

第六篇

熱 力 學

目 錄

頁

第一章 物質對熱之一般性能

1.1	溫度	6—	1
1.2	熱量	6—	1
1.3	膨脹係數	6—	2
1.4	縮水	6—	2
1.5	體積膨脹	6—	2
1.6	比熱	6—	6
1.7	瑞西滿定律	6—	10
1.8	融點、水點及沸點	6—	10
1.9	融解熱	6—	12
1.10	蒸發熱	6—	12
1.11	溶解量	6—	13

第二章 熱工學基本原理

2.1	能之形態	6—	15
2.2	能之單位	6—	15
2.3	功能變換過程	6—	16
2.4	普通型式之過程	6—	17
2.5	能量公式符號	6—	17
2.6	能量不減定理	6—	18
2.7	熵之觀念	6—	19
2.8	卡諾原理	6—	20
2.9	凱文溫度度量	6—	20
2.10	卡諾循環	6—	21
2.11	能之可利用度	6—	21

2.12	可利用能	6	22
2.13	嫡	6	22
2.14	嫡座標	6	23
2.15	能量公式及嫡表示之摘要	6	24
2.16	流動過程能量公式之摘要	6	27
2.17	一般熱力學關係	6	27
2.18	熱容量	6	29
2.19	焦耳湯姆生實驗	6	31

第三章 氣體

3.1	符號及其代表意義	6	32
3.2	理想氣體特性式	6	32
3.3	氣體常數	6	33
3.4	比熱	6	33
3.5	理想氣體之比熱	6	34
3.6	氣體性質因數間之關係	6	38
3.7	氣體之能量公式	6	38
3.8	氣體情況變化之圖解	6	41
3.9	氣體經過管或導管之流動	6	43
3.10	經過孔口噴嘴大速度變遷之流動	6	45
3.11	噴嘴	6	49
3.12	孔口	6	50
3.13	擴壓器及流壓給水器	6	51
3.14	衝壓管及皮氏管	6	52
3.15	壓縮機	6	52
3.16	等溫壓縮	6	52
3.17	絕熱壓縮	6	53
3.18	熱循環	6	54
3.19	卡諾循環	6	54
3.20	熱效率	6	55
3.21	平均有效壓力	6	55
3.22	熱泵	6	55
3.23	熱空氣動力機	6	55
3.24	奧圖發動機	6	56

3•25 狄塞爾發動機.....	6— 56
3•26 燃氣輪機.....	6— 57
3•27 真實氣體.....	6— 58

第四章 蒸汽

4•1 濕蒸汽.....	6— 76
4•2 飽和蒸汽.....	6— 76
4•3 克拉皮央氏方程式.....	6— 79
4•4 水蒸汽之變化.....	6— 79
4•5 過熱蒸汽非理想氣體.....	6— 80
4•6 濕空氣.....	6—101
4•7 濕空氣之有關公式.....	6—101
4•8 濕空氣之各種定律.....	6—102
4•9 向空氣參入水蒸汽或水.....	6—105
4•10 已知初情況之濕空氣掃過已知溫度之水面或冰面.....	6—107
4•11 達爾頓及路易定律.....	6—107
4•12 蒸汽機應用原理.....	6—107
4•13 蒸汽機之熱效率.....	6—108
4•14 水蒸汽存儲器（汝茲存儲器）.....	6—109
4•15 等壓存儲器.....	6—109
4•16 壓縮式冷凍機.....	6—111

第五章 氣體及蒸汽流動

5•1 連續流動.....	6—119
5•2 向外流動之理論.....	6—120
5•3 水蒸汽外流.....	6—121
5•4 外流指數.....	6—121
5•5 外流噴嘴形狀與臨界壓力比.....	6—121
5•6 流出量.....	6—123
5•7 小超壓下外流.....	6—123
5•8 空氣及飽和水蒸汽公式之聯合應用.....	6—124
5•9 極短管路.....	6—127
5•10 小落差管路.....	6—128
5•11 大落差管路.....	6—128

