

13.31
77.2
高等学校教学参考书

无机化学习题解

吉林大学 南开大学 编
广西大学 兰州大学

吉林人民出版社

高等学校教学参考书

无机化学习题解

吉林大学 南开大学
广西大学 兰州大学 编

吉林人民出版社

高等学校教学参考书

无机化学习题解

吉林大学 南开大学
广西大学 兰州大学 编

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 19 $\frac{3}{4}$ 印张 3插页 440,000字

1983年3月第1版 1983年3月第1次印刷

印数：1—16,530册

书号：13091·128 定价：1.80元

编 者 的 话

我们先后收到许多读者来信，希望配合《无机化学》（人民教育出版社，1978年版）和《无机化学习题集》（人民教育出版社，1979年版）编写一本习题解，供教学参考和学生、青年自学用。为此，在《无机化学习题集》的基础上，经再次审订，编写了这本《无机化学习题解》。

全书共二十一章，九百余题，前九章是无机化学的基础理论部分，后十二章为元素部分，一、二章中编排了一些与中学化学教材内容相衔接的习题。本书注重基础知识的训练，内容由浅入深，循序渐进，重点突出，有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书可供高等院校（包括业余大学）化学专业学生和教师参考。

参加本书编写工作的有吉林大学、南开大学、广西大学、兰州大学（以上系主编单位）、北京大学、北京师范大学、西北大学、山西大学、武汉大学、中山大学、厦门大学、东北师范大学、辽宁大学、黑龙江大学、中国科技大学、山东大学、华东师范大学、上海师范学院和河北大学。

这次审订工作是由杜尧国（吉林大学）、王福元、姚凤仪（南开大学）、周宁怀（广西大学）、马泰儒（兰州大学）五位同志完成的。

另外，广西大学包树元、胡飞云等同志为本书的编写工作也付出了辛勤的劳动。

ARC24/02

由于水平所限，书中难免有一些缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1981年4月于长春

目 录

编者的话	(1)
第一章 化学的基本概念和基本定律.....	(1)
第二章 溶液.....	(32)
第三章 原子结构.....	(59)
第四章 分子结构和晶体结构.....	(88)
第五章 化学反应速度与化学平衡.....	(114) 5.
第六章 酸碱理论与电离平衡.....	(158) 6.
第七章 沉淀反应.....	(186) 7.
第八章 氧化还原反应.....	(229)
第九章 络合物.....	(267)
第十章 碱金属与碱土金属.....	(308)
第十一章 卤素.....	(335)
第十二章 氧族元素.....	(358)
第十三章 氮族元素.....	(378)
第十四章 碳族元素.....	(424)
第十五章 硼族元素.....	(455)
第十六章 铜分族和锌分族元素.....	(490)
第十七章 钛分族和钒分族元素.....	(524)
第十八章 铬分族和锰分族元素.....	(542)
第十九章 铁系元素和铂系元素.....	(572)
第二十章 镧系元素和锕系元素.....	(601)
第二十一章 稀有气体.....	(611)
附 录	(618)

第一章 化学的基本概念和基本定律

1. ${}^{12}_6\text{C} = 12$ 及 $\text{C} = 12.011$ 各表示什么意义?

答: ${}^{12}_6\text{C} = 12$ 是目前采用的原子量标准, 它表示碳的一种同位素 ${}^{12}_6\text{C}$ 的相对质量为12。 $\text{C} = 12.011$ 表示以 ${}^{12}_6\text{C} = 12$ 为原子量标准时的碳的各种天然同位素相对质量的平均值, 即碳元素的原子量。

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;

(2) 氧的原子量等于氧的质量数;

(3) 氧有三种天然同位素, 即 ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$, 因此氧的原子量

$$= \frac{{}^{16}_8\text{O} \text{ 的原子质量} + {}^{17}_8\text{O} \text{ 的原子质量} + {}^{18}_8\text{O} \text{ 的原子质量}}{3}$$

答: (1)、(2)、(3)三种说法都不正确。

在自然界中, 氧有三种天然同位素, 质量数分别为 16, 17, 18, 因为它们的丰度不同, 所以氧原子量是三种同位素相对质量的平均值。既不是一个氧原子的质量, 也不是某一种同位素的质量数, 同时也不是三种天然同位素质量的简单的平均值。

