

各省市中学化学竞赛 试题解答

广州市郊区教育局教研室编印

1979年10月

1979年北京市

第一试

一、填空：

(一)有碳酸氢钠(a)、硫酸铵(b)、碳酸钾(c)、磷酸二氢钙(d)、硫化铵(e)等五种溶液,哪些只能跟 H^+ 反应?哪些只能跟 OH^- 反应,哪些既能跟 H^+ 反应,又能跟 OH^- 反应?

(把盐溶液的代号——a、b、c……等填入下表)

只跟 H^+ 反应	只跟 OH^- 反应	既跟 OH^+ 又跟 H^+ 反应
a	b	a d e

(二)同体积、当量浓度相同的盐酸和醋酸溶液,分别与足量的锌反应。

1、产生氢气的速度(不)同,因为(酸的电离度不同, H^+ 浓度不同)。

(三)0.5摩尔的甲酸乙酯和0.5摩尔的丙酸,所含的原子个数[相]等,它们分别是($3 \times 3 \times 10^{24}$)和($3 \times 3 \times 10^{24}$)个原子。

(四)用铜板做电极,电解氯化钾饱和水溶液,阳极反

应是($2\text{Cl}^- - 2\text{e} = \text{Cl}_2 \uparrow$), 阴极反应是($2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2 \uparrow$)。

(五) 有相邻周期的三种元素: $x\text{X}$ 、 $y\text{Y}$ 、 $z\text{Z}$ 、其中

$$y = \frac{x+z}{2}, x+y+z=162; z\text{Z} \text{ 为自然界中最活泼}$$

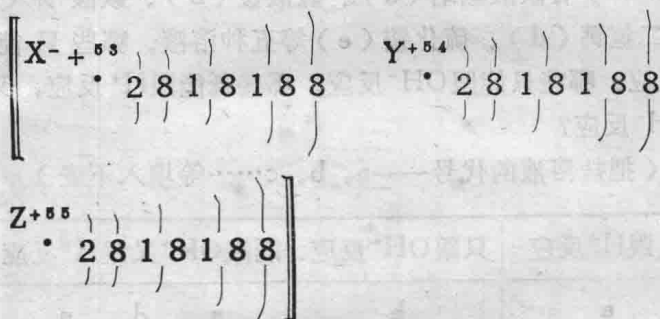
的金属, Z^+X^- 是一种典型的二元离子化合物。回答下列问题。

1、 X 位于(五)周期(VII)族, 元素名称(碘)。

2、 Y 位于(五)周期(II)族, 元素名称(铯)。

3、 Z 位于(六)周期(I)族, 元素名称(铯)

4、 X^- 、 Y 、 Z^+ 的离子结构示意图如下:



(六) 按下列方法分别制得气体A、B、C:

a、铜和浓硫酸反应生成气体A;

b、二氧化锰和浓盐酸反应生成气体B;

c、铜和浓硝酸反应生成气体C;

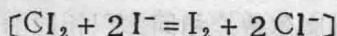
回答下列各问:

1、生成的三种气体中(B)是单质。

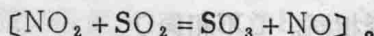
2、B的水溶液具有漂白, 杀菌能力; B能水解, 水解反应方程式是



3、将B通入碘化钾水溶液里，离子方程式是



4、A与C的反应化学方程式是



(七) 1、在10000毫升0.1摩尔/升的碳酸钠溶液里，含有浓度为 10^{-3} 摩尔/升的杂质碳酸钠，为除去此杂质，需要往溶液里加入 $[10^{-2}]$ 摩尔的 $[\text{NaOH}]$ ，处理后，溶液中碳酸钠的摩尔数是 $[1.01]$ (第一、二空答 $\frac{10^{-2}}{2}$ 摩尔 Na_2O 也可以)。

2、分别用氯酸钾和氯酸钠受热分解制取氧气。为制取同质量的氧气，所需氯酸钾和氯酸钠的质量[不]同，所需两种盐的摩尔数[相]同。在同温同压下，用相同质量的氯酸钾和氯酸钠制得的氧气体积比是 $[106.5:122.5]$ 。