5.12	窒息現象	6—129
5.13	理想氣體之窒息	6—129
5.14	飽和蒸汽之窒息	6—130

第六章 熱之傳遞

6.1	熱傳遞方式	6—132
6.2	一般傳導	6—132
6.3	傳導之特殊情形	6—133
6.4	導熱係數	6—134
6.5	隔熱材料	6—135
6.6	相當導熱係數	6—137
6.7	熱之遞過	6—138
6.8	加力流動	6—139
6.9	自由流動	6—143
6.10	熱遞過之特殊情形	6—145
6.11	熱之穿過	6—146
6.12	在變換流體溫度情形下熱之穿過	6—147
6.13	經由凸片傳熱面之熱之穿過	6—149
6.14	熱輻射波	6—149
6.15	固體之熱輻射	6—149
6.16	氣體之熱輻射	6—152
6.17	經由對流、傳導、輻射共同之熱傳遞	6—153

第 六 篇

熱 力 學

金 祖 年

第一章 物質對熱之一般性能

1.1 溫度

以下為本節通用符號：

t ：通常使用之溫度標上溫度

T ：絕對溫度

C ：比熱

r ：蒸發熱

本國溫度 t 之規定為熱力學上之一種度標，並以 $^{\circ}\text{C}$ 為其單位記號，亦即攝氏表溫度度制。以攝氏 0° 以下 273° 為 0° 而其分度仍以攝氏分度之溫度標稱之謂絕對溫度，其與攝氏度標之關係為：

$$T = t + 273 \quad (1.1)$$

真正之絕對零度吾人今日尚無法到達，估計靠近 -273°C ，在本節內以 -273°C 之約略值作為各種計算之值。

除百分度之攝氏溫度標外，尚有華氏 (F) 溫度標（為英美所採用），及列氏 (R) 溫度標，各溫度標之標度關係如下：

$$1^{\circ}\text{C} = 4/5^{\circ}\text{R} = 9/5^{\circ}\text{F}, \quad 1^{\circ}\text{R} = 5/4^{\circ}\text{C} = 9/4^{\circ}\text{F}, \quad 1^{\circ}\text{F} = 4/9^{\circ}\text{R} = 5/9^{\circ}\text{C}$$

$$\text{攝氏溫度} = 5/9 \times (\text{華氏溫度} - 32^{\circ}) = 5/4 \times (\text{列氏溫度}) -$$

$$\text{列氏溫度} = 4/5 \times (\text{攝氏溫度}) = 4/9 \times (\text{華氏溫度} - 32^{\circ})$$

$$\text{華氏溫度} = 9/5 \times (\text{攝氏溫度}) + 32^{\circ} = 9/4 \times (\text{列氏溫度}) + 32^{\circ}$$

下列各式可用以作攝氏絕對溫度 T 與華氏絕對溫度 T_F 之各種換算：

$$T = t + 273 \quad T_F = t_F + 459.4$$

$$T = 5/9 \times t_F + 255.2 \quad T_F = 9/5 \times t + 491.4$$

$$T = 5/9 \times T_F \quad T_F = 9/5 \times T$$

1.2 熱量

本國以「千卡」(kcal)為熱量之衡量單位，1「千卡」為 1 公斤之水從 14.5°C 升至 15.5°C 時所需之熱量。

$$1 \text{「千卡」} = 1000 \text{「卡」}$$

熱量亦可以功或能之單位表示之，其換算值如下：

$$1 \text{ 千卡} = 1.163 \text{ 瓦時 (watt. hr.)}, 1 \text{ 千卡} = 427 \text{ 公尺公斤 (kg. m.)},$$

$$1 \text{ 公尺公斤} = 0.002342 \text{ 千卡}$$

$$1 \text{ 千瓦時} = 860 \text{ 千卡} = 367000 \text{ 公尺公斤}$$

$$1 \text{ 馬力時} = 632 \text{ 千卡} = 270000 \text{ 公尺公斤}$$

將機械功能(公尺公斤)換算為熱量單位千卡之常數為 1/427 並以 J 表示之，此值與落體加速度有關，以 $g = 980.665 \text{ cm/sec}^2$ ，則 $1/J = 426.9$ ，若人以 427 為計算用之約略量。

