T_m = 260 \text{ K}$, 試計算出 ΔL_h 和 Π 的大小. 提示: 必須記得, 在折射率 N 的表達式

$$N = 77.6 \frac{p}{T} + 3.73 \times 10^5 \frac{e}{T^2} \quad (3)$$

中, 氣壓 p 和水汽壓 e 必須用 mb , 溫度 T 必須用 K . 也就是說 77.6 和 3.73×10^5 是有因次的量, 它們的單位分別為 $\text{K} \cdot \text{mb}^{-1}$ 和 $\text{K}^2 \cdot \text{mb}^{-1}$.

2. 仔細閱讀下面的文章:

李建國等人, 1999: 使用全球定位系統遙感水汽分布原理和中國東部地區加權"平均溫度"的回歸分析. 氣象學報, 第 57 卷第 3 期, 283-292. (中國北京).

然後找出其中的錯誤.

大氣遙測習題

3 月 27 日交

3. 試問射線由外太空進入大氣層時，入射天頂角要大於幾度才不會碰到地面？設地球半徑 $a_s = 6371 \text{ km}$ ，大氣層頂位於 90 km 的高度上，地面折射率 $N_s = 300$ 。提示：將 Bouguer 定律(即球對稱下的 Snell 定律) $mr \sin q = a$ 應用在大氣層頂處和地面上。
4. 仔細閱讀下面的研討會論文：
"GPS/MET 折射率反演程序"然後找出(27)到(30)式中的錯誤，並對未定義的符號加以定義。
5. 水汽混合比 q 的定義為水汽密度 r_v 和乾空氣密度 r_d 的比值，即

$$q = r_v / r_d \quad (4)$$

而比溼 $\tilde{q}$ 的定義則為水汽密度和溼空氣(由水汽和乾空氣組成的混合氣體)密度的比值：

$$\tilde{q} = r_v / (r_v + r_d) = q / (1 + q) \quad (5)$$

另外，水汽和乾空氣分別滿足各自的狀態方程：

$$e = r_v \frac{R^*}{m_v} T, \quad p_d = r_d \frac{R^*}{m_d} T \quad (6)$$

其中 e , p_d 分別為水汽壓和乾空氣氣壓； m_v , m_d 分別為水汽和乾空氣的分子量； R^* 和 T 分別為通用氣體常數和溫度。試證水汽壓可用下式表示：

$$e = \frac{\tilde{q} p}{e + (1 - e) \tilde{q}} \quad (7)$$

其中 $e = m_v / m_d = 0.622$ 。

大氣遙測習題

4 月 10 日交

6. 天底觀測和地對空的微波輻射計各有何優缺點? (Bevis, M. *et al.*, 1992)
7. GPS 掩星觀測法有何優缺點? (無名氏, 1999)
8. LEO 衛星接收到的 GPS 信號的相位延遲, 是由哪些因素造成的?
9. 解釋下面的名詞:
 - (a) 甚長基線干涉測量(very long baseline interferometry) (Bevis, M. *et al.*, 1992).
 - (b) 多途徑信號(multipath signal) (Bevis, M. *et al.*, 1992).
 - (c) 地圖函數(mapping function) (李建國等人, 1999).
10. 試問在一個掩星事件中 GPS 和 LEO 間的地心角 y 最大值和最小值分別大約為多少, 而相應的天頂角 q_g 和 q_l 分別為多少?

大氣遙測習題

5月5日交

11. 下面這張剪報上的兩段話究竟在說什麼？請加以解釋。

另一款極為特別的錶款，則是愛彼表(AP)的時間等式。這款錶的設計理念是想說明真實的時間與人類所定下的標準時間之間是有差別的，地球因為運行的軌道是橢圓形的，以致每天的長短都有一點點的距離，以至於在11月4日所失去的16分23秒會在2月11日獲得14分22秒的補償，而這些差別都在太陽的日出、日落的時間上可以看出端倪。而時間等式錶款就是要在錶面上顯示出每天日出、日落的時間，讓使用者可以不受人為時間的控制，而能更準確地了解真實時間的運行。

這款充滿天文趣味的錶款，曾在1885年出現在愛彼錶的懷錶上，現在則轉型為腕錶，並增設萬年曆的複雜功能，而使錶主可以在122年之內，都知道每天的日出與日落。該錶將屬限量錶款，今年僅推出五只。(民國89年4月17日，中國時報)。

大氣遙測習題

5 月 19 日交

12. 第 2 和 3 頁的衛星軌道資料是由第 4 頁的衛星星曆預報電碼解讀出來的。利用這兩頁的軌道資料回答下面的問題：

- (a) NOAA-15 號衛星是在 1998 年 5 月 13 日美國太平洋日光節約時間(Pacific Daylight Time) 8:52 發射的, 30 分鐘後證實發射完全成功。試以簡單的計算證明, 該衛星在 1999 年 4 月 16 日 19:38UTC 已繞地球 4809 圈了。
- (b) 利用 4809, 4813, 4817 和 4821 圈的昇交經度和昇交時刻, 計算出昇交經距和通過赤道時刻的地方時。
- (c) 若衛星軌道是正圓形的, 則它的周期和速度可分別按下面的式子計算:

$$P = 84.4(1 + H/a_e)^{3/2} \quad \text{min}$$

$$v = (a_e + H)\omega = (a_e + H)\frac{2p}{P}$$

試由資料中的速度分量 $\dot{X}$, $\dot{Y}$, $\dot{Z}$ 計算出速度, 並和上面的估計結果比較。

- (d) 試按書中 165 頁(25)和(27)式分別計算出平近點角變化率和近地點運動 $\dot{\omega}$, 並和軌道資料中列出的值比較。
- (e) 試求出初始時刻的偏近點角和真近點角。

大氣遙測習題

5 月 26 日交

13. 藉由上網獲取下面問題的答案:
- (a) Terra 衛星的軌道特性是什麼?
 - (b) 儀器 MODIS, MISR 和 ASTER 的全名是什麼? 各有幾個頻道, 有何用途?
- 請交習題時附上下載的有關網頁資料.