二、判别正确与错误：

(一) 判断下列说法是否正确，分别把题目的序号写在空格处。

1、因为碳酸钙、硫酸钡和氯化银等都是难溶于水的盐，所以，这些盐都是弱电解质。

2、因为，银镜反应是醛类的特征反应，所以，凡是能起银镜反应的有机化合物都是醛类。

3、某种有机化合物燃烧后的产物只有二氧化碳和水，可以断定，这种化合物一定是由碳、氢、氧三种元素组成的。

正确的 $[\quad]$ 错误的 $[1、2、3]$

(二) 硝酸银溶液分别跟氯化钠溶液、氯化钙溶液和氯

化铝溶液反应，都能生成氯化银沉淀。回答以下各问：

1、将摩尔浓度相同体积相同的氯化钠、氯化钙和氯化铝溶液中的氯根完全转化为氯化银沉淀，所需硝酸银溶液的量是否相同。〔不相同〕。

2、将当量浓度相同、体积相同的氯化钠、氯化钙和氯化铝溶液中的氯根完全转化为氯化银沉淀，所需硝酸银溶液的量是否相同。〔相同〕。

3、使相同体积的氯化钠和氯化铝溶液中的氯根完全沉淀，用掉硝酸银溶液的量相同，则氯化钠和氯化铝溶液的摩尔浓度之比是：（1）1:1，（2）1:3，（3）3:1

写出正确的答案的序号：〔（3）〕。

4、使相同摩尔浓度的3个体积的氯化钠溶液和1个体积的氯化铝溶液中的氯根完全沉淀，用去硝酸银溶液的体积比是：（1）1:1，（2）1:3，（3）3:1

写出正确答案的序号：〔（1）〕。

三、（一）下列两种情况是否可能？为什么？

1、体积相同、摩尔浓度不同的两种酸，用同体积、同当量浓度的同一种碱使它们完全中和。

〔答：可能。因为不同酸的摩尔质量不一定等于它的克当量。所以，两种酸的摩尔浓度虽不同，如果体积相同，克当量数也可能相同。根据当量定律，用同体积、同当量浓度的碱可以完全中和。〕

2、体积相同，当量浓度不同的两种酸，用同体积同当量浓度的同一种碱使它们完全中和。

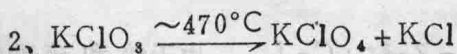
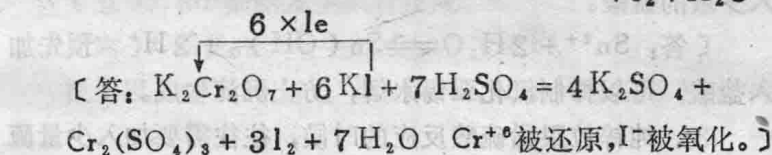
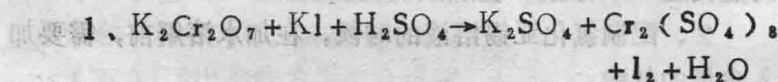
〔答：不可能。因为不符合当量定律。〕

(二) 用氯化铵、氨水和氢氧化钠三种试剂来分离含 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、四种离子的溶液。首先在溶液里加入 3 摩尔/升氯化铵溶液, 生成沉淀 a。将沉淀 a 分离后, 往滤液里加入 6 克当量/升氨水, 生成沉淀 b 和 c。同时, 溶液里形成络离子 d。将沉淀 b、c 分出, 再加入 6 克当量/升氢氧化钠溶液, 沉淀 b 被溶解, 沉淀 c 不溶解, 达到分离目的。

将沉淀 a、b、c 和络离子 d 的化学式和颜色分别填入下列空格里。

[a、白色 $\text{AgCl} \downarrow$; b、白色絮状 $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$; c、褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$; d、深蓝色 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 络离子。]

(三) 用电子得失法配平下列化学方程式, 指明电子转移的方向和数目, 并指出哪些元素被氧化? 哪些元素被还原?