在英制中，衡量熱量之單位為英國熱量單位 (B.T.U.)，其定義為將一英國磅之水昇高華氏 1 度所需之熱：

$$1 \text{ 英國熱量單位} = 0.252 \text{ 千卡}$$

$$\frac{1 \text{ 英國熱量單位}}{\text{英國磅}} = \frac{5 \text{ 千卡}}{9 \text{ 公斤}}$$

1.3 膨脹係數

物體線膨脹係數 $\alpha = \frac{1}{l} \frac{dl}{dt}$ 之意義，為溫度升高 1° 時物體單位長度所增加之數值。固體，可流動之液體及氣體之體膨脹係數 $\beta = \frac{1}{V} \frac{dV}{dt}$ 之意義，為溫度升高 1° 時該物體單位體積所增加之數值。

對均質之固體 $\beta = 3\alpha$ ，其平面之膨脹係數 $= 2\alpha$

1.4 縮水

縮水為翻砂時成品與模型尺碼之差，此數值與凝結時之縮小及熱膨脹有關。

表 1.3 所列為各種金屬之線縮水。

1.5 體積膨脹

液體與氣體因溫度變化的膨脹或收縮，同時受壓力的影響，表 1.4 及 1.5 示水的膨脹比數，比重及比容，以在 4°C 為 1。表 1.6 示氣體在 760 公厘水銀柱之大氣壓力及 0°C 時之比重，比容及其沸點。

表 1.1 固體線膨脹係數表

在 0° 至 t° 間，每公尺在 0° 時所增長之公厘數

	$0^{\circ} \sim -100^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 100^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 200^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 300^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 400^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 500^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 600^{\circ}$	$0^{\circ} \sim 700^{\circ}$
鉛.....	-3.73	2.38	4.91	7.68	10.69	13.70	16.67	
陶瓷.....	-0.32	0.30	0.66	1.03	1.41	1.82	2.24	2.63
鉛.....	-5.12	2.92						
青銅.....	-2.84	1.75	3.52	5.50	7.51	9.61		
鐵.....	-1.67	1.20	2.51	3.92	5.44	7.06	8.79	10.63
鋼.....	-1.64	1.17	2.45	3.83	5.31	6.81	8.60	10.40
金.....	-2.49	1.42						
高級鈹鐵.....	-1.59	1.04	2.21	3.49	4.90	6.44	8.09	9.87
也納玻璃16Ⅲ.....	-1.12	0.81	1.67	2.60	3.59	4.63		
.....59Ⅲ.....	-0.82	0.59	1.20	1.83	2.47	3.12		
.....1565Ⅲ.....		0.345	0.72	1.12	1.56	2.02		
康斯坦.....	-2.26	1.52	3.12	4.81	6.57	8.41		
銅.....	-2.66	1.65	3.38	5.18	7.07	9.04	11.09	
鐵.....	-4.01	2.59	5.39	8.36	11.53	14.88		
普通鑄鐵.....	-1.61	1.04	2.19	3.45	4.82	6.31	7.91	
黃銅.....	-3.11	1.84	3.85	6.03	8.39			
鈹.....	-1.89			4.34	5.91	7.56	9.27	11.05
鉑拉奧.....	-1.93	1.19	2.42	3.70	5.02	6.38	7.79	9.24
鉑.....	-1.51	0.90	1.83	2.78	3.76	4.77	5.80	6.86
鉑鎢合金 80:20%.....	-1.43	0.83	1.70	2.59	3.51	4.45	5.43	6.43
水晶玻璃.....	0.0	0.05	0.12	0.19	0.26	0.31	0.36	0.40
熱鐵.....	-1.68	1.22	2.53	3.93	5.43	7.02	8.71	10.49
銀.....	-3.21	1.97	4.00	6.08	8.23	10.43	12.69	15.14
鉍.....	-1.85	1.65						
錳.....	-4.24	2.67						

