

高級中學課本

化 學

HUAXUE

第三冊（上）

（試用本）

浙江省中小學教材編輯委員會編

浙 江 人 民 出 版 社

目 录

第十六章 阿佛加德罗定律和它在化学上的应用	1
第一节 阿佛加德罗定律	1
第二节 气态物质分子量的测定	3
第三节 求气态物质分子式的方法	6
第四节 在非标准状况下求气态反应物和气态生成物的 体积	10
第十七章 有机化合物总論	13
第十八章 鏈烴	20
第一节 飽和鏈烴: 甲烷、烷烴、烴基、化学結構学說、同 分异构現象	20
第二节 不飽和鏈烴——烯烴与炔烴: 乙烯和乙炔的分 子結構、乙烯和乙炔的性質、聚氯乙烯、聚乙烯、 乙烯和乙炔的制取与用途、乙烯和乙炔的同系 物、二烯烴、不飽和鏈烴的通性	89
第三节 橡胶: 天然橡胶、合成橡胶	56
第四节 石油: 自然界中的石油和石油的开采、石油的成 分、石油的分餾、石油的裂化、人造石油、我国的 石油工业	64
第十九章 鏈烴的衍生物	79
第一节 醇和醚: 乙醇、醇类、甲醇、丙三醇、乙醚	79
第二节 醛和酮: 甲醛、丙酮、醛和酮的通性	88

第三节	羧酸: 乙酸、飽和脂肪酸和不飽和脂肪酸·····	94
第四节	酯和油脂: 酯的制法及結構、酯的性質、无机酸酯、油脂的成分、油脂的提取和精練、干性油、半干性油和不干性油、油脂的工业加工、油脂的营养价值·····	105
第二十章	碳水化合物·····	119
第一节	葡萄糖·····	119
第二节	蔗糖 麦芽糖 乳糖·····	121
第三节	淀粉: 淀粉的形成和性質、淀粉的制备和用途···	124
第四节	纖維素——纖維素的性質和用途: 纖維素水解工业、纖維素造紙、纖維素制造人造絲、纖維素制造炸藥与塑胶·····	134
实验:	1. 气体分子量的測定·····	142
	2. 有机化合物的元素定性分析·····	144
	3. 乙烯和乙炔的制取及它們的性質·····	146
	4. 石油的分餾·····	147
	5. 乙醇·····	149
	6. 羧酸、酯·····	150
	7. 油脂·····	151
	8. 碳水化合物·····	152

第十六章 阿佛加德罗定律和 它在化学上的应用

我們已經学习了无机物。在开始学习有机物以前，讓我們来学习一个重要的化学定律——阿佛加德罗定律。利用这个定律可以测定气态物質的分子量，因而也就为测定分子式准备了条件；同时，也可以用来解释化学反应里气态物質（包括反应物和生成物）的体积問題。这些知識对于进一步学习化学是很必要的。

第一节 阿佛加德罗定律

我們在学习高一化学的时候，已經知道，在标准状况下，1克分子的任何气体所占的体积都是22.4升，气体的这个体积，就叫做气体克分子体积；我們又知道，1克分子的任何物質都含有相同数目的分子，也就是 6.02×10^{23} 个分子。由此可見，在标准状况下，体积为22.4升的任何气体，都含有相同数目的分子。同时，还可以推出下面这样一个結論：在标准状况下，相同体积的任何气体，都含有相同数目的分子。

可是，在非标准状况下，在相同的其他温度和压力的条件下，相同体积的任何气体是否也含有同数的分子呢？为了回答这个問題，讓我們来作这样的研究。

在物理課里，我們已学习过玻意耳-馬略特定律、盖·呂薩克定

律和理想气体的气态方程 $\left(\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}\right)$, 知道任何气体的体积, 都随着压力、温度的改变依同一规律而变化。因此, 在标准状况下的同体积的任何气体, 在温度和压力发生同样的变化时, 必然仍占有相同的体积。由此, 我们可以对于气体体积跟它所含分子数的关系作出更一般性的结论:

