

Problemas de Física 4 § Termometría y Calorimetría

1. Termometría

- (a) Una serie de mediciones de los volúmenes que ocupan un mol de un gas mantenido a temperatura constante T_0 en función de la presión produce los siguientes resultados:

p (atm)	V (l)
1	30
2	15
3	9.9
4	7.2
5	5.1

- i. Hacer el gráfico correspondiente para obtener la zona en que el gas se comporta como gas ideal. (No necesariamente p vs. V !).
 - ii. ¿Cuánto vale T_0 ?
- (b) La resistencia de un alambre de platino es de 7.000Ω a la temperatura del hielo fundente (0°C); 9.705Ω a 100°C y 18.387Ω para el punto del azufre (444.6°C). La resistencia se parametriza por medio de la ecuación:

$$R(T) = R_0(1 + aT + bT^2)$$

- i. Hallar los valores de R_0 , a y b .
 - ii. Supongamos que el alambre se utiliza como termómetro, pero se calibra usando sólo los puntos del hielo y del vapor de agua. ¿Qué temperatura marcaría para el punto del azufre?
- (c) Un termómetro de mercurio, graduado linealmente, se sumerge en hielo fundente. El mercurio queda envasado en la división -2 . En vapor de agua hirviente, a la presión de 76 cm de mercurio, queda envasado en la división $+103$.
- i. En un baño tibio, el mercurio alcanza la división $n = +70$. Determinar la temperatura Θ del baño, que indica este termómetro.
 - ii. De manera mas general, determinar la corrección a efectuar sobre la lectura de la división n en la forma $f(n) = \Theta - n$. Deducir la temperatura para la cual no es necesaria ninguna corrección.
- (d) La tabla siguiente expresa los valores que se obtienen para la presión p de un gas(a volumen constante y a una temperatura T), correspondientes a una serie de valores p_i (obtenidos en el punto del hielo).

p_i (mm de mercurio)	p (mm de mercurio)
100	127.9
200	256.5
300	385.8
400	516.0

Determinar la temperatura T .

§<http://www.df.uba.ar/users/dmitnik/fisica4>

- (e) Los gráficos siguientes muestran un set de tres isothermas para dos sistemas (I) y (II). Las variables termodinámicas de estos son F (la tensión), l (el largo) y la temperatura T . Cada uno de estos sistemas se utiliza como termómetro, con el largo como variable termoscópica, y la tensión fijada en 300 dinas.
- Especificar la temperatura de la isoterma T_3 para cada uno de los termómetros.
 - Repetir el problema, fijando ahora la tensión en 400 dinas.
 - Calcular la temperatura dada por el termómetro I, si para una tensión de 300 dinas la longitud es 160 cm.

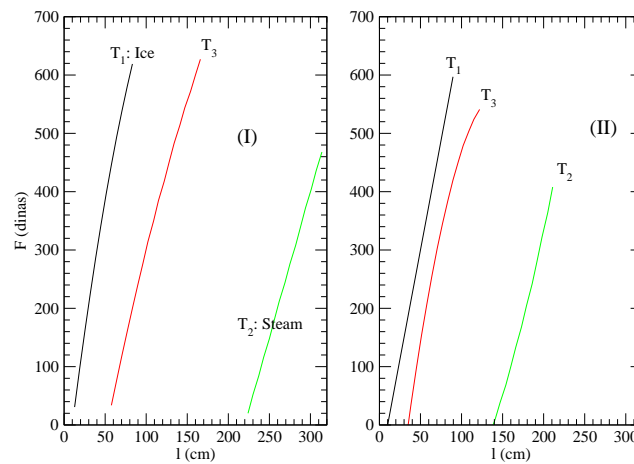


Figure 1: Gráfico de isothermas para los sistemas (I) y (II).

- (f) La ecuación termométrica de un termómetro de resistencia de platino es, entre $0\text{ }^\circ\text{C}$ y $630\text{ }^\circ\text{C}$, de la forma

$$R(T) = a_0 + a_1 T + a_2 T^2, \quad (1)$$

donde R es la resistencia del hilo de platino y T la temperatura. Los parámetros son $a_0 = 2.0\ \Omega$, $a_1 = 8.12 \times 10^{-3}\ \Omega\ ^\circ\text{C}^{-1}$ y $a_2 = -1.20 \times 10^{-6}\ \Omega\ ^\circ\text{C}^{-2}$.