	0°~800°	0°~900°	0°~1000°	0°~1100°	0°~1200°	0°~1300°	0°~1400°	0°~1500°
陶瓷.....	3.10	3.96	4.31					
銀.....	12.89	14.80	16.78					
鉑拉典.....	10.74	12.27	13.86					
鉛.....	7.94	9.05	10.19					
鉑鉍合金 80:20%	7.47	8.53	9.62	10.73	11.83	13.05	14.26	15.49
水晶玻璃.....	0.45	0.50	0.54					

表 1.2 在約 20°C 時物體之體積膨脹係數

酒精.....	0.00110	橄欖油.....	-0.00072	硫酸.....	-0.00055
醚.....	-0.00160	石油.....	0.00092	松節油.....	-0.00100
苯.....	-0.00125	水銀.....	0.000181	水.....	-0.00018
甘油.....	-0.00050	菜子油.....	-0.00099		

表 1.3 金屬之線縮水

鉍.....	1.7~1.8%	銅鐵.....	1.50%
鋁青銅.....	1.65%	黃銅.....	1.54%
錫.....	0.29~0.66%	可鍛鑄鐵.....	150%
鉛.....	1.09%	模型鑄鋼.....	0.8~2.00%
鉛基軸承合金.....	0.55%	草司姆 (0.12%鉛).....	0.29~0.40%
青銅含 10% 錫.....	0.77%	鋅.....	1.60%
青銅含 20% 錫.....	1.54%	錫 (砂模).....	0.225%
鋼.....	1.60%	錫 (硬模).....	0.695%
灰口鐵.....	1~1.10%		

表 1-4 水在不同溫度之比重及比容

溫度	比重 公升/公升	比容 公升/公升	溫度	比重 公升/公升	比容 公升/公升	溫度	比重 公升/公升	比容 公升/公升	溫度	比重 公升/公升	比容 公升/公升
0°	0.99987	1.00013	30	0.99567	1.00435	75	0.9749	1.0258	200	0.8628	1.1590
2	0.99997	1.00003	32	0.99505	1.00497	80	0.9718	1.0290	210	0.850	1.177
4	1.00000	1.00000	34	0.99440	1.00563	85	0.9687	1.0324	220	0.837	1.195
6	0.99997	1.00003	36	0.99372	1.00632	90	0.9653	1.0359	230	0.823	1.215
8	0.99988	1.00012	38	0.99299	1.00706	95	0.9619	1.0369	240	0.809	1.236
10	0.99973	1.00027	40	0.99224	1.00782	100	0.9584	1.0434	250	0.794	1.259
12	0.99953	1.00046	42	0.99147	1.00861	110	0.9510	1.0515	260	0.779	1.283
14	0.99927	1.00073	44	0.99066	1.00943	120	0.9435	1.0600	270	0.765	1.308
16	0.99897	1.00103	46	0.98982	1.01028	130	0.9351	1.0694	280	0.75	1.34
18	0.99862	1.00138	48	0.98896	1.01116	140	0.9263	1.0795	290	0.72	1.38
20	0.99823	1.00177	50	0.9881	1.0121	150	0.9172	1.0903	300	0.70	1.42
22	0.99780	1.00221	55	0.9857	1.0145	160	0.9076	1.1018	310	0.68	1.46
24	0.99732	1.00268	60	0.9832	1.0171	170	0.8973	1.1145	320	0.66	1.51
26	0.99681	1.00320	65	0.9806	1.0198	180	0.8866	1.1279			
28	0.99626	1.00375	70	0.9778	1.0227	190	0.8750	1.1429			

表 1-5 每公斤水在不同溫度及壓力下之體積 (以公升為單位)

