

揭开物质世界的面纱

我们肉眼看得见的物质（如楼房）或看不见的物质（如空气），都是由什么组成的？这一问题曾困扰人们好多年。

由于人类的进步，到 19 世纪初期，经过科学家们的研究，终于揭开了物质世界的面纱：世界上的一切物质都是由元素组成的。从坚硬的石头到软绵绵的棉花；从流动的水到飘浮的云；从人的肌肉骨骼到极小的细菌；从高大的树木到浮游生物……一切都不例外。

现在，人们还惊奇地发现，不但地球上的物质是由元素组成的，就是其他星球上的物质也都是由元素组成的。更令人惊奇的是，如果我们把其他星球上的元素名单与地球上的元素名单相对照，它们竟一模一样！到目前为止，还没有发现其他星球上的元素与地球上的不一样。也就是说，世界上的物质都是由元素组成的。

到目前为止，人们已经发现共有 107 种化学元素。

也许你会问，仅仅 107 种元素，怎么能组成世界上成千上万种东西呢？

要回答这问题很简单。化学元素就像英语中的字母 a、b、c、d……一样，它们自由组合，不是会组成成千上万个单词吗？元素也是一样，当他们彼此用不同种类、不同数量“结合”起来时，就组成数不清的复杂物质，化学家称这些物质叫“化合物”。你也许不相信，世界上几乎找不到 100% 的纯元素，绝大部分物质都是化合物。有人统计，世界上的化合物已超过 300 万种！

神奇的预言

1871 年，俄国化学家门捷列夫在做化学公式演算时，对着前人发现的 60 多种元素突发奇想：这些元素之间有没有联系呢？

原来，在门捷列夫以前，科学家们今天发现一个化学元素，明天发现一个化学元素，都是零零散散的，孤立地发现。世界究竟有多少种元素？它们之间有没有联系？谁也说不清楚。

门捷列夫经过反复研究、计算，最后，他宣布：“有一种元素，它是金属，原子量为 72，比重 5.5，不溶于盐酸，氧化物的化学式是 MO_2 ，氧化物的比重 4.7，氧化物很容易被还原为金属。”他把这种元素假定为 M。

当时，很多人对门捷列夫的说法持怀疑态度。不想 15 年后，即 1886 年，德国化学家温克勒尔发现了这种新的化学元素，他为这种元素起名叫“锗”。其原子量为 72.5，比重是 5.47，不溶于盐酸，氧化物的化学式是 GeO_2 （Ge 是锗的化学元素名），氧化物的比重为 4.70。

看，门捷列夫的预言是何等精确！

其实，门捷列夫的预言是经过周密的研究得来的。他在总结了前人经验的基础上，以元素本身固有的属性，即不受外界条件影响的原子量和化合价为依据，找出了元素的规律。用这种方法，他创造了《化学元素周期表》，从而，为化学研究领域开创了一个新天地。

化学元素发现小史

发现年代	元素名称	元素总数
1725 年以前	铜 (Cu)、银 (Ag)、金 (Au) 锌 (Zn)、汞 (Hg)、碳 (C) 锡 (Sn)、铅 (Pb)、磷 (P) 砷 (As)、锑 (Sb)、铋 (Bi) 硫 (S)、铁 (Fe)	14
1726 ~ 1750	钴 (Co)、铂 (Pt)	2
1751 ~ 1775	氢 (H)、氮 (N)、氧 (O) 氯 (Cl)、锰 (Mn)、镍 (Ni)	6
1776 ~ 1800	碲 (Te)、铬 (Cr)、钼 (Mo) 钨 (W)、铀 (U)	5
1801 ~ 1825	锂 (Li)、钠 (Na)、钾 (K) 钙 (Ca)、锶 (Sr)、钡 (Ba) 镉 (Cd)、硼 (B)、铈 (Ce) 硅 (Si)、钛 (Ti)、锆 (Zr) 钽 (Ta)、硒 (Se)、碘 (I) 铈 (Rh)、钯 (Pd)、钨 (Os) 铱 (Ir)、镁 (Mg)	20

发现年代	元素名称	元素总数
1826 ~ 1850	铍 (Ba)、铝 (Al)、钇 (Y) 镧 (La)、铽 (Tb)、铒 (Er) 钍 (Th)、钒 (V)、铌 (Nb) 溴 (Br)、钌 (Ru)	11
1851 ~ 1875	铷 (Rb)、铯 (Cs)、铟 (In) 铊 (Tl)	4
1876 ~ 1900	钪 (Sc)、镓 (Ga)、镨 (Pr) 镝 (Dy)、钬 (Ho)、铥 (Tm) 镱 (Yb)、铀 (Ac)、锗 (Ge) 钋 (Po)、氟 (F)、氦 (He) 氖 (Ne)、氩 (Ar)、氪 (Kr) 氙 (Xe)、氡 (Rn)	20
1901 ~ 1925	镭 (Ra)、铕 (Eu)、镥 (Lu) 铪 (Hf)、钷 (Pa)、铼 (Re)	6
1926 ~ 1950	钫 (Fr)、钷 (Pm)、锝 (Tc) 镅 (Am)、锔 (Cm)、 锫 (Bk) 镅 (Cf)	10
1951 ~ 1956	镱 (Es)、镆 (Fm)、钷 (Md)	3
1958 ~ 1961	镎 (No)、镅 (Lr)	
1964 ~ 1981	104 (Rf)、105 (Ha)、 106 (Unh) 107 (Uns)	4
1984	108	1
1982	109	1

化学元素符号的确定

迄今为止，人们发现的化学元素有 100 多种。每种化学元素除了用名称表示外，在化学上还常用元素符号来表示。

在 1860 年以前，国际上尚无统一的化学元素符号。不仅各国，而且每个人所用的符号，也几乎都不一样。到了 19 世纪，道尔顿用各式各样的圆圈来代表各种化学元素。

当时已知的元素，只不过二三十种，用这种符号尚无不可。但后来发现的元素逐渐增多，道尔顿的元素符号就越来越显得繁杂了。

目前我们使用的化学元素符号，是国际上统一的化学用语。这是在 1860 年召开的国际化学会议上制定的。它规定一切化学元素符号均采用元素的拉丁文名称的第一个字母来表示，倘若第一个字母与其他元素相同，则附加第二个或其后的一个字母 (小写)。如氧 O (Oxygenium)、钛 Ti (Titanium)、钽 Ta (Tantalum)、银 Ag (Argenrum) 等。自从人工制造 104、105 号元素后，有关国际会议建议 104 号以后的新元素按原子序数的拉丁文数字命名。104、105、106、107 号元素，分别以 unq、unp、unh、uns 表示。

