

热 工 学 习 题 解

❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧

张璧光 编

北京林学院
一九八二年九月

前 言

本习题解与我院出版的习题集相配合，为方便起见，解题之前简单介绍了已知条件和求解项目，较详细的解题条件应参看习题集。

在编制习题解的过程中所发现的习题集中的错误，已在本习题解中予以纠正，故习题集中的错误不再印刊误表。

习题解中的错误和不妥之处在所难免，恳请批评指正。

编 者

1982年9月

目 录

第一章	热力学的基本概念	1
第二章	热力学第一定律及热力过程	20
第三章	热力学第二定律	39
第四章	水蒸汽	49
第五章	湿空气	70
第六章	导 热	82
第七章	对流放热	97
第八章	热辐射	128
第九章	传热及换热器	142
第十至十五章	工业锅炉	164

第一章 热力学的基本概念

1-1, (1) 已知某容器表压力 $P_m = 2.7 \text{ atg}$, 大气压力 $B_1 = 755 \text{ mmHg}$, 求绝对压力 P (以 ata , mmHg , Bar 表示);

(2) 若大气压力变为 $B_2 = 740 \text{ mmHg}$ 求此时的表压力 P_m (atg).

解: (1) $B_1 = 755 \text{ mmHg}$ 时

$$P = P_m + B = 2.7 + \frac{755}{735.6} = 2.7 + 1.026$$

$$= 3.726 \text{ ata}$$

$$P = 3.726 \times 735.6 = 2741 \text{ mmHg}$$

$$P = 3.726 \div 1.02 = 3.65 \text{ Bar}$$

(2) $B_2 = 740 \text{ mmHg}$ 时

$$P_n = P - B_2 = 3.726 - \frac{740}{735.6} = 3.726 -$$

$$1.006 = 2.72 \text{ atg}$$

1-2, (1) 已知氧气瓶表压 $P_m = 100 \text{ atg}$, 大气压 $B_1 = 735.6 \text{ mmHg}$, 求绝对压力 P (ata); (2) 气压变为 $B_2 = 760 \text{ mmHg}$ 时, 求表压 P_m (atg).

解: (1) $B_1 = 735.6 \text{ mmHg}$ 时

$$P = P_m + B = 100 + \frac{735.6}{735.6} = 100 + 1 = 101 \text{ ata}$$

(2) $B_2 = 760 \text{ mmHg}$ 时

$$P_m = 101 - \frac{760}{735.6} = 99.967 \text{ atg}$$

1-3, 已知大气压 $B = 750 \text{ mmHg}$ 求: (1) $P = 1.5 \text{ Bar}$ 时

• 2 •

的表压力 P_m (atg); (2) 真空度 $H = 500 \text{ mmHg}$ 时的绝对压力 P (ata); (3) $P = 0.5 \text{ Bar}$ 时的真空度 H (atg)。

解: (1) $P_m = 1.5 \times 1.02 - \frac{750}{735.6} = 1.53 - 1.02$

$= 0.51 \text{ atg}$

(2) $P = B - H = \frac{750}{735.6} - \frac{500}{735.6} = 1.02 - 0.68$

$= 0.34 \text{ ata}$

(3) $H = B - P = \frac{750}{735.6} - 1.02 \times 0.5 = 0.51 \text{ atg}$

1-4, 已知倾斜式微压计, 倾角 $\alpha = 30^\circ$, 液柱长 $L = 200 \text{ mm}$, 其比重 $\gamma = 0.8 \text{ g/cm}^3$, 大气压 $B = 745 \text{ mmHg}$, 求烟道绝对压力 P (ata, Bar)。

解: $H = \gamma h = \gamma L \sin 30^\circ = 0.8 \times 10^3 \times 0.2 \times 0.5$
 $= 0.8 \times 10^2 \text{ Kg/m}^2$

$H = 0.008 \times 735.6 = 5.9 \text{ mmHg}$

$P = B - H = 745 - 5.9 = 739 \text{ mmHg} = 1.005 \text{ ata}$

$P = \frac{1.005}{1.02} = 0.985 \text{ Bar}$

1-5, 已知大气压 $B = 755 \text{ mmHg}$, 求下列情况的绝对压力:

(1) 蒸汽表压 $P_m = 13 \text{ atg}$; (2) 炉膛真空度 $H = 12 \text{ mmH}_2\text{O}$;

(3) 送风表压 $P_m = 350 \text{ mmH}_2\text{O}$ 。

解: (1) $P = P_m + B = 13 + \frac{755}{735.6} = 14.026 \text{ ata}$

(2) $P = B - H = \frac{755}{735.6} - \frac{12}{104} = 1.025 \text{ ata}$

$$(3) P = P_m + B = \frac{350}{104} + \frac{755}{735.6} = 1.061 \text{ ata}$$

1-6. 已知用U形压力计测得容器的表压力为 $P_m = h_1 + h_2$ ，其中 $h_1 = 100 \text{ mmH}_2\text{O}$ ， $h_2 = 900 \text{ mmHg}$ ，大气压 $B = 750 \text{ mmHg}$ ，求容器的绝对压力 P (ata, Pa)。

$$\text{解: } P = P_m + B$$

$$= h_1 + h_2 + B$$

$$= \frac{100}{104} + \frac{900}{735.6} + \frac{750}{735.6} = 2.253 \text{ ata}$$

$$P = \frac{2.253}{1.02} \times 10^5 = 2.209 \times 10^5 \text{ Pa}$$

1-7. 已知油罐直径 $d = 1 \text{ m}$ ，油的重度 $\gamma = 0.9 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ ，油的总重量 $G = 10^3 \text{ Kg}$ ，大气压 $B = 760 \text{ mmHg}$ ，求油罐底承受的压力 P (ata, Bar)。

$$\text{解: } \because G = \pi \gamma 2 h r^2$$

$$\therefore h = \frac{1000}{3.14 \times 0.52 \times 0.9 \times 10^3} = 1.415 \text{ m}$$

1 个大气压的油柱高为：

$$\frac{104}{0.9 \times 10^3} = 11.1 \text{ m } (\because 1 \text{ ata} = 10^4 \text{ mmH}_2\text{O})$$

$$\text{则 } P = \frac{760}{735.6} + \frac{1.415}{11.1} = 1.16 \text{ ata}$$

$$P = \frac{1.16}{1.02} = 1.137 \text{ Bar}$$

1-8. 已知气压 $B = 1.025 \text{ Bar}$ ，求相当于多少 mmHg ？

$$\text{解: } \because 1 \text{ ata} = 1.02 \text{ Bar} = 735.6 \text{ mmHg}$$

$$\therefore B = 1.025 \times 1.02 \times 735.6 = 769 \text{ mmHg}$$

1-9, 已知两串联的气缸 A、B 的活塞直径分别为 $d_A = 40$ mm, $d_B = 10$ mm, A、B 两活塞的总重量 $G = 10$ Kg, A 气缸内的压力 $P_A = 2$ Kg/cm², 大气压 $B = 1$ bar, 求 P_B 。

解: 设: (1) A、B 两气缸的活塞面积分别为 S_A 及 S_B ; (2) 作用在气缸 B 内的气体上的总力为 F 。

$$\text{则 } F = P_A S_A - B (S_A - S_B) + G$$

$$P_B = \frac{F}{S_B} = P_A \frac{S_A}{S_B} - B \left(\frac{S_A}{S_B} - 1 \right) + \frac{G}{S_B}$$

$$= (P_A - B) \left(\frac{d_A^2}{d_B^2} \right) + B + \frac{4 \times G}{\pi d_B^2}$$

$$= (2 - 1.02) \times 4^2 + 1.02 \times \frac{4 \times 10}{3.14 \times 1^2}$$

$$= 15.68 + 1.02 + 12.74$$

$$= 29.44 \text{ Kg/cm}^2$$

1-10, 证明 $t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} t^{\circ}\text{C} + 32$