壓力 kg/cm ²	溫度 °C								
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
1	1.0001	1.0002	1.0017	1.0042	1.0077	1.0119	1.0169	1.0225	1.0288
1000	0.9579	0.9603	0.9631	0.9664	0.9701	0.9744	0.9792	0.9843	0.9897
2000	0.9261	0.9291	0.9328	0.9365	0.9404	0.9446	0.9490	0.9538	0.9586
4000	0.8808	0.8844	0.8881	0.8919	0.8957	0.8997	0.9038	0.9081	0.9124
6000	0.8481	0.8519	0.8546	0.8585	0.8624	0.8663	0.8703	0.8743	0.8782
8000			0.8276	0.8320	0.8361	0.8400	0.8439	0.8478	0.8514
10000				0.8108	0.8150	0.8189	0.8227	0.8265	0.8301
12000					0.7967	0.8006	0.8044	0.8081	0.8116

表 1-6 氣體在 760 公厘水銀柱壓力及 0°C 時之比重及比容及其沸點

氣名	體稱	沸點 °C	比重 kg/c.c.	比容 c.c./kg	氣名	體稱	沸點 °C	比重 kg/c.c.	比容 c.c./kg
氦 He		-269	0.1222	8.18	二氧化碳 CO ₂		-79	1.53	0.654
氫 H ₂		-253	0.0706	14.30	氯 Cl ₂		-33	1.560	0.641
氮 N ₂		-195	0.801	1.244	氨 NH ₃		-33	0.689	1.47
一氧化碳 CO		-190	0.793	1.260	氯化甲基 CH ₃ Cl		-24	0.99	1.01
氬 Ar		-186	1.402	0.713	二氧化硫 SO ₂		-10	1.46	0.685
氧 O ₂		-182	1.143	0.875	氯化乙基 C ₂ H ₅ Cl		+13	0.921	1.085

氣體之膨脹：各種氣體在壓力不變時之膨脹係數相同， $\beta = 1/273$ 以 0°C 之體積為基數。亦可以下式表示之：

$$V_2 - V_1 = V_0 \frac{t_2 - t_1}{273} = V_1 \frac{t_2 - t_1}{273 + t_1}; \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{273 + t_2}{273 + t_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (1.2)$$

1.6 比熱

物體每公斤升高 1 度攝氏，所需熱量千卡數，稱之為比熱。一般物體之比熱與物體之溫度有關，如一物體為 G 公斤以比熱 C 自 t_1° 升至 t_2° ，則所需之熱量數為：

當 C 為常數 $Q = GC(t_2 - t_1)$ 千卡

當 C 為變數 $Q = G \int_{t_1}^{t_2} C dt$ 千卡

其中 $C = a + \beta t + \gamma t^2 + \dots$ a, β, γ 為常數。

$$\text{故 } Q = C[\alpha(t_2 - t_1) + \frac{1}{2}\beta(t_2^2 - t_1^2) + \frac{1}{3}\gamma(t_2^3 - t_1^3) \dots \dots \dots]$$

$$\text{平均比熱 } C_m = \frac{1}{t} \int_0^t C dt = \alpha + t \cdot \beta/2 + t^2 \gamma/3 \quad (1.3)$$

本節名表列出各種常用物質在不同溫度下之比熱或由 0° 至 t 溫度之平均比熱。

表 1-7 水之比熱(C) 單位 kcal/kg/°C

溫 度	比 熱	溫 度	比 熱	溫 度	比 熱	溫 度	比 熱
0°	1.0001	30	0.9973	60	0.9988	90	1.0028
5°	1.0050	35	0.9971	65	0.9994	95	1.0034
10°	1.0020	40	0.9971	70	1.0001	100	1.0043
15	1.000	45	0.9973	75	1.0007		
20	0.9987	50	0.9977	80	1.0014		
25	0.9978	55	0.9982	85	1.0021		

溫 度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	1.005	1.0045	(1.004)	(1.004)	(1.003)	1.003	1.0026	1.0023	1.0019	1.0016
10°	1.0013	1.0010	1.0008	1.0005	1.0002	1.0000	0.9998	0.9996	0.9994	0.9992
20°	0.9990	0.9988	0.9987	0.9985	0.9984	0.9983	0.9982	0.9981	0.9980	0.9980
30°	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
40°	0.9981	0.9982	0.9983	0.9985	0.9986	0.9987	0.9988	0.9990	0.9992	0.9994
50°	0.9996									

