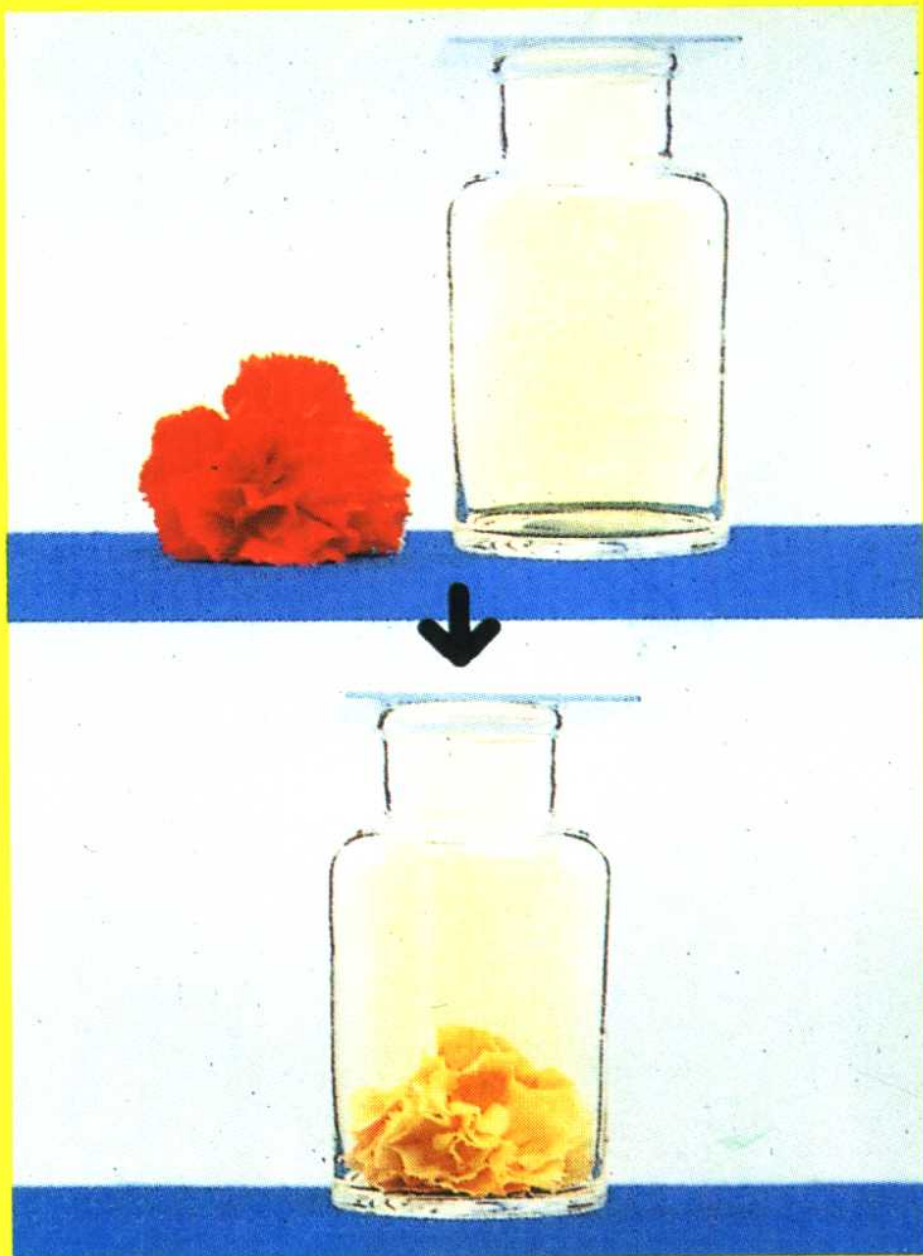


高中化学读本

● 第一册

人民教育出版社



高中化学读本

第一册

人民教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高中化学读本 第一册 / 人民教育出版社化学室编. —北京: 人民教育出版社, 1994

