

目 录

| | |
|---------------------------|-----|
| 绪言 | 1 |
| 第一章 空气 氧气 | 6 |
| 第一节 空气 | 6 |
| 第二节 氧气 | 11 |
| 第三节 分子和原子 | 17 |
| 第四节 原子的组成 | 19 |
| 第五节 元素 同位素 | 26 |
| 第六节 分子式 化合价 | 30 |
| 学习指导 | 38 |
| 第二章 水 氢气 | 40 |
| 第一节 水 | 40 |
| 第二节 氢气 | 54 |
| 第三节 化学方程式 | 62 |
| 第四节 克原子、克分子、气体克分子体积、气体方程式 | 73 |
| 学习指导 | 90 |
| 第三章 溶液 | 92 |
| 第一节 溶液 | 92 |
| 第二节 溶解和结晶 | 96 |
| 第三节 溶液的浓度 | 108 |
| 第四节 溶液的性质 | 128 |
| 学习指导 | 139 |
| 第四章 几种重要的无机化工原料 | 141 |
| 第一节 烧碱和碱 | 142 |
| 第二节 硫酸和酸 | 149 |
| 第三节 食盐和盐 | 159 |

| | | |
|------------|---------------------|------------|
| 第四节 | 几种重要的金属、非金属及其氧化物 | 166 |
| 第五节 | 单质、氧化物、碱、酸、盐之间的相互关系 | 183 |
| 学习指导 | | 190 |
| 第五章 | 化学反应速度和化学平衡 | 191 |
| 第一节 | 合成氨工业简介 | 191 |
| 第二节 | 化学反应速度 | 196 |
| 第三节 | 化学平衡 | 210 |
| 第四节 | 合成氨最合适反应条件的选择 | 226 |
| 学习指导 | | 231 |
| 第六章 | 化肥和农药 | 233 |
| 第一节 | 化肥和农药在农业生产上的重要性 | 233 |
| 第二节 | 氮肥 | 237 |
| 第三节 | 磷肥 | 251 |
| 第四节 | 钾肥 | 267 |
| 第五节 | 无机农药 | 274 |
| 第六节 | 常用化肥的鉴别 | 283 |
| 学习指导 | | 301 |
| 第七章 | 元素周期律和原子结构 | 302 |
| 第一节 | 元素周期律和元素周期表 | 302 |
| 第二节 | 原子结构 | 318 |
| 第三节 | 原子结构与元素周期律的关系 | 340 |
| 学习指导 | | 352 |
| 第八章 | 分子结构和化学键 | 353 |
| 第一节 | 化学键 | 353 |
| 第二节 | 离子键 | 356 |
| 第三节 | 共价键 | 365 |
| 第四节 | 键的极性和分子的极性、元素的电负性 | 376 |
| 第五节 | 化合价的本质 | 384 |
| 学习指导 | | 388 |
| 附录 | | 389 |

目 录

| | | |
|------|---------------|-----|
| 第九章 | 电解质溶液 | 399 |
| 第一节 | 强电解质和弱电解质 | 399 |
| 第二节 | 弱电解质的电离平衡 | 406 |
| 第三节 | 中和与水解 | 427 |
| 第四节 | 沉淀和溶解 | 440 |
| 第十章 | 卤素 氧化还原 | 457 |
| 第一节 | 氯及其重要化合物 | 458 |
| 第二节 | 卤素及卤化氢性质的变化规律 | 472 |
| 第三节 | 氧化还原 | 487 |
| 第十一章 | 电镀 电化学 络合物 | 507 |
| 第一节 | 无氰镀锌简介 | 508 |
| 第二节 | 电化学基础 | 514 |
| 第三节 | 化学运动与电运动的转化 | 535 |
| 第四节 | 络合物知识 | 549 |
| 第十二章 | 硅及硅酸盐材料 | 568 |
| 第一节 | 硅 | 568 |
| 第二节 | 二氧化硅 硅酸 | 576 |
| 第三节 | 硅酸盐材料 | 587 |
| 第十三章 | 钢 铁 | 614 |
| 第一节 | 生铁的冶炼 | 615 |
| 第二节 | 钢的冶炼 | 623 |
| 第三节 | 钢铁的分类、性能及用途 | 633 |
| 第四节 | 钢的热处理 | 642 |
| 第五节 | 钢铁的腐蚀和防腐 | 648 |