在同温度同压力下, 同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

这个结论最初是由意大利化学家阿佛加德罗在 1811 年作为一个假说而提出来的, 后来经过许多实验的验证, 证明它是正确的。结果, 这个假说得到了科学界的普遍承认而成为一个定律。现在这个定律就叫做阿佛加德罗定律。

阿佛加德罗定律不适用于固态物质和液态物质。因为我们知道, 1 克分子的固态物质或液态物质虽然含有同数的分子, 但是它们所占的体积不同。例如, 1 克分子水的体积是 18 毫升, 1 克分子硫酸的体积是 53 毫升。

为什么阿佛加德罗定律只适用于气态物质呢?

气态物质分子相互间有比较大的距离, 它们间的距离比起分子本身的直径来, 要大很多倍, 因而气态物质的体积主要决定于它的分子间的平均距离。而在同温同压下, 一切气态物质分子间的平均距离几乎都是一样的, 所以同体积的不同气态物质含有同数的分子。至于固态或液态物质里, 分子间相互间的距离很小, 因而固态物质或液态物质的体积, 不但决定于它们的分子相互间的距离, 而且决定于分子本身的大小。不同的固态或液态物质的分子大小不同。所以, 即使在相同条件下, 同体积的固态物质或液态物质里所含的分子数仍是不同的。

习 题

1. 用阿佛加德罗定律解釋:在同溫同压下, 1 体积氮气可以跟 3 体积氢气完全化合生成 2 体积氨。

2. 在溫度等于 20°C 、压力等于 720 毫米的时候, 拿 16 克氧气和 4 克氢气来比較, 哪一种气体的体积大?

第二节 气态物质分子量的測定

单质或化合物的分子量, 在过去学习計算过程中, 常常是根据分子式来求得的, 但在实际科学研究中, 分子式必須先知道分子量才能确定, 因此我們必須学会測定分子量的方法。測定在加热时要分解的固态与液态物质的分子量的方法比較复杂, 在中学里暫不加以研究。至于气态物质或在加热时不分解而能轉变为气态物质的任何物质的分子量, 則可根据以下的几种方法測定出来:

1. 根据气体 1 升之重求分子量

假設 1 克分子某种气体的重量等于 M , 它在标准状况下 1 升之重等于 d , 那末根据气体克分子体积的概念可以得出下列式子:

$$d = \frac{M}{22.4} \quad \text{或} \quad M = 22.4d$$

由上式可知, 如果已知某种气体 1 升的重量, 就可以得出 1 克分子这种气体的重量, 而这个重量(以克为单位)的数值是跟这种气体的分子量相同的。也就是說, 运用上式可以求出某种气体的分子量。

例題 1. 已知 1 升氮气在标准状况下重 1.25 克, 求氮气的分子量。

$$d = 1.25 \text{ 克/升}$$

$$M = 1.25 \times 22.4 = 28 \text{ (克)}$$

因为 1 克分子氮气的重量等于 28 克, 所以氮气的分子量等于 28 氧单位。

例题 2. 已知 400 毫升的某种气体, 在标准状况下, 重 1.143 克, 求这种气体的分子量。

$$d = \frac{1.143 \times 1000}{400} = 2.858 \text{ 克/升}$$

$$M = 2.858 \times 22.4 = 64.019 \text{ (克)}$$

因为 1 克分子的这种气体的重量等于 64.019 克, 所以这种气体的分子量等于 64.019 氧单位。

2. 根据气态物质的相对密度求分子量

设 W_A 和 W_B 分别表示在相同状况下, 同体积的 A 和 B 两种气态物质的重量; M_A 和 M_B 分别表示 A 和 B 两种气态物质的分子量; N_A 和 N_B 分别表示 A 和 B 两种气态物质的分子数。气态物质的重量决定于物质的分子量和它所占体积中所含的分子数,

$$\text{即} \quad W_A = M_A \times N_A \quad W_B = M_B \times N_B$$

$$\text{则} \quad \frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A \times N_A}{M_B \times N_B}$$

