

简国材 编
郗禄和 胡绍枫

化学辅导员

HUAXUE FUDAOYUAN

科学普及出版社

化学辅导员 2

鄧祿和 簡國材 胡紹楓 編

科学普及出版社

再 版 说 明

《化学辅导员》自1979年底出版以来受到了广大读者的热烈欢迎，仅第一册截止1981年底，就累计发行368万册，并获全国新长征优秀科普作品奖。

《化学辅导员》1、2、3、4册分别对应于初三、高一、高二和高三的化学课本。由于全国统编中学化学教材目前正在分册修改，因此《化学辅导员》也随之作相应的修改。新版的《化学辅导员2》就是对应于1983年使用的新编高一化学课本。

《化学辅导员》修订版第二册除保留原版特色外，还在广泛征求读者意见的基础上对原有习题作了精选和补充，力求少而精、突出重点，并增加了辅导内容。对化学概念的规律性、解题思路及易混淆、易出错处，或着墨较多，或提示注意要点，以利于读者平时练习或升学复习。

北京大学严宣申、北京师范大学何少华等同志在审阅本册书稿时提了许多宝贵意见，在此深致谢意。

前 言

党的工作重点转移到四个现代化以后，广大中学生和知识青年迫切需要阅读有益的课外读物，借以扩大知识领域，增强自学能力。

为了满足中学生和知识青年对课外读物的迫切要求，我们编写了这套配合全国统编中学化学教材的课外解题辅导材料。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深编排；对一些典型的和难度较大的习题给予必要的提示、分析、解答和辅导，借以帮助读者理解。

读者在书面解答任一问题时，不应忙于着手去写答案，一般应该经过审、设、突、表、检五个环节。首先要认真思考题意，即**审题**，其次要根据思考的线索周密地**设想**，再找出**突破口**，而后把解题步骤规范化地**表达**出来，最后还要细致地反复**检查**。

为了便于读者自学，对所有计算题及个别难度较大的问答题在书末附有答案或答案要点。凡注*者为难度较大或超课本范围的习题，供有余力的同学练习。

由于编者水平所限，难免存在缺点和错误。对此，希望广大读者批评、指正！

编者

目 录

摩尔 反应热.....	(1)
卤素.....	(31)
硫 硫酸.....	(49)
碱金属.....	(69)
原子结构 元素周期律.....	(86)
赛一赛.....	(113)
部分习题答案.....	(123)

摩尔 反应热

一、摩 尔

国际制基本单位有七种，如下表所示：

量的名称	长 度	质 量	时 间	电 流	热力学 温度	物质的量	光强度
单位名称	米	千克 (公斤)	秒	安培	开尔文	摩尔	坎德拉

化学反应是定量进行的。从宏观角度看，参加反应的各物质是可称量的。从微观看，各物质间按一定的离子、原子或分子个数比来进行反应，而这些微粒又是难于称量的。为了将微粒与可称量的物质联系起来，因而引入一种新的基本单位——摩尔，它是七种国际制基本单位之一。摩尔表示“物质的量”，只适用于微观粒子。

多少微粒是1摩尔呢？12克 ^{12}C 所含的原子数就是1摩尔。一个 ^{12}C 原子的绝对质量是一定的，所以12克 ^{12}C 中所含的原子数目也是固定的，此数为 6.02×10^{23} ，称为阿佛加德罗常数，符号为 N 。

任何物质中只要含 6.02×10^{23} 个粒子(原子、分子、离子、电子等)，它的量就是1摩尔。

1摩尔物质的质量称为摩尔质量，单位为克/摩尔，数值

等于相应的分子量或原子量。如1摩尔氯原子含 6.02×10^{23} 个氯原子，其质量为35.5克；1摩尔氯分子含 6.02×10^{23} 个氯分子，其质量为71克；1摩尔氯离子含 6.02×10^{23} 个氯离子，其质量为35.5克。使用摩尔时，必须指明是哪一种微粒。

物质的量可按式计算：

$$\text{物质的量(摩尔)} = \frac{\text{物质的质量(克)}}{\text{摩尔质量(克/摩尔)}}$$

习惯上称物质的量为物质的摩尔数。

由于1摩尔任何物质都含 6.02×10^{23} 个粒子，所以物质的摩尔数与物质的粒子数之间有下列关系：

物质的粒子数(个) = 6.02×10^{23} (个/摩尔) $\times$ 物质的摩尔数(摩尔)

$$1 \text{ 个分子或原子的质量(克/个)} = \frac{\text{摩尔质量(克/摩尔)}}{6.02 \times 10^{23} \text{ (个/摩尔)}}$$