解: $\because 0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F} \quad 100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$

$$\therefore \frac{t^{\circ}\text{C} - 0}{100 - 0} = \frac{t^{\circ}\text{F} - 32}{212 - 32}$$

则 $t^{\circ}\text{F} = \frac{t^{\circ}\text{C} \times 180}{100} + 32$

故 $t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} t^{\circ}\text{C} + 32$

1-11. 温度换算

解: (1) $t^{\circ}\text{F} = 81^{\circ}\text{F}$ 时

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (81 - 32) = 27.2^{\circ}\text{C}$$

(2) $t^{\circ}\text{C} = 200^{\circ}\text{C}$ 时

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \times 200 + 32 = 392^{\circ}\text{F}$$

(3) $T = \text{OK} = -273^{\circ}\text{C}$ 时

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \times (-273) + 32 = -459.4^{\circ}\text{F}$$

1-12, 已知圆筒内的空气量 $G = 20\text{kg}$, 圆筒直径 $d = 1.5\text{m}$, 高 $h = 3\text{米}$, 求空气的 v 、 γ 。

解: 设圆筒的总容积为 V

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h = \frac{3.14 \times 1.5^2 \times 3}{4} = 5.3\text{m}^3$$

$$\text{则 } v = \frac{V}{G} = \frac{5.3}{20} = 0.265 \text{ m}^3/\text{Kg}$$

$$\gamma = \frac{1}{v} = 3.77 \text{ kg/m}^3$$

1-13, 已知 N_2 的分子量 $\mu = 28$, 求: (1) 标准状态时的 v_0 和 γ_0 ; (2) $P = 12\text{ata}$, $t = 500^{\circ}\text{C}$ 时的 v 和 v_{μ} 。

解: (1) 求气体常数 R

$$R = \frac{848}{28} = 30.28 \text{ Kg}\cdot\text{m}/\text{Kg}\cdot\text{K}$$

(2) 求 v_0 、 γ_0

已知标准状态时:

$$T_0 = 273 \text{ K} \quad P_0 = 10332 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{则 } v_0 = \frac{RT_0}{P_0} = \frac{30.28 \times 273}{10332} = 0.8 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\gamma_0 = \frac{1}{v_0} = \frac{1}{0.8} = 1.25 \text{ Kg/Nm}^3$$

26.

(3) 求 $P=12 \text{ ata}$, $t=500^\circ\text{C}$ 时的 v 及 v_u

$$v = \frac{RT}{P} = \frac{30.28 \times 773}{12 \times 10^4} = 0.195 \text{ m}^3/\text{Kg}$$

$$v_u = \mu \times v = 28 \times 0.195 = 5.46 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

1-14. 已知氧气筒 $V=0.02 \text{ m}^3$, $P_1=100 \text{ ata}$, $t_1=15^\circ\text{C}$, $P_2=76 \text{ ata}$, $t_2=10^\circ\text{C}$, 求用去的氧气重量 ΔG .

解: $R_{O_2} = \frac{848}{32} = 26.5 \text{ Kg}\cdot\text{m}/\text{Kg}\cdot\text{K}$

$$\begin{aligned} \text{则 } \Delta G &= \frac{P_1 V}{R T_1} - \frac{P_2 V}{R T_2} = \frac{V}{R} \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{P_2}{T_2} \right) \\ &= \frac{0.02}{26.5} \left(\frac{100 \times 10^4}{288} - \frac{76 \times 10^4}{283} \right) \\ &= 0.594 \text{ Kg} \end{aligned}$$

1-15. 已知 $V=0.5 \text{ m}^3$, $P_1=10 \text{ atg}$, $t_1=20^\circ\text{C}$, $P_2=5 \text{ atg}$, $t_2=t_1$. 大气压 $B=760 \text{ mmHg}$, 求用去的空气 ($R=29.3 \text{ Kg}\cdot\text{m}/\text{Kg}\cdot\text{K}$) 重量 ΔG .