根据阿佛加德罗定律, 在相同状况下, 同体积的任何气体都含有相同数目的分子。因此在上面的式子里, N_A 就等于 N_B , 这两个数值可以相消。因此

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A}{M_B}$$

$\frac{W_A}{W_B}$ 就是气态物质 A 对气态物质 B 的相对密度。

例题 1. 已知气体 A 对氢气的相对密度是 31.8, 求气态 A 的分子量。

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A}{2.016} = 31.8$$

$$M_A = 2.016 \times 31.8 = 64.06 \text{ (氧单位)}$$

在实际应用里，常常需要根据某气态物质对空气的相对密度来测定它的分子量。空气是好多种气体的混和物，所以空气不可能有什么分子量。可是我們知道，空气的主要成分和它们的組成是基本上不变的，因此可以算出空气的平均分子量。根据計算的結果，知道空气的平均分子量是 29 氧单位。所以，知道了某气态物质对空气的相对密度，就可以求出它的分子量。

例题 2. 已知气体 A 对空气的相对密度是 1.52，求气体 A 的分子量。

$$\frac{W_A}{W_{\text{空气}}} = \frac{M_A}{29} = 1.52;$$

$$M_A = 29 \times 1.52 = 44 \text{ (氧单位)}$$

例题 3. 某一体积的氯气重 1.5805 克；在相同状况下，同体积的氢气重 0.0449 克。求氯气的分子量。

$$\frac{W_{\text{Cl}_2}}{W_{\text{H}_2}} = \frac{M_{\text{Cl}_2}}{2.016} = \frac{1.5805}{0.0449} = 35.2$$

$$M_{\text{Cl}_2} = 2.016 \times 35.2 = 70.96 \text{ (氧单位)}$$

习 題

1. 235 毫升的某种气体在标准状况下重 0.406 克，这种气体的分子量是多少？
2. 在标准状况下，5 克氮气、5 克氨和 5 克一氧化碳各占多大体积？
3. 計算下面的气体对氢气的相对密度：
 - (1) 氧气； (2) 氯化氢； (3) 一氧化碳。
4. 空气的近似的体积組成如下：氮气 78%，氧气 21%，氩气 1%。求空

气的平均分子量的近似值。

5. 氦气和氮气对空气的相对密度各是多少？

第三节 求气态物质分子式的方法

1. 求单质的分子式

例题 1. 在标准状况下，测得氮气 1 升之重是 1.25 克，求氮气的分子式。

既然在标准状况下每升氮气重 1.25 克，那末 1 克分子氮气的重量 $M = 1.25 \times 22.4 = 28$ (克)，也就是说，氮气的分子量等于 28 氧单位。

氮气是单质，氮气分子仅由氮原子构成。已知氮气分子量等于 28 氧单位，而氮的原子量是 14 氧单位，所以氮气分子是由两个氮原子组成的，也就是说，氮气的分子式是 N_2 。

例题 2. 在标准状况下，测得氦气 1 升之重是 0.179 克，求氦气的分子式？

1 克分子氦气的重量 $M = 0.179 \times 22.4 = 4.0096$ (克)，所以氦气的分子量等于 4.0096 氧单位。因为氦的原子量也是 4.003 氧单位，原子量就是它的分子量，所以它的分子式是 He (分子量数值不完全一致，是由于测量气体重量的实验中的误差所造成)。

2. 求化合物的分子式

例题 1. 用实验测得，在乙烯里，含碳 85.71%；含氢 14.29%。又知道，在标准状况下，1 升乙烯重 1.25 克。求乙烯的分子式。

设乙烯分子中碳原子的数目用 x 表示，氢原子数目用 y 表示，则乙烯的分子式可以写成 C_xH_y 。

乙烯分子中碳的重量等于碳的原子量乘原子数，即 $12x$ ；氢的重量等于 $1y$ 。

碳重量与氢重量之比是 $12x:1y$ 。由题目中所给的条件得出这个比应当等于 $85.71:14.29$ 。

因此 $12x:1y=85.71:14.29$

或 $x:y=\frac{85.71}{12}:\frac{14.29}{1}$

$$x:y=7.14:14.29$$

$$x:y=1:2$$

可见在乙烯分子里,每有一个碳原子,必有一个氢原子。因此它的最简式应该是 CH_2 。

知道了乙烯的最简式,还不能确定乙烯的分子里碳和氢究竟各有几个原子。因此可能有 1 个碳原子和 2 个氢原子,也可能有 2 个碳原子和 4 个氢原子,或者 n 个碳原子和 $2n$ 个氢原子。因此必须知道了乙烯的分子量才能确定分子式。

