

程式與科學計算 Fortran 期末考 (佔原始分數 10%，1/10)

考試時間： 15:30-17:20

注意事項 (請看完再開始作答！)

- 使用**系內**網路時，連線 ip 是 **140.112.66.23**；使用**系外**網路時，連線 ip 是 **140.112.66.200**
- 登入 study 主機，並在你的家目錄下建立子目錄 **fin_f**。
- 答題相關的所有檔案都請存放在你的 **~/fin_f/** 下；若檔案名稱、位置錯誤則不予計分。
- 考試**開放**參考上課講義、筆記、範例檔、作業、作業解答、程式相關書籍、網路搜尋。
- 考試所需要的檔案都在 **/home/teachers/fortran_ta/data/PSC2021/fin_f/**
請一律用 **ln -s** 連結 (**直接複製者扣 10 分**)。
- 所有答題程式碼的撰寫、編譯、執行必須由**本人獨立完成**。考試期間**不可與他人交談、傳遞訊息** (包括網路、手機)、**不可傳遞檔案**，或進行其他影響考試公平性的行為。
違反規定者直接取消應考資格。
- 如果不確定自己的行為是否符合規定，請**事先**詢問監考老師或助教。
- 先完成考試作答者通知助教後，待助教將主機上的答題程式確認並備份完畢即可提早離場。
- 完成的程式，只要編譯後執行結果正確，就可獲得滿分。
如果程式碼排版整齊，或附有清楚的註解說明，會酌予加分，**最多加該題分數的 2%**

試題整體說明：

人體對於環境所感受到的冷暖程度不僅僅只是氣溫，環境的風速以及相對溼度都會影響體感溫度。因此，有許多針對這三個參數的影響程度所設計出的體感溫度計算公式，其中中央氣象局所使用的為 THW 指數 (Temperature-Humidity-Wind Index)

$$THW = 1.07T + 0.2e - 0.65V_s - 2.7 [^{\circ}\text{C}]$$

本次的題目為利用 Fortran 程式及給定的資料計算出不同溫度、相對溼度、風速下的體感溫度。

(a) 鍵盤輸入溫度、相對溼度、風速，計算 THW 指數並輸出至螢幕 (25 pts)

$$THW = 1.07T + 0.2e - 0.65V_s - 2.7 \quad (1)$$

$$e = 6.11RH \times \begin{cases} \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right) & \text{if } T \geq 0 \\ \exp\left(\frac{21.875T}{T + 265.5}\right) & \text{if } T < 0 \end{cases} \quad (2)$$

THW : Temperature-Humidity-Wind Index [°C]

T : 溫度 [°C]

e : 實際水氣壓 [hPa]

RH : 相對溼度

V_s : 風速大小 [m/s]

• 新增一個程式檔案 **fina.f95** 完成以下要求

(a.1) 在螢幕上顯示下列文字 (7 pts)

Input temperature in degree Celsius, relative humidity, and wind speed in m/s:

並用一個 **READ 指令** 讀入所有使用者從鍵盤輸入的數值，依序為變數 T、RH、 V_s 賦值

(a.2) 當滿足 $T \geq -273.15$, $0 \leq RH \leq 1$, $V_s \geq 0$ 等條件時，可以利用公式 (1)、(2) 計算出 THW 指數；不滿足上述條件則令 THW 為無效值 1.0E20 (7 pts)

(a.3) 將結果利用預設格式將下列文字輸出到螢幕上（分四行，紅色為變數的數值）(7 pts)

Temperature = T degree Celsius

Relative Humidity = 100.*RH %

Wind Speed = V_s m/s

THW Index = THW degree Celsius

(a.4) 編譯成 **fina.exe** 並執行 (4 pts)

批改時會用一系列 input 檢查邏輯判斷是否正確，如下圖為一部份判定結果，

你可以利用這種方式測試你寫的程式是否滿足所有的條件（尾數為計算精度問題，不用介意）

```
test 1
Input temperature in degree celsius, relative humidity, and wind speed in m/s:
Temperature = 17.1000004 degree celsius
Relative Humidity = 84.0000000 %
Wind Speed = 1.89999998 m/s
THW Index = 17.6391449 degree celsius

test 2
Input temperature in degree celsius, relative humidity, and wind speed in m/s:
Temperature = -300.000000 degree celsius
Relative Humidity = 20.0000000 %
Wind Speed = 2.00000000 m/s
THW Index = 1.00000002E+20 degree celsius

test 3
Input temperature in degree celsius, relative humidity, and wind speed in m/s:
```


(b) 讀入一組觀測資料計算 THW 指數、格式化輸出到檔案 (25 pts)

• 資料檔 **OBS_20220103.txt** 是 2022 年 1 月 3 日某地的觀測資料，第一欄為觀測時間（小時），第二欄為氣溫（攝氏），第三欄為相對溼度（%），第四欄為風速（m/s）。第 1 列為檔頭文字，之後 24 列分別為各個時間的資料，其中 -999.9 為無效值。

• 複製 **finb.f95** 並重新命名 **finb.f95**，改寫之以完成以下要求

(b.1) 宣告整數常數 $NT=24$ 、長度為 NT 之一為整數陣列 hr 、長度為 NT 之一維實數陣列 T 、 RH 、 Vs 、 THW (6 pts)

(b.2) 格式化讀入 **OBS_20220103.txt** 資料並為 hr 、 T 、 RH 、 Vs 賦值 (5 pts)

