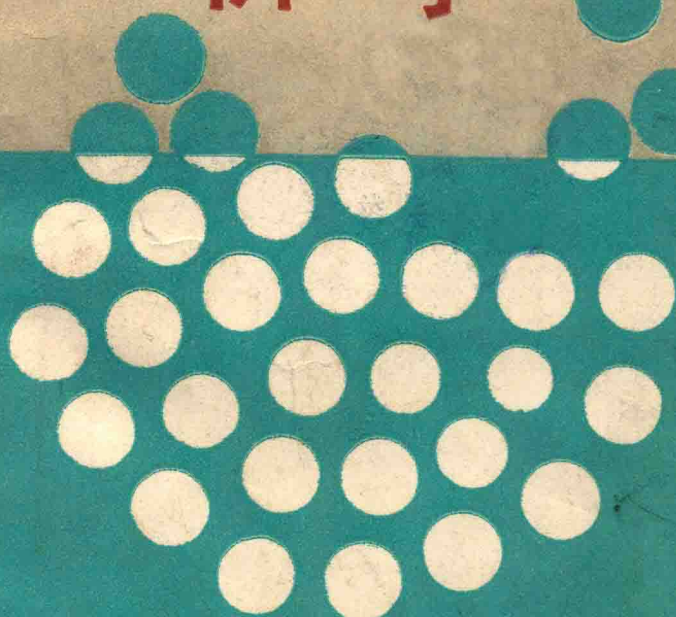


高等学校教学参考书

无机化学 习题解析

陕西人民教育出版社



高等学校教学参考书

无机化学习题解析

史俊孝 马别厚 杨辉祥 胡满成 编
张富捐

苏工业学院图书馆
藏书章

陕西人民教育出版社

高等学校教学参考书

无机化学习题解析

史俊孝 马别厚 杨辉祥 胡满成

王利亚 傅玉琴 张富捐 编

陕西人民出版社出版

(西安长安路南段376号)

陕西省新华书店经销 陕西省蓝田县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 印张 9.94 插页 210千字

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

印数: 1—1500

ISBN 7—5419—2042—8/G·1721

定价: 3.90元

前 言

无机化学是大专院校化学系学生的必修课。理解掌握无机化学教材的基础知识和基本理论，则是他们的主要任务。通过大量习题的演练，归纳总结出解题的思路、方法、规律，则是巩固所学知识的重要手段。本书是为了配合读者学习无机化学而编写的。全书共二十四章，旨在通过上述教材各章习题的解析，帮助大专院校化学系学生加深对所学无机化学基础知识和基本理论的理解，提高分析问题和解决问题的能力。

本书从有利于培养学生独立思考问题的能力出发，除对少部分简单习题做了提示外，还对一些涉及问题较多，难度较大的习题重点做了详细解答，同时提出了解此类题的思路、方法、规律和技巧，以利学生举一反三。

本书解题思路和方法较灵活简练，能启发思考，因而除供大专院校化学系的学生使用外，还可作为成人高校、函授大学、电大、夜大等校学生学习无机化学的参考书。

参加编写本书的人员有：陕西师范大学史俊孝、马别厚、杨辉祥、胡满成和河南省洛阳师范专科学校王利亚、傅玉琴，河南省许昌师范专科学校张富捐。

由于作者水平有限，错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1990年9月

目 录

第一章	一些化学基本概念和定律	(1)
第二章	化学热力学初步	(16)
第三章	化学平衡	(31)
第四章	电离平衡	(45)
第五章	化学反应速度	(67)
第六章	原子结构和元素周期系	(79)
第七章	分子结构	(95)
第八章	晶体结构	(107)
第九章	氢 稀有气体	(119)
第十章	氧化还原反应	(124)
第十一章	卤 素	(144)
第十二章	氧族元素	(154)
第十三章	氮族元素	(161)
第十四章	碳 硅 硼	(172)
第十五章	非金属元素小结	(188)
第十六章	金属通论	(198)
第十七章	碱金属 碱土金属	(206)
第十八章	铝族 锆分族	(219)
第十九章	配位化合物	(232)
第二十章	铜族和锌族元素	(257)
第二十一章	过渡元素(一)	(277)
第二十二章	过渡元素(二)	(289)
第二十三章	镧系元素和锕系元素	(298)
第二十四章	核化学	(302)

