

## Ejemplo de interpolación doble

Datos conocidos:

$$h = 3141.31 \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$$

$$s = 6.876 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right]$$

Table 3 Water and Steam—continued

$p$ (abs) bar	20			21			22			23			24			25		
$t_s$ °C	212.4			214.8			217.2			219.5			221.8			223.9		
	$h$	$s$	$v$	$h$	$s$	$v$	$h$	$s$	$v$	$h$	$s$	$v$	$h$	$s$	$v$	$h$	$s$	$v$
Sat. Liquid	908.6	2.4468	1.1766	919.9	2.4699	1.1809	930.9	2.4921	1.1850	941.6	2.5136	1.1891	951.9	2.5342	1.1932	961.9	2.5542	1.1972
Sat. Vapour	2797.2	6.3367	99.549	2798.2	6.3187	94.902	2799.1	6.3015	90.663	2799.8	6.2850	86.780	2800.4	6.2690	83.209	2800.9	6.2537	79.915
$t$ °C - TK																		
0 273.15	2.0	0.0000	0.99922	2.1	0.0000	0.99917	2.2	0.0000	0.99912	2.3	0.0000	0.99907	2.4	0.0000	0.99902	2.5	0.0000	0.99897
10 283.15	43.9	0.1508	0.99931	44.0	0.1508	0.99926	44.1	0.1508	0.99922	44.2	0.1508	0.99917	44.3	0.1508	0.99912	44.4	0.1508	0.99907
20 293.15	85.7	0.2959	1.0008	85.8	0.2959	1.0008	85.9	0.2958	1.0007	86.0	0.2958	1.0007	86.1	0.2958	1.0006	86.2	0.2958	1.0006
30 303.15	127.5	0.4359	1.0034	127.6	0.4359	1.0034	127.7	0.4358	1.0033	127.8	0.4358	1.0033	127.8	0.4358	1.0032	127.9	0.4357	1.0032
40 313.15	169.2	0.5713	1.0069	169.3	0.5713	1.0069	169.4	0.5713	1.0068	169.5	0.5712	1.0068	169.6	0.5712	1.0067	169.7	0.5711	1.0067

350 623.15	3138.6	6.9596	138.56	3136.6	6.9347	131.70	3134.5	6.9107	125.47	3132.4	6.8877	119.77	3130.4	6.8656	114.55	3128.2	6.8442	109.75
360 633.15	3160.8	6.9950	141.10	3158.9	6.9702	134.14	3156.9	6.9464	127.80	3155.0	6.9236	122.02	3153.0	6.9016	116.72	3151.0	6.8804	111.84
370 643.15	3182.9	7.0296	143.63	3181.1	7.0049	136.55	3179.2	6.9813	130.12	3177.3	6.9587	124.25	3175.4	6.9369	118.87	3173.6	6.9158	113.91
380 653.15	3204.9	7.0635	146.14	3203.1	7.0390	138.96	3201.4	7.0155	132.43	3199.6	6.9930	126.46	3197.8	6.9714	121.00	3196.1	6.9505	115.97
390 663.15	3226.8	7.0968	148.64	3225.1	7.0724	141.35	3223.5	7.0491	134.72	3221.8	7.0267	128.67	3220.1	7.0052	123.12	3218.4	6.9845	118.01
400 673.15	3248.7	7.1296	151.13	3247.1	7.1053	143.73	3245.5	7.0821	137.00	3243.9	7.0598	130.85	3242.3	7.0384	125.22	3240.7	7.0178	120.04
410 683.15	3270.5	7.1618	153.60	3269.0	7.1376	146.09	3267.5	7.1145	139.27	3265.9	7.0923	133.03	3264.4	7.0710	127.32	3262.9	7.0505	122.06
420 693.15	3292.4	7.1935	156.07	3290.9	7.1694	148.45	3289.4	7.1464	141.52	3288.0	7.1243	135.20	3286.5	7.1031	129.40	3285.0	7.0827	124.07
430 703.15	3314.2	7.2247	158.53	3312.8	7.2007	150.80	3311.4	7.1778	143.77	3310.0	7.1558	137.36	3308.5	7.1347	131.48	3307.1	7.1143	126.07
440 713.15	3336.0	7.2555	160.98	3334.6	7.2316	153.14	3333.3	7.2088	146.02	3331.9	7.1868	139.51	3330.6	7.1658	133.55	3329.2	7.1455	128.06

Como se puede ver en la imagen, el valor de la entalpía y la entropía se podían encontrar EN UN MISMO rango de temperaturas para dos presiones muy cercanas entre sí (consecutivas), esto quiere decir que hay una gran posibilidad de que el punto que estamos buscando se encuentra entre esas dos temperaturas y esas dos presiones.