3 分子 KClO_3 中的 Cl^{+5} 被氧化

1 分子 KClO_3 中的 Cl^{+5} 被还原。]

(四) 将铁、铜与氯化铁、氯化亚铁和氯化铜溶液放入某一容器里, 根据下述情况来判断哪些阳离子 (不考虑阴离子) 或金属单质能同时存在; 哪些不能同时存在。

1、反应后容器里有相当量的 Cu^{2+} , 则可能还有 (Fe^{2+} 、Cu 或 Fe^{2+} 、 Fe^{3+}), 除 Cu^{2+} 外若还有相当量的 Cu, 则还可能有 (Fe^{2+});

四、(一) 在实验室里常采用如下措施, 简述其理由并写出有关的离子反应方程式。

1、制备氢氧化铁胶体的时候, 将氯化铁的稀溶液滴加到沸腾的蒸馏水中。

[答: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 、温度升高能促进 Fe^{3+} 水解, 生成氢氧化铁胶体)

2、配制氯化亚锡溶液的时候, 在加水溶解前, 需要加入少量的盐酸。

[答: $\text{Sn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ 预先加入盐酸, 可以抑制氯化亚锡水解, 防止沉淀生成。]

3、纯锌粒跟稀硫酸反应的时候, 往往需要加入少量硫酸铜溶液。

[答: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \downarrow$ 由于锌和硫酸铜反应在锌的表面有铜沉积。锌、铜组成无数的微电池, 加快了锌的溶解和氢气产生的速度。]

(二) 根据下列实验事实, 排列出醋酸、苯酚、碳酸和磷酸四种物质的酸性由强到弱的顺序。

1、往盛有碳酸钠固体的试管里，加入醋酸水溶液，产生二氧化碳气体。

2、往盛有醋酸钠固体的试管里，加入磷酸水溶液，能够嗅到醋酸气味。

3、往盛有苯酚钠的试管里加入少量水并通入二氧化碳气体，能够得到苯酚。

(答: 磷酸、醋酸、碳酸、苯酚。 →
酸性由强到弱)

五、(一)分别取1摩尔A、B、C、D、E、F六种有机化合物，使它们分别在氧气里充分燃烧，都能生成44.8升二氧化碳(在标准状况下)。

(二)D、E是碳、氢、氧的化合物，二者互为同分异构体。

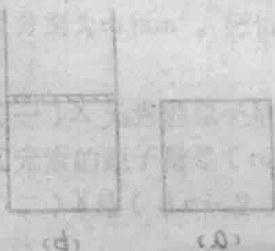
(三)E被氧化的时候，先转变为A，再转变为B。

(四)在B和E的混和液里，加入少量浓硫酸加热，则生成水和一种有芳香气味的化合物。

(五)C和F都能发生聚合反应。

(六)C和氯化氢发生加成反应生成F。

根据以上情况写出A、B、C、D、E、F的名称和结构式。



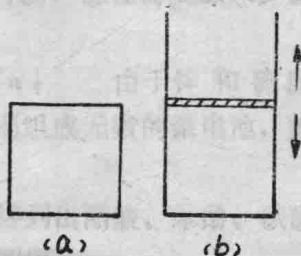
	名 称	结 构 式
A	乙 醛	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$
B	乙 酸	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
C	乙 炔	$\text{HC} \equiv \text{CH}$
D	甲 醚	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$
E	乙 醇	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
F	氯 乙 烯	$\text{H}_2\text{C} = \text{CHCl}$

第 二 试

一、已知 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 + \text{热}$

将二氧化氮充入用极易导热材料制成的两个容器里进行反应。容器的容积固定不变，容器b的上盖可随容器内气体压力的改变而上下移动，以保持内外压力相等。

在同温同压下，将同量的二氧化氮充入“起始态体积”相同的容器a、b，中同时开始



反应。将适当答案填在下列空格处。

(一) 反应开始时两容器里生成四氧化二氮的速度比是下列第〔(2)〕种情况。

(1) $V_a > V_b$, (2) $V_a = V_b$; (3) $V_a < V_b$ 。

这是因为〔温度、压力、浓度相同，所以反应速度相同〕。

(二) 反应过程中两容器里生成四氧化二氮的速度比是下列第〔(3)〕种情况。

(1) $V_a > V_b$, (2) $V_a = V_b$, (3) $V_a < V_b$

这是因为〔容器由极易导热材料制成，可认为反应时容器内温度不变。生成 N_2O_4 是体积缩小的反应，反应时容器(b)的上盖下降，相当于加压，即 NO_2 的浓度较大，所以 $V_b > V_a$ 〕。