3. 银有两种同位素, 用质谱仪测定它们的原子质量分别为 106.902u 和 108.900u , 在自然界的丰度分别为 51.35% 和 48.5%, 求银的原子量。

解: 银的原子量 = $106.902 \times 51.35\% + 108.900$
 $\times 48.65\%$
 $= 107.87$

4. 氧有三种天然同位素, $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$, 它们在自然界的丰度分别为99.759%、0.037%及0.204%, 三种同位素的原子质量分别为 15.99468u, 16.99884u 及 17.99720u, 计算氧的原子量。

解: 氧的原子量 = $15.99468 \times 99.759\% + 16.99884$
 $\times 0.037\% + 17.99720 \times 0.204\% = 15.999$

5. 已知氟的原子序数为 9，其原子量为 18.99840。它只有一种同位素，计算其质量亏损 Δm 。

答：以 $^{12}_6\text{C} = 12$ 为原子量标准时， $m_n = 1.00867\text{u}$ ， $m_p = 1.00728\text{u}$ ， $m_e = 0.000549\text{u}$ 。当中子和质子结合成原子核时，因放出大量能量而有质量亏损 Δm 。 Δm 可通过爱因斯坦联系公式 $E = \Delta mc^2$ 进行计算：

$$\Delta m = 10 \times 1.00867 + 9 \times 1.00728 + 9 \times 0.000549 - 18.99840$$

$$= 0.15876 \text{ g/mol}$$

6. 将1.0000克 EuCl_2 溶于水, 加入过量的 AgNO_3 , 使氯离子完全沉淀, 测得 AgCl 沉淀的质量为 1.2900 克, 若已知银的原子量为 107.87, 氯的原子量为 35.453, 试求铕的原子量。



摩尔比: 1 2

$$1:2 = \frac{1.000}{\text{EuCl}_2 \text{式量}} : \frac{1.2900}{\text{AgCl式量}}$$

$$\therefore \text{EuCl}_2 \text{式量} = \frac{2 \times \text{AgCl 式量}}{1.2900} = \frac{2 \times 143.32}{1.2900}$$

$$= 222.20$$

$$\therefore \text{Eu的原子量} = 222.20 - 2 \times 35.453 = 151.30$$

7. 用同量的银分别制成 AgI 及 AgCl, 二者质量比为 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。

$$\text{解: } 1.63810 = \frac{\text{AgI式量}}{\text{AgCl式量}} = \frac{107.868 + \text{I的原子量}}{107.868 + 35.453}$$

$$\therefore \text{I 原子量} = 1.63810 \times 143.321 - 107.868 \\ = 126.91$$

8. 某主族元素的最高价含氧酸的化学式为 HRO_3 , 该元素能与氢生成氢化物, 其中氢的含量为 17.76%, 试问这是什么元素?

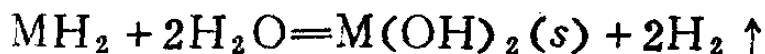
解: 此处 R 的最高氧化数为 5, 它应在 VA 族, 其氢化物通式为 RH_3 。则

$$\frac{3\text{H}}{3\text{H} + \text{R}} \times 100\% = 17.76\% \quad (\text{H} = 1)$$

$$\therefore \text{R} = \frac{300}{17.76} - 3 = 13.89 \approx 14.0$$

故 R 为氮。

9. 0.3264 克的某金属氢化物 (MH_2) 样品和水按下式进行反应:



释放出来的干燥氢气在 21°C 和 1 大气压下为 0.375 升, 求金属 M 的原子量, 并从周期表中查出它是什么元素。

解: 据 $PV = nRT$

$$\text{氢气的摩尔数 } n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 0.375}{0.0821 \times 294}$$

$$= 0.0155$$

由反应式知, 1摩尔 MH_2 产生2摩尔 H_2 , 故 MH_2 摩尔数
 $= \frac{1}{2} \times 0.0155 = 0.00775$

$$\text{又 } 0.00775 = \frac{0.3264}{MH_2 \text{ 式量}} = \frac{0.3264}{2.016 + M}$$

$$M = 40.1 \quad \text{故 } M \text{ 为钙}$$

10. 已知某金属的氧化物含氧28.6%, 而该金属的氟化物含氟48.7%, 试求氟的原子量。

解: 二元化合物中元素的质量比即其当量比, 故可从金属氧化物求得该金属当量。设氧、金属和氟的当量分别为 E_O 、 E_M 和 E_F , 则:

$$E_M = \frac{71.4\%}{28.6\%} \times E_O = \frac{71.4\%}{28.6\%} \times 8.00 = 20.0$$

$$E_F = \frac{48.7\%}{51.3\%} \times 20.0 = 19.0$$

又在氟化物中F为-1价, 故氟的原子量就是当量, 即19.0。

11. 0.1135克磷充分燃烧后得磷的氧化物0.2601克, 且知磷的比热为0.200卡/克·度, 求磷的原子量。

解: 杜隆-普蒂规则认为, 一般温度下, 大部分固体元素的比热与其原子量的乘积约等于6.4, 则:

$$\text{磷的近似原子量} = \frac{6.4}{0.200} = 32$$

$$\begin{aligned} \text{磷在其氧化物中的当量} &= \frac{0.1135}{0.2601 - 0.1135} \times 8.000 \\ &= 6.194 \end{aligned}$$

$$\text{又 } \frac{32}{6.194} \approx 5$$

∴ 磷的精确原子量 = $6.194 \times 5 = 30.97$

12. 一块金属重1.038克, 与酸充分作用, 产生的氢气于18℃和754.5mmHg压力下在水面上收集得389.8毫升, 已知该金属的比热为0.093卡/克·度, 问这是什么金属。

解: 该金属的近似原子量 = $\frac{6.4}{0.093} = 69$

据 $PV = \frac{W}{M}RT$ 产生的氢气的质量为:

$$\frac{(754.5 - 15.48) \times 0.3898 \times 2.016}{760 \times 0.08206 \times 291} = 0.03200 \text{ 克}$$

该金属的当量 = $\frac{1.038}{0.03200} \times 1.008 = 32.70$

而 $\frac{69}{32.70} \approx 2$

则该金属的原子量 = $32.70 \times 2 = 65.40$, 故该金属为锌。

13. 一立方米海水中含金 4.00×10^{-8} 毫克, 问其中有金原子若干个?

解: $\frac{4.00 \times 10^{-8} \times 10^{-3}}{197} \times 6.02 \times 10^{23}$
 $= 1.22 \times 10^{16}$ 个

14. 还原2.96克某金属的氧化物 (设化学式为 MO) 用去833毫升氢气 (标准状况), 求此氧化物的当量和该金属的当量。

解: 0.833升氢气的质量 = $\frac{2.02}{22.4} \times 0.833$
 $= 0.0751$ 克

此氧化物当量 = $\frac{2.96}{0.0751} \times 1.008 = 39.8$

∴ 氧的当量为8.00

故该金属的当量 = $39.8 - 8.00 = 31.8$

15. 使0.1427克 NaHCO_3 溶于少量水并滴加甲基橙指示剂后, 用 $0.1011N$ 盐酸滴定, 到等当点时共用去盐酸 16.80 毫升, 求 NaHCO_3 的当量。

解: 根据等当点时酸碱的克当量数相等, 知 NaHCO_3 克当量数为: $0.1011 \times 0.01680 = 0.001700$

∴ 克当量数 $\times$ 当量 = 质量

$$\therefore \text{NaHCO}_3 \text{ 当量} = \frac{0.1427}{0.001700} = 83.94$$

16. 判断下列说法正确与否并说明理由:

- (1) “物质的量”就是物质的质量;
- (2) “物质的量”是一个基本物理量;
- (3) “物质的量”的单位是摩尔, 克分子是摩尔的同义语;

(4) 1摩尔的电子的质量是548.60微克, 共有 6.02×10^{23} 个电子;

(5) 472.08克的 Hg_2Cl_2 是1摩尔分子的 Hg_2Cl_2 , 或者说是1摩尔氯化亚汞; 401.18 克的 Hg_2^{2+} 是1摩尔离子的 Hg_2^{2+} ;

(6) 1摩尔 Hg_2Cl_2 的质量是472.08克。

答: (1) 不对。“物质的量”是描述物质所含的指定的基本单元 (指分子、原子、离子、电子等粒子或它们的特定组合) 的多少, 它的单位是摩尔 (mol)。而质量是物质的惯性大小和引力性质的量度, 其单位是千克 (kg)。