由 0°C 至 t° 間之平均比熱 C_m 單位 kcal/kg/°C

度 溫	C_m^*	度 溫	C_m	溫 度	C_m	溫 度	C_m
20	1.0010	100	1.0000	180	1.0113	260	1.0315
40	0.9973	120	1.0020	200	1.0155	280	1.0380
60	0.9976	140	1.0046	220	1.0203	300	1.0449
80	0.9985	160	1.0077	240	1.0256		

$$* C_m = 0.9980 - 0.005181 \times t/100 + 0.06912 \, t/100^2$$

1.4

表 1.8 含鹽水溶液之比熱

(1) 以 1 公斤計

溫度 °C	食鹽重量%	10	12	14	16	18	20	22	24	26
-20°								0.795		
-10°				0.851	0.838	0.825	0.812	0.798	0.787	0.776
0°	0.885	0.869	0.854	0.840	0.827	0.814	0.801	0.789	0.778	
+10°	0.889	0.872	0.857	0.843	0.830	0.816	0.804	0.791	0.780	
+20°	0.892	0.875	0.860	0.845	0.832	0.818	0.806	0.793	0.781	

(2) 以 1 公升計

溫度 °C	食鹽重量%	10	12	14	16	18	20	22	24	26
-20°								0.940		
-10°				0.946	0.944	0.942	0.941	0.940	0.939	0.939
0°	0.954	0.950	0.946	0.944	0.942	0.941	0.940	0.939	0.938	
+10°	0.955	0.950	0.946	0.944	0.942	0.940	0.939	0.938	0.937	
+20°	0.956	0.951	0.947	0.944	0.942	0.939	0.938	0.936	0.934	

表 1.9 氯化鈣溶液之比熱 (以 1 公斤計)

氯化鈣重量%	溫度 °C	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	-40°					0.644	0.630					
	-30°				0.665	0.650	0.636	0.621				
	-20°		0.707	0.687	0.671	0.656	0.642	0.627				
	-10°	0.729	0.710	0.693	0.677	0.662	0.648	0.633	0.620			
	0	0.735	0.716	0.699	0.683	0.668	0.654	0.639	0.626	0.613		
	+10°	0.741	0.722	0.705	0.689	0.674	0.660	0.645	0.633	0.620	0.606	
	+20°	0.746	0.728	0.711	0.695	0.680	0.666	0.651	0.639	0.627	0.614	0.602

氯化鎂溶液之比熱 (以 1 公斤計)

氯化鎂重量 % 溫度 °C	10	12	14	16	18	20	22
-30°						0.712	
-20°				0.762	0.739	0.719	0.968
-10°		0.821	0.794	0.768	0.745	0.724	0.708
0°	0.853	0.825	0.799	0.774	0.751	0.730	0.710
10°	0.857	0.830	0.804	0.780	0.758	0.737	0.716
20°	0.861	0.835	0.810	0.789	0.765	0.743	0.723

氯化鎂重量 % 溫度 °C	24	26	28	30	32	34
-30						
-20	0.678	0.659				
-10	0.684	0.665	0.647	0.627	0.609	
0°	0.690	0.671	0.653	0.633	0.615	0.596
10	0.697	0.677	0.659	0.621	0.621	0.602
20	0.703	0.684	0.665	0.627	0.627	0.609