(三) 达到平衡时，两容器里二氧化氮转化为四氧化二氮的百分数(x)之比是下列第〔(3)〕种情况。

(1) $X_a > X_b$; (2) $X_a = X_b$; (2) $X_a < X_b$

这是因为〔生成 N_2O_4 是体程缩小的反应。反应时容器(b)的上盖下降，相当于加压。根据平衡移动原理，(b)中的 N_2O_4 多。〕

二、有两种含氧酸， H_nXO_{2n-1} 及 $H_{n+1}X'O_{2n}$ ，其分子量分别为m和m'。把恰当的式子和数字填在下列各空格处。

(一) X元素的原子量是〔 $m - [n + 16(2n - 1)]$ 〕

X元素的原子量是〔 $m - (n + 1 + 16 \times 2n)$ 〕。

(二) X是(3n-2)价元素，X'是(3n-1)价元素。

(三) 使两酸完全中和生成正盐, 两酸 (H_nXO_{2n-1} 与 $H_{n+1}X'O_{2n}$ 的克当量元比是 $\left(\frac{m}{n} : \frac{m'}{n+1}\right)$ (一)

(四) H_nXO_{2n-1} 能生成 $[n]$ 种盐, 其中 $[n-1]$ 种是酸式盐。 $H_{n+1}X'O_{2n}$ 能生成 $[n+1]$ 种盐, 其中 $[n]$ 种是酸式盐。

(五) 配制V升, 当量浓度为N的 H_nXO_{2n-1} 溶液需

$\left(\frac{NV}{n}\right)$ 摩尔的 H_nXO_{2n-1} 。 配制V升, 当量浓度为N

的 $H_{n+1}X'O_{2n}$ 溶液需 $\left(\frac{NV}{N+1}\right)$ 摩尔的 $H_{n+1}X'O_{2n}$ 。

三、为了测定二氧化碳的分子量, 首先必须制备纯净的二氧化碳气体, 下面是制备气体并有效地除去气体杂质, 水气、硫化氢, 二氧化硫及一氧化碳的装制简图。图中C、D、E、F每个装置除一种杂质。



(一) 写出A、B、C、D、E、F中所盛试剂的名称及C、D、E、F试剂的作用。

〔A、大理石。B、盐酸。C、浓 CuSO_4 溶液。除 H_2S 。D、 NaHCO_3 悬浊液，除 SO_2 。E、固体 CuO ，除 CO 。F、浓 H_2SO_4 ，除 H_2O 。〕

(二) 在 18°C 和756mm汞柱下称得带塞G瓶(充满空气)的质量为122.38克(甲)。然后用排气取气法将二氧化碳充满带塞G瓶，称得其质量为122.72克(乙)，最后称得盛满水的带塞G瓶，的质量为706.9克(丙)。根据以上数据计算二氧化碳的分子量。(在 18°C 756mm汞柱下每升空气重1.21克，水的密度为1克/立方厘米。)

〔答：先求瓶的体积：

$$\text{丙} - \text{甲} = 584.5 \approx 585 \text{ (毫升)}.$$

求瓶中 CO_2 质量。

$$\text{乙} - \text{甲} + (121 \times 0.585) = 1.05 \text{ (克)},$$

$$\text{将 } P = \frac{756}{760} \text{ 大气压, } T = 291^\circ\text{K, } m = 1.05 \text{ 克}$$

$$R = 0.082 \text{ 大气压} \cdot \text{升/度} \cdot \text{摩尔代入。}$$

$$M = \frac{mRT}{Pv} = \frac{1.05 \times 0.082 \times 291}{\frac{756}{760} \times 0.585} \approx 43]$$

四、把温度为 13°C 、浓度为1N的酸溶液和1N的碱溶液各50毫升混和，轻轻搅动，测得酸碱混和液温度变化的数据如下：

反 应 物	起始温度 $t^\circ\text{C}$	反应后的温度 $t^\circ\text{C}$
盐酸和氢氧化钠	13	19.8
盐酸和氨水	13	19.3

2. (一) 计算上列两个中和反应里 1 摩尔的酸和 1 摩尔的碱反应时, 分别放出多少卡热量, (设放出的热量毫无损失, 混和过程溶液体积不发生变化, 各溶液的比热为 1 卡/克·度, 比重为 1。)