第一章 一些化学基本概念和定律

1. 说明下列各对概念的区别:

(1) 原子和分子 它们的共同点都是构成物质的微粒, 都在不断地运动着。它们的区别是: ①分子能独立存在, 原子不能独立存在; ②分子保持原物质的化学性质, 原子不一定保持原物质的化学性质; ③分子在化学反应中可分, 能转变成另一种或几种分子, 而原子在化学反应中不会变成另外的原子。

(2) 原子和元素 元素是宏观的概念, 是一定种类的原子的总称, 没有量的涵义。元素只能存在于具体的物质(单质或化合物)中, 抽象的元素不存在。原子是微观的概念, 有量的涵义(个数和质量)。

(3) 核素和元素 元素是原子核里质子数相同的一类原子的总称。核素是具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子。二者的区别在于元素指的是同一类原子, 而核素指的是一种原子。

(4) 单质和化合物 单质是同种元素构成的物质, 而化合物是由两种或两种以上元素构成的物质。

(5) 核素和同位素 核素指的是具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子; 同位素指的是质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称同位素。即多核素元素中的不同核素在元素周期表中占据同一位置, 它们互称同位素。

(6) 原子量和原子质量 ①原子量没有单位，是一种相对比值。一种元素的原子量是该元素1摩尔质量对核素 ^{12}C 的1摩尔质量 $1/12$ 的比值。原子质量是某核素一个原子的质量。即原子量是某元素天然存在的所有核素原子的平均质量，而原子质量是某元素一种核素原子的质量。②从数值上看，一种元素只有一个原子量，除单一核素元素外，同种元素各核素原子质量不同。③原子量与核素的丰度有关，原子质量与核素的丰度无关。

2. 判断下列说法是否正确，并说明理由。

(1) 氧的原子量就是一个氧原子的质量。

不正确。因为氧的原子量指的是氧元素一个原子的平均质量(即平均原子质量)对 ^{12}C 原子质量 $1/12$ 之比。

(2) 氧的原子量等于氧的质量数。

不正确。因为，虽然质子和中子的质量接近于 1u ，但不等于 1 ，再加上静质量的亏损，所有核素的原子质量都有小数，而质量数则全是整数。所以，氧的原子量不等于质量数。

(3) 氧有3种天然同位素，即 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O ，因此，氧的原子量 =

$$\frac{{}^{16}\text{O}\text{的原子质量} + {}^{17}\text{O}\text{的原子质量} + {}^{18}\text{O}\text{的原子质量}}{3}$$

这种求法不正确。应是：

氧的原子量 = (^{16}O 的原子质量 $\times$ ^{16}O 的丰度 + ^{17}O 的原子质量 $\times$ ^{17}O 的丰度 + ^{18}O 的原子质量 $\times$ ^{18}O 的丰度) $\div 100\text{u}$ 。

3. 天然存在的溴含有 50.54% 的 ^{79}Br (原子质量为 78.9183amu) 和 49.46% 的 ^{81}Br (原子质量为 80.9163amu)。

计算溴的原子量。

$$\text{解: } \text{Ar}(\text{Br}) = (78.9183 \text{ amu} \times 50.54 + 80.9163 \text{ amu} \times 49.46) \div 100 \text{ amu} = 79.9065$$

4. 用同量的Ag分别制成AgCl和AgI, 二者的质量比是 $\frac{\text{AgI}}{\text{AgCl}} = 1.63810$, 若已知银的原子量为107.868, 氯的原子量为35.453, 求碘的原子量。

$$\text{解: } \frac{\text{AgI}}{\text{AgCl}} = \frac{107.868 + \text{Ar}(\text{I})}{107.868 + 35.453} = 1.63810$$

解之, $\text{Ar}(\text{I}) = 126.90613$

5. 在相同条件下, 2.00 L某气体重3.04g, 8.00 L氮气重10.00g, 求该气体的分子量。

解: 该气体的分子量 = 氮气的分子量 $\times$ 该气体对氮气的相对密度 $= 28.013 \times \frac{3.04/2.00}{10.00/8.00} = 34.06$