化学元素之最

人体中含量最多的元素是氧，约占人体总重量的 65%。

目前提得最纯的元素是半导体材料硅。其纯度已达到 12 个“9”即：99.999999999%。杂质含量不超过一千万亿分之一。

熔点最高的元素是碳，要使碳熔化，需要 3727 的高温。熔点最低的是氦，在—271.7 时就可熔化。

最富延展性的是金，380 克金拉成细丝，可以由北京沿铁路线延伸到上海。用金压成的薄片，5 万张叠加到一起，才有 1 毫米厚。

导电性最好的是银，相当于汞的 59 倍。

最昂贵的金属是铑，1 克铑价值 1000 万美元，为黄金价格的 50 多万倍。

化学元素名称趣谈

在给化学元素命名时，往往都是有一定含义的，或者是为了纪念发现地点，或者是为了纪念某个科学家，或者是表示这一元素的某一特性。

例如，铈的原意是“欧洲”。因为它是在欧洲发现的。镉的原意是“美洲”，因为它是在美洲发现的。再如，锗的原意是“德国”、钪的原意是“斯堪的那维亚”、镭的原意是“巴黎”、镓的原意是“家里亚”，“家里亚”即法国的古称。至于“钋”的原意是“波兰”，虽然它并不是在波兰发现的，而是在法国发现的，但发现者居里夫人是波兰人，她为了纪念她的祖国而取名“钋”。为了纪念某位科学家的化学元素名称也很多，如“钿”是为了纪念化学元素周期律的发现者门捷列夫，“镅”是为了纪念居里夫妇，“镎”是为了纪念瑞典科学家诺贝尔等。

为了表现元素某一特性而命名的例子则更多、更常见，像铯（天蓝）、铷（暗红）、铊（拉丁文的愿意为刚发芽的嫩枝，即绿色）、铟（蓝靛）、氩（不活泼）、氡（射气）等等。此外，如氮（无生命）、碘（紫色）、镭（射线）等，也是根据元素某一特性而命名的。

意外收获

17 世纪中叶，亚里斯多德以来的“四元素”说（火、气、水、土）及当时医药化学家们认为物质本原应有硫、汞、盐等元素的假说，长期束缚了化学的发展。

年轻的波义耳怀疑这些见解，知道空谈性质的争论是无济于事的，他积极筹建自己的实验室。1645 年底实验室建成，波义耳开始了化学、农业化学等方面的研究工作。

园丁把深紫色的紫罗兰放在工作室里，波义耳欣赏着紫罗兰的妍丽和芬芳，他取出一束花，带进了实验室。实验告一段落，波义耳拿起那束紫罗兰回到工作室，这时他才发现有几滴盐酸沫溅到了紫罗兰上，并微微冒出白雾。他把花束浸在水里，过了一段时间，瞧一眼紫罗兰，意外地看到紫罗兰变成红花了。

真是奇迹！波义耳立即跑进实验室，用花瓣试验了几种酸溶液，又试了几种碱溶液。

不畏疲劳的研究家波义耳采集了各种花朵，提取它们的浸出液；后来又大量收集了药草、地衣、五倍子、树皮和树根制备了各种颜色的浸出液。经过他的努力，终于发现了石蕊酸碱指示剂，那是用石蕊地衣提取出来的紫色浸出液，用这种浸出液加入不同比例的酸碱液，会显示出不同的颜色。因此，可以用它标定不同溶液的酸碱度。至今酸碱指示剂仍广泛应用在化学实验中。

一种元素的命名

居里夫人（法国物理学家、化学家。原籍波兰，1867～1934）在对沥青铀矿和铜矿进行检查的时候，发现这两种矿物中，含有一种比铀或钍的放射性强度更大的物质，她意识到：这是一种还没有被人认识的新元素。

她对丈夫说：“假使这种新元素的存在将来能够证明的话，我想叫它钋，来纪念我的祖国——波兰。”

玛丽·居里虽侨居国外，并同法国科学家皮埃尔·居里结了婚，但她从小热爱祖国波兰，时时刻刻没有忘记被沙俄帝国侵占的祖国。她想用新元素的命名来为祖国争得骄傲和光荣！寄托她那火一样的爱国热情。

“好好！”皮埃尔·居里说，“波兰是你的祖国，也可以说是我的祖国！”

紧张的工作开始了，淘汰，没日没夜地淘汰，研究的范围越来越小。1897年7月，他们果然在含铋的部分矿物中，分析出一种新的放射性元素，其化学性质与铋相似，放射性比纯铀强400倍。“啊，新元素，钋，钋！”居里夫人扑在丈夫的怀里，激动地高喊着：“钋，钋！”两行热泪洒在丈夫的胸膛上。

“钋，波兰！波兰，钋！”皮埃尔也从心底发出欢呼！

同时发现的一种元素

1813年秋，法国著名化学家约瑟夫·路易·盖—吕萨克（1778～1850）遇到另外两个法国化学家，问他们有什么新的发现。两位化学家告诉他，他们在海草灰里发现了一种新元素。这种元素生成的化合物和目前已知元素的任何化合物都毫无共同之处，只是暂时还没有将这种新元素分离出来。盖—吕萨克很兴奋，马上就想到他们的实验室去，亲眼看一看这种新元素的化合物。两位科学家却回答说：“非常抱歉，已经没有了。一星期前，享弗里·戴维到我们的实验室来过。他对这种物质也挺感兴趣，我们把制的这种元素全都给他了。”

戴维是英国著名的化学家。盖—吕萨克一听这消息，立刻跳了起来，激动地大声说：“不可原谅的错误！空前严重的错误！居然倾其所有，拱手送给了外国人。戴维会发现这种元素，并把研究成果公之于世。这样，发现新元素的荣誉就会属于英国，而不是属于我们法兰西了。”

两位科学家这才如梦初醒，喃喃地说：“我们完全没有想到这一点。”