表 1-10 固體及液體物質在 0° 與 100°C 間之平均比熱

鉛..... 0.22	韋斯姆..... 0.039	針葉木..... 0.65	可羅芳..... 0.23
銻..... 0.05	鎢..... 0.034	木炭..... 0.20	醋酸..... 0.51
鋅..... 0.031	鋅..... 0.094	焦煤..... 0.29	甘油..... 0.58
金..... 0.031	錫..... 0.056	大理石..... 0.21	潤滑油..... 0.40
康斯坦..... 0.098	煤灰..... 0.20	砂石..... 0.22	苯..... 0.31
銅..... 0.091	黑大理石..... 0.20	煤渣渣..... 0.18	橄欖油..... 0.40
鐵..... 0.25	水泥..... 0.21	鹽..... 0.18	石油..... 0.50
鈦..... 0.12	冰..... 0.50	煤..... 0.31	硫酸..... 0.33
黃銅..... 0.092	石膏..... 0.20	磚..... 0.22	稀硫酸..... 0.32
鎢..... 0.11	玻璃..... 0.208	氨水..... 0.58	松節油..... 0.42
銻..... 0.032	鉀雲母..... 0.208	安尼林..... 1.00	氯(液體)..... 0.347
汞..... 0.035	鈉雲母..... 0.209	桐..... 0.49	氯(液體)..... 0.430
鐵與鋼..... 0.115	花崗石..... 0.20	苯..... 0.54	焦油..... 0.5
銀..... 0.056	石墨..... 0.20	酒精..... 0.44	
鉍..... 0.036	鐵木..... 0.57		

表 1.11 鐵在 0°C 至 $t^{\circ}\text{C}$ 間之平均比熱(C_0^t)及其共
需熱量(Q_0^t) (以每公斤計)

$t(^{\circ}\text{C})$	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
C_0^t	0.126	0.131	0.137	0.142	0.159	0.170	0.170	0.168	0.167	0.167
Q_0^t	37.7	52.2	68.3	85.0	111.6	136	153	168	200	233

1.7 瑞西滿定律

依瑞西滿定律，如 G 公斤之某物質在 t° 據有比熱 C ，與 G_1 公斤之另一物質在 t_1 據有比熱 C_1 相混合，則其混合後之溫度 t_m 為：

$$t_m = \frac{CGt + C_1G_1t_1}{CG + C_1G_1} \quad (1.4), \quad \text{一般公式 } t_m = \frac{\sum CGt}{\sum CG} \quad (1.5)$$

如欲將 G 公斤具有比熱 C 之某物質由 t° 昇至 t_m° ，則所需之另一具有比熱 C_1 在較高溫度 t_1 之物質之重量為：

$$G_1 = G \frac{C}{C_1} \cdot \frac{t_m - t}{t_1 - t_m} \quad (1.6)$$

以上之定律，僅適用於混合之物質不含有特殊之物理或化學變化。

1.8 融點、冰點及沸點

表 1.12 甘油水溶液之凝結點

甘油重量百分比	比 重	凝 結 點 $^{\circ}\text{C}$	酒精重量百分比	凝 結 點 $^{\circ}\text{C}$	酒精重量百分比	凝 結 點 $^{\circ}\text{C}$
10°	1.0245	-1.0	2.58	-1		-12
20°	1.0498	-2.5	5.23	-2	23.8	-14
30°	1.0771	-6.2	7.36	-3	26.0	-16
40°	1.1045	-17.2	9.58	-4	28.0	-18
45°	1.1183	-26.2	11.50	-5	30.0	-20
50°	1.1320	-32.0	13.27	-6	33.5	-24
60°	1.1582	-35.0以下	16.53	-8	37.3	-28
			19.09	-10	41.21	-32