6. 0.05 L氧气通过多孔性隔膜扩散需要20s, 0.02 L某气体通过该多孔性隔膜扩散才需9.2s。求该气体的分子量。

解: 设该气体的分子量为 M_1 , 则有:

$$\frac{U_1}{U_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_1}}$$

$$M_1 = \left(\frac{U_{O_2}}{U_1} \right)^2 M_{O_2} = \left(\frac{0.05/20}{0.02/9.2} \right)^2 \times 32 = 42.32$$

7. 氟的原子量是19, 在标准状况下的11.2L氟重19.0g, 氟的分子式应该是什么?

解: 氟的摩尔质量 $M = \frac{19.0}{11.2} \times 22.4 = 38.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以

氟的分子量为38.0。设氟的分子式为 F_n ，则有： $n = \frac{38.0}{19} = 2$ ，
氟的分子式为 F_2 。

8. 在573 K时，磷的蒸气对空气的相对密度是4.28，磷的原子量为31，空气的平均分子量为29，问气态磷分子是由几个磷原子组成的。

解：气体磷的分子量 = 29×4.28 ，气体磷分子中磷原子数 = $\frac{29 \times 4.28}{31} = 4$

9. 在573K和 2×10^5 Pa压力下，33.3L气体 CF_4 中含有多少摩尔的 CF_4 ？

解： $pV = nRT$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{2 \times 10^5 \times 33.3}{8314.3 \times 573} = 1.398 (\text{mol})$$

10. 在300K、 3.03975×10^6 Pa时，一气筒含有480g的氧气，若此筒被加热到373 K，然后启开活门(温度保持不变)一直到气体压力降低到 1.01325×10^5 Pa时，问共放出多少克的氧气？

解：根据气态方程可得，

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} RT_1 \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} RT_2 \quad (2)$$

令(1)、(2)中的 V_1 和 V_2 相等，则有

$$m_2 = \frac{m_1 T_1 p_2}{T_2 p_1} = \frac{480 \times 1.01325 \times 10^5 \times 300}{3.03975 \times 10^6 \times 373} = 12.868 (\text{g})$$

则放出氧气的质量 = $480 - 12.868 = 467.13 (\text{g})$

11. 求氧气在273 K， 5.06625×10^5 Pa下的密度。

解: 因为 $pV = \frac{m}{M} RT$

$$\text{所以 } d = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT} = \frac{5.06625 \times 10^5 \times 32}{8314.3 \times 273} = 7.142 (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$$

12. 有人在实验室中收集了天然气, 在298 K时在一只0.25 L烧瓶中收集气压为 $7.33 \times 10^4 \text{ Pa}$ 的气体, 称得此气体的净质量是0.118 g (278 K), 从这些数据求此气体的分子量。

解: $pV = \frac{m}{M} RT$

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0.118 \times 8314.3 \times 298}{7.33 \times 10^4 \times 0.25} = 15.95 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

即此气体的分子量为15.95。

13. 在298 K和 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 压力下, 测得某气体的密度是 $1.340 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。在另一实验中测得这个气体的组成是C 79.8% 和 H 20.2%。

(1) 求这个化合物的最简式;

(2) 求这个化合物的分子量;

(3) 求这个化合物的分子式。

$$\text{解: (1) } \text{H} : \text{C} = \frac{20.2}{1.008} : \frac{79.2}{12} = 3 : 1$$

最简式为 CH_3 。

$$\begin{aligned} \text{(2) 根据 } pV &= \frac{m}{M} RT = \frac{dV}{M} RT \quad (d \text{ 为密度}), \text{ 可得 } M = \\ \frac{dRT}{p} &= \frac{1.340 \times 8314.3 \times 298}{1.01325 \times 10^5} = 32.76 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \end{aligned}$$

这个化合物的分子量为32.76。

$$\begin{aligned} \text{(3) 设化合物分子式为 } (\text{CH}_3)_n, \text{ 则 } n &= \frac{32.76}{15.024} = 2 \\ \text{分子式为 } &\text{C}_2\text{H}_6. \end{aligned}$$