[答: 1 摩尔酸和 1 摩尔碱中和释放的热量为 Q ,

$$\text{则 } Q = m \times C \times (t_2 - t_1) + \frac{NV}{1000}$$

将 $m = 100$ 克, $C = 1$ 卡/克·度, $t_1 = 13.0^\circ\text{C}$, $N = 1$ N
 $V = 50$ 毫升得相应的 t_2 代入计算,

$$\text{HCl 和 NaOH, } Q = 100 \times 1 \times (19.8 - 13.0)$$

$$+ \frac{1 \times 50}{1000} = 13.6 \text{ (千卡)}$$

$$\text{HCl 和 NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O, } Q = 100 \times 1 \times (19.8 - 13.0)$$

$$+ \frac{1 \times 50}{1000} = 12.6 \text{ (千卡)}]$$

(二) 用电离学说解释: 中和反应时放热量的多少跟酸碱强弱的关系。

[答: 因强酸、强碱在水溶液中完全电离成 H^+ 、 OH^- , 所以中和时放热较多; 而弱碱只是部分电离成 OH^- 所以中和时一般放热较少。]

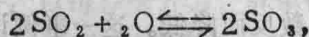
(三) 写出在实验室中进行上述实验所需三种主要的仪器名称: [量筒、温度计、保温杯]

五、在一定温度下, $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons p\text{C} + q\text{D}$, 达到平衡时, 存在如下关系,

$$\frac{[\text{C}]^p [\text{D}]^q}{[\text{A}]^m [\text{B}]^n} = K$$

上式中〔A〕、〔B〕、〔C〕、〔D〕分别代表A、B、C、D的浓度（以摩尔/升计）m、n、p、q分别代表各物质浓度的方次，K称为平衡常数。

〔一〕在某温度下；起始时在4升密闭容器里，用0.1摩尔的二氧化硫和0.05摩尔的氧气反应，达到平衡时得0.06摩尔的三氧化硫。反应式为：



求在该温度下的K值。

〔答：据题意 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$

起始浓度 $\frac{0.1}{4} \quad \frac{0.05}{4} \quad 0$

平衡浓度 $\frac{0.1}{4} - \frac{0.06}{4} \quad \frac{0.05}{4} - \frac{0.03}{4} \quad \frac{0.06}{4}$

代入

$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{0.06}{4}\right)^2}{\left(\frac{0.04}{4}\right)^2 \left(\frac{0.02}{4}\right)} = 4.5 \times 10^2$$

〔二〕在上述反应中，有百分之几的二氧化硫转化为三氧化硫？

〔答：设 SO_2 能转化为 SO_3 的百分数为x，

$$\text{则 } x = \frac{\frac{0.06}{4}}{\frac{0.1}{4}} = 60\%$$

〔三〕为了充分利用二氧化硫，可采用下列第〔3〕种方法：

1、增加压力

2、加催化剂

3、增加氧气的浓度

4、增加二氧化硫的浓度

这是根据(查德里或平衡移动)原理〔加大氧的浓度〕使化学平衡向生成三氧化硫的方向移动。

(四)如提高反应温度,则发现反应速度加快,但二氧化硫转化为三氧化硫的百分数反而降低。这一事例说明上述反应必定是〔放热〕反应。

六、某项实验排出的废水中含游离氯(Cl_2)0.014摩尔/升,氢离子浓度为0.001摩尔/升,(废水中无弱酸)废水排出的速度为10.0毫升/秒。(见右图)为除去此废水中的游离氯,并使废水变为中性,有人提出如下方案:在废水排出管A、B处分别注入一定流量的废烧碱液(0.100摩尔/升)和亚硫酸钠液(0.100摩尔/升)。

问:(一)A、B处各应注入什么溶液?写出离子反应方程式。

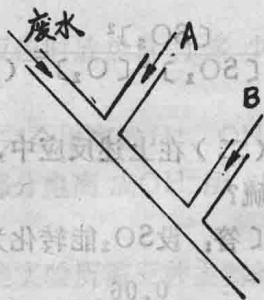
〔答:用 Na_2SO_3 除去 Cl_2 ,
 $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$

用 NaOH 除 H^+ ,

$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

因 SO_3^{2-} 除 Cl_2 时还要产生 H^+ ,所以应先除 Cl_2 ,即在A处注入 Na_2SO_3 液,在B处注入碱液。〕

(二)两种溶液的流量应控制多大?要求列出计算的式子、数据和结果。



A处〔除 Cl_2 ， SO_3^{2-} 和 Cl_2 是以等摩尔反应，已知废水排出流量为10.0毫升/秒，设与之反应的 Na_2SO_3 液的流量为X毫升/秒，则

$$0.014 \times 10.0 = 0.100 \times X \quad \therefore X = 1.4 \text{ 毫升/秒} \quad \text{〕}$$