- Expresar la diferencia $\Theta - T$ entre la temperatura centesimal lineal Θ definida por este termómetro y la temperatura T , en función de T .
- Determinar a qué temperatura esta diferencia es máxima
- Calcular esta temperatura

2. Calorimetría

- (a) Se tiene un calorímetro cuya masa es 20 g y su capacidad específica es $c_{\text{cal}} = 0.215\ \text{cal}/(\text{g}\ ^\circ\text{K})$. Este calorímetro también tiene agua (100 g), e inicialmente se encuentran a una temperatura $T_i = 80\text{ }^\circ\text{C}$. Se quiere determinar el calor específico del Plomo (Pb). Para ello, se tiran dentro de este calorímetro 600 g de plomo, a $25\text{ }^\circ\text{C}$. Se mide la temperatura final, y esta es $T_f = 72\text{ }^\circ\text{C}$. Calcular c_{Pb} .

- (b) Un calorímetro de cobre cuya masa es 300 g, contiene 500 g de agua a 15 °C. Se introduce en él un bloque de cobre de 530 g a 115 °C, observándose que la temperatura de equilibrio es de 25 °C. Calcular el calor específico del cobre y el equivalente en agua del calorímetro.
- (c) El aire de las zonas costeras depende en una gran medida de la temperatura del mar. Una razón es que el calor liberado por un cierto volumen de agua, afecta un volumen mucho mayor del aire. Si 1 cm³ de agua se enfría en 1 °C, estimar a qué volumen de corresponde este cambio. $c_{\text{aire}} = 0.25 \text{ cal}/(\text{g } ^\circ\text{K})$, $\rho_{\text{aire}} = 0.00129 \text{ g}/\text{cm}^3$.

3. **Calor específico** Extraer conclusiones sobre las siguientes figuras y tablas de calores específicos

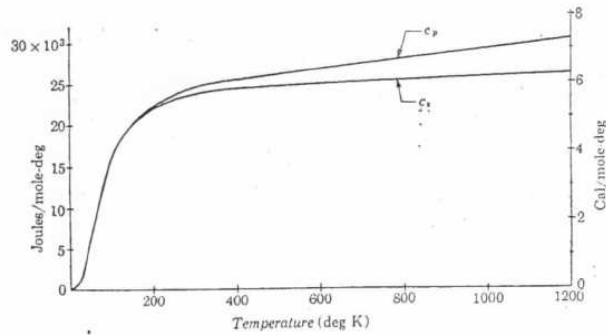


Fig. 4-3. c_p and c_v for copper, as functions of temperature at a constant pressure of 1 atm.

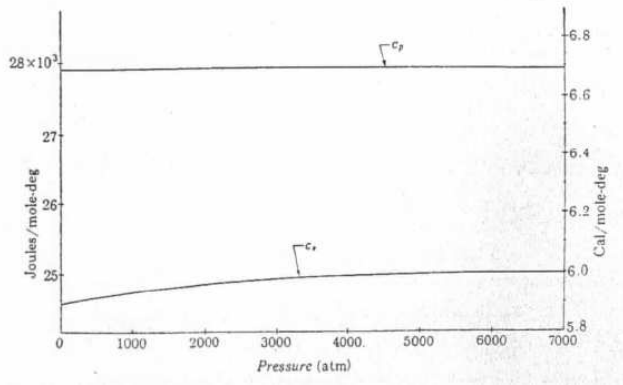


Figure 2: Calores específicos del Cu

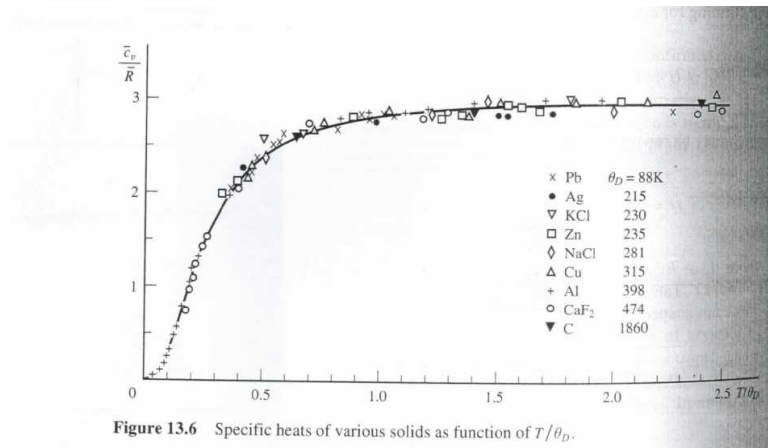


Figure 13.6 Specific heats of various solids as function of T/θ_D .