ISBN 7 - 107 - 02072 - 2

I. 高…

II. 人…

III. ①化学 - 高中 ②高中 - 化学

IV. G634.801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 00285 号

高中化学读本

第一册

人民教育出版社化学室 编

*

人民教育出版社出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京天宇星印刷厂印装 全国新华书店经销

1997年12月第2版 2006年8月第13次印刷

开本: 787毫米×1092毫米 1/32 印张: 11 插页: 2

字数: 212千字 印数: 792 001 ~ 795 000

定价: 7.30元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编: 100081)

说明《高中化学读本(第一册)》是在《高级中学课本化学(甲种本)》第一册和第二册第一、二、三章内容的基础上修订而成的,供爱好化学的高中学生在学化学必修课和选修课时参考。

参加原教材编写工作的是 许国培、程名荣、张健如、胡美玲、王存志和北京师范大学化学系的何少华,担任本次修订工作的是何少华,审阅者是武永兴、胡美玲,责任编辑是何少华。

人民教育出版社化学室

1997年12月

目 录

第一章 摩尔	1
第一节 摩尔	1
第二节 气体摩尔体积	7
第三节 物质的量浓度	14
第四节 反应热	21
内容提要	26
第二章 卤素	31
第一节 氯气	31
第二节 氯化氢和盐酸	40
第三节 氧化还原反应	45
第四节 卤族元素	51
内容提要	61
第三章 硫 硫酸	66
第一节 硫	66
第二节 硫的氢化物和氧化物	70
第三节 硫酸的工业制法——接触法	75
第四节 硫酸 硫酸盐	83
第五节 离子反应 离子方程式	89
第六节 氧族元素	95
内容提要	100

第四章	碱金属	106
第一节	钠	106
第二节	钠的化合物	110
第三节	碱金属元素	114
	内容提要	121
第五章	原子结构 元素周期律	126
第一节	原子核	126
第二节	核外电子的运动状态	131
第三节	原子核外电子的排布	140
第四节	元素周期律	149
第五节	元素周期表	156
第六节	元素周期律的发现和意义	169
	内容提要	172
第六章	化学键和分子结构	179
第一节	离子键	179
第二节	共价键	185
第三节	非极性分子和极性分子	196
第四节	分子间作用力	202
第五节	氢键	206
	内容提要	209
第七章	氮族	214
第一节	氮族元素	214
第二节	氮气	217

第三节	氨 铵盐	222
第四节	硝酸的工业制法	230
第五节	硝酸 硝酸盐	233
第六节	氧化还原反应方程式的配平	237
第七节	磷 磷酸 磷酸盐	240
	内容提要	246
第八章	化学反应速率和化学平衡	252
第一节	化学反应速率	252
第二节	化学平衡	264
第三节	影响化学平衡的条件	275
第四节	合成氨工业	283
	内容提要	290
学生实验	309
实验一	化学实验基本操作	309
实验二	配制一定物质的量浓度的溶液	313
实验三	重结晶法提纯硫酸铜 测定硫酸铜晶体 里结晶水的含量	314
实验四	氯、溴、碘的性质	316
实验五	硫酸的性质 硫酸根离子的检验	318
实验六	实验习题	321
实验七	碱金属及其化合物的性质	321
实验八	同周期、同主族元素性质的递变	325
实验九	实验习题	327
实验十	氨的制备和性质 铵离子的检验	328

实验十一	硝酸和硝酸盐的性质	330
实验十二	化学反应速率 化学平衡	332
实验十三	实验习题	335
选做实验	阿伏加德罗常数的测定	336
附录 I	相对原子质量表	340
附录 II	酸、碱和盐的溶解性表(20 °C)	341
附录 III	元素周期表	

第一章 摩 尔

摩尔是国际单位制的一种基本单位,它是物质的量的单位。摩尔广泛地应用于科学研究、工农业生产等方面。在中学化学里,摩尔应用于计算微粒的数量、物质的质量、气体的体积、溶液的浓度、反应过程的热量变化等等。

我们要重视摩尔的学习,了解摩尔的意义,学会使用摩尔这个基本单位的方法,并在以后各章的学习里不断应用。

第一节 摩 尔

一、摩尔

我们在初中化学里,学习过原子、分子、离子等构成物质的微粒,知道单个这样的微粒是肉眼看不见的,也是难于称量的。但是,在实验室里取用的物质,不论是单质还是化合物,应是看得见的、可以称量的。生产上,物质的用量当然更大,常以吨计。物质之间的反应,既是按照一定个数、肉眼看不见的原子、分子或离子来进行,而实践上又是以可称量的物质进行反应。所以,很需要把微粒跟可称量的物质联系起来。

怎样联系起来呢?就是要建立一种物质的量的基本单

位,这个单位是含有相同数目的原子、分子、离子等等的集体。科学上,已经建立把微粒跟微粒集体联系起来的单位。那么,采取多大的集体作为物质的量的单位呢?

