

114-1 雲物理學 #HW4

繳交期限：2025/12/07（日）23:59

注意事項

- 請將 PDF 檔、程式檔（若有用到）分別上傳至 NTU COOL 作業區，不需將其合併於同一個 zip 檔內
- 可以與他人討論、上網查資料、詢問生成式 AI，但請自行確認參考資料的真實性，以及自己撰寫作業內容。若發現作業抄襲，則該次作業以 0 分計算
- 不接受遲交！不接受遲交！不接受遲交！
- 有任何問題可以直接連絡助教（mail: b11209018@ntu.edu.tw）

1. Modified Gamma and Radar (50 分)

考慮第十二章中提到的 Modified gamma size distribution function：

$$n(D) = N_0 \cdot D^i \cdot \exp(-\lambda \cdot D^j)$$

假設 $N_0 = 10^4$ ($\text{mm}^{-i-1}\text{m}^{-3}$)， $\lambda = 1(\text{mm}^{-1})$ 且使用 standard gamma ($j = 1$)。

(1). 請分別繪製出 $i = -3, 0, 3$ 之粒徑分布 $n(D)$ 的圖形。

(2). 利用第十一章提供的公式，計算以上三種情況 ($i = -3, 0, 3$) 的雷達反射因子 Z：

$$Z \equiv \sum_V D^6 = \int_0^{\infty} D^6 \cdot n(D) dD$$

(3). 討論三者之 $n(D)$ 及 Z 的差異。

[提示]

- (1). 的結果應該會跟老師第十二章上課投影片 p.20~p.21 的圖類似
- 請記得三種情況都需計算及討論

2. Bulkwater Parameterization of Condensation Growth (50 分)

我們可以透過總體水物參數法來計算出雲滴凝結成長的變化。給定一個 gamma 分佈作為雲滴之凝結成長過程的初始數量密度函數 $n(D)$ ：

初始數量密度分布 $n(D)$ ：

$$n(D) = N_0 \cdot D^i \cdot \exp(-\lambda \cdot D^j)$$

$i = 3, N_0 = 10^6 (\mu\text{m}^{-4}\text{m}^{-3}), \lambda = 1 (\mu\text{m}^{-1})$ 且使用 standard gamma ($j = 1$)

單一粒子的凝結成長：

$$\frac{dm}{dt} = 4\pi r \cdot f_v \cdot \frac{\Delta S}{A_d + A_k}$$

對雲滴而言，我們假設 $f_v = 1, \frac{\Delta S}{A_d + A_k} \approx 0.01$

由此我們可以將雲滴群體 (population / mode) 的變化表示為：

$$\frac{dQ}{dt} = \int \frac{dm}{dt} \cdot n(D) dD \approx \frac{2\pi\Delta S}{A_d + A_k} \int D \cdot n(D) dD$$

(1). 對凝結成長過程積分 20 分鐘，並繪製出粒徑的數量密度函數 $n(D)$ 在 $t = 0, 10, 20$ 分鐘

的圖形。

(2). 繪製第二矩量 M_2 、第三矩量 M_3 隨時間的變化。

(3). 討論你觀察到的結果。

[提示]

- 你應該還會額外用到第十二章投影片的一些公式 (投影片 p.25~p.27)
- 就第一小題，請將三條曲線畫在同一張圖上以觀察他們的差異