“无论如何要赶在戴维的前面！这个元素是法国科学家发现的，现在由于意想不到的疏忽，发现它的荣誉竟要落到英国的头上了。”盖—吕萨克建议两位化学家：“必须马上动手，昼夜不停地工作。维护祖国的荣誉是我们应尽的职责。”

在盖—吕萨克的带领下，他们立即行动，从头做起不分昼夜地连续工作，紧张地忙碌了几天，终于将这种元素提取出来：小小的鳞片，有着金属的闪闪光泽，遇热很快蒸发，使烧瓶充满紫色蒸气。他们将这种元素命名为“碘”。在希腊文里，“碘”就是“紫色”的意思。

果然不出盖—吕萨克所料，戴维的研究结果和他们的论文同时发表了。

梦中的发现

德国的化学家凯库勒（1829～1896）是个勤学的人。有一天，他在紧张工作之后，感到十分困倦，坐在一辆马车里昏昏睡去。

他并没有睡熟。这些天来，他聚精会神地研究苯分子的结构，大脑极度疲乏。进入睡眠状态后，他的大脑中许多神经经过短暂的休息，便不由自主地兴奋起来，睡梦中，他觉得碳分子都活了，在他面前翩然而舞，结成一条长链，长链像蛇一样扭动着，突然一口咬住自己的尾巴，盘成一个圆圈。

这时，凯库勒从梦中惊醒，他忽有所悟，不禁大喊一声：“我找到答案了，苯分子是一个环状结构。”

阿佛加德罗定律及几个导出关系式

阿佛加德罗定律认为：在同温同压下，相同体积的气体含有相同数目的分子。1811年由意大利化学家阿佛加德罗提出假说，后来被科学界所承认。这一定律揭示了气体反应的体积关系，用以说明气体分子的组成，为气体密度法测定气态物质的分子量提供了依据。对于原子分子说的建立，也起了一定的积极作用。

中学化学中，阿佛加德罗定律占有很重要的地位。它使用广泛，特别是在求算气态物质分子式、分子量时，如果使用得法，解决问题很方便。下面简介几个根据克拉伯龙方程式导出的关系式，以便更好地理解和使用阿佛加德罗定律。

克 拉 伯 龙 方 程 式 通 常 用 下 式 表 示

： $PV=nRT$

P 表示压强、 V 表示气体体积、 n 表示物质的量、 T 表示绝对温度、 R 表示气体常数。所有气体 R 值均相同。如果压强、温度和体积都采用国际单位（SI）， $R=8.31$ 帕·米³/摩尔·度。如果压强为大气压，体积为升，则 $R=0.082$ 大气压·升/摩尔·度。

因为 $n=m/M$ 、 $\rho=m/v$ （ n —物质的量， m —物质的质量， M —物质的摩尔质量，数值上等于物质的分子量， ρ —气态物质的密度），所以克拉伯龙方程式也可写成以下两种形式：

$PV=m/MRT$ 和 $Pm=\rho RT$

以A、B两种气体来进行讨论。

（1）在相同 T 、 P 、 V 时：

根据 式： $n_A=n_B$ （即阿佛加德罗定律）

根据 式： $\frac{M_A}{M_B}=\frac{m_A}{m_B}$ （即两气态物质的摩尔质量之比 = 分子量之比 =

质量之比)。

根据 式： $\frac{M_A}{M_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} = D$ (D表示相对密度，此说明：两气态物质的摩尔质量之比=分子量之比=密度之比=相对密度)。若 $m_A=m_B$ 则 $M_A=M_B$ 。

(2) 在相同 T · P 时：

根据 式： $\frac{V_A}{V_B} = \frac{n_A}{n_B}$ (即两气体的体积之比 = 物质的量之比)。

根据 式：若 $m_A = m_B$ ，则 $\frac{V_A}{V_B}$ 或 $\frac{M_B}{M_A}$ 或 $\frac{n_A}{n_B} = \frac{M_B}{M_A}$ (即：两气体的体积之比=摩尔质量的反比；两气体的物质的量之比=摩尔质量的反比)

根据 式：若 $m_A = m_B$ 则 $\frac{n_A}{n_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A}$ 或 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A}$ (即：两气体的物质的量之比=气体密度的反比；两气体的体积之比=气体密度的反比)。

(3) 在相同 T · V 时：

根据 式： $\frac{n_A}{n_B} = \frac{P_A}{P_B}$ (即：两气体的物质的量之比 = 压强之比)。

根据 式：若 $m_A = m_B$ ，则 $\frac{P_A}{P_B} = \frac{M_B}{M_A}$ (即：两气体的压强之比 = 摩尔质量的反比；两气体的压强之比=气体分子量的反比)。

上述导出的关系式，应多练，常用，才能达到活用之目的。

物质的量在化学计算中的重要地位

在相当多的化学计算中，都可以通过“物质的量”进行运算，“物质的量”的引入，给许多化学运算带来了方便。

“物质的量”在化学计算中的运用，例示如下：

1. 换算和比较

除了以物质的量为中心的各种换算外，还有有关溶液各种浓度的换算，以及微粒数目、质量的多少比较，气体体积、压强的大小等的比较。有的情况则是在进行换算 1 后再进行各种比较。

例 1. 将 98% 的浓硫酸 ($\rho=1.84/\text{厘米}^3$)，配制成 1 : 5 的稀硫酸 ($\rho=1.225 \text{ 克}/\text{厘米}^3$) 求此稀硫酸的质量百分比浓度和物质的量浓度。

解：设：取 1 毫升 98% 浓硫酸和 5 毫升水，即可配成 1 : 5 的稀硫酸。

则：其质量百分比浓度为：

$$\frac{1 \times 1.84 \times 98\%}{1 \times 1.84 + 5 \times 1} \times 100\% = 26.36\%$$

又设：取 1 升此稀硫酸，其物质的量浓度为：

$$\frac{(100 \times 1.225 \times 26.36\%) / 98}{1} = 3.295 \text{ (摩尔 / 升)}$$

例 2 分别由下列四组物质制取气体：

M_nO_2 和浓盐酸； $Ca(OH)_2$ 和 $(NH_4)_2SO_4$ ； $NaCl$ 和浓 H_2SO_4 ； FeS 和 H_2SO_4 (稀)。所产生的气体在同温同压下的密度，由小到大的排列顺序为 ()