解: (1) 求绝对压力 P_1 , P_2

$$P_1 = 10 + \frac{760}{735.6} = 11.0332 \text{ ata}$$

$$P_2 = 5 + \frac{760}{735.6} = 6.0332 \text{ ata}$$

(2) 求 ΔG

$$\because T_1 = T_2 = T$$

$$\text{故 } \Delta G = \frac{P_1 V}{RT} - \frac{P_2 V}{RT} = \frac{V}{RT} (P_1 - P_2)$$

$$= \frac{0.5}{29.3 \times 293} (11.0332 - 6.0332) = 0.00594 \text{ Kg}$$

$$= \frac{0.5 \times 10^4}{29.3 \times 293} (11.0332 - 6.0332) = 2.9 \text{ Kg}$$

1-16, 已知灯泡外界温度 $t = 25^\circ\text{C}$, 气压 $B = 760 \text{ mmHg}$, 灯泡内氮气真空度 $H = 200 \text{ mmHg}$, 通电后灯泡球形部分的温度和容积为 $t_1 = 160^\circ\text{C}$, $V_1 = 90 \text{ cm}^3$, 而柱形部分为 $t_2 = 70^\circ\text{C}$, $V_2 = 15 \text{ cm}^3$, 求稳定时泡内的压力。

解: (1) 设灯泡内总容积为 V

$$V = V_1 + V_2 = 90 + 15 = 105 \text{ cm}^3 = 105 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

(2) 求通电前灯泡内的绝对压力为 P'

$$P' = B - H = 760 - 200 = 560 \text{ mmHg}$$

(3) 设通电并稳定后, 灯泡内的绝对压力为 P 。

(4) 设灯泡内氮气的总重量为 G , 球形和柱形部分的重量分别为 G_1 和 G_2 。

$$\text{则 } G = G_1 + G_2$$

$$\text{即 } \frac{P'V}{RT} = \frac{PV_1}{RT_1} + \frac{PV_2}{RT_2} = \frac{P}{R} \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right)$$

$$\text{故 } P = \frac{P'V}{T} \left/ \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right) \right.$$

$$= \frac{560 \times 105}{298} \left/ \left(\frac{90}{433} + \frac{15}{343} \right) \right.$$

$$= 1.07 \text{ ata}$$

1-17, 已知空气的 $V_1 = 0.827 \text{ 升}$, $t_1 = 320 \text{ K}$, $P_1 = 0.85 \text{ ata}$, $V_2 = V_1 / 16.9$, $P_2 = 42 \text{ ata}$ 求 T_2 。

解: 由 $P_1 V_1 = GRT_1$ 及 $P_2 V_2 = GRT_2$

得

$$T_2 = T_1 \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{320 \times 42 \times V_1}{0.85 \times V_1 \times 16.9} = 935.6K$$

1-18, 已知飞艇容积 $V = 2 \times 10^5 m^3$, 飞艇所在处的空气压力为 $P = 400 mmHg$, 温度为 $t = 0^\circ C$, 求飞艇舱充满氢气时的载重量 G 。

解: 飞艇的载重量应等于它排出的空气量 G_a 与同体积的氢气重量 G_{H_2} 之差。即:

$$G = \frac{P_1 V_1}{T_1} \left(\frac{1}{R_a} - \frac{1}{R_{H_2}} \right)$$

$$P_1 = \frac{400}{735.6} = 0.5438 \text{ ata}$$

$$R_a = 29.3 \text{ Kg} \cdot m / \text{Kg} \cdot K$$

$$R_{H_2} = \frac{848}{2} = 424 \text{ Kg} \cdot m / \text{Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{则 } G &= \frac{0.5438 \times 10^4 \times 2 \times 10^5}{273} \left(\frac{1}{29.3} - \frac{1}{424} \right) \\ &= 126.6 \text{ 吨} \end{aligned}$$

1-19, 已知活塞直径 $d = 400 mm$, 活塞上方载荷 $W = 3000 \text{ kg}$, 大气压 $B = 755 mmHg$, 活塞下方的气缸内, 空气 $G = 2 \text{ kg}$, $t_1 = 18^\circ C$, 并且加热后 $V_2 = 2V_1$, 求 t_2 , v_2 , γ_2 。