表 1.13 物質在 760 公厘水銀柱壓力下之融點或水點 °C

炭.....	約 3600	黃銅.....	約 900	甘油.....	+19
鎢.....	約 3350	青銅.....	約 900	苯.....	-1
磨太.....	約 2800	鈣.....	800	水.....	0
鈦.....	約 2450	鋁.....	658	海水.....	-2.5
羅德金.....	約 2000	鎳.....	630	安尼林.....	-6
鉛.....	1774.2	鋅.....	419	松節油.....	-10
陶瓷.....	1550	鉛.....	327	飽和食鹽溶液.....	-18
鉍拉典.....	1557	錫.....	321	蓖麻油.....	-20
純鐵.....	1530	韋斯姆.....	271	汞.....	-38.9
鈷.....	1490	錫.....	231.8	二氧化碳.....	-56.3
鈹.....	1450	錳.....	176	可樂芳.....	-63
夾鐵.....	1350~1450	硬焊料.....	135~210	硫酸.....	-73
鋼.....	1300~1400	韋斯姆焊料.....	94~128	氨.....	-77
煉生鐵渣.....	1300~1430	洋乾漆.....	約 150	碳酸.....	-79
銀.....	1270	橡膠.....	125	甲苯.....	-94.5
藍.....	1260	硫.....	113	氯.....	-101
灰口鐵.....	1200	鈉.....	97.5	硫化碳.....	-113
白口鐵.....	1130	汞.....	80	酒精.....	-114
銅.....	1083	鉍.....	64	鹽.....	-118
金.....	1064	鉀.....	63	汽油(比重~0.75).....	-150
銀.....	960	石蠟.....	54	甲烷.....	-184
亞柚.....	960	脂肪.....	50	氮.....	-210
△ - 合金.....	950	磷.....	44	氧.....	-218

表 1.14 各種鹽池用鹽類之溶點 °C

氯化鉍.....	1000	食鹽.....	770	氯化銻.....	500
氯化鈣.....	1000	氯化鋁.....	732	氯化銅.....	498
氯化鎂.....	908	氯化鉀.....	730	氯化銀.....	481
氯化鈉.....	902	氯化鈣.....	720	高氯化銅.....	434
氯化鋁.....	860	醋鹽.....	714	硝酸鉀.....	340
碳酸鉀.....	836	氯化鎂.....	708	氯化鐵.....	300
氯化鋁.....	801	碳酸鋁.....	695	氯化銻.....	262
氯化鉀.....	730	氯化鋁.....	600	氯化銻.....	180

表 1.15 水在不同大氣壓力情形下之沸點 °C

壓 力 m.m.Hg	沸 點	壓 力 m.m.Hg	沸 點	壓 力 m.m.Hg	沸 點	壓 力 m.m.Hg	沸 點
680	96.92	715	98.30	745	99.44	775	100.55
685	97.12	720	98.49	750	99.63	780	100.73
690	97.32	725	98.69	755	99.82	785	100.91
695	97.52	730	98.88	760	100.00	790	101.09
700	97.71	735	99.07	765	100.18	795	101.26
705	97.91	740	99.26	770	100.37	800	101.44
710	98.11						

表 1.16 物質在 760 公厘水銀柱壓力下之沸點 °C

銀.....	3075	苯.....	218	氯化鉀.....	-24
銅.....	2130	安尼林.....	184	氨.....	-33
金.....	2800	飽和氯化鈣溶液.....	180	氯.....	-34.7
鐵.....	1900	松節油.....	160	二氧化碳.....	-78.5
錫.....	1400	甲苯.....	110	電石氣.....	-84
鋁.....	1800	飽和食鹽溶液.....	108	乙稀.....	-104
鎂.....	1120	水.....	100	甲烷.....	-164
鋅.....	918	苯.....	80	氧.....	-183
硫.....	444.5	酒精.....	78.5	銦.....	-186
汞.....	357	可羅芳.....	61	一氧化碳.....	-190
蓖麻油.....	316	碘化炭.....	46	氫.....	-196
電木.....	306	醚.....	35	氫.....	-253
石墨.....	300	硫酸.....	-10	氯.....	-269
甘油.....	290				
磷.....	290				

1.9 融解熱

1 公斤之固體在同溫度下融解或液體所需輸入之熱量稱之為融解熱。此輸入之熱量在液體凝固時如數放出。各種物體之融解熱如表 1.17 所示

1.10 蒸發熱

1 公斤之液體在壓力不變溫度不變之情況下，蒸發成氣體所需輸入之熱量謂之蒸發熱。此項熱量當氣體凝結成爲液體時則如數放出。蒸發熱與蒸發時之溫