(2) 对。“物质的量”是一个基本物理量, 它的量纲与长度、质量、时间、电流、热力学温度和光强度等物理量的量

纲都是彼此独立的。这七个量被公认为基本物理量，其对应的七个单位被认为是基本单位，它们构成了国际单位制的基础。

(3) 前半句对。摩尔是“物质的量”的单位。过去长时期内把摩尔作为克分子的同义语使用，自1971年第十四次国际计量大会明确定义摩尔后，上述旧的概念即予改变。摩尔的定义如下：

①摩尔是一系统的“物质的量”，该系统中所包含的基本单元数与0.012千克碳——12所含的原子数相等。

②在使用摩尔时，基本单元应予指明，可以是原子、分子、离子、电子及其粒子，或是这些粒子的特定组合。

使用摩尔后，克分子、克原子、克离子、克式量等旧有名词均应予废弃，但要有一段过渡时间。

(4) 对。1摩尔电子共有 6.023×10^{23} 个电子，其质量为 5.4860×10^{-4} 克，其电量为 -96.49 千库仑。

(5) 不对。摩尔是计量物质所含的任何一种基本单元数量多少的单位，在使用摩尔时应指明所计量的基本单元是什么，但不能因基本单元不同而把单位改为摩尔分子或摩尔离子等等，物质的量的单位只有一个，即摩尔。正确的说法应该是：472.08克 Hg_2Cl_2 是1摩尔的 Hg_2Cl_2 ，401.18克 Hg_2^{2+} 是1摩尔的 Hg_2^{2+} 。并且基本单元应以化学式表示，如1摩尔的氯化亚汞，所指基本单元究竟是 Hg_2Cl_2 ，还是 HgCl 并不清楚，故不应以文字表示。

(6) 对。1摩尔任一基本单元的质量称为该基本单元的摩尔质量，它是一个导出物理量，其单位是千克/摩尔或克/摩尔。当摩尔质量以克/摩尔为单位时，其数值等于该基本单元的式量。 Hg_2Cl_2 的式量是472.08，所以 Hg_2Cl_2 的摩尔

质量为472.08克/摩尔,即1mol Hg_2Cl_2 的质量为472.08克。

17. 在某温度和某压力下, 2.00克 CO_2 占体积 1120 毫升, 同温同压下的2.00克的某气体却占体积 770 毫升。已知 CO_2 的分子量为44.0, 求未知气体的分子量。

解: 据 $PV = \frac{W}{M}RT$

$$\text{对于CO}_2: PV_{\text{CO}_2} = \frac{W_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}}RT \quad (1)$$

$$\text{对于某气体: } PV_x = \frac{W_x}{M_x}RT \quad (2)$$

$$(1) \div (2) \text{得: } \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_x} = \frac{W_{\text{CO}_2} \cdot M_x}{W_x \cdot M_{\text{CO}_2}}$$

$$\therefore W_{\text{CO}_2} = W_x = 2.00 \text{克}$$

$$\therefore \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_x} = \frac{M_x}{M_{\text{CO}_2}}$$

$$M_x = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_x} \cdot M_{\text{CO}_2} = \frac{1120}{770} \times 44.0 = 64.0$$

18. 在相同条件下, 2.00升某气体重3.04克, 8.00升氮气重 10.00 克, 已知氮的分子量为 28.0, 求某气体的分子量。

$$\text{解: 某气体的密度 } d_x = \frac{3.04}{2.00} = 1.52 \text{克/升}$$

$$\text{氮气的密度 } d_{\text{N}_2} = \frac{10.00}{8.00} = 1.25 \text{克/升}$$

$$\text{据 } \frac{d_x}{d_{\text{N}_2}} = \frac{M_x}{M_{\text{N}_2}}$$

$$\text{则 } M_x = \frac{d_x}{d_{\text{N}_2}} \cdot M_{\text{N}_2} = \frac{1.52}{1.25} \times 28.0 = 34.0$$

19. 在300℃下, 磷的蒸气对空气的相对密度是4.3, 磷

的原子量为31，空气的平均分子量设为29。问气态磷分子是由几个磷原子组成的？

解：据 $\frac{M_P}{M_{\text{空}}} = \frac{d_P}{d_{\text{空}}}$

$$\therefore M_P = \frac{d_P}{d_{\text{空}}} \times M_{\text{空}} = 4.3 \times 29 = 124.7$$

$$\frac{124.7}{31} \simeq 4$$

即300℃下气态磷分子是由4个磷原子组成的。

20. 在1000℃和740mmHg压力下，硫的蒸气密度是0.5977克/升。问：(1) 硫蒸气的分子量是多少？(2) 在该条件下，硫分子是几原子分子？

解：(1) 据 $PV = \frac{W}{M} RT$

$$M = \frac{W}{V} \cdot \frac{RT}{P} = \frac{dRT}{P}$$
$$= \frac{0.5977 \times 0.08206 \times 1273 \times 760}{740} = 64.12$$