【例 1】 19.6 克纯硫酸含多少个硫酸分子？含多少摩尔的硫原子、氢原子和氧原子？

【解】 硫酸的分子量是 98，它的摩尔质量是 98 克/摩尔

$$\therefore 19.6 \text{ 克硫酸的摩尔数} = \frac{19.6}{98} = 0.2 \text{ (摩尔)}$$

$$19.6 \text{ 克硫酸的分子数} = 0.2 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.20 \times 10^{23} \text{ (个)}$$

从硫酸的分子式 H_2SO_4 可看出，1 摩尔硫酸中含 2 摩尔氢原子、1 摩尔硫原子、4 摩尔氧原子，所以 0.2 摩尔硫酸中含 0.4 摩尔氢原子、0.2 摩尔硫原子、0.8 摩尔氧原子。

答：19.6 克硫酸中含 1.20×10^{23} 个硫酸分子、0.4 摩尔氢原子、0.2 摩尔硫原子和 0.8 摩尔氧原子。

【例 2】 相同质量的一氧化碳和二氧化碳中，哪一种物质含分子数多？

分析 含分子数多的物质，即含分子的摩尔数多。

【解】 设 CO 与 CO₂ 的质量各为 m 克

CO 的分子量为 28，CO 的摩尔质量为 28 克/摩尔

CO₂ 的分子量为 44，CO₂ 的摩尔质量为 44 克/摩尔

$$m \text{ 克 CO 的摩尔数} = \frac{m}{28}, m \text{ 克 CO}_2 \text{ 的摩尔数} = \frac{m}{44}$$

$$\because \frac{m}{28} > \frac{m}{44}, \therefore m \text{ 克 CO 中含分子数多}$$

答：等质量的一氧化碳与二氧化碳中，一氧化碳所含分子数多。

【例 3】 1 个氮分子的质量是多少克？

【解】 氮的分子量是 28，它的摩尔质量是 28 克/摩尔

$$\therefore 1 \text{ 个氮分子的质量} = \frac{28}{6.02 \times 10^{23}} = 4.65 \times 10^{-23} \text{ (克)}$$

答：1 个氮分子的质量为 4.65×10^{-23} 克。

【例 4】 几克硫酸中所含的氧原子数与 12.8 克二氧化硫中所含的氧原子数相同？

辅导 如果含的微粒数相同，即含这种微粒的摩尔数相同。既然含的氧原子数相等，那么含氧原子的摩尔数必相等。

【解】 二氧化硫的摩尔质量是 64 克/摩尔

$$12.8 \text{ 克二氧化硫的摩尔数} = \frac{12.8}{64} = 0.2 \text{ (摩尔)}$$

其中氧原子的摩尔数 $= 0.2 \times 2 = 0.4$ (摩尔)

$\therefore$ 1 摩尔硫酸中含 4 摩尔氧原子

$\therefore$ 0.1 摩尔硫酸中含有 0.4 摩尔氧原子

0.1 摩尔硫酸的质量 $= 98 \times 0.1 = 9.8$ (克)

此题也可列代数式解：

设所求硫酸的质量为 x 克

$$\frac{x}{98} \times 4 = \frac{12.8}{64} \times 2$$

$$x = 9.8(\text{克})$$

答：9.8 克硫酸与 12.8 克二氧化硫中所含氧原子数相同。

【例 5】 如果铜的原子核外有 0.40 摩尔电子，这些铜的质量为多少克？它可与多少克 5% 的硝酸银溶液完全反应？

【解】 (1) 求铜的质量

铜的核电荷数为 29，则每一个铜原子核外有 29 个电子，因此 1 摩尔铜中含 29 摩尔的电子。

设所求铜的摩尔数为 x

铜—————核外电子

1 摩尔 29 摩尔

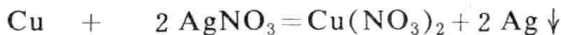
x 摩尔 0.40 摩尔

$$x = \frac{1 \times 0.40}{29} = 0.0138(\text{摩尔})$$

铜的原子量为 64，它的摩尔质量为 64 克/摩尔

则 0.0138 摩尔铜的质量 = $0.0138 \times 64 = 0.88(\text{克})$

(2) 求参加反应的硝酸银溶液的质量(设为 y 克)