解: (1) 求气缸内空气的绝对压力 P

$$\begin{aligned} P &= \frac{4W}{\pi d^2} + B = \frac{4 \times 3000}{3.14 \times 40^2} + \frac{755}{735.6} \\ &= 3.4 \text{ ata} \end{aligned}$$

(2) 求终态温度 t_2

由于活塞上载荷不变, 应属于定压加热过程, 则:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = 2$$

故 $T_2 = 2T_1 = 291 \times 2 = 582 \text{ K}$

$$t_2 = 582 - 273 = 309^\circ \text{C}$$

(3) 求终态比容 v_2 和重度 γ_2

由于 $v_1 = \frac{GRT_1}{P} = \frac{2 \times 29.3 \times 291}{3.4 \times 10^4} = 0.5 \text{ m}^3$

则 $V_2 = 2V_1 = 2 \times 0.5 = 1 \text{ m}^3$

故 $v_2 = V_2 / G = 1 / 2 = 0.5 \text{ m}^3 / \text{Kg}$

$$\gamma_2 = 1 / v_2 = 2 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

1-20, 已知煤气耗量 $V = 683 \text{ m}^3$, 煤气平均表压及湿度为 $P_m = 44 \text{ mmHg}$, $t = 17^\circ \text{C}$, 大气压 $B = 751 \text{ mmHg}$, 要求折算为标准状态的煤气耗量 V_0 。

解: 对于标准状态和用气时的实际状态可写出以下两个状态方程:

$$P_0 V_0 = RT_0 \quad \text{及} \quad PV = RT$$

二式相除得:

$$V_0 = \frac{VPT_0}{P_0 T}$$

由于 $P_0 = 1 \text{ atm} = 10332 \text{ mmHg}$, $T_0 = 273 \text{ K}$

$$P = \frac{751}{735.6} \times 10^4 + 44 = 10253 \text{ mmHg}$$

于是 $V_0 = \frac{VPT_0}{P_0 T} = \frac{683 \times 10253 \times 273}{10332 \times 290} = 638 \text{ Nm}^3$

1-21, 已知两绝热容器中, 空气的 $V_1 = 5 \text{ m}^3$, $P_1 = 1 \text{ ata}$, $t_1 = t_2 = 20^\circ \text{C}$, 而 $V_2 = 2 \text{ m}^3$, $P_2 = 20 \text{ ata}$, 求两容器连通后的终压力 P 。

解：设两容器的总容器为 V

$$V = V_1 + V_2 = 7 \text{ m}^3$$

对于两容器连通前及连通后且达到平衡时可写出下列三个状态方程：

$$P_1 V_1 = G_1 R T_1 \quad (1)$$

$$P_2 V_2 = G_2 R T_2 \quad (2)$$

$$P V = (G_1 + G_2) R T \quad (3)$$

由于 $T_1 = T_2 = T$ ，将 (1)、(2)、(3) 式联立求解得：

$$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V} = \frac{5 \times 10^4 + 40 \times 10^4}{7} = 6.43 \text{ ata}$$

1-22. 已知锅炉所需空气量 $V_0 = 66000 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ ，要求换算为 $t = 250^\circ \text{C}$ ， $P_m = 150 \text{ mmHg}$ ， $B = 765 \text{ mmHg}$ 时的实际送风量 V 。

解：先求所需空气量的摩尔数 n

$$n = \frac{66000}{22.4} = 2946.4 \text{ Komol}$$

送风的绝对压力 P 为：

$$P = 765 + 150 = \frac{915}{735.6} = 1.244 \text{ ata}$$

$$PV = nRT$$

$$\text{故 } V = \frac{nRT}{P} = \frac{2946 \times 848 \times (250 + 273)}{1.244 \times 10^4}$$

$$= 105043 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\approx 1.05 \times 10^5 \text{ m}^3 / \text{h}$$