14. 设有一真空的箱子, 在298K时, 在 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 压力下, 称重为153.679g, 假若在同温同压下, 充满氯气后重为156.844g, 充满氧气后重为155.108g, 求氯气的分子量。

解: 在同温同压等体积的条件下, 两种气体的物质的量是相等的, 即:

$$\frac{m_{\text{O}_2}}{M_{\text{O}_2}} = \frac{m_{\text{Cl}_2}}{M_{\text{Cl}_2}}$$

$$M_{\text{Cl}_2} = \frac{m_{\text{Cl}_2} M_{\text{O}_2}}{m_{\text{O}_2}} = \frac{(156.844 - 153.679) \times 32}{155.108 - 153.679} = 70.87 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

氯气的分子量为70.87。

15. 在293K和 $9.33 \times 10^4 \text{ Pa}$ 条件下, 在烧瓶中称量某物质的蒸气得到下列数据: 烧瓶容积为0.293 L, 烧瓶和空气的质量为48.369 g, 烧瓶与该物质蒸气质量为48.5378 g, 且已知空气的平均分子量为29。计算此物质的分子量。

$$\begin{aligned} \text{解: 空气的质量} &= \frac{pVM_{\text{空}}}{RT} \\ &= \frac{9.33 \times 10^4 \times 0.293 \times 29}{8314.3 \times 293} = 0.3254 (\text{g}) \end{aligned}$$

烧瓶质量为: $48.369 - 0.3254 = 48.0436 (\text{g})$

该物质质量为: $48.5378 - 48.0436 = 0.4942 (\text{g})$

该物质的分子量 = $\frac{0.4942 \times 29}{0.3254} = 44.04$

16. 燃烧1体积含碳、氢、氮的气体化合物后, 得2体积 CO_2 、3.5体积 H_2O 和0.5体积 N_2 。所有的测量均在同温同压下进行, 求化合物的实验式? 从这些数据能否得到分子式? 为什么?

解：在同温同压条件下，气体的体积之比等于它们的物质的量之比。即为

$\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} : \text{N}_2 = 2 : 3.5 : 0.5$ 。C、H、N原子数之比为C : H : N = 2 : 7 : 1。实验式为 $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ 。从题中条件可知，该化合物的实验式就是分子式。因为在同温同压的条件下，气体的体积之比等于它们的物质的量之比。

17. 一个未知液体样品重0.469 g，当转变为气体时，只有0.125 L。在标准状况下求：

(1) 它的分子量；

(2) 如这个物质的实验式是 CH_2 ，求分子式。

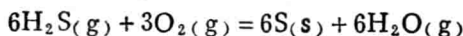
解：(1) 摩尔质量 = $\frac{0.469}{0.125} \times 22.4 = 84.04 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$