大氣遙測習題

(某月某日交)

14. 試求出台北市(121.5° E, 25° N)所看到的 GMS 衛星(位於 140° E 赤道上空 36,000km 處)的天頂角和方位角.
15. 試求出今天(3 月 21 日春分)上午 9:00(視太陽時)本地所見到的太陽天頂角和方位角.
16. 夏至時台灣標準時間 9 時 GMS 拍攝到的可見光雲圖上太陽反輝區大致在何處?
17. 下面的兩顆衛星要在何處昇交才會正好通過我國中央氣象局(120°31'E, 25°1'N)上空?
 - (a) NOAA-15 號. 軌道傾角 98.67867°, 周期 101.2597min.
 - (b) ROCSAT-1 號. 軌道傾角 35°, 周期 96.6min.
18. 上層大氣研究衛星(Upper Atmosphere Research Statellite, 簡稱為 UARS)的掩星時間有多長? UARS 的衛星高度為 585km, 軌道傾角 57°.
19. 試證 “ 大氣衛星遙測學 ” 書中 4.2.4 節(3)式(145 頁)可改寫為

$$E = 2 \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{1-e}}{\sqrt{1+e}} \tan \frac{n}{2} \right]$$

20. 已知太陽繞地心視運動的軌道傾角 i , 近地點幅角 w 和真近點角 n , 試導出太陽赤經 α 和赤緯 d 的表達式.

大氣遙測習題

(5 月 28 日交)

21. 請上網找尋有關中華 1 號衛星的資料, 然後回答下面的問題. 在寫出答案時也請附上資料來源.
- (a) 中華 1 號衛星的高度, 軌道傾角, 周期(min), 速度 (km s^{-1}), 昇交點進動($d\Omega/dt$, degree day^{-1}), 平進點角運動(dw/dt , degree day^{-1}).
 - (b) 驗算一下看看, 周期和高度是否一致, $d\Omega/dt$ 和軌道傾角、高度是否一致, 速度和周期、高度是否一致.
 - (c) 海洋水色照相儀(ocean color imager) 7 個頻道的波長範圍、顏色和用途, 星下點分辨率(解析度), 展寬(swath width, km), 最大天底角(視角)以及一條掃描線有幾個像元(pixel/line). 請驗證看看展寬是否和最大天底角一致.
 - (d) 中華 1 號衛星必須在何處昇交才會正好通過台北市($121^{\circ} 31' \text{E}$, $25^{\circ} 1' \text{N}$)上空?

大氣遙測習題

(1999 年 4 月 16 日交)

22. 解釋下面的名詞:

(a) selective availability(S/A) (Businger, Ware).

(b) pseudorange(Ware).

(c) antispoofing(A/S) (Businger, Ware).

(d) very long baseline interferometry(VLBI) (Bevis).

23. 溫室氣體增加所引起的平流層降溫, 對極區的臭氧耗竭, 如南極上空的臭氧洞, 有何影響? (Ware).

24. 天底觀測用的紅外輻射計通常如何進行校準(calibration)? (Ware).

25. 天底觀測和向上觀測的微波輻射計各有何優缺點? (Ware).

26. Ware *et al.* 1996第37頁(A6)式上下兩行似乎有點問題, 請說明.

27. Bevis *et al.* 1992 的論文 15789 頁說:

"Throughout most of the troposphere the dipole component of the refractivity is about 20 times larger than the nondipole component."

那為何天頂濕延遲(ZWD)比天頂靜水延遲(ZHD)小了一個數量級?

***22 到 27 題和下面三篇文章有關:

Businger *et al.*, 1996: *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 5-18.

Ware *et al.*, 1996: *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 19-40.

Bevis *et al.*, 1992: *J. Geophys. Res.*, **97**, D14, 15787-15801.

大氣遙測學期報告

學期末交

請寫一篇有關遙測應用的科普文章，內容深度以使高中及大一學生看懂為原則，其他要點如下：

(a)主題

黃葳芃：GPS 掩星技術，中華衛星 3 號 COSMIC.

林炯明：海洋水色遙測，中華衛星 1 號 OCI.

陳奕良：自訂.

鍾譯靚：遙測技術在水資源管理上的應用.

(b)字數：約 5000 字.

(c)儘量不要用符號或公式.

(d)不要用照片，除非是自己拍攝的.

(e)排版格式

中文 13 級楷書，英文 13 級 Times New Roman.

1 頁左右留白 3.5 公分，上下留白 4 公分.

1 頁一欄，29 行×30 字.

(f)請附磁片，打上通訊處.