1-23, 已知某容器由绝热壁隔开的A、B腔组成(二腔间用毛细管连通), $V_A : V_B = 1 : 3$, 对B腔加热后 $P_{B2} = 2P_{B1}$, 而且 $T_{A1} = T_{B1} = T_{A2}$, 求B腔温度升高多少倍? ($T_{B2}/T_{B1}=?$)

解: 由于二腔用不导热的细管连通故有:

$$P_{A1} = P_{B1} \text{ 及 } P_{A2} = 2P_{A1}$$

B腔加热前可制出下列方程:

$$P_{A1}V_A = G_{A1}RT_{A1} \quad (1)$$

$$P_{B1}V_B = G_{B1}RT_{B1} \quad (2)$$

代入已知条件, 由(1), (2)式联立求解得

$$G_{A1} = G_{B1} \frac{V_A}{V_B} = \frac{1}{3}G_{B1} \quad (3)$$

对B腔加热后可列出下列方程:

$$P_{A2}V_A = G_{A2}RT_{A2} \quad (4)$$

$$P_{B2}V_B = G_{B2}RT_{B2} \quad (5)$$

由(4)÷(1)式得:

$$\frac{P_{A2}}{P_{A1}} = \frac{G_{A2}}{G_{A1}} \quad \text{即} \quad G_{A2} = 2G_{A1} \quad (6)$$

由(5)÷(2)式得:

$$\frac{P_{B2}}{P_{B1}} = \frac{G_{B2}T_{B2}}{G_{B1}T_{B1}} \quad \text{即} \quad \frac{T_{B2}}{T_{B1}} = 2 \frac{G_{B1}}{G_{B2}} \quad (7)$$

由质量不灭定律可得:

$$G_{A1} + G_{B1} = G_{A2} + G_{B2} \quad (8)$$

将(3)、(6)式代入(8)式得:

$$\frac{1}{3}G_{B1} + G_{B1} = 2 \times \frac{1}{3}G_{B1} + G_{B2}$$

则:

$$G_{B2} = \frac{2}{3} G_{B1} \quad (9)$$

将(9)式代入(7)式得

$$\frac{T_{B2}}{T_{B1}} = 3, \quad \text{即 B 腔温度提高了三倍。}$$

1-24, 已知压气机贮气箱容积 $V = 8.5 \text{ m}^3$, 每分钟吸入的空气量为 $V' = 3 \text{ m}^3$, 空气的 $P_1 = 750 \text{ mmHg}$, $t_1 = 17^\circ \text{C}$, 而 $P_2 = 7 \text{ ata}$, $t_2 = t_1$ 求充气时间。

解: (1) 设每分钟吸入压气机的空气量为 G'

$$\text{则 } G' = \frac{P_1 V'}{RT_1} = \frac{750 \times 10^4 \times 3}{735.6 \times 29.3 \times 290} = 3.6 \text{ Kg/min}$$

(2) 设充气终了时贮气箱内的空气量为 G

$$\text{则 } G = \frac{P_2 V}{RT_1} = \frac{7 \times 10^4 \times 8.5}{29.3 \times 290} = 70 \text{ Kg}$$

(3) 求充气时间 t

$$t = \frac{G}{G'} = \frac{70}{3.6} = 19.45 \text{ min}$$

1-25, 已知 2 kg 空气在定压下加热, 分别由: (1) 20°C 至 100°C , (2) 100°C 至 800°C 要求用定比热和平均比热计算两种情况下的吸热量。

解: 1. 空气由 20°C 加热至 100°C 时

(1) 用定比热求 Q

已知空气分子量 $\mu = 28.9$

$$C_P = \frac{\mu C_P^0}{\mu} = \frac{7.56}{28.9} = 0.262 \text{ KCal/Kg} \cdot \text{K}$$

$$Q = G C_P (t_2 - t_1) = 2 \times 0.262 \times (100 - 20)$$

$$= 38.72 \text{ KCal}$$

(2) 用平均比热求 Q

查比热表 (附录 2):

$$C_{Pm} \Big|_{0^{\circ}}^{20^{\circ}} = 0.2389 \text{ KCal/Kg} \cdot \text{K}$$