即该物质的分子量为84.04

(2) 设分子式为 $(\text{CH}_2)_n$ ， $n = \frac{84.04}{14} = 6$

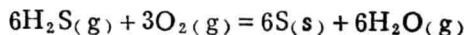
即分子式为 C_6H_{12} 。

18. 天然气中含有大量甲烷和少量 H_2S 。按下列化学反应式控制氧化以除去 H_2S ：



问在标准状况下，处理450 L H_2S 气体能得到多少克硫？

解：设能得到 x 克硫。



$$22.4 \times 6 \qquad \qquad \qquad 32 \times 6$$

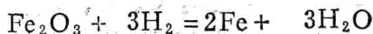
$$450 \qquad \qquad \qquad x$$

$$x = \frac{32 \times 6}{22.4 \times 6} \times 450 = 644.18 (\text{g})$$

19. 在测定铁的原子量中，将纯的 Fe_2O_3 7.5971 g在氢

气流中还还原生成5.3136 g金属铁，已知氧的原子量为16，试求铁的原子量。

解：设铁的原子量为 $Ar(Fe)$ 。



$$2Ar(Fe) + 16 \times 3 \qquad 2Ar(Fe)$$

$$7.5971 \qquad 5.3136$$

$$\text{列比例式 } \frac{2Ar(Fe) + 16 \times 3}{7.5971} = \frac{2Ar(Fe)}{5.3136}$$

解之 $Ar(Fe) = 55.8469$ 。

20. 将氨和氯化氢气体分别从一根1.20m长的玻璃管两端向管内自由扩散。试问两气体在玻璃管的什么位置相遇而生成 NH_4Cl 的白烟？

解：设氨距一端为 x m处相遇，则氯化氢距另一端为 $(1.2 - x)$ m处相遇。根据扩散定律有：

$$\frac{U_{NH_3}}{U_{HCl}} = \frac{\frac{x}{r}}{1.20 - x} = \frac{x}{1.20 - x} = \sqrt{\frac{M_{HCl}}{M_{NH_3}}} = \sqrt{\frac{36.5}{17}} = 1.4655$$

解之 $x = 0.7133$ m。即距氨一端0.7133 m处两气体相遇生成白烟。

21. 判断下列关系是否正确？

(1) 一定量气体的体积与温度成正比。

错。应是在压强不变时，一定质量的气体的体积跟热力学温度成正比。

(2) 1 mol任何气体的体积都是22.4 L。

错。应是在标准状况下，1mol任何气体的体积都约等于22.4 L。

(3) 气体的体积百分组成与其摩尔分数相等。

正确。

(4) 对于一定量混和气体来说, 温度不变, 体积变化时, 各组分气体的摩尔数亦发生变化。

错。

22. 计算下列物质的质量。

(1) 0.1 mol S

$$32 \times 0.1 = 3.2(\text{g})$$

(2) 2.5 mol Cu

$$63.5 \times 2.5 = 158.75(\text{g})$$

(3) 0.002 mol I_2

$$253.8 \times 0.002 = 0.51(\text{g})$$

(4) 2 mol SO_4^{2-}

$$96 \times 2 = 192(\text{g})$$

(5) 0.05 mol KClO_3

$$122.55 \times 0.05 = 6.13(\text{g})$$

(6) $1.5 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

$$249.70 \times 1.5 = 374.59(\text{g})$$

23. 多少摩尔 Fe_2O_3 里含有8克氧? 多少克银所含的原子数与8克氧中所含原子数相等?

解: (1) 设 x 摩尔 Fe_2O_3 中含有8克氧。则有:

$$3x = \frac{8}{16} \quad \text{解之 } x = 0.167(\text{mol}).$$

(2) 设 x g银中所含的原子数与8克氧中所含原子数相等, 有下列关系:

$$\frac{x}{107.87} = \frac{8}{16} \quad \text{解之 } x = 53.95(\text{g})$$

24. 下列说法是否正确？试用计算说明。

(1) 1mol氢气和1mol氧气所含分子数相同，因而它们的质量也相同。

不正确。1mol氢气的质量为2克，而1mol氧气的质量为32克。

(2) 4.4克 CO_2 与3.2克 O_2 它们所含的分子数相同。

正确。4.4克 CO_2 的物质的量 = $\frac{4.4\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$

$$3.2\text{克 } \text{O}_2 \text{ 的物质的量} = \frac{3.2\text{g}}{32\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$$

它们的物质的量相同，所含分子数也相同。

(3) 12克碳和12克硫，它们的质量相同，所以含有的原子数也相同。

不正确。12克碳的物质的量 = $\frac{12\text{g}}{12\text{g/mol}} = 1\text{mol}$

12克硫的物质的量 = $\frac{12\text{g}}{32\text{g/mol}} = 0.375\text{mol}$ 。它们的物质的量不同，所含的原子数就不同。

(4) 1000mol液氨重1kg。

不正确。1000mol液氨质量为 $17 \times 1000 = 17000\text{g} = 17\text{kg}$ 。

25. 氧气在 $1.0132 \times 10^5 \text{Pa}$ 、300K时，体积为2L，氮气在 $2.0265 \times 10^5 \text{Pa}$ 、300K时体积为1L。