解：由题意分析可知： Cl_2 、 NH_3 、 HCl 、 H_2S

同温、同压下 $\rho_A / \rho_B = M_A / M_B$

又 上述气体的摩尔质量由小到大的顺序是： 。

密度由小到大的顺序是 。

2、求原子量、分子量

在运算中，只要求出物质的摩尔质量，即可求出相应的原子量或分子量。

例 3 有 A、B、C 三种一元碱，它们的分子量之比为 3 5 7。若把 7 摩尔 A，5 摩尔 B 和 3 摩尔 C 混合均匀，取混和碱 5.36 克，恰好能中和含 0.15 摩尔氯化氢的盐酸。试计算 A、B、C 三种碱的分子量各是多少？

解：因一元碱与盐酸中的氯化氢刚好中和，它们的物质的量相同，所以 5.36 克混和一元碱的总物质的量是 0.15 摩尔。

设：A、B、C 的摩尔质量分别为 $3X$ 、 $5X$ 、 $7X$ 。

根据题意有：
$$\frac{7 \times 3x + 5 \times 5x + 3 \times 7x}{7 + 5 + 3} = \frac{5.36}{0.15}$$

解得： $X=8$

$M_A = 3 \times 8 = 24$ 克/摩尔、 $M_B = 5 \times 8 = 40$ 克/摩尔

$M_C = 7 \times 8 = 56$ 克/摩尔

即：A、B、C 三种一元碱的分子量分别是 24、40、56。

3、求化合物的分子式

化合物的分子是同一数目的原子构成的。只要求出构成分子的原子的物质的量或物质的量之比，就可以求出分子式。

例 4 有 X 和 Y 两种元素，能形成两种化合物 C_1 和 C_2 ，每种化合物的质量百分组成如下：

	X	Y
C_1	75 %	25 %
C_2	80 %	20 %

若知道 C_1 的分子式为 XY_4 ，求 C_2 的分子式。

解：根据 C_1 ： $m_X : m_Y = 3 : 1$ (质量比)

$n_X : n_Y = 1 : 4$ (原子个数比物质的量比)

可知： $M_X : M_Y = \frac{3}{1} : \frac{1}{4}$ (原子量之比)

即： $M_X = 12M_Y$

在 C_2 中：

$n_X : n_Y = \frac{4}{12M} Y : \frac{1}{m} Y = 1 : 3$ (物质的量比原子个数比)

C_2 的分子式为 XY_3 。

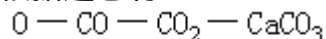
例 5 将 0.435 克某种铁的氧化物加热，同时通入足量的 CO 使之还原。将

生成 CO_2 通入足量的澄清的石灰水中，得到 0.75 克沉淀。求该铁氧化物的分子式。

解：铁氧化物中的氧被 CO 全部夺去，而且 1mol CO 可夺得 1mol 氧原子转化为 1mol CO_2 。 1mol CO_2 通入石灰水可得 1mol CaCO_3 。

设：铁的氧化物中含氧 X 克。

根据题意有：



$$\frac{16}{X} = \frac{100}{0.75}$$

解得：X=12（克）

则铁氧化物中含铁为： $0.435 - 0.12 = 0.135$ （克）

$$n_{\text{Fe}} : n_{\text{O}} = \frac{0.315}{56} : \frac{0.12}{16} = 3 : 4$$

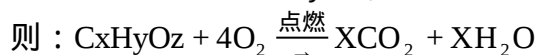
则铁氧化物的分子式为： Fe_3O_4 。

例 6 在一定条件下，取 50 毫升气态有机物 A 并充入 200 毫升氧气（同温、同压）点燃，恰好完全反应后生成等体积的二氧化碳和水蒸气。在相同条件下测得反应后混和气体的密度比反应前减了 $1/6$ 。求 A 的分子式。

解：由题意分析可知 $n_{\text{CO}_2} : n_{\text{H}_2\text{O}} = 1 : 1$

$$n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = 1 : 2, \text{ 且 } V_{\text{A}} : V_{\text{O}_2} = 1 : 4$$

设：A 的分子式为 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ ，



反应前后氧原子数相同， $3x = 8 + z \dots\dots$

又 $\rho_{\text{前}} : \rho_{\text{后}} = n_{\text{后}} : n_{\text{前}}$

设： $\rho_{\text{前}} = 1$ 、 $\rho_{\text{后}} = 1 - 1/6 = 5/6$ 。

$$\frac{1}{5/6} = \frac{2x}{1+4} \quad \text{解得：} x = 3$$

将 $x=3$ 代入 式中解得： $y=1$

A 的分子式为： $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

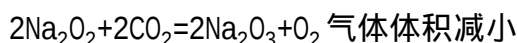
4、有关混和气体的计算

混和气体中的各种组分均处于同条件下。运用有关关系式可以计算出混和气体中各组分的体积或百分含量，也可计算出气体的压强。

例 7 有一无色气体可能由 CO_2 、CO 和 O_2 组成。取 30 毫升该混和气体，使其缓缓通过 Na_2O_2 充分反应后气体体积变为 25 毫升；同电火花引燃剩余的气体，反应完全后恢复到原来的温度和压强时，气体体积变为 20 毫升。通过计算说明原混和气体由哪些成分组成？各成分的体积是多少？

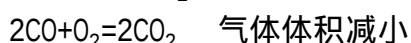
解：在同温同压下，气体的体积与物质的量成正比。

设：X 毫升 CO_2 与 Na_2O_2 充分反应，放出 Y 毫升 O_2 。



$$\begin{array}{ccc} 2 & & 1 \\ X & & Y \end{array} \quad \begin{array}{l} 2-1=1 \\ 30-25=5 \end{array}$$

剩余 CO 和 O_2 点燃。设 Z 毫升 CO 跟 M 毫升 O_2 反应，



$$2 \quad 1 \quad (2+1) - 2 = 1$$

$$Z \quad M \quad 25 - 20 = 5$$

$$\text{即: } \frac{2}{M} - \frac{1}{M} = \frac{1}{5} \quad \text{解得 } Z = 10 \text{ 毫升}$$

