

類 科：氣象  
科 目：大氣物理學（包括大氣輻射與雲物理）  
考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、假設大氣只會吸收，不會散射，則入射角為 $\phi$ 時的太陽輻射強度在大氣中

衰減的輻射傳遞方程可表示為：
$$-\frac{dI_\lambda}{I_\lambda} = k_\lambda \rho(z) \sec(\phi) dz$$
，其中 $\lambda$ 為波長，

$k_\lambda$ 為吸收係數， $\rho(z)$ 為空氣密度， $z$ 為高度。空氣密度隨高度變化為 $\rho(z) = \rho_0 e^{-z/H}$ ， $\rho_0$ 為地表空氣密度， $H$ 為scale height。(每小題10分，共20分)

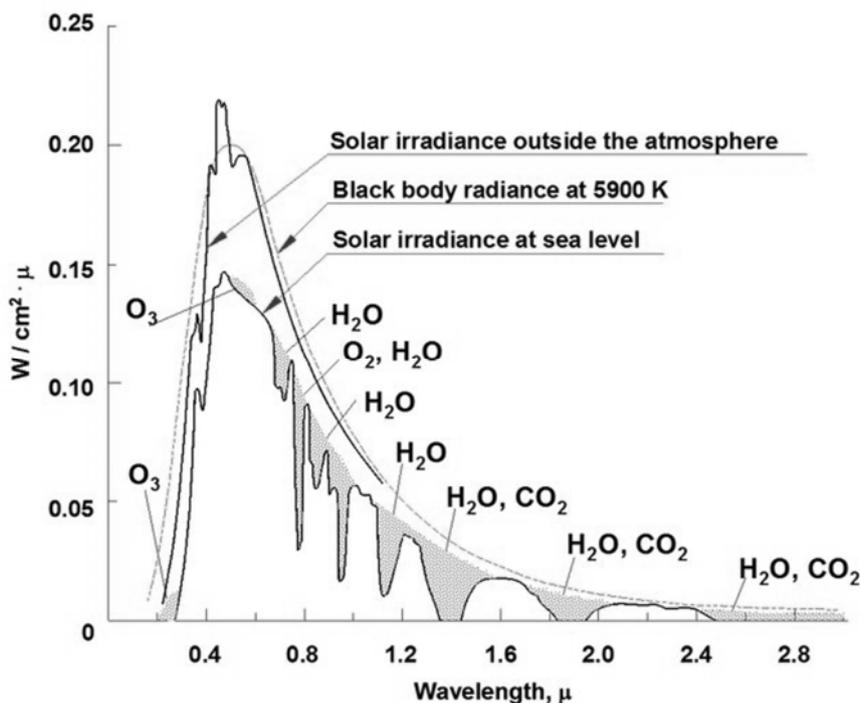
(一)高度 $z$ 處的光程為何？

(二)高度 $z$ 處的透射率為何？此公式稱為什麼定律？

二、(一)地表向太空放射的紅外線輻射，主要被大氣中何種氣體吸收？(4分)

(二)人為溫室效應主要是那幾種氣體所造成(列出至少4種)？(6分)

(三)下圖中，海平面無雲狀態下量到的太陽輻射光譜，其能量強度比在大氣層外所測量的弱了許多。其間的差值有一部分是因為 $H_2O$ 、 $CO_2$ 、 $O_3$ 等氣體的吸收；其他的差值如何解釋？(5分)



三、對於「火燒雲」這個現象，一個科普媒體有以下的描述：「火燒雲是在日出或日落時在天邊出現的有色雲霞，常出現在夏季雷雨發生過後。」請根據大氣輻射原理，闡釋「火燒雲」形成的原理，特別針對以下幾個關鍵字作說明：日出或日落、有色的雲霞、雷雨發生過後。(15分)

四、凝結成長的粒徑變化率可簡化為  $\frac{dr}{dt} \sim \frac{A}{r}$ ；碰撞成長的粒徑變化率可簡化

為  $\frac{dr}{dt} \sim Br$ 。請利用以上公式說明：

- (一)凝結成長會使雲滴的粒徑分布變窄或變寬？(7分)
- (二)碰撞成長會使雲滴的粒徑分布變窄或變寬？(8分)

五、冰晶成長習性 (crystal growth habits) 指的是雲冰凝華成長時的形狀特徵。  
(每小題10分，共20分)

- (一)說明造成冰晶成長習性的機制。
- (二)冰晶成長習性對降水的形成有那些影響？

六、人為污染使凝結核數量濃度增加後，會造成雲滴的數量變多、尺寸變小。這樣的變化對於以下過程有那些正、負面的影響？(每小題5分，共15分)

- (一)雨滴碰撞成長
- (二)白吉龍-芬代生過程
- (三)冰雹淞化成長