$$C_{Pm} \Big|_{0^{\circ}}^{100^{\circ}} = 0.2403 \text{ KCal/Kg} \cdot \text{K}$$

$$Q = G \left(C_{Pm} \Big|_0^{t_2} t_2 - C_{Pm} \Big|_0^{t_1} t_1 \right)$$

$$= 2 \times (0.2403 \times 100 - 0.2398 \times 20)$$

$$= 38.47 \text{ KCal}$$

(3) 用定热计算 Q 的相对误差为: $\frac{38.72 - 38.47}{38.7} = 0.65\%$

2. 空气由 100°C 加热至 800°C 时:

(1) 用定比热求 Q

$$Q = GC_P (t_2 - t_1)$$

$$= 2 \times 0.242 \times (800 - 100) = 339 \text{ KCal}$$

(2) 用平均比热求 Q

查比热表: $C_{Pm} \Big|_{0^{\circ}}^{800^{\circ}} = 0.2558 \text{ KCal/Kg} \cdot \text{K}$

则 $Q = 2 \times (0.2558 \times 800 - 0.2403 \times 100)$

$$= 361.2 \text{ KCal}$$

(3) 用定比热计算 Q 的相对误差为:

$$\frac{361.2 - 339}{361.2} = 6\%$$

1-26, 已知 $V = 300 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, $P_1 = 3 \text{ ata}$, $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$, 定容加热至 $t_2 = 120^{\circ}\text{C}$, 求空气吸热量 Q (比热为定值)。

解: $G = \frac{P_1 V}{RT_1} = \frac{3 \times 10^4 \times 0.3}{29.3 \times 293} = 1.05 \text{ Kg}$

$C_v = \frac{\mu C_v}{\mu} = \frac{5}{28.9} = 0.173 \text{ KCal/Kg} \cdot \text{K}$

则 $Q = G C_v (t_2 - t_1) = 1.05 \times 0.173 \times 100$
 $= 18.1 \text{ KCal}$

1-27, 已知热量计中, 银重 $G_1 = 250 \text{ g}$, $C_1 = 0.056$
 $\text{KCal/Kg} \cdot \text{K}$, 水重 $G_2 = 800 \text{ g}$, $t_2 = t_1 = 15^\circ \text{C}$, 铅重 G_3
 $= 200 \text{ g}$, $t_3 = 100^\circ \text{C}$, 三者混合达热平衡后的终温 $t_m = 19.24$
 $^\circ \text{C}$, 求铅的比热 C_3 。

解: 按热平衡原理:

$G_3 C_3 (t_3 - t_m) = (G_1 C_1 + G_2 C_2) (t_m - t_2)$

则 $C_3 = \frac{(G_1 C_1 + G_2 C_2) (t_m - t_2)}{G_3 (t_3 - t_m)}$
 $= \frac{(0.25 \times 0.056 + 0.8 \times 1) (19.24 - 15)}{0.2 (100 - 19.24)}$
 $= 0.2137 \text{ KCal/kg} \cdot \text{K}$

1-28. 已知某台内燃机耗油量为 18 Kg/h , 每 Kg 油产生
 30 kg 废气, 其废气成分为 $g_{\text{CO}_2} = 14\%$, $g_{\text{O}_2} = 4\%$, $g_{\text{H}_2\text{O}} =$
 8% , $g_{\text{N}_2} = 74\%$, 废气温度 $t_2 = 500^\circ \text{C}$, 大气温度 $t_1 = 0^\circ \text{C}$,
 求排气的热量损失 Q 。

解: 查比热表(附录表2), 各组成气体由 $0^\circ - 500^\circ \text{C}$ 的平均
 定压重量比热值($\text{KCal/kg} \cdot \text{K}$)为:

$C_{\text{PCO}_2} = 0.2429$

$C_{\text{PO}_2} = 0.2338$

$C_{\text{PH}_2\text{O}} = 0.4724$

$C_{\text{PN}_2} = 0.2526$