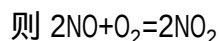
$$m = 5 \text{ 毫升}$$

讨论：若 CO 有剩余，则含 CO₂ 10 毫升，CO 20 毫升。无 O₂。

若 O₂ 剩余，则含 CO₂ 10 毫升、CO 10 毫升、O₂ 10 毫升。

例 8 在 20 °C、1.01 × 10⁵ Pa 条件下，等体积的 4 个容器中分别装有 O₂、NO、NH₃、HCl 气体。当把它们连通起来，各种气体充分混和后，在温度和总体积不变的情况下，容器内的压强为多少？

解：设四种气体均为 X mol。



$$X \quad X/2X$$

即剩余 O₂ X/2 mol，生成 NO₂ x mol，共 1.5 × mol。

又 NH₃ + HCl = NH₄Cl (固)，压强可忽略不计。

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{15X}{4X} = 0.375$$

$$p_1 = 0.01 \times 10^5 \text{ Pa}, \quad p_2 = 3.788 \times 10^4 \text{ Pa}$$

5、有关溶液的计算

包括计算溶液物质的量浓度，各种溶液浓度的换算，溶液的稀释和浓缩，溶液的 PH 值等。

例 9 现有硫酸和硫酸钠混和溶液 200 毫升，其物质的量浓度分别为 2mol/l 和 1mol/l。若使混和溶液中硫酸和硫酸钠的物质的量浓度分别达到 4mol/l 和 0.4mol/l，需向混和溶液中加入 72% ρ = 1.63g/cm³ 的硫酸多少毫升后再加水配制？

解：由题意知：配制后硫酸浓度增大，硫酸钠浓度减小。应首先计算出硫酸钠溶液稀释后的体积。再根据稀释后体积计算应加入 72% 的硫酸多少才能使其浓度达到 4mol/l。

设：Na₂SO₄ 溶液稀释后混和溶液体积为 x

则：1 × 200 = 0.4 × X 解得：X = 500 (ml)

设：需加入 72% 的 H₂SO₄ YML

$$\text{则 } 4 \times 0.5 = 2 \times 0.2 + \frac{y \times 1.63 \times 72\%}{98} = 133.6 \text{ (ML)}$$

解得：y = 133.6 (ml)

以上通过例题简介了物质的量在化学计算中的应用。其实物质的量应用很广，它还可以应用于反应热，氧化—还原反应，化学平衡等计算。

14 斤肉 “ 换 ” 1 克镭

这是一间没有人用的旧棚屋，玻璃顶棚残缺漏风，里面没有地板，只有一层沥青盖着泥土地。连个像样的凳子都没有，只有几张腐朽的橱桌，一块黑板和一个破旧的铁火炉，炉上安着锈迹斑斑的管子。

1889 年，居里夫人和她的丈夫就是在这间陋室内开始了提炼镭的工作。每天居里夫人穿着沾满灰尘和污渍的工作服，翻倒矿石，搅拌冶锅，倾倒溶液，干个不停。矮小的实验室内，铁屑飞扬，蒸气熏人，而居里夫人那时又正害着结核病，但她丝毫不顾这些，依然顽强地工作。经常连饭都带到实验室来吃，更不说稍微休息一会儿了。有时候整天用一根粗重的铁条，搅拌一堆沸腾的东西。到了晚上，已是精疲力尽，不能动弹。

就这样，经过 45 个月的艰苦努力，居里夫妇终于从 400 吨铀沥青矿渣、1000 吨化学药品和 800 吨水中，提炼出微乎其微的 1 克纯镭，而居里夫人的体重却因此而减轻了 14 斤。

我不过多走了几步

化学家得维尔制成了纯净的铝，这种金属银光闪闪，质地好，分量轻，难怪人们当初视铝比黄金还要珍贵。

一个人跑到得维尔面前，劝他说：“你是铝的真正发现者，你应当声明这一点！”

得维尔心里明白，自己只不过是“站在巨人肩膀上”的缘故，要不是德国人弗勒在此之前提炼出不纯净的铝，怎么会有今天纯净的铝呢？他没有听从这个人的劝说。

以后，当他得到足量的可溶铝时，他首先想到，要铸一枚纪念章。他在这枚纪念章上郑重地刻下了“弗勒”这个名字和“1827 年”的字样，送给了弗勒——德国的化学大师。他说：“我非常荣幸，能在弗勒开辟的大道上，多走了几步。”这就是得维尔对劝他声明者的完满答复。

第一个享用氧气的是老鼠

我们知道，没有氧气人类就不能生存。然而，是谁发现了氧气呢？在众多讨论发现氧气的著作中，约瑟夫·普利斯特里所著的名为《几种气体的实验和观察》，最饶有兴味。

约瑟夫·普利斯特里在 1733 年 3 月 13 日生于英国黎芝城附近的飞尔特黑德镇。他一生大部分时间实际上是当牧师，化学只是他的业余爱好。

他所著的《几种气体的实验和观察》于 1766 年出版。在这部书里，他向科学界首次详细叙述了氧气的各种性质。他当时把氧气称作“脱燃烧素”。

普利斯特里的试验记录十分有趣。其中一段写道：

“我把老鼠放在‘脱燃烧素’空气里，发现它们过得非常舒服，我自己受了好奇心的驱使，又亲自加以试验。我想读者是不会感到惊异的，我自己试验时，是用玻璃吸管从放满这种气体的大瓶里吸取的。当时我的肺部所得到的感觉，和平时吸入普通空气一样；但自从吸过这种气体以后，经过好多时候，身心一直觉得十分轻快舒畅。有谁能说这种气体将来不会变成时髦的奢侈品呢？不过现在只有我和两只老鼠，才有享受呼吸这种气体的权利啊！”

当时，他没有把这种气体命名为“氧气”，而只是称它“脱燃烧素”。

在制取出氧气之前，他就制得了氨、二氧化硫、二氧化氮等，和同时代的其他化学家相比，他采用了许多新的实验技术，所以被称之为“气体化学之父”。

1783 年，拉瓦锡的“氧化说”已普遍被人们接受。虽然普利斯特里只相信“燃素学”，但是他所发现的氧气，却是使后来化学蓬勃发展的一个重要因素，各国人民至今都还很怀念他。