近年来,科学上应用 12 g 碳-12(或 0.012 kg 碳-12)来衡量碳原子集体。碳-12 就是原子核里有 6 个质子和 6 个中子的碳原子。根据实验测定,12 g 碳-12 含有的原子数就是阿伏加德罗^① 常数。阿伏加德罗常数经过实验已测得比较精确的数值。在这里,采用 6.02×10^{23} 这个非常近似的数值。

摩尔是表示物质的量的单位,每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个微粒。摩尔简称摩,符号 mol。例如:

1 mol 的碳原子含有 6.02×10^{23} 个碳原子,

1 mol 的氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子,

1 mol 的氧分子含有 6.02×10^{23} 个氧分子,

1 mol 的水分子含有 6.02×10^{23} 个水分子,

1 mol 的二氧化碳分子含有 6.02×10^{23} 个二氧化碳分子,

1 mol 的氢离子含有 6.02×10^{23} 个氢离子,

1 mol 的氢氧根离子含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子。

阿伏加德罗常数是很大的数值,但摩尔作为物质的量的单位应用极为方便。因为实验测得 1 mol 碳-12 的质量是 12 g,即含有 6.02×10^{23} 个碳原子的质量。由此我们可以推算 1 mol 任何原子的质量。

^① 阿伏加德罗(Avogadro 1776—1856)是意大利物理学家。

一种元素的相对原子质量是以碳-12 的质量的 $1/12$ 作为标准,其他元素原子的质量跟它相比较所得的数值,如氧的相对原子质量是 16,氢的相对原子质量是 1,铁的相对原子质量是 55.85,等等。1 个碳原子的质量跟 1 个氧原子的质量之比是 $12 : 16$ 。1 mol 碳原子跟 1 mol 氧原子所含有的原子数相同,都是 6.02×10^{23} 。1 mol 碳原子是 12 g,那么 1 mol 氧原子就是 16 g。同理,1 mol 任何原子的质量就是以克为单位,数值上等于该种原子的相对原子质量。由此我们可以直接推知:

氢的相对原子质量是 1,1 mol 氢原子的质量是 1 g,
铁的相对原子质量是 55.85,1 mol 铁原子的质量是 55.85 g。

其次,我们用摩尔来衡量双原子分子或多原子分子构成的各种物质的时候,同样地可以推知,1 mol 任何分子的质量,就是以克为单位,数值上等于该种分子的式量。

氢气的式量是 2,1 mol 氢分子的质量是 2 g,
氧气的式量是 32,1 mol 氧分子的质量是 32 g,
二氧化碳的式量是 44,1 mol 二氧化碳分子的质量是 44 g,水的式量是 18,1 mol 水分子的质量是 18 g。

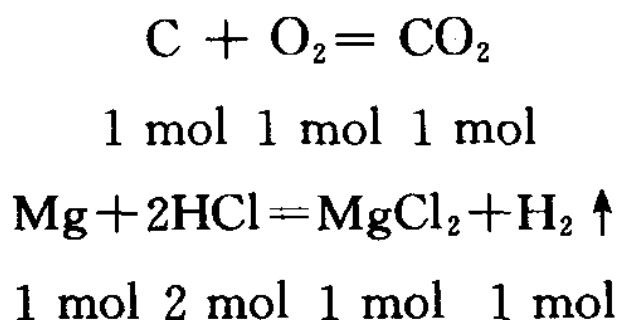
当摩尔应用于表示离子的时候,同样可以推知 1 mol 离子的质量。由于电子的质量过于微小,失去或得到的电子的质量可以略去不计。