| | | |
|------|---------------------------|-----|
| 第六节 | 铁及其化合物 | 656 |
| 第十四章 | 过渡元素 | 673 |
| 第一节 | 过渡元素在周期表中位置及原子结构特征 | 674 |
| 第二节 | 锰的化合物 | 676 |
| 第三节 | 铬及其化合物 | 682 |
| 第四节 | 钛及其化合物 | 691 |
| 第五节 | 过渡元素的通性 | 697 |
| 第六节 | 稀土元素 | 704 |
| 第十五章 | 放射性同位素及其应用 | 711 |
| 第一节 | 人类对放射性认识的发展 | 711 |
| 第二节 | 放射性同位素的特性和制备 | 713 |
| 第三节 | 放射性同位素在农业上的应用 | 725 |
| 第四节 | 放射性同位素在工业、医学、地质上的应用 | 733 |

绪 言

我们的世界是由千千万万、形形色色的物质组成的。所谓物质，就是“作用于我们的感官而引起感觉的东西；物质是我们感觉到的客观实在，”空气和水、煤和石油等等都是自然界具体的物质形态。为了认识世界和改造世界，我们就必须研究物质的运动。因为“运动是物质的存在方式。”伟大领袖毛主席深刻地指出：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式，因为除了运动的物质以外，世界上什么也没有，而物质的运动则必取一定的形式。”

物质的运动形式是多种多样的。根据现代科学已经达到的认识，物质的运动形式按照从低级到高级的顺序排列起来，大致可分为机械的、物理的、化学的、生命的以及社会的五种。这些运动形式既互相联系，又互相区别。每一种运动形式都有其特殊的本质，这种本质为它自己的特殊矛盾所规定，而每一门自然科学则是具有某种特殊矛盾的某种运动形式的反映。化学主要研究物质的化学运动形式。

在日常生活中，我们注意到：通常情况下水被加热到 100°C 就会沸腾，液体状态的水变成了水蒸气。而在 0°C 时，水又结成了冰，由液态转变成了固态。这就是水的一种运动形式。水由液态变成了气态或者固态，只是水的状态发生了变化，但水并没有变成新的物质。

物质只是它的外形或状态发生了变化而没有变成新物质的运动形式叫做物理运动或物理变化。

物质通常都可以有气态、液态和固态。物质的不同状态在一定的条件之下可以相互转化。除了物质的三态变化以外,分子的热运动和电、光、声等都是常见的物理运动。

在日常生活中,我们还常碰到另一类运动形式。例如,铁及铁制品在潮湿空气里生锈;碳酸氢铵肥料受热以后会分解,分解产生的气体散逸在空气中而使肥料重量减少。这里,无论是铁与铁锈,还是碳酸氢铵和它的分解产物都不再是同一物质。这类运动形式的特点是产生了新的物质。

这种有新物质产生的运动形式叫做化学运动或化学变化,也常叫做化学反应。

物质的某些性质,不经过化学变化就能表现出来,这些性质叫做物理性质,例如:颜色、气味、状态、熔点、沸点、硬度等。

物质的另一些性质只有在发生化学变化时才表现出来,这些性质叫做化学性质。例如铁会生锈,碳酸氢铵会受热分解,木炭能燃烧,氮气和氢气能合成氨等等。各种物质都有一定的性质,不同的物质,性质也不同。

在氢气和氮气合成氨的化学反应里,反应前是氢气和氮气两种物质,反应后生成一种新物质氨,象这一类由两种或两种以上的物质变成一种新物质的反应叫化合反应。在加热碳酸氢铵的化学反应里,反应前只有碳酸氢铵一种物质,反应后生成了氨、二氧化碳和水三种新物质,象这一类由一种物质变成两种或两种以上新物质的化学反应叫分解反应。在日常生活和生产上常常遇到此两类反应,例如:煤或木炭的燃烧、铁在空气中生锈是化合反应,石灰石的煅烧是分解反应。

由上