铁曾比黄金还要贵

铁是自然界中次于铝的第二个丰度最大的金属。但天然铁非常稀少。人类祖先最先使用的铁可能来源于陨石。铁在空气中很快被氧化，主要是以氧化物的形式存在。由于铁的氧化作用，使得古代制造的铁器保存下来的十分稀少。人们发现铁大约是在 5000 年前。最初，铁是很昂贵的，价格比黄金还高，经常用铁的宝饰镶嵌在黄金中。

各大洲的人民几乎同时知道金、银和铜，但对于铁，情况却不同。在埃及和美索不达米亚，从矿石中提炼出铁是在公元前 2000 年前；在外高加索、小亚细亚和古希腊是在公元前 2000 年后；在印度也是在公元前 2000 年后；在中国则晚得多，只是在公元前 1000 年以后。在新大陆国家中，铁器时代是随着欧洲人的到达才开始的，也就是公元 11 世纪之后；一些非洲部落越过了发展中的青铜时期，一开始就使用铁器。这是由于自然条件的不同，在一些铜和锡自然资源稀少的国家中，出现代用这些金属的要求。美洲是拥有天然铜的最大资源之一，就没有必要去寻找新金属。铁的生产逐渐增大后，铁就开始跨出贵金属的范畴，进入普通金属行列。在公元纪元开始时期，铁已经被广泛使用。

美丽的人造“黄金”

碘化铅晶体，也许是晶体中最美丽的一种，它的颜色和珍贵的金子一样，金黄色而闪闪发光。而且，由于碘化铅晶体是透明的，所以它发出的闪光比黄金更亮。

在两支试管中，分别加入 3 毫升 0.02mol/L 硝酸铅溶液和 3 毫升 0.04mol/L 碘化钾溶液，把两种溶液放在酒精灯上加热到接近沸腾，然后把碘化钾溶液倒在硝酸铅溶液中，用玻璃棒搅匀后，把试管放在试管架上冷却。在溶液逐渐冷却的过程中，溶液里就会析出金黄色闪闪发光的碘化铅晶体。如果你想尽快看到“黄金”，那你就把试管放在自来水龙头下面，用水冲洗试管的外壁，美丽的碘化铅晶体立即就会出现在你的眼前。不过，这样的情况下析出的碘化铅晶体要小一些，不如慢慢析出的晶体好看。

这个实验可以反复地做：只要把试管加热，碘化铅晶体就会溶解，但当溶液冷却后，金黄色的晶体又会出现。

做这个实验时，所用试管和搅棒必须反复用蒸馏水洗净，同时配制药品的的水也必须用蒸馏水，不然反应时会在试管中产生白灰色混浊物，而最后生不成“黄金”了。

只有帝王们才能享用的染料

我们中国人在很早就知道染衣服的。春秋战国时，人们就用紫草染衣服。由于紫草很稀少，因此用紫草染成的衣服便身价百倍。在那时的齐国，用 5

匹素绸子去换 1 匹紫绸子，都不易换到。帝王公侯们为了炫耀自己的富贵，纷纷用紫绸子做衣服。所谓“满朝朱紫贵”，便是这么来的。在《周礼》里面，也有关于染料与染技的详尽记录。周朝时，设有“染人”、“醢(xī)人”等专官，专职管理染衣服这事儿。

可是，大自然太吝啬了。在古代，人们征服自然的能力还很弱，只能仰仗自然的恩赐：从一些动植物里，提取一点点染料，不得不潜入地中海深水底去采集海螺。从 8000 个海螺中，只能得到 1 公斤紫色染料。那时候只有帝王们才能用得起这种染料，所以称为“帝王紫”。人们与大自然展开了染料争夺战。胜利的头一炮，是在 1856 年，有人发明制造了第一种合成染料——品红。似后又相继合成了靛蓝等人工染料。而如今，人工合成的染料已达 8000 多种了。

不可颠倒的顺序

在每一本化学书里，几乎都这样地告诉学生们：在稀释浓硫酸时，只能把浓硫酸慢慢地倒入水中，而决不能把水倒入硫酸中！

这真奇怪，难道把水和硫酸这两样东西混合在一起，还要有先后的顺序吗？

实践证明，这顺序是坚决不能颠倒的，谁违反了这一原则，谁就会吃大亏。如果忘了这一原则，错把水倒入硫酸中，那么就会像水滴落在滚烫油锅里一样，顿时沸腾起来，硫酸液体会四下飞溅，有时瓶子还会炸裂。一旦酸液溅到衣服上，衣服便会被烧坏；如果溅到脸上、手上，那就会烧坏皮肤。相反，如果把浓硫酸慢慢地倒入水中，水只是稍稍地发热，而水面却是安安静静，一点也不飞溅。这是什么原因呢？

原来，浓硫酸遇水，会发生化学反应，产生大量的热。1 公斤浓硫酸与水化合时放出的热量，足以使 2 公斤的冷水一下子升到 100℃；而硫酸的比重大，是水的 1.9 倍。如果把水倒进浓硫酸中，水就浮在硫酸表面。一起化学反应，水就沸腾起来，挟着硫酸四处飞溅。

反过来，如果把浓硫酸慢慢倒入水中，硫酸比重大，就会沉入水底。然后分布到溶液的各部分。它产生的热量被均匀地分配到溶液的各个部分，水不会一下子升到 100℃而沸腾。但是，要记住，千万要慢慢地倒入浓硫酸。

以身殉职的防腐卫士

人们经常使用的金属，用久了常常被腐蚀，尤其是长期接触水的金属用具，腐蚀的速度相当惊人。为了战胜“腐蚀”这个恶魔，人们找到了一个忠于职守的卫士——锌。锌会以自己的身体抵挡腐蚀，保护金属用具，直到自己被腐蚀掉，以身殉职才能罢休。

比如，江河中的金属闸门、烧水取暖的锅炉、钢铁船身上等，只要钉上几块锌板，腐蚀就会转移到锌板上，而使闸门、锅炉、船身腐蚀程度大大减轻。当锌板被腐蚀后，重新换上一块新的，使闸门、锅炉、船身延年益寿。

