

# Análisis de funciones del programa psychropy

Chlewey

2015

## Resumen

aaa

## Índice

<b>1. Fórmulas de psychropy</b>	<b>1</b>
1.1. <code>Part_press(<math>P, W</math>)</code> . . . . .	1
1.2. <code>Sat_press(<math>T_{db}</math>)</code> . . . . .	2
1.3. <code>Hum_rat(<math>T_{db}, T_{wb}, P</math>)</code> . . . . .	2
1.4. <code>Hum_rat2(<math>T_{db}, w_{RH}, P</math>)</code> . . . . .	3
1.5. <code>Rel_hum(<math>T_{db}, T_{wb}, P</math>)</code> . . . . .	3
1.6. <code>Rel_hum2(<math>T_{db}, W, P</math>)</code> . . . . .	3
1.7. <code>Wet_bulb(<math>T_{db}, w_{RH}, P</math>)</code> . . . . .	4
1.8. <code>Enthalpy_Air_H2O(<math>T_{db}, W</math>)</code> . . . . .	5
1.9. <code>T_drybulb_calc(<math>h, W</math>)</code> . . . . .	5
1.10. <code>Dew_point(<math>P, W</math>)</code> . . . . .	5
1.11. <code>Dry_Air_Density(<math>P, T_{db}, W</math>)</code> . . . . .	6
1.12. <code>psych(<math>P, x_{type}, x_{val}, y_{type}, y_{val}, z_{type}, u_{type} = \text{"Imp"}</math>)</code> . . . . .	6
1.13. <code>main()</code> . . . . .	7

## 1. Fórmulas de psychropy

### 1.1. `Part_press( $P, W$ )`

Parámetros:

$P$  = presión ambiental [kPa]

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Salida:

$P_w$  = presión parcial del vapor [kPa]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005), page 6.9 equation 38

$$P_w = \frac{P \cdot W}{0,62198 + W} \quad (1)$$

## 1.2. Sat\_press( $T_{db}$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C] (válido entre -100°C y 200°C)

Salida:

$P_{ws}$  = presión parcial del vapor [kPa]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005), p 6.2, equation 5 and 6

$$T = T_{db} + 273,15 \quad (2)$$

Si  $T_{db} \leq 0$ :

$$c_1 = -5674,5359 \quad (3)$$

$$c_2 = 6,3925247 \quad (4)$$

$$c_3 = -0,009677843 \quad (5)$$

$$c_4 = 0,00000062215701 \quad (6)$$

$$c_5 = 2,0747825 \times 10^{-9} \quad (7)$$

$$c_6 = -9,484024 \times 10^{-13} \quad (8)$$

$$c_7 = 4,1635019 \quad (9)$$

$$P_{ws} = \frac{1}{1000} \left( \frac{c_1}{T_K} + c_2 + c_3 T_K + c_4 T_K^2 + c_5 T_K^3 + c_6 T_K^4 + c_7 \ln T_K \right) \quad (10)$$

Si no:

$$c_8 = -5800,2206 \quad (11)$$

$$c_9 = 1,3914993 \quad (12)$$

$$c_{10} = -0,048640239 \quad (13)$$

$$c_{11} = 0,000041764768 \quad (14)$$

$$c_{12} = -0,000000014452093 \quad (15)$$

$$c_{13} = 6,5459673 \quad (16)$$

$$P_{ws} = \frac{1}{1000} \left( \frac{c_8}{T_K} + c_9 + c_{10} T_K + c_{11} T_K^2 + c_{12} T_K^3 + c_{13} \ln T_K \right) \quad (17)$$

## 1.3. Hum\_rat( $T_{db}, T_{wb}, P$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$T_{wb}$  = temperatura de bulbo humedo [°C]

$P$  = presión ambiental [kPa]

Salida:

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005).

$$P_{ws} = \text{Sat\_press}(T_{wb}) \quad (18)$$

$$W_s = \frac{0,62198 \cdot P_{ws}}{P - P_{ws}} \quad (19)$$

Si  $T_{db} \geq 0$ :

$$W = \frac{(2501 - 2,326T_{wb})W_s - 1,006(T_{db} - T_{wb})}{2501 + 1,86T_{db} - 4,186T_{wb}} \quad (20)$$