1 mol H^+ 的质量是 1 g,
1 mol OH^- 的质量是 17 g,
1 mol Cl^- 的质量是 35.5 g。

对于离子化合物也可以同样推知,如 1 mol NaCl 的质量是 58.5 g。

总之,摩尔像一座桥梁把单个的、肉眼看不见的微粒跟很大数量的微粒集体、可称量的物质之间联系起来。

应用摩尔来衡量物质的量,在科学技术上带来了方便。如从化学反应中反应物和生成物之间的原子、分子等微粒的比值,可以直接知道它们之间物质的量之比。



二、关于摩尔质量的计算

1 mol 物质的质量通常也叫做该物质的**摩尔质量**,摩尔质量的单位是“克/摩”,符号 g/mol。物质的质量、摩尔质量和物质的量之间的关系可以用下式表示:

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

〔例题 1〕 90 g 水相当于多少摩水分子?

〔解〕 水的式量是 18,水的摩尔质量是 18 g/mol。

$$\frac{90\text{g}}{18\text{g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

答:90 g 水相当于 5 mol 水分子。

〔例题 2〕 2.5 mol 铜原子的质量是多少克?

〔解〕 铜的相对原子质量是 63.5,铜的摩尔质量是 63.5 g/mol。

2.5 mol 铜原子的质量 = $63.5 \text{ g/mol} \times 2.5 \text{ mol} = 158.8 \text{ g}$

答: 2.5 mol 铜原子的质量等于 158.8 g。

〔例题 3〕 4.9 g 硫酸里含有多少个硫酸分子?

〔解〕 硫酸的式量是 98, 硫酸的摩尔质量是 98 g/mol 。

$$\frac{4.9 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 0.05 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} 4.9 \text{ g 硫酸的分子数} &= 6.02 \times 10^{23} / \text{mol} \times 0.05 \text{ mol} \\ &= 3.01 \times 10^{22} \end{aligned}$$

答: 4.9 g 硫酸里含有 3.01×10^{22} 个硫酸分子。

习 题

1. 填空题:

(1) 含有相同分子数的一氧化碳和二氧化碳, 其质量比是_____, 摩尔质量比是_____, 物质的量比是_____, 所含氧原子个数比是_____, 碳原子个数比是_____。

(2) 与 2.3 g 二氧化氮所含原子数目相同的一氧化氮的质量是_____。

2. 选择题:

(1) 摩尔是表示()。

- A. 物质的质量单位 B. 物质的量
C. 物质的量的单位 D. 6.02×10^{23} 个微粒

(2) 下列关于摩尔质量的叙述正确的是()。

- A. 摩尔质量是 1 mol 物质的质量

B. 摩尔质量是物质式量的 6.02×10^{23} 倍

C. 二氧化硫的摩尔质量是 64

D. 摩尔质量的单位是摩

(3) 0.5 mol 氢分子含有()。

A. 0.5 个氢分子 B. 6.02×10^{23} 个氢原子

C. 3.01×10^{23} 个氢分子 D. 6.02×10^{23} 个氢分子

(4) 质量相同的下列物质中, 含分子数最多的是()。

A. O_2 B. NH_3

C. CO D. CH_4

3. 计算 1 mol 下列物质的质量。

(1) 氮、镁、氯、磷原子。

(2) HNO_3 、 NH_4NO_3 、 $C_{12}H_{22}O_{11}$ (蔗糖)。

4. 下列物质的量各等于多少摩。

(1) 1 kg 硫原子, 0.5 kg 铝原子, 0.25 kg 锌原子。

(2) 22 g 二氧化碳, 500 g 氯化钠, 1.5 kg 蔗糖。

5. 分别列出铝、铁、铅的摩尔质量。根据 $20^\circ C$ 时, 铝、铁、铅的密度分别是 2.70 g/cm^3 、 7.86 g/cm^3 、 11.3 g/cm^3 , 计算 1 mol 铝、铁、铅原子的体积。

6. 分解氯酸钾制氧气的时候, 制 0.6 mol O_2 需要多少摩的 $KClO_3$?