1 克分子乙烯的重量 $M=1.25 \times 22.4=28$ (克),所以乙烯的分子量等于 28 氧单位。

组成上述最简式 CH_2 各元素的原子量之和等于 14 氧单位。而 $28 \div 14=2$; 所以乙烯的分子式应是 C_2H_4 。

这个题目也可以用另一种方法来解答,即可先从计算分子量开始。

从第一种解法中知乙烯的分子量为 28 氧单位,每一个乙烯分子里:

$$\text{碳元素的重量是 } 28 \times \frac{85.71}{100} = 24.1 \text{ (氧单位),}$$

$$\text{氢元素的重量是 } 28 \times \frac{14.29}{100} = 4 \text{ (氧单位),}$$

$$\text{每一个乙烯分子里碳原子的数目是 } \frac{24.1}{12} \approx 2,$$

氫原子的數目是 $\frac{4}{1.008} \approx 4$ 。

因此，乙烯的分子式是 C_2H_4 。

例題 2. 燃燒 1.68 克某種烴時，生成 5.28 克二氧化碳和 2.16 克水，一升這種烴的蒸氣在標準狀況下重 3.75 克，求這種烴的分子式。

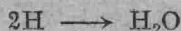
先算出這種烴 1.68 克中碳與氫的含量：



12 克碳生成 44 克二氧化碳；

x 克碳生成 5.28 克二氧化碳；

$$\text{則} \quad \frac{12}{x} = \frac{44}{5.28}; \quad x = \frac{5.28 \times 12}{44} = 1.44 \text{ 克 (C)}$$



2 克氫生成 18 克水；

x 克氫生成 2.16 克水；

$$\text{則} \quad \frac{2}{x} = \frac{18}{2.16}; \quad x = \frac{2.16 \times 2}{18} = 0.24 \text{ 克 (H)}$$

所以在 1.68 克這種烴中含 1.44 克碳和 0.24 克氫。

這種烴的分子式假定為 C_xH_y 。

$$\text{則} \quad 12x:1y=1.44:0.24$$

$$x:y = \frac{1.44}{12} : \frac{0.24}{1}$$

$$x:y = 0.12:0.24 = 1:2$$

所以這種烴的最簡式為 CH_2 ；

CH_2 中各元素的原子量之和為 14；

這種烴 1 克分子量 $M = 3.75 \times 22.4 = 84$ (克)。

这种烃的分子量为 84 氧单位。

$$\frac{84}{14} = 6$$

这种烃的分子量为 CH_2 的原子量之和的 6 倍, 所以它的分子式为 C_6H_{12} 。

通过以上几个例题, 我們知道求气态物质分子式可以采用二种不同的方法。

第一种方法是: 根据物质分子里组成元素的重量或重量百分数, 先求出最简式, 按照求分子量的方法得出该物质的分子量, 然后根据最简式中, 各元素的原子量之和除分子量, 再将除得的商乘最简式, 就可求出分子式。

第二种方法是: (1) 按照求分子量的方法, 先求出该物质的分子量; (2) 用物质分子里各组成元素的重量百分数乘分子量, 以得出各组成元素在该物质中的原子量总数; (3) 将各组成元素的原子量分别去除各组成元素在该物质中的原子量总数, 除得的各个商, 即是各组成元素在该物质中的原子个数; (4) 根据各组成元素在该物质中的原子个数, 就可写出该物质的分子式。