1 摩尔 2×170 克

0.0138 摩尔 $5\% \times y$ 克

$$y = \frac{0.0138 \times 170 \times 2}{0.05} = 94(\text{克})$$

答：核外有 0.40 摩尔电子的铜的质量为 0.88 克，它可与 94 克 5% 的硝酸银溶液完全反应。

辅导 上述反应进行计算时，注意同一物质要用相同的单位，左右物质不同的单位要互相对应，例如摩尔对应克。

【例 6】 要中和 0.3 摩尔 H^+ ，需多少克氢氧化钡？

【解】 设所需氢氧根离子为 x 摩尔，氢氧化钡为 y 摩尔



1 摩尔 1 摩尔

0.3 摩尔 x 摩尔

$$\frac{0.3}{1} = \frac{x}{1}$$

$$x = 0.3 (\text{摩尔})$$



1 摩尔 2 摩尔

y 摩尔 0.3 摩尔

$$\frac{1}{y} = \frac{2}{0.3}$$

$$y = 0.15 (\text{摩尔})$$

0.15 摩尔氢氧化钡的质量 = $171 \times 0.15 = 25.7$ (克)

答：中和 0.3 摩尔 H^+ ，需 25.7 克氢氧化钡。

习 题

1. 计算下列物质的质量：

(1) 0.4 摩尔的磷酸、0.4 摩尔的葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)、0.4 摩尔的氢氧化钙。

(2) 5 摩尔氢氧根离子、5 摩尔硫酸根离子、5 摩尔镁离

子。

2. 计算下列物质的摩尔数:

(1) 2 千克碳酸钙、7.1 千克氯气、14.6 千克氯化钙。

(2) 17.1 克硫酸铝、530 克碳酸钠、18 克二氧化硅。

3. (1) 1 摩尔磷酸、1 摩尔氢氧化钾及 1 摩尔二氧化碳中各含多少摩尔的原子? 各为多少克? 各含多少个分子?

(2) 1 个磷酸分子及 1 个二氧化碳分子的质量各为多少克?

(3) 1 克磷酸是几摩尔? 其中含多少个磷酸分子? 含多少个氧原子? 含多少摩尔氢原子?

4. (1) 多少摩尔的硝酸钠、硝酸钙及硝酸铝中各含 0.5 摩尔硝酸根离子?

(2) 几克氢氧化钠或氢氧化钙中各含 0.10 摩尔的氢氧根离子?

5. (1) 几克三氧化硫中的分子数与 0.50 摩尔氢气所含的分子数相同?

(2) 几克硫酸所含的分子数与 68.4 克氢氧化钡所含的离子数相同?

(3) 几克氮所含的原子数与 160 克氦所含的原子数相同?

(4) 几克碳酸所含的原子总数与 11.2 克甲烷所含的原子数相同?

6. (1) 20°C 时银、金、铜的密度分别是 10.5 克/厘米^3 、 19.3 克/厘米^3 、 8.9 克/厘米^3 。现有银、金、铜各 1 千克, 它们的体积各为多少? 摩尔数各为多少?

(2) 假设铜由一个个呈小立方体的铜原子构成, 求每个小立方体的铜原子的体积及 1 摩尔铜的体积。

7. 许多国家兑换用的金币中含金和铜的质量各为 50%，银币中银的质量占 90%，铜占 10%。在这些钱币中，如银币中含 1 摩尔银，金币中含 1 摩尔金，问银币和金币中各含多少克铜？

8. 20°C 时，硫酸铜晶体 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的密度是 2.284 克/厘米³。问：1 摩尔硫酸铜晶体的体积为多少？

9. 多少摩尔铝与足量硫酸反应后，可产生 0.40 摩尔的氢气？生成多少克硫酸铝？在生成的硫酸铝中，含多少摩尔的铝原子、硫原子、氧原子？

10. 加热分解 7.35 克氯酸钾，所产生的氧气与多少摩尔的高锰酸钾分解产生的氧气量相同？

11. 填空

(1) 相同质量的氢、氧、一氧化碳的分子数比为_____。

(2) 具有 1.20×10^{23} 个分子的水、氯、氨的质量分别为_____。

(3) _____克氢氧化钾溶在 100 克水中，才能使每 100 个水分子中溶有 2 个 K^+ 。

(4) 1 摩尔 Cl^- 中有_____摩尔电子，_____个质子。

(5) 24.5 克氯酸钾、9.8 克硫酸、4 克氢氧化钠中含氧原子数最多的是_____。

12. 某 1 价金属 1.56 克与足量浓盐酸反应后，产生氢气 0.02 摩尔。它是何种金属？

提示 先写出化学方程式，然后根据金属与氢气量的关系求出金属元素的原子量，便可推知是什么金属。

13. 分子式为 $\text{H}_n\text{RO}_{n+2}$ 、 $\text{H}_n\text{R}'\text{O}_{n'+1}$ 的两种含氧酸，它们的分子量为 M 及 M' 。R 及 R' 为非金属元素，求 R 及 R' 元