7. 跟含 4 g 氢氧化钠的溶液起反应使生成正盐, 需用下列物质各多少摩。

(1) HCl (2) HNO_3 (3) H_2SO_4

(4) H_3PO_4 (5) $HClO_3$

8. 硫酸铵、硝酸铵、磷酸氢二铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ 、尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 都可以作为氮肥。试计算：

(1) 1 mol 上述物质的质量各是多少克。

(2) 1 mol 上述物质里各含多少摩氮原子。

第二节 气体摩尔体积

一、气体摩尔体积

对于固态或液态的物质来说, 1 mol 各种物质的体积是不相同的。例如, 20 °C 时, 1 mol 铁原子的体积是 7.1 cm^3 , 1 mol 铝原子的体积是 10 cm^3 , 1 mol 铅原子的体积是 18.3 cm^3 (图 1-1); 1 mol 水分子的体积是 18.0 cm^3 , 1 mol 纯硫酸分子的体积是 54.1 cm^3 (图 1-2)。

1 mol 固态或液态的物质的体积为什么不同呢? 这因为对固态或液态的物质来说, 构成它们的微粒间的距离是很小的, 1 mol 物质的体积主要决定于原子、分子或离子的大小。构成不同物质的原子、分子或离子的大小是不同的, 所以它们 1 mol 的体积也就有所不同。

但是, 对气体来说, 情况就大不相同。

我们分别计算 1 mol 氢分子、氧分子和二氧化碳分子在标准状况^①时的体积。氢气的摩尔质量是 2.016 g/mol , 氧气的摩尔质量是 32.00 g/mol , 二氧化碳的摩尔质量是

^① 标准状况是指压强为 $101\,325 \text{ Pa}$ 和温度为 0 °C 的状况, 此压强通常可采用 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (或 101 kPa) 这个近似值。