现将这两种气体在1L的容器中混和，如温度仍为300K，问混和气体的总压力是否等于 $3.0397 \times 10^5 \text{Pa}$ ，为什么？

解：因为是同温混和，根据 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ 可求出混和后

$$\text{氧气的分压 } p_{O_2} = \frac{pV_1}{V_2} = \frac{1.0132 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2\text{L}}{1\text{L}}$$

$$= 2.0264 \times 10^5 \text{ Pa}$$

混和后氮气的分压 p_{N_2} 仍为 $2.0265 \times 10^5 \text{ Pa}$, 则混和后总压力 $p_T = p_{O_2} + p_{N_2} = 4.0529 \times 10^5 \text{ Pa} \neq 3.0397 \times 10^5 \text{ Pa}$

26. 合成氨原料气中氢气和氮气的体积比是3:1, 除这两种气体外, 原料气中还含有其它杂质气体4% (体积百分数), 原料气总压力为 $1.52 \times 10^7 \text{ Pa}$, 求氮、氢的分压。

$$\text{解: } \frac{V_{H_2}}{V} + \frac{V_{N_2}}{V} = \frac{3V_{H_2}}{V} + \frac{V_{N_2}}{V} = \frac{4V_{N_2}}{V} = 1 - 4\%$$

$$= 0.96$$

$$\frac{V_{N_2}}{V} = 0.24 \quad \frac{V_{H_2}}{V} = \frac{3V_{N_2}}{V} = 0.72$$

$$\text{则 } p_{N_2} = p_{\text{总}} \cdot \frac{V_{N_2}}{V} = 1.52 \times 10^7 \text{ Pa} \times 0.24$$

$$= 3.65 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$p_{H_2} = p_{\text{总}} \cdot \frac{V_{H_2}}{V} = 1.52 \times 10^7 \text{ Pa} \times 0.72$$

$$= 1.09 \times 10^7 \text{ Pa}$$

27. 恒温时, 将 $9.99 \times 10^4 \text{ Pa}$ 压力下的氢气 0.15L, $4.66 \times 10^4 \text{ Pa}$ 压力下的氧气 0.075L 和 $3.33 \times 10^4 \text{ Pa}$ 压力下的氮气 0.05L 装入 0.25L 的真空瓶内, 求:

(1) 混和气体中各气体的分压;

(2) 混和气体的总压。

解: (1) 根据 $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$p_{H_2} = \frac{9.99 \times 10^4 \times 0.15}{0.25} = 5.99 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p_{O_2} = \frac{4.66 \times 10^4 \times 0.075}{0.25} = 1.40 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p_{N_2} = \frac{3.33 \times 10^4 \times 0.05}{0.25} = 0.67 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$(2) \quad p_T = p_{H_2} + p_{O_2} + p_{N_2}$$

$$= 5.99 \times 10^4 + 1.40 \times 10^4 + 0.67 \times 10^4$$

$$= 8.06 \times 10^4 \text{ Pa}$$

28. 将一定量的氯酸钾加热后, 其质量失去0.480g, 生成的氧气在水面上用排水集气法收集起来。在温度为249K 压力为 $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$ 时, 测得其体积为0.377L。试计算氧气的分子量。294K时水的饱和蒸气压为 $2.48 \times 10^3 \text{ Pa}$ 。

$$\begin{aligned} \text{解: } p_{O_2} &= p_{\text{总}} - p_{H_2O} = 9.96 \times 10^4 - 2.48 \times 10^3 \\ &= 9.712 \times 10^4 \text{ (Pa)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{O_2} &= \frac{m_{O_2} \cdot RT}{p_{O_2} V} = \frac{0.480 \times 8314.3 \times 294}{9.712 \times 10^4 \times 0.377} \\ &= 32.045 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1}) \end{aligned}$$

即氧气的分子量为32.045。

29. 32.0g氧气和56.0g氮气盛于10.0L的容器中, 设温度为300K, 试计算:

(1) 这两种气体的分压;

(2) 气体混和物的总压。

$$\begin{aligned} \text{解: (1) } p_{O_2} &= \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} \cdot \frac{RT}{V} = \frac{32}{32} \times \frac{8314.3 \times 300}{10.0} \\ &= 2.49 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_{N_2} &= \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} \cdot \frac{RT}{V} = \frac{56}{28} \times \frac{8314.3 \times 300}{10.0} \\ &= 4.98 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$