Si no:

$$W = \frac{(2830 - 0,24T_{wb})W_s - 1,006(T_{db} - T_{wb})}{2830 + 1,86T_{db} - 2,1T_{wb}} \quad (21)$$

#### 1.4. Hum\_rat2( $T_{db}, w_{RH}, P$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$w_{RH}$  = humedad relativa [fracción o porcentaje]

$P$  = presión ambiental [kPa]

Salida:

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005).

$$P_{ws} = \text{Sat\_press}(T_{db}) \quad (22)$$

$$W = \frac{0,62198w_{RH} \cdot P_{ws}}{P - w_{RH} \cdot P_{ws}} \quad (23)$$

#### 1.5. Rel\_hum( $T_{db}, T_{wb}, P$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$T_{wb}$  = temperatura de bulbo húmedo [°C]

$P$  = presión ambiental [kPa]

Salida:

$w_{RH}$  = humedad relativa [fracción o porcentaje]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005).

$$W = \text{Hum\_rat}(T_{db}, T_{wb}, P) \quad (24)$$

$$w_{RH} = \frac{\text{Part\_press}(P, W)}{\text{Sat\_press}(T_{db})} \quad (25)$$

#### 1.6. Rel\_hum2( $Tdb, W, P$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

$P$  = presión ambiental [kPa]

Salida:

$w_{RH}$  = humedad relativa [fracción o porcentaje]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005).

$$P_w = \text{Part\_press}(P, W) \quad (26)$$

$$P_{ws} = \text{Sat\_press}(T_{db}) \quad (27)$$

$$w_{RH} = \frac{P_w}{P_{ws}} \quad (28)$$

### 1.7. Wet\_bulb( $T_{db}, w_{RH}, P$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$w_{RH}$  = humedad relativa [fracción o porcentaje]

$P$  = presión ambiental [kPa]

Salida:

$T_{wb}$  = temperatura de bulbo húmedo [°C]

Se utiliza un método de iteración Newton-Rhapson para una rápida convergencia

$$W_{\text{normal}} = \text{Hum\_rat2}(T_{db}, w_{RH}, P) \quad (29)$$

$$i = 0 \quad (30)$$

$$T_{wb,0} = T_{db} \quad (31)$$

$$W_{\text{new},0} = \text{Hum\_rat}(T_{db}, T_{wb,0}, P) \quad (32)$$

Grado de precisión del 0.001 % usando Newton-Rhapson:

Mientras que  $\left| \frac{W_{\text{new},i} - W_{\text{normal}}}{W_{\text{normal}}} \right| > 0,00001$ :

$$i = i + 1 \quad (33)$$

$$W_{\text{new},2} = \text{Hum\_rat}(T_{db}, T_{wb,i-1} - 0,001, P) \quad (34)$$

$$W' = \frac{W_{\text{new}} - W_{\text{new},2}}{0,001} \quad (35)$$

$$T_{wb,i} = T_{wb,i-1} - \frac{W_{\text{new},i-1} - W_{\text{normal}}}{W'} \quad (36)$$

$$W_{\text{new},i} = \text{Hum\_rat}(T_{db}, T_{wb,i}, P) \quad (37)$$

Repíte. Al final:

$$T_{wb} = T_{wb,i} \quad (38)$$

### 1.8. Enthalpy\_Air\_H20( $T_{db}, W$ )

Parámetros:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Salida:

$h$  = entalpía [kJ/kg (aire seco)]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005), SI P6.9 eqn 32

$$h = 1,006T_{db} + (2501 + 1,86T_{db})W \quad (39)$$

### 1.9. T\_drybulb\_calc( $h, W$ )

Parámetros:

$h$  = entalpía [kJ/kg (aire seco)]

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Salida:

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

calculo inverso a la entalpía arriba.

