

第一部分

(1)

由自由體圖可以得出下列等式:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = -f_d \cos \phi \\ \Sigma F_y = -mg - f_d \sin \phi \end{cases}$$

因阻滯力和速度方向相反，因此速度與水平分量的夾角即為阻滯力和水平的夾角。

固可得:

$$\frac{v_y}{v_x} = \tan \phi$$

因此:

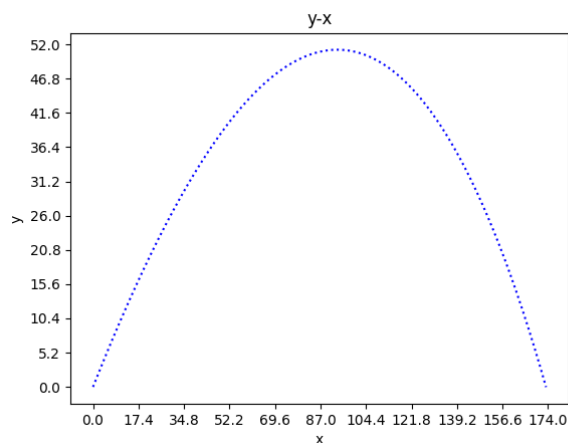
$$\begin{cases} \Sigma F_x = -\frac{C\rho A(v_x^2 + v_y^2)v_x}{2\sqrt{v_x^2 + v_y^2}} \\ \Sigma F_y = -mg - \frac{C\rho A(v_x^2 + v_y^2)v_y}{2\sqrt{v_x^2 + v_y^2}} \end{cases}$$

由牛頓第二運動定律:

$$\begin{cases} a_x = -\frac{C\rho A\sqrt{v_x^2 + v_y^2} \cdot v_x}{2m} \approx -0.00259 * v * v_x \\ a_y = -g - \frac{C\rho A\sqrt{v_x^2 + v_y^2} \cdot v_y}{2m} \approx -9.80 - 0.00259 * v * v_y \end{cases}$$

(2) 飛行時間: 6.45 (s)

水平飛行距離: 173.22 (m)



(3) 當仰角為 42° 時，拋體水平位移達最大值

仰角($^\circ$)	水平位移(m)
40.0°	173.82
41.0°	174.01
42.0°	174.07
43.0°	174.00
44.0°	173.78

(4) 考慮空氣阻力後之結果小於 45° ，主要因為物體受流體阻抗作用下，其最大水平位移除了要考慮物體滯空時間之外，還需考慮物體之水平速度，因為物體的水平位移主要以這兩者為主要原因。此外，還需考量物體速度造成不同程度的流體阻抗。而在拋射仰角為 42° 時，會出現三者綜合作用下，使物體水平位移達最大值之情況。

第二部分:

(1) 颱風中心至渡嘉敷村之直線距離約為154.03 km，

由氣壓梯度力公式:

$$G = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{P_1 - P_2}{R_1 - R_2} \right)$$

在渡嘉敷村的氣壓梯度力為:

$$\begin{aligned} G &= -\frac{1}{1.225} \left(\frac{989.7 - 977.3 \text{ (hPa)}}{183.97 - 100.55 \text{ (km)}} \right) = -\frac{1}{1.225} \left(\frac{1240 \left(\frac{N}{m^2} \right)}{83420 \text{ (m)}} \right) \\ &= -0.01213 \left(\frac{m}{s^2} \right) \end{aligned}$$

(2) 物體受科氏力產生的加速度:

$$\vec{a}_c = 2 * v * \left(\frac{2\pi}{86400} \right) * \sin(26.1975^\circ) = 6.42 * 10^{-5} * v$$

因氣壓梯度力與向心加速度同向，科氏力與向心加速度反向，因此定向心加速度之方向為正方向。

物體所受加速度:

$$\begin{aligned} \vec{a} &= \frac{v^2}{R} = 0.01213 - 6.42 * 10^{-5} * v = \frac{v^2}{154030} \\ \Rightarrow v &= 38.56 \left(\frac{m}{s} \right) \end{aligned}$$

(3) 實際觀測數據較計算數據小，主要因為上述計算中未考慮空氣密度隨氣壓變化、地表及海表的摩擦力作用，以及採用平均氣壓梯度力的做法，會導致計算風速與觀測風速的差異。