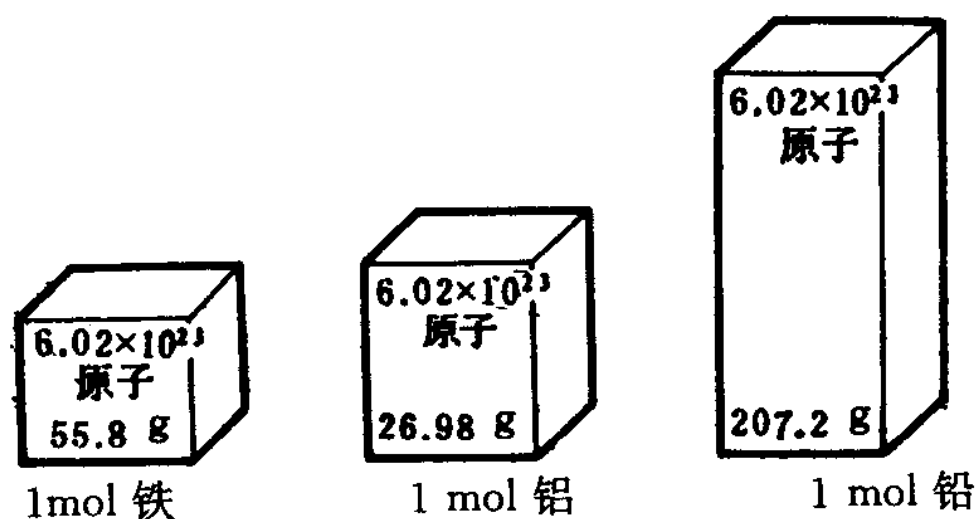


图 1-1 1 mol 的几种金属

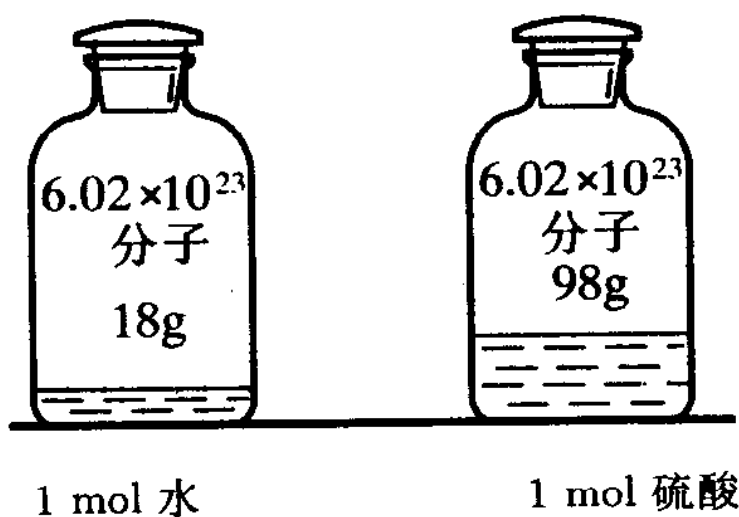


图 1-2 1 mol 的两种化合物

44.01 g/mol, 同时它们的密度分别是 0.0899 g/L、1.429 g/L 和 1.977 g/L。这样就可以算出上述气体在标准状况时所占的体积。

$$\text{氢气的摩尔体积} = \frac{2.016 \text{ g/mol}}{0.0899 \text{ g/L}} = 22.4 \text{ L/mol}$$

$$\text{氧气的摩尔体积} = \frac{32.00 \text{ g/mol}}{1.429 \text{ g/L}} = 22.4 \text{ L/mol}$$

$$\text{二氧化碳的摩尔体积} = \frac{44.01 \text{ g/mol}}{1.977 \text{ g/L}} = 22.3 \text{ L/mol}$$

从上面几个例子可以看出,在标准状况时,1 mol 三种气体的体积都约是 22.4 L。而且经过许多实验发现和证实,1 mol 的任何气体在标准状况下所占的体积都约是 22.4 L(图 1-3)。

在标准状况下,1 mol 的任何气体所占的体积都约是 22.4 L,这个体积叫做气体摩尔体积。

为什么 1 mol 的固体、液体的体积各不相同,而 1 mol 气体在标准状况时所占的体积都相同呢? 这要从气态物质的结构去找原因。气体的分子在较大的空间里迅速地运动着(图 1-4)。在通常情况下气态物质的体积要比它在液态或固态时大 1 000 倍左右,这是因为气体分子间有着较大

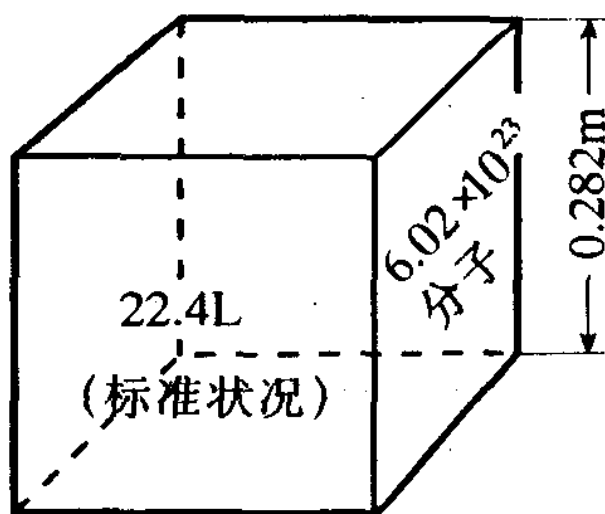


图 1-3 气体摩尔体积

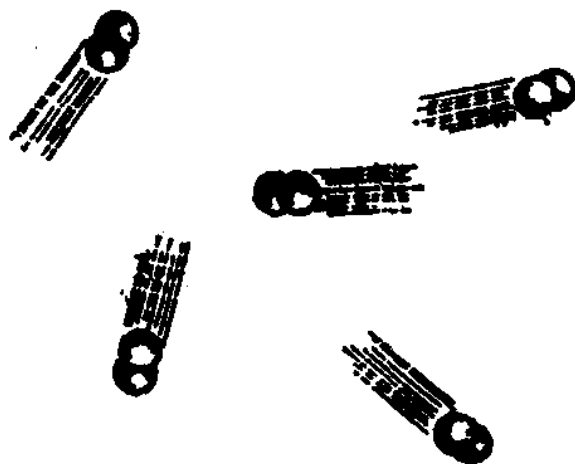


图 1-4 气体分子的运动和距离

的距离。通常情况下一般气体的分子直径约是 $4 \times 10^{-10} \text{ m}$, 分子间的平均距离约是 $4 \times 10^{-9} \text{ m}$, 即平均距离是分子直径的 10 倍左右(图 1-5)。这就可以推知,气体体积主要决定于分子间的平均距离,而不像液体或固体那样,体积主要