Nota, el estado 0 para imperial es  $\sim 0^\circ\text{F}$ , 0 % de humedad relativa y 1 atm. El estado 0 para SI es  $0^\circ\text{C}$ , 0 % de humedad relativa y 1 atm.

$$T_{db} = \frac{h - 2501W}{1,006 + 1,86W} \quad (40)$$

### 1.10. Dew\_point( $P, W$ )

Parámetros:

$P$  = presión ambiental [kPa]

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Salida:

$T_{dew}$  = temperatura de punto de rocío [°C]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005), page 6.9 equation 39 y 40

Válido para puntos de rocío inferiores a  $93^\circ\text{C}$

$$c_{14} = 6,54 \quad (41)$$

$$c_{15} = 14,526 \quad (42)$$

$$c_{16} = 0,7389 \quad (43)$$

$$c_{17} = 0,09486 \quad (44)$$

$$c_{18} = 0,4569 \quad (45)$$

$$P_w = \text{Part\_press}(P, W) \quad (46)$$

$$\alpha = \ln P_w \quad (47)$$

$$T_{dp,1} = c_{14} + c_{15}\alpha + c_{16}\alpha^2 + c_{17}\alpha^3 + c_{18}P_w^{0,1984} \quad (48)$$

$$T_{dp,2} = 6,09 + 12,608\alpha + 0,4959\alpha^2 \quad (49)$$

Si  $T_{dp,1} \geq 0$ :

$$T_{dew} = T_{dp,1} \quad (50)$$

Si no:

$$T_{dew} = T_{dp,2} \quad (51)$$

### 1.11. Dry\_Air\_Density( $P, T_{db}, W$ )

Parámetros:

$P$  = presión ambiental [kPa]

$T_{db}$  = temperatura de bulbo seco [°C]

$W$  = humedad específica [kg/kg dry air]

Salida:

$\rho_{da}$  = densidad de aire seco [kg aire seco/m<sup>3</sup>]

Tomado de ASHRAE *Fundamentals handbook* (2005), page 6.8 equation 28

$$R_{da} = 287,055 \quad (52)$$

$$T = T_{db} + 273,15 \quad (53)$$

$$\rho_{da} = 1000 \frac{P}{R_{da} T (1 + 1,6078W)} \quad (54)$$

### 1.12. psych( $P, x_{type}, x_{val}, y_{type}, y_{val}, z_{type}, u_{type} = \text{"Imp"}\text{"}$ )

Comprueba que  $x_{type}$  esté entre “ $T_{db}$ ”, “ $W$ ” y “ $h$ ” (temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía). De lo contrario retornará un no-valor.

Comprueba que  $x_{type}$  sea diferente de  $u_{type}$ . De lo contrario retornará un no-valor.

En caso de que el sistema ( $u_{type}$ ) sea métrico (“SI”) lee los datos sin conversión.

Convierte la presión de pascales a kilopascales.

De acuerdo con  $x_{type}$  guarda  $x_{val}$  en la variable adecuada  $T_{db}$ ,  $W$  o  $h$ .

De acuerdo con  $y_{type}$  guarda  $y_{val}$  en la variable adecuada  $T_{db}$ ,  $T_{wb}$ ,  $T_{dew}$ ,  $w_{RH}$ ,  $W$  o  $h$ .

En caso contrario (asume sistema imperial), lee los datos convirtiéndolos.

Convierte la presión de psi (libras por pulgada cuadrada) a kilopascales.

Si  $x_{type}$  o  $y_{type}$  es temperatura, guarda la respectiva variable  $T_{db}$ ,  $T_{wb}$  o  $T_{dew}$  convirtiéndolo de grados fahrenheit a celcius.

Si  $x_{type}$  o  $y_{type}$  es entalpía, convierte de Btu por libra a kilojulios por kilogramo y corre el punto 0 (de 0°F a 0°C).

Si  $x_{type}$  o  $y_{type}$  es humedad relativa o específica, guarda la respectiva variable  $w_{RH}$  o  $W$  sin cambios.

Si  $T_{db}$  no existe ( $x_{type}$  y  $y_{type}$  son entropía y humedad específica), calcula  $T_{db} = T_{drybulb\_calc}(h, W)$ .

Si  $z_{type}$  es “ $w_{RH}$ ” o “ $T_{wb}$ ”, calcula  $w_{RH}$ :

Si  $T_{wb}$  fue dado:  $w_{RH} = Rel\_hum(T_{db}, T_{wb}, P)$ .

Si no, pero  $T_{\text{dew}}$  fue dado:  $w_{\text{RH}} = \text{Sat\_press}(T_{\text{dew}}) \div \text{Sat\_press}(T_{\text{db}})$ .