那么，锌板有什么法术呢？

原来，大多数金属材料都含有杂质。由于金属材料不同，杂质含量也不同，金属所特有的电势有高有低。一旦浸入水中，不同电势的金属就形成了

一组电池。电势较高的金属为正极，电极较低的金属为负极。作为负极的金属不断地溶解到水中，并放出电子给正极，形成电流。久而久之，作为负极的金属就会腐蚀掉。

知道了这一原理，聪明的人类便找到了电势比钢铁低得多的“替死鬼”——锌，把它做成板钉在闸门、锅炉和船身上。这样的话，各种钢铁争着和电势低的锌组成电池，锌板自己单独成了负极，而其他金属全是正极，结果，锌板牺牲了自己，而保护了他人，真可谓是一个忠于职守的卫士了。

“锡疫”的恶作剧

19世纪中叶，俄军驻守在彼得堡。冬天降临的时候，军队换装，发棉衣服时发现，成千上万套的棉衣服上，所有的扣子都没有了。俄皇知道了这件事，大发雷霆，传令，要把负责监制军服的大臣问罪。

这位大臣明知道，所有军服都是钉了扣子的，可为什么都丢了呢？他觉得十分奇怪，便对俄皇说：“容臣作一次调查，如果真是一时疏忽，再治罪不迟。”俄皇同意了。

于是这位大臣来到装军服的仓库查看，他拿过几套衣服一看，果真没有扣子。但是，在钉扣子的地方，却有一小堆灰色的粉末。这是怎么回事呢？难道扣子会化了吗？他问下属，扣子是用什么做的？下属说，是锡。

这件事被一位科学家知道了，他对愁眉苦脸的大臣说：“包上这些粉末，跟我去见皇帝，我会帮助你。”

两人见了皇帝，科学家说：“扣子是用锡做的，锡怕冻，一冻就化了。”俄皇不信，锡是金属，怎么能“冻化”呢？科学家要求当场试验。他拿出几枚扣子，放在盘子里，拿到皇宫的院子中，过了一两夜，科学家把盘子端到皇帝面前，用手一碰扣子，这扣子竟粉身碎骨了。于是，俄皇明白了原因，赦免了那个大臣。

原来，锡这种东西受不了低温，一遇低温，它的晶体就会改变，成为粉末，人们管这种现象叫“锡疫”。一般情况下，只要在13.2℃以下，锡就会变成粉末。当时是彼得堡的初冬，气温很低，锡扣子当然都“化”了。好在有科学家的帮忙，那位大臣才免于死罪。

不想，多少年后，又发生了一场悲剧。

1912年，一支外国探险队来到南极探险。他们所用的汽油桶都是用锡焊成的。在南极的冰天雪地里，焊缝的锡都变成了粉末，结果汽油都漏走了。最终，竟使这支探险队全军覆没在南极！

透明的“钢”

人们常说“像钢铁一样坚强”，却不说“像玻璃一样坚强”，其实这是偏见。当今世界，果真研究出了一种像钢一样坚硬的玻璃——玻璃钢。

用5毫米厚的玻璃钢做汽车的挡风玻璃，子弹都射不透它！因此，许多国家的元首或亿万富翁，都用它做防弹汽车。人坐在汽车里就像坐进了保险箱，外面的仇人或敌特分子，空握着手枪，一点也没有办法伤着车里的人。

美国总统敢于在大庭广众之下，面对各界人士讲演，是仗着他面前立着的防弹玻璃撑腰。

那么，玻璃怎么会变得与钢铁一样硬呢？

原来，这是采用新的化学工艺制成的。在钢筋水泥里，我们知道，钢筋是“骨头”，水泥是“肉”。人们研究的玻璃钢也是受钢筋水泥的启发，先把玻璃熔化，拉成细丝。玻璃丝很有弹性，还可以纺成纱，织成布。人们把一层层玻璃布压在一起，放在热熔的透明塑料里加热处理，这样，玻璃丝成了“骨头”，塑料成了“肉”，一块玻璃钢就制成了。它的硬度完全可以和钢铁相比，决不会像普通玻璃那样一砸就碎。

玻璃钢既轻，又不生锈，又不导电，又有钢铁的硬度。看来，它还远胜钢铁一筹呢。因此，在化工生产中，常用它做耐腐蚀、耐高温的容器和阀门。

会“吃”噪音的金属

悠扬悦耳的歌声，能使人消除疲劳，促进身心健康；可是有些声音，比如飞机的轰鸣声、机器的隆隆声却使人感到烦恼。

人们称这些使人烦恼的声音为噪音。讨厌的噪音有相当大的部分是来自金属的振动，这种振动不仅容易损伤机件，缩短机器的使用寿命，而且危害人们的健康。

防止噪音的最有效、最根本的方法是将发声体改变成不发声体。近年来科学家发现了一些金属本身就有消声作用，即会“吃”噪音的金属。

首先被发现的会“吃”噪音的金属是铅。铅是导声性很差的金属，可是它太软了，不能用它来制造机器。于是人们便把铜和钢结合起来，制成了一种新的会“吃”噪音的金属。这种金属既有钢的硬度，又有铅的不爱发噪音的性能。继而，人们又把锰和铜制成合金，这种合金比普通的钢铁强度大，又有相当的韧性，而且振动发声只有钢的 $1/50$ 。

会“吃”噪音的金属，在国外已经广泛地应用在汽车、造船、机器制造和家庭电器用具等工业部门。英国用锰铜合金制成螺旋桨，它在高速转动时也不会发出声响。日本把会“吃”噪音的金属加工成鼓风机，有的国家还把它应用到鱼雷和潜艇上，既降低了噪音，又提高了战斗性能。

预防近视要重视铬的供给

许多青少年有偏食的习惯，这是很不好的。偏食不能全面地吸收生命必需的微量元素，会对身体造成许多不良影响。三价铬是人体必需的微量元素之一。铬能协助胰岛素发挥生物活性作用；如果没有铬，胰岛素的功能活性将大大抑制，葡萄糖在血液中的运转速度将降低一半。体内缺乏铬时，还会导致糖代谢低下，生长发育不良，甚至缩短生命期限。

科学家通过电脑对大量青少年近视病例进行分析后指出，日常膳食中缺少铬与近视的发生有一定的关系。即当人体内铬的含量下降时，胰岛素的作用就明显降低，使糖的利用发生障碍，血浆渗透压上升，从而导致眼睛的晶体和眼房水渗透压的改变，促使晶状体变凸，屈光度增加，因而造成近视。