素的化合价。这两种含氧酸分别与一定量的苛性钠溶液中和时，所消耗的两种酸的摩尔数的比值及质量比各是多少？

提示 根据含氧酸与苛性钠反应的化学方程式，计算它们消耗的摩尔数比。

14. 某合金中锡质量占 70%、铅占 30%，求合金中锡与铅的摩尔数之比。

15. 甲、乙、丙三种活泼金属各 1 摩尔与足量酸反应，产生氢气的摩尔数之比为 1:2:3。已知甲金属 1 摩尔与酸反应，产生 0.5 摩尔氢气，求三种金属的化合价。

16. (1) 某无色、无嗅的气体，通入足量的石灰水后，产生白色沉淀；该沉淀与盐酸反应，产生无色、无嗅、不能助燃的气体；该气体与足量氢氧化钠溶液反应，可得到浓度为 20% 的碳酸钠溶液 53 克。问：这是什么气体？与氢氧化钠溶液反应时，消耗几摩尔该气体？

(2) 一种化合物的 0.120 摩尔样品质量为 5.64 克，计算这种化合物的分子量。

(3) 一粒药片含阿司匹灵($C_8H_9O_4$) 64.8 毫克，在 5 粒药片中，含多少摩尔的阿司匹灵？

二、气体摩尔体积

在化学反应中，计量气体常用体积表示，因为测定气体的体积比称量它的质量更方便，为此必须研究气体的质量和体积的关系。

一定量的气体的体积与它所处的温度、压强等外界条件有关。温度越高，一定量气体的体积越大；压强越大，体积越小。因此，要比较一定量气体的体积大小，必须在同温、同压

的条件下进行。通常采用的条件是 0°C 、1 大气压，这种条件叫做标准状况。

经过大量的实验测定和计算，证明在标准状况下，1 摩尔的任何气体所占的体积都是一样的，为 22.4 升。这个体积叫做气体的摩尔体积，其单位是升/摩尔。

在标准状况下，一定量气体的体积 V ，可按下列式计算：

$$V(\text{升}) = \frac{\text{气体的质量(克)}}{\text{气体的摩尔质量(克/摩尔)}} \times 22.4(\text{升/摩尔})$$

注意：气体的摩尔体积也适用于混和气体，混和气体的摩尔质量在数值上等于混和气体的平均分子量。

混和气体的平均分子量，是根据各组分气体摩尔百分含量和摩尔质量计算出来的平均值。

根据阿佛加德罗定律，同温、同压下，同体积的气体含有相同的分子数，摩尔数自然也相同(五同)。如果同温、同压下，同体积的两种气体质量分别为 W_1 克、 W_2 克(各含 n 摩尔)，其分子量分别为 M_1 、 M_2 ，密度分别为 d_1 、 d_2 (克/升)，则有下列关系：

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\frac{W_1}{V}}{\frac{W_2}{V}} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{n M_1}{n M_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

$\frac{d_1}{d_2}$ 即为气体 1 对气体 2 的相对密度，若已知一种气体的分子量，则可由相对密度求出另一种气体的分子量。

由于空气的平均分子量为 29，所以凡是分子量大于 29 的气体的密度，必然大于同温、同压下的空气的密度。

【例 7】 1.32 克干冰完全气化时，在标准状况下得到二氧化碳的体积为多少？

【解】 $\because$ CO_2 的分子量为 44, $\therefore$ CO_2 的摩尔质量为 44 克/摩尔

$$1.32 \text{ 克 } \text{CO}_2 \text{ 的摩尔数} = \frac{1.32}{44} = 0.03 (\text{摩尔})$$

0.03 摩尔 CO_2 的体积 $= 0.03 \times 22.4 = 0.672$ (升) 即 672 毫升

答: 1.32 克干冰气化后, 在标准状况下得 672 毫升的二氧化碳。

辅导 这类习题也可以根据气体的质量和体积的关系式来解。

$$\begin{array}{ccc} \text{气体的质量} & \text{---} & \text{体积} \\ 44 \text{ 克} & & 22.4 \text{ 升} \\ 1.32 \text{ 克} & & x \text{ 升} \\ x = \frac{22.4 \times 1.32}{44} = 0.672 (\text{升}) & \text{即} & 672 \text{ 毫升} \end{array}$$

【例 8】 在标准状况下, 在一个容积为 600 毫升的密闭容器中充满一氧化碳、甲烷和氧气的混和气体(三种气体的体积比为 2:1:3), 点火, 混和气体即燃烧爆炸, 恢复到 0°C 时容器的压强为反应前的百分之几?