Mostraré esto en una tabla para que queden más claros los datos:

$$h = 3141.31 \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$$

$$s = 6.876 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right]$$

$T [^{\circ}C]$	$P_1 [bar]$	$h_1 \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$	$s_1 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right]$	$v_1 \left[ \frac{dm^3}{kg} \right]$	$P_2 [bar]$	$h_2 \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$	$s_2 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right]$	$v_2 \left[ \frac{dm^3}{kg} \right]$
350	24	3130.4	6.8646	114.55	25	3128.2	6.8442	109.75
360	24	3153	6.9016	116.72	25	3151	6.8804	111.84

Lo primero que tenemos que hacer es usar la entalpía como referencia para saber en qué punto de temperatura nos encontramos para cada presión, esto quiere decir que vamos a tener una “temperatura intermedia” para la presión 1 y para la presión 2. Estas se calculan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 T_{inter1} &= \left( \frac{h - h_{1'}}{h_{1''} - h_{1'}} \right) * (T_2 - T_1) + T_1 \\
 &= \left( \frac{3141.31 - 3130.4}{3153 - 3130.4} \right) * (360 - 350) + 350 = 354.83 [^{\circ}C]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{inter2} &= \left( \frac{h - h_{2'}}{h_{2''} - h_{2'}} \right) * (T_2 - T_1) + T_1 \\
 &= \left( \frac{3141.31 - 3128.2}{3151 - 3128.2} \right) * (360 - 350) + 350 = 355.753 [^{\circ}C]
 \end{aligned}$$

Ahora que tenemos estas temperaturas intermedias, las usamos para asociar ese punto de entalpía que usamos antes con su posición dentro del rango de entropías y volúmenes específicos para ambas presiones. Esto implica que vamos a tener una “entropía intermedia” y un “volumen específico intermedio” para cada presión. Estos datos se pueden calcular de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 S_{inter1} &= \left( \frac{T_{inter1} - T_1}{T_2 - T_1} \right) * (S_{1''} - S_{1'}) + S_{1'} \\
 &= \left( \frac{354.83 - 350}{360 - 350} \right) * (6.9016 - 6.8646) + 6.8646 \\
 &= 6.882 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{inter2} &= \left( \frac{T_{inter2} - T_1}{T_2 - T_1} \right) * (S_{2''} - S_{2'}) + S_{2'} \\
 &= \left( \frac{355.753 - 350}{360 - 350} \right) * (6.8804 - 6.8442) + 6.8442 \\
 &= 6.865 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_{inter1} &= \left( \frac{T_{inter1} - T_1}{T_2 - T_1} \right) * (v_{1''} - v_{1'}) + v_{1'} \\
 &= \left( \frac{354.83 - 350}{360 - 350} \right) * (116.72 - 114.55) + 114.55 \\
 &= 115.598 \left[ \frac{dm^3}{kg} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_{inter2} &= \left( \frac{T_{inter2} - T_1}{T_2 - T_1} \right) * (v_{2''} - v_{2'}) + v_{2'} \\
 &= \left( \frac{355.753 - 350}{360 - 350} \right) * (111.84 - 109.75) + 109.75 \\
 &= 110.952 \left[ \frac{dm^3}{kg} \right]
 \end{aligned}$$

Ahora que tenemos las temperaturas, volúmenes específicos y entropías intermedias podemos finalmente calcular los valores finales usando al menos una vez el valor de la entropía conocida para hacer coincidir esos valores intermedios de distintas presiones en un único punto.

$$\begin{aligned}
 T &= \left( \frac{S - S_{inter1}}{S_{inter2} - S_{inter1}} \right) * (T_{inter2} - T_{inter1}) + T_{inter1} \\
 &= \left( \frac{6.876 - 6.882}{6.865 - 6.882} \right) * (355.753 - 354.83) + 354.83 \\
 &= 355.173[^\circ C]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= \left( \frac{S - S_{inter1}}{S_{inter2} - S_{inter1}} \right) * (P_2 - P_1) + P_1 \\
 &= \left( \frac{6.876 - 6.882}{6.865 - 6.882} \right) * (25 - 24) + 24 = 24.371[bar]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= \left( \frac{T - T_{inter1}}{T_{inter2} - T_{inter1}} \right) * (v_{inter2} - v_{inter1}) + v_{inter1} \\
 &= \left( \frac{355.173 - 354.83}{355.753 - 354.83} \right) * (110.952 - 115.598) + 115.598 \\
 &= 113.8744 \left[ \frac{dm^3}{kg} \right]
 \end{aligned}$$