据研究，正常人每日应从食物中补充铬 20～500 微克。所以偏食极易造成缺铬。

食物中含铬最高的有糙米、小米、玉米、粗红糖等。此外瘦肉、鱼虾、蛋类，以及萝卜、豆类亦含有一定量的铬。因此青少年除不偏食外，还应多

食富含铬的食物，以防近视。

能起保健作用的铜器

铜是人体必需的微量元素之一。这是人类经过了长期的研究后，得出的结论。英国北威尔士、南非、波兰等国的一些地区，胃癌、食道癌、白血病等发病率高，与这些地区的人体内铜元素严重不足有关。在我国一些边远地区，妇女、儿童佩戴铜镯、铜项圈，日常生活中多用铜盆、铜勺、铜壶等铜器，这些地区的癌发病率很低。这是人们近年来研究发现的。

铜元素是合成血红蛋白的催化剂，故缺铜亦可导致贫血。铜还是人体内多种酶的组成成分，这些酶在机体的生化代谢过程中起重要作用。国外一些科学家在研究中发现，铜元素在组织癌变过程中，起着抑制作用。

有关资料表明，目前人们膳食中的铜元素大多不足。成年人每日铜元素摄入量应为2毫克左右，而实际上人们每天大多摄入的铜元素，还不足1毫克。

多用铜器还可预防心血管病。根据近年来国外研究表明，体内铜元素缺乏，是酿成冠心病的主要祸根。

我国民间还有用铜器治病的经验。如风湿性关节炎病者戴数月手镯和脚镯之后，可减轻或消除关节炎症。李时珍还在《本草纲目》中记载，“铜匙柄，主治风眼赤烂及风热赤翳膜，烧热烙之，频用炒。”

用铜器治病亦早已传至国外。目前一些国家利用铜疗法治疗脊柱炎、脓肿以及各种外伤，疗效显著。

应当指出，人体对铜的需要量和中毒量相当接近，故不可直接补铜。日常膳食中，只要多食动物肝脏、果仁、杏、燕麦等，再有意识地使用铜勺、铜铲、铜火锅等，即可补充体内铜元素的不足。

萤火虫的“灯油”为啥点不完

我国晋代的车胤，少年时十分好学，但家里穷，买不起灯油。于是，他捉了很多萤火虫，放在纸袋里当灯笼使，这是“囊萤读书”的故事。

英国生理学家哈维，在古巴采集甲虫时，发现一只青蛙的肚皮会发光。他把青蛙剖开一看，秘密揭开了——原来这只贪吃的青蛙，刚刚饱餐了一顿萤火虫。

萤火虫为什么会有小灯笼呢？它的灯油为什么老也点不完呢？

这个疑问，已由化学家和生物学家联合起来解决了。原来，这是萤火虫体内的成光蛋白质与成光酵素在玩的把戏。

当萤火虫的尾巴亮一下的时候，就是成光蛋白质在成光酵素的作用下，与氧发生反应，变成含氧成光蛋白质发出的绿光。

而含氧成光蛋白质又有一个特点，它能够“死灰复燃”，当它与水化合后，又还原成为成光蛋白质，于是，“灯油”又有了。如此往复循环，“灯油”就点不完了。

以假乱真的“金属”钮扣

我们逛商店，看到小百货摊上的一盒一盒的漂亮钮扣，有的金闪闪，有的银灿灿，十分美丽华贵。但是，当你一用手拿它们，却觉得这金银钮扣有点不对劲；怎么这么轻呢？

原来，这漂亮的“金属”钮扣不是金属的，而是塑料的。它的金银色的华贵外衣，是采用化学方法电镀上去的，咦！奇怪了，金属可以电镀，难道塑料也可以电镀吗？

回答是肯定的。本来，把金属外衣渡到塑料制品上并不是一件容易事情。因为塑料与金属的膨胀系数不一样；塑料又是一种绝缘体，电离子很难进入；塑料又怕热，温度高了又易熔化。所以将金属直接镀到塑料制品的表面上是不行的。

后来，人们发明一种新型塑料，叫“ABS”。这种塑料一碰上铬酸，表面就会受腐蚀，产生许多微孔（电镀工业上叫粗化）。粗化以后，可以采用化学方法，分别将氯化亚锡、硝酸银和硫酸铜等沉积到已腐蚀的塑料制品表面的微孔内，从而使塑料表面附着一层能导电的金属薄膜。有了这种导电层，就可以用电镀法将镍铬等金属外衣“披”在钮扣上了。

目前，适用于电镀的塑料还仅限于“ABS”一种。

地球生命的“保护神”——臭氧

臭氧，是大气中的一种自然微量成分。它在空气中平均浓度，按体积计算，只有3%，且绝大部分位于离地面约25公里的高空，在那里，臭氧的浓度可达8%~10%，人们把那里的大气叫做臭氧层。

臭氧有着非凡的本领，它能把太阳辐射来的高能紫外线的99%吸收掉，使地球上的生物免遭紫外线的杀伤，可以说，它是地球生命的“保护神”。假如没有它的保护，所有强紫外辐射全部落到地面上的话，那么，日光晒焦的速度将比夏季的烈日之下快50倍，几分钟之内，地球上的一切树木都会被烤焦，所有的飞禽走兽都将被杀死，生机勃勃的地球，就会变成荒凉的焦土。

你可能会问，宇宙飞行员远离地球，已经失去了臭氧层的保护，他们为什么能安然无恙，遨游太空呢？因为他们身上穿着特制的宇宙服，抵制了高能射线的袭击。

臭氧层还能阻挡地球热量不致很快地散发到太空中去，使地球大气的温度保持恒定。

然而，臭氧是有毒的强氧化剂。所幸的是，在近地面洁净的空气中臭氧含量是很小的，因此不会危及人体健康。

塑料家族中的“王”

提起塑料，人们都非常熟悉，因为在生活中无处不存在着它，如塑料玩具、方便袋、塑料椅子等等。

但我们日常生活中使用的塑料有很多的缺点，在寒冷的天气里它能变脆断裂，遇到火时极易燃烧，温度稍高时又变软变形。

而塑料家族中的“王”——聚四氟乙烯却无普通塑料所存在的缺点。

聚四氟乙烯出现在第二次世界大战期间，在短短的几十年中已得到广泛的应用。因为它具有许多普通塑料所无法比拟的优点：