Si no, pero  $W$  fue dado:  $w_{\text{RH}} = \text{Part\_press}(P, W) \div \text{Sat\_press}(T_{\text{db}})$ .

Si no, pero  $h$  fue dado:

$$W = -\frac{1,006T_{\text{db}} - h}{2501 + 1,86T_{\text{db}}} \quad (55)$$

$$w_{\text{RH}} = \text{Part\_press}(P, W) \div \text{Sat\_press}(T_{\text{db}}) \quad (56)$$

En caso de otro  $z_{\text{type}}$ , se busca entonces  $W$ :

Si  $z_{\text{type}}$  no es “ $W$ ”:

Si  $y_{\text{type}}$  es “ $T_{\text{wb}}$ ”:  $W = \text{Hum\_rat}(T_{\text{db}}, T_{\text{wb}}, P)$

Si  $y_{\text{type}}$  es “ $T_{\text{dew}}$ ”:  $W = 0,621945 \frac{\text{Sat\_press}(T_{\text{dew}})}{P - \text{Sat\_press}(T_{\text{dew}})}$

Si  $y_{\text{type}}$  es “ $w_{\text{RH}}$ ”:  $W = \text{Hum\_rat2}(T_{\text{db}}, w_{\text{RH}}, P)$

Si  $y_{\text{type}}$  es “ $h$ ”:  $W = -\frac{1,006T_{\text{db}} - h}{2501 + 1,86T_{\text{db}}}$

Si no, indica que la combinación de variables es incorrecta.

En este punto se tienen:  $P$ ,  $T_{\text{db}}$  y  $W$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $T_{\text{db}}$ ”: la respuesta es  $T_{\text{db}}$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $T_{\text{wb}}$ ”: la respuesta es  $\text{Wet\_bulb}(T_{\text{db}}, w_{\text{RH}}, P)$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $T_{\text{dew}}$ ”: la respuesta es  $\text{Dew\_point}(P, W)$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $w_{\text{RH}}$ ”: la respuesta es  $w_{\text{RH}}$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $W$ ”: la respuesta es  $W$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $P_w$ ”: la respuesta es  $1000 \cdot \text{Part\_press}(P, W)$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $\text{DSat}$ ” (grado de saturación): la respuesta es  $W \div \text{Hum\_rat2}(T_{\text{db}}, 1, P)$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $h$ ”: la respuesta es  $\text{Enthalpy\_Air\_H2O}(T_{\text{db}}, W)$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $s$ ” (entropía): la respuesta es inducir un error.

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $\text{SV}$ ” (volumen específico): la respuesta es  $1 \div \text{Dry\_Air\_Density}(P, T_{\text{db}}, W)$ .

Si  $z_{\text{type}}$  es “ $\text{MAD}$ ” (densidad): la respuesta es  $(1+W)\text{Dry\_Air\_Density}(P, T_{\text{db}}, W)$ .

Finalmente, si  $y_{\text{type}}$  es “ $\text{Imp}$ ” (sistema imperial):

Si  $z_{\text{type}}$  es temperatura, convierte el valor de salida de °C a °F.

Si  $z_{\text{type}}$  es presión (“ $P_w$ ”), convierte la salida de pascales a psi.

Si  $z_{\text{type}}$  es entalpía, convierte de kJ/kg a btu por libra y corre el 0.

Si  $z_{\text{type}}$  es volumen específico, convierte de m<sup>3</sup>/kg a pies cúbicos por libra.

Si  $z_{\text{type}}$  es densidad, convierte kg/m<sup>3</sup> a libras por pie cubico.

### 1.13. main()

Pide el valor de la presión atmosférica  $P$ .

Pide el tipo de la primera variable  $x_{\text{type}}$ .

Pide el valor de la primera variable  $x_{\text{val}}$ .

Pide el tipo de la segunda variable  $y_{\text{type}}$ .

Pide el valor de la segunda variable  $y_{\text{val}}$ .

Pide el tipo de salida  $z_{\text{type}}$ .

Pide el sistema de medidas “ $\text{SI}$ ” o “ $\text{Imp}$ ”:  $u_{\text{type}}$ .

Llama a  $\text{psych}(P, x_{\text{type}}, x_{\text{val}}, y_{\text{type}}, y_{\text{val}}, z_{\text{type}}, u_{\text{type}})$ .

Imprime el resultado.