习 题

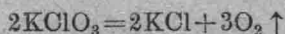
1. 在一种磷和氢的化合物里, 含磷 94%, 含氢 6%, 它的分子量是 66, 求这种物质的分子式。
2. 在标准状况下, 使体积为 5.6 升的某种含碳和氢的气态化合物在氧气里充分燃烧, 生成 22 克 CO_2 和 9 克 H_2O , 求这种化合物的分子式。
3. 某化合物含 C 40%、H 6.67%、O 53.33%, 它的分子量是 60, 求它的分子式。
4. 某元素 E 有多种氧化物, 其中含氧 53.33% 的氧化物的分子式是 EO , 求含氧 63.16% 的氧化物的分子式(已知它的分子量是 76)。

第四节 在非标准状况下求气态反应物和气态生成物的体积

在我们学习高一化学的时候，已经学会应用气体克分子体积概念，来计算在标准状况下气态反应物或气态生成物的体积。但是在实际上，化学反应并不是在标准状况下，而是在非标准状况下进行的。这样我们就必须学会在非标准状况下进行反应时，气态反应物或生成物的体积如何计算的问题。运用物理学中学过的理想气体的气态方程，我们就可以计算以上所提示的一类问题。

例题 1. 当压力等于 750 毫米水银柱，温度等于 27°C 的时候，4.9 克氯酸钾完全分解，可以生成多少升氧气？

先计算，在标准状况下，4.9 克氯酸钾分解时所生成氧气的体积。



$$2GM = 2 \times 122.5 \text{ 克} = 245 \text{ 克}$$

$$3GMV_0 = 3 \times 22.4 \text{ 升} = 67.2 \text{ 升}$$

列成比例 $245 \text{ 克} : 4.9 \text{ 克} = 67.2 \text{ 升} : x \text{ 升}$

$$x = \frac{4.9 \times 67.2}{245} = 1.34 \text{ (升)}$$

加热 4.9 克氯酸钾在标准状况下能生成 1.34 升氧气。当压力等于 750 毫米，温度等于 27°C 的时候，生成氧气的体积是多少呢？可以运用气态方程来计算：

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\frac{760 \times 1.34}{273} = \frac{750 V_2}{273 + 27}$$

$$V_2 = \frac{760 \times 1.34 \times 300}{273 \times 750} = 1.49 \text{ 升}$$

在压力等于 750 毫米、温度等于 27°C 的时候，分解 4.9 克氯酸钾应生成 1.49 升氧气。

例题 2. 当压力等于 740 毫米、温度等于 17°C 的时候，用锌和稀硫酸来制备氢气。求制备 10 升氢气需锌粒多少克？

先计算在压力等于 740 毫米、温度等于 17°C 情况下的 10 升氢气，当外部条件转变为标准状况时，它的体积是多少。

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{740 \times 10}{273 + 17} = \frac{760 V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{740 \times 10 \times 273}{290 \times 760} = 9.17 \text{ 升}$$