B处中和 H^+ ：

〔答：以每秒毫升为计算单位，原废水 H^+ 的毫摩尔数
 $0.001 \times 10.0 = 0.01$ 毫摩尔，

除 Cl_2 后溶液中产生 H^+ 的毫摩尔数 $0.014 \times 2 \times 10.0 = 0.28$ 毫摩尔，设每秒中和废水 H^+ 所需碱液体积为V，

$$\text{则 } 0.100 \times V = 0.29 \quad \therefore V = 2.9 \text{ 毫升/秒。} \quad \text{〕}$$

或答：除 Cl_2 后流经B处下端废水的流量为11.4毫升/秒，其中 H^+ 的浓度是原来的（ 10^{-3} 摩尔/升。）与除 Cl_2 时生成的（ $0.014 \times 2 = 0.028$ 摩尔/升）总和，为0.029摩尔/升，由于体积由10.0毫升增加到11.4毫升， H^+ 浓度变为y。

$$\text{则 } 0.029 \times 10.0 = y \times 1.14 \quad y = 0.0254 \text{ (摩尔/升)} \quad \text{〕}$$

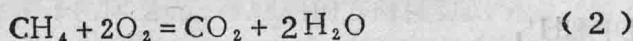
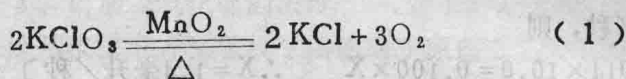
再设中和 H^+ 所需碱液的流量为Z毫升/秒

$$\text{则 } 0.0254 \times 11.4 = 0.100 \times Z$$

$$\therefore Z = 2.9 \text{ 毫升/秒} \quad \text{〕}$$

七、体积为2升的密闭不锈钢容器中，放有0.110摩尔氯酸钾和少量二氧化锰，将其中的空气抽出，再充入甲烷和一氧化碳的混和物。加热使氯酸钾完全分解，然后点火使甲烷和一氧化碳完全燃烧，在 227°C 时测定容器内的压力为4.37大气压。在 -13°C 时测定容器内的压力为1.89大气压。已知氯酸钾的放氧量使混和气体完全燃烧需氧量的2.5倍。求燃烧前充入的甲烷和一氧化碳各是多少摩尔？

本式($K = 0.080$ 大气压·升/度·摩尔, 容器中固体体积及 -13°C 时凝聚体的蒸气压均可忽略不计)



[答: KClO_3 分解放出氧气的摩尔数为 $0.110 \times \frac{3}{2} =$

$$0.165 \times \frac{1}{2.5} = 0.066 \text{ 摩尔,}$$

剩余氯量为 0.099 摩尔。

在 227°C 即 500°K 时, $P = 4.37$ 大气压, 代入

$PV = nRT$ 求其中所含摩尔数

$$4.37 \times 2 = n_1 \times 0.082 \times 500 \quad \therefore n_1 = 0.213 \text{ 摩尔}$$

n_1 为剩余 O_2 及 H_2O 、 CO_2 摩尔数的总和。

又在 -13°C 即 260°K , $P = 1.89$ 大气压, 其中所含摩尔数为 n_2 ,

$$\text{则 } 1.89 \times 2 = n_2 \times 0.082 \times 260 \quad \therefore n_2 = 0.177 \text{ 摩尔}$$

n_2 为剩余 O_2 及 CO_2 摩尔数的总和。 n_1 和 n_2 的差值

$$0.213 - 0.177 = 0.036 \text{ 摩尔, 就是 } \text{H}_2\text{O} \text{ 的摩尔数。}$$

由反应式 (2) 知, H_2O 全是由 CH_4 燃烧所生成, 且 CH_4 摩尔数是 H_2O 摩尔数的一半, 即

$$\frac{1}{2} \times 0.036 = 0.018 \text{ 摩尔。燃烧前混和气中 } \text{CH}_4 \text{ 摩尔数为 } 0.018。$$

由反应式 (2) 知 0.018 摩尔 CH_4 燃烧需氧 0.036 摩尔。则 CO 耗 O_2 量为 $0.066 - 0.036 = 0.030$ 摩尔。由反应式 (3) 知, 燃烧前 CO 尔摩尔数为 $2 \times 0.030 = 0.06$ 摩尔。]