Figure 3: Calores específicos de diversos sólidos

TABLE 12-3.

Molar specific heat capacities of a number of gases, at temperatures near room temperature. The quantities measured experimentally are c_p and γ . The former is determined by use of a continuous flow calorimeter and the latter is obtained from measurements of the velocity of sound in the gas.

Gas	γ	c_p/R	c_v/R	$\frac{c_p - c_v}{R}$
He	1.659	2.52	1.519	1.001
Ne	1.64			
A	1.67	2.52	1.509	1.008
Kr	1.68			
Xe	1.66			
H ₂	1.410	3.42	2.438	.9995
O ₂	1.401	3.52	2.504	1.004
N ₂	1.404	3.50	2.448	1.005
CO	1.404	3.50	2.488	1.005
NO	1.400	3.52	2.512	1.005
Cl ₂	1.36	4.12	3.02	1.09
CO ₂	1.304	4.40	3.38	1.027
NH ₃	1.31	4.48	3.42	1.06
C ₄ H ₁₀ O	1.08	16.6	15.4	1.23

TABLE A-20 Ideal Gas Specific Heats of Some Common Gases (kJ/kg · K)

Temp. K	c_p	c_v	k	c_p	c_v	k	c_p	c_v	k	Temp. K
	Air			Nitrogen, N ₂			Oxygen, O ₂			
250	1.003	0.716	1.401	1.039	0.742	1.400	0.913	0.653	1.398	250
300	1.005	0.718	1.400	1.039	0.743	1.400	0.918	0.658	1.395	300
350	1.008	0.721	1.398	1.041	0.744	1.399	0.928	0.668	1.389	350
400	1.013	0.726	1.395	1.044	0.747	1.397	0.941	0.681	1.382	400
450	1.020	0.733	1.391	1.049	0.752	1.395	0.956	0.696	1.373	450
500	1.029	0.742	1.387	1.056	0.759	1.391	0.972	0.712	1.365	500
550	1.040	0.753	1.381	1.065	0.768	1.387	0.988	0.728	1.358	550
600	1.051	0.764	1.376	1.075	0.778	1.382	1.003	0.743	1.350	600
650	1.063	0.776	1.370	1.086	0.789	1.376	1.017	0.758	1.343	650
700	1.075	0.788	1.364	1.098	0.801	1.371	1.031	0.771	1.337	700
750	1.087	0.800	1.359	1.110	0.813	1.365	1.043	0.783	1.332	750
800	1.099	0.812	1.354	1.121	0.825	1.360	1.054	0.794	1.327	800
900	1.121	0.834	1.344	1.145	0.849	1.349	1.074	0.814	1.319	900
1000	1.142	0.855	1.336	1.167	0.870	1.341	1.090	0.830	1.313	1000
Temp. K	Carbon Dioxide, CO ₂			Carbon Monoxide, CO			Hydrogen, H ₂			Temp. K
	c_p	c_v	k	c_p	c_v	k	c_p	c_v	k	
250	0.791	0.602	1.314	1.039	0.743	1.400	14.051	9.927	1.416	250
300	0.846	0.657	1.288	1.040	0.744	1.399	14.307	10.183	1.405	300
350	0.895	0.706	1.268	1.043	0.746	1.398	14.427	10.302	1.400	350
400	0.939	0.750	1.252	1.047	0.751	1.395	14.476	10.352	1.398	400
450	0.978	0.790	1.239	1.054	0.757	1.392	14.501	10.377	1.398	450
500	1.014	0.825	1.229	1.063	0.767	1.387	14.513	10.389	1.397	500
550	1.046	0.857	1.220	1.075	0.778	1.382	14.530	10.405	1.396	550
600	1.075	0.886	1.213	1.087	0.790	1.376	14.546	10.422	1.396	600
650	1.102	0.913	1.207	1.100	0.803	1.370	14.571	10.447	1.395	650
700	1.126	0.937	1.202	1.113	0.816	1.364	14.604	10.480	1.394	700
750	1.148	0.959	1.197	1.126	0.829	1.358	14.645	10.521	1.392	750
800	1.169	0.980	1.193	1.139	0.842	1.353	14.695	10.570	1.390	800
900	1.204	1.015	1.186	1.163	0.866	1.343	14.822	10.698	1.385	900
1000	1.234	1.045	1.181	1.185	0.888	1.335	14.983	10.859	1.380	1000

Source: Adapted from K. Wark, *Thermodynamics*, 4th ed., McGraw-Hill, New York, 1983, as based on "Tables of Thermal Properties of Gases," NBS Circular 564, 1955.