(2) 因硫的原子量为32.06

$$\therefore \frac{64.12}{32.06} = 2$$

故硫蒸气为双原子分子。

21. 当2.94克氯化汞于1.00升容器中，在680K温度下气化时，压力为458mmHg，求氯化汞的分子量和分子式。

解：据 $PV = \frac{W}{M} RT$ $M = \frac{WRT}{PV}$

$$M = \frac{2.94 \times 0.0821 \times 680 \times 760}{458 \times 1.00} = 272$$

Hg的原子量为201

则，氯化汞中氯的量 = $272 - 201 = 71$

所以在氯化汞分子中：

$$\frac{\text{汞原子数}}{\text{氯原子数}} = \frac{201/201}{71/35.5} = \frac{1}{2}$$

故氯化汞的分子式应为 HgCl_2 。

22. 在 0°C 时测得一氯甲烷蒸气在不同压力下的密度如下表：

P (大气压)	1	2/3	1/2	1/3	1/4
d (克/升)	2.3074	1.5263	1.1401	0.75713	0.56660

用作图外推法 (P 对 $\frac{d}{P}$ 作图) 得到的数据求算一氯甲烷的分子量。

解：不同压力下的 $\frac{d}{P}$ 值如下表：

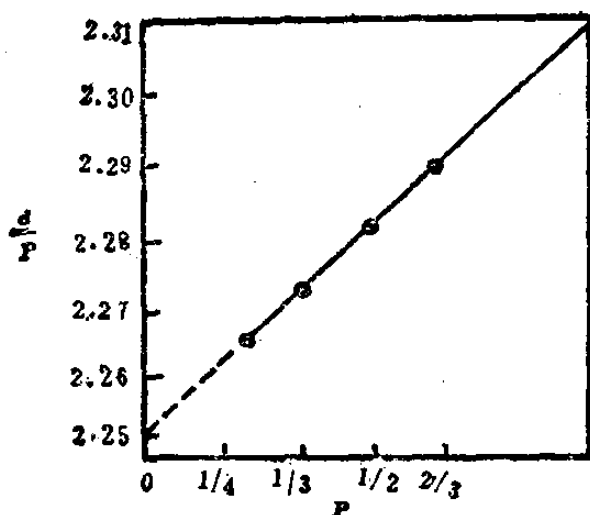
P (大气压)	1	2/3	1/2	1/3	1/4
$\frac{d}{P}$ (克/升·大气压)	2.3074	2.2895	2.2802	2.2714	2.2664

以 P 对 $\frac{d}{P}$ 作图如下：

用外推法求出当 $P = 0$ 时的 $\frac{d}{P}$ 值为 2.2528

$$\text{据 } PV = \frac{W}{M}RT \quad M = \frac{W}{VP}RT = \frac{d}{P}RT$$

$$\therefore M = 2.2528 \times 0.08206 \times 273.16 = 50.495$$



23. 某种只含碳、氢和氯的化合物在100℃和760mmHg压力下其蒸气密度为3.168克/升。如果化合物分子中碳、氢和氯的原子数比为1:1:1, 试写出这个化合物的分子式。

解: 据 $M = \frac{dRT}{P}$

$$= 3.168 \times 0.08206 \times 373.16 = 97.01$$

已知该化合物的化学式为CHCl, 化学式量为48.47

又 $\frac{97.01}{48.47} \approx 2$

故此化合物分子式为C₂H₂Cl₂。

24. 氟的原子量为19.0, 在标准状况下11.2升的氟重19.0克, 氟的分子式应是什么?

解: 既然标准状况11.2升氟重19.0克, 则

$$1 \text{ 摩尔氟的质量} = 2 \times 19.0 = 38.0 \text{ 克}$$

即氟的分子量为38, $\frac{38.0}{19.0} = 2$, 所以氟为双原子分子, 分子式为F₂。

25. 1体积未知气体和1体积氢气的混合物, 爆炸后生成1体积水蒸气和1体积氮气 (各气体体积都是在同温同压