(b.3) 利用讀入的資料計算出 THW Index 並為 THW 陣列賦值 (5 pts)

(b.4) 將觀測時間與 THW 格式化輸出至文字檔 **finb.txt** (5 pts)

檔頭文字為 **Obs THW (degC)**，方框為空格

第一行為檔頭，其餘整數部分寬度 2 字元，科學記號（ES）實數部分寬度 10 字元，如下圖

(b.5) 編譯成 **finb.exe** 並執行 (4 pts)

消失? ←

obs	THW (degC)
01	1.7639E+01
02	1.0000E+20
03	1.7981E+01
04	1.7235E+01
05	1.7402E+01
06	1.7262E+01
07	1.7673E+01
08	1.7867E+01
09	1.9443E+01
10	1.9971E+01
11	2.1194E+01
12	2.0258E+01
13	1.9682E+01
14	2.0342E+01
15	2.0999E+01
16	1.9146E+01

ES10.4e2

⋮

(c) 使用副程式計算 THW、讀寫二進位檔案 (34 pts)

$$THW = 1.07T_c + 0.2e - 0.65V_s - 2.7 \quad (3)$$

$$e = e_s(T_d) = 6.11 \times \exp \left[\frac{L_v}{R_v} \left(\frac{1}{273.15} - \frac{1}{T_d} \right) \right] \quad (4)$$

$$V_s = \sqrt{U^2 + V^2} \quad (5)$$

THW : Temperature-Humidity-Wind Index [°C]

T_c : 攝氏溫度 [°C]

T_d : 露點溫度 [K]

e : 實際水氣壓 [hPa]

V_s : 風速大小 [m/s]

U : 東西向風速大小 [m/s]

V : 南北向風速大小 [m/s]

L_v : 水氣的潛熱 = 2.5×10^6 [Jkg⁻¹]

R_v : 水氣氣體常數 = 461.5 [Jkg⁻¹K⁻¹]

- 資料檔 **ERA5_19912020_Jul_sfc.dat** 是 ERA5 Reanalysis 1991 年至 2020 年共 30 年平均的 7 月全球近地表資料，經度以 0° 起始，解析度為 0.25° 共 1440 格，緯度以 90°S 起始，解析度為 0.25° 共 721 格，並且含有 4 個變數，依照儲存順序為：近地溫度 T (K)、近地露點溫度 T_d (K)、近地東西向風速 U (m/s)、近地南北向風速 V (m/s)，($K = ^\circ C + 273.15$)
- 新增程式檔案 **finc.f95** 利用資料計算 30 年間全球 7 月平均近地體感溫度

(c.1) 宣告整數常數 $nx = 1440$ 、 $ny = 721$ ，宣告整數變數 $lrec$ (3 pts)

(c.2) 宣告維度為 nx, ny 之二維實數陣列變數 T 、 T_d 、 U 、 V 、 THW (3 pts)

(c.3) INQUIRE 任一 (c.2) 中宣告的陣列大小為 $lrec$ 賦值 (3 pts)

(c.4) 利用 $lrec$ 作為開啟資料檔 **ERA5_19912020_Jul_sfc.dat** 的 **record length**，依序讀取檔案中的 4 個 **record** 以分別為 T 、 T_d 、 U 、 V 賦值，如：(7 pts)

```
READ(fileunit, REC=1) var1  
READ(fileunit, REC=2) var2 ...
```

(c.5) 直接在 **finc.f95** 內寫出副程式 **calTHW(THW,T,Td,U,V,nx,ny)** 利用公式 (3) - (5) 計算 THW (7 pts)

nx, ny : 整數輸入變數，資料陣列的維度大小

T : 實數輸入變數，攝氏溫度，維度為 nx, ny

T_d : 實數輸入變數，露點溫度 (單位為 K)，維度為 nx, ny

U : 實數輸入變數，東西向風速，維度為 nx, ny

V : 實數輸入變數，南北向風速，維度為 nx, ny

THW : 實數輸出變數，利用公式得到的 THW index，維度為 nx, ny

(c.6) 呼叫副程式計算 (注意單位!) THW 後，利用 $lrec$ 將整個陣列輸出為二進位檔 **finc.dat** (7 pts)

(c.7) 編譯成 **finc.exe** 執行，並檢查 **finc.dat** 之檔案大小是否為 4152960，如下圖 (4 pts)

```
[fortran_ta@study finf]$ ll finc.dat  
-rw-rw-r-- 1 fortran_ta fortran_ta 4152960 Jan 4 19:55 finc.dat
```


(d) 利用 GrADS 繪製計算好的體感溫度 (16 pts)

(d.1) 寫出 **find.dat** 的描述檔案 **find.ctl** (10 pts)

無效值為 -999.9

經度 1440 格，間隔為 0.25，從 0 開始；緯度 721 格，間隔為 0.25，從 -90 開始；

高度、時間可以設定在任一高度及時間點，但一定要給定時間的間隔（任意設定）

變數名稱設定為 THW

(d.2) 寫出 **find.gs**，開啟 **find.ctl** 並加上以下指令繪製 THW (6 pts)

set parca 1 10 1 7.5

color -64 64 -div 16 -kind darkblue->blue->white->red->darkred

d THW

cbarm

最後直接輸出為 **find.png** 之圖檔，正確結果應如下