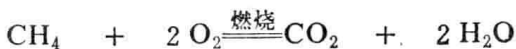
【解】 一氧化碳气体体积 $= 600 \times \frac{2}{2+1+3} = 200$ (毫升)

$$\text{甲烷的体积} = 600 \times \frac{1}{6} = 100 (\text{毫升})$$

$$\text{氧气的体积} = 600 \times \frac{3}{6} = 300 (\text{毫升})$$

根据同温、同压下, 气体的体积比 = 摩尔数比

$$\begin{array}{ccccc} 2 \text{ CO} & + & \text{O}_2 & \xrightarrow{\text{燃烧}} & 2 \text{ CO}_2 \\ \text{体积比} & & 2 & & 1 & & 2 \\ \text{体积} & & 200 & & 100 & & 200 \\ (\text{毫升}) & & & & & & \end{array}$$



体积比	1	2	1
体积	100	200	100

(毫升)

反应后生成二氧化碳体积 = $200 + 100 = 300$ (毫升)

反应前气体体积为 600 毫升

$\therefore$ 反应后与反应前气体摩尔数比 = $300:600 = 1:2$

实际上反应容器固定, 即在同温同容时, 气体的压强与气体的摩尔数比相等。因此反应后气体压强为反应前压强的 50%。

答: 反应后气体压强为反应前的 50%。

【例 9】 空气中各气体体积的百分含量如下: 氧占 21%、氮占 78%、氩占 1%(近似), 求空气的平均分子量。

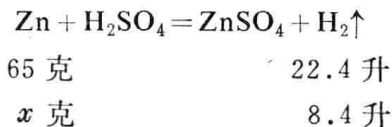
【解】 空气的平均分子量为:

$$32 \times 21\% + 28 \times 78\% + 40 \times 1\% \approx 29$$

答: 空气的平均分子量为 29。

【例 10】 在标准状况下, 用锌与足量稀硫酸反应, 制取 8.4 升氢气, 需要多少克锌?

【解】 设制取 8.4 升氢气需 x 克锌

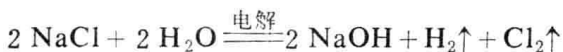


$$\frac{65}{x} = \frac{22.4}{8.4}$$

$$x = \frac{65 \times 8.4}{22.4} = 24.4 \text{ (克)}$$

答：需要 24.4 克锌。

【例 11】工业上用电解食盐水的方法制取氢氧化钠、氯气和氢气。化学方程式如下：



使用 20℃时的饱和食盐水 2216 千克，可得 40%的氢氧化钠溶液多少千克？在标准状况下，可制得氢气和氯气各多少升？（20℃时食盐的溶解度是 35.9 克）

分析 溶液中参加反应的是溶质，所以首先计算 2216 千克饱和食盐水中氯化钠的质量。

$$\begin{aligned}\text{【解】 饱和食盐水的百分比浓度} &= \frac{35.9}{100 + 35.9} \times 100\% \\ &= 26.4\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{则 2216 千克食盐水中含氯化钠的质量} &= 2216 \times 26.4\% \\ &= 585 (\text{千克})\end{aligned}$$

$$585 \text{ 千克氯化钠的摩尔数} = \frac{585000}{58.5} = 10000 \text{ (摩尔)}$$

$$\text{氢氧化钠的质量} = 40 \times 10000 = 400000 (\text{克}) \text{ 即 } 400 \text{ 千克}$$

$$40\% \text{ 氢氧化钠溶液的质量} = 400 \div 40\% = 1000 (\text{千克})$$

$$\text{氯气和氢气的摩尔数分别} = 10000 \times \frac{1}{2} = 5000 (\text{摩尔})$$

$$\therefore \text{氯气和氢气的体积分别} = 22.4 \times 5000 = 112000 \text{ (升)}$$

答：制得 40%的氢氧化钠溶液 1000 千克，氯气和氢气各 112000 升。

【例 12】标准状况下，氢气和氯气的混和气体 45 毫升经加热爆炸后，产生的氯化氢气体溶于水，得到浓度为 3% 的盐酸 2.17 克。求原来混和气体中氢气和氯气的体积百分