再计算在标准状况时生成 9.17 升氢气需锌粒多少。



$$GA = 65 \text{ 克}$$

$$GMV_0 = 22.4 \text{ 升}$$

列成比例 22.4 升 : 9.17 升 = 65 克 : x 克

$$x = \frac{9.17 \times 65}{22.4} = 26.6 \text{ 克}$$

取制 10 升氢气(压力 740 毫米，温度 17°C) 需要 26.6 克锌。

习 题

1. 为了制取 20 升氯化氢(压力 740 毫米，温度 27°C)，需要几个克分子的氯化钠跟硫酸进行反应？

2. 在压力等于 750 毫米、温度等于 7°C 的情况下，合成 90 克水需要氢气和氧气各多少升？

3. 现有 0.5 克分子浓度的硫酸铜溶液 500 毫升，至少需通入多少毫升

硫化氢 (1 大气压、 20°C)，才能使铜离子全部变成 CuS 沉淀？

4. 把 500 公斤氨全部氧化成一氧化氮，至少需要热空气 (1 大气压、 200°C) 多少升？

*

*

*

5. 在相同的温度和压力下，1 体积氢气跟 1 体积氯气能化合生成 2 体积氯化氢。根据这个事实，证明氢气和氯气的分子都由两个原子所组成。

6. 在温度等于 27°C 、压力为 1 大气压时，把 10 升氯化氢溶解在水里，生成溶液的体积为 500 毫升。所得盐酸的克分子浓度是多少？

7. 在标准状况下，一氧化碳和二氧化碳的混和物是 15 克，所占体积为 8.8 升。求这两种气体在混和前的重量和体积各是多少？

8. 燃烧 1.3 克某种碳和氢的气态化合物，生成了 4.4 克的二氧化碳和 0.9 克的水。这物质对氢气的相对密度等于 39。求某物质的分子式。

9. 在稀硫酸里溶解 2.33 克铁和锌的混和物时，共得到 896 毫升的氢气 (在标准状况下)。混和物里含有铁和锌各多少克。

10. 在温度等于 27°C 、压力等于 750 毫米时，把氨通入硫酸溶液，生成 26.4 克硫酸铵。求通入了多少升氨？

第十七章 有机化合物总論

在各种元素中,碳元素具有与其它元素显著不同的性质,它能够生成多种多样的化合物。到目前为止,已知的含碳物质在100万种以上,而不含碳的一切其它物质却只有5万种左右。

碳是一切动植物的组成部分。我们的食物(粮食、油脂、肉类、蔬菜、食糖等);衣料(棉、麻、毛、丝、皮革等);各种燃料、纸张、染料、塑料和大多数的药剂、炸药等,都是含碳的化合物。

成分里含有碳的物质叫做有机化合物(简称有机物),成分里不含有碳的物质叫做无机物。专门研究有机物的化学叫做有机化学;专门研究无机物的化学叫做无机化学。但是有几种简单的含碳化合物,例如一氧化碳、二氧化碳、金属的碳化物(如 CaC_2)、某些非金属的碳化物(如 SiC)、碳酸和碳酸盐等等,它们在成分上、性质上跟无机物很类似,因此也往往把它们放在无机化学里研究。

在组成有机物的元素里,除了碳外还常含有氢、氧和氮。有些有机化合物还含有硫、卤素等。鉴定有机物中是否含有这些元素的方法如下:①

1. 碳和氢 有机物和氧化铜在试管内共热,则有机物中所含的碳就被氧化,成为二氧化碳,把这气体导入澄清的石灰水里,就产生白色沉淀:



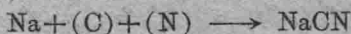
① 有机化合物元素定性分析的反应式中所列的(C)、(H)、(N)、(S)都是指含在有机化合物中的元素。



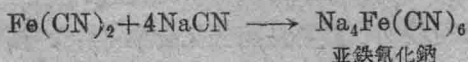
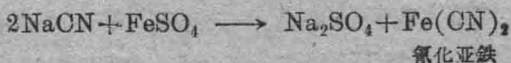
在这同一步驟里，所含的氫也被氧化成水，在試管的較冷部分，凝成水滴：



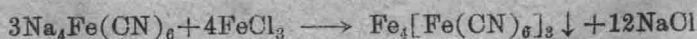
2. 氮 有机物和金属鈉共熔，如含有氮，則氮会和鈉、碳化合，生成氰化鈉：



把氰化鈉溶解在水里，加硫酸亞鐵溶液共热，就生成亞鐵氰化鈉溶液：



在亞鐵氰化鈉溶液中加酸使呈酸性，再加氯化鐵溶液，得普魯士藍沉淀：



3. 硫 含硫的有机物与鈉共燒后，硫就变为硫化鈉，把它溶解在水里再加醋酸鉛溶液，就产生硫化鉛的黑色沉淀：



4. 卤素 有机物和鈉共熔后，如有卤素存在，就变成卤素和鈉的化合物，可以把它溶解在水里，用硝酸酸化后，以硝酸銀溶液来鉴定它們的存在。

5. 氧 有机物中是否含有氧，目前尚沒有适当的簡便方法可以檢查，但可以采取这样的办法，即在元素定量分析后，把已測知各元素的百分总数由 100% 减去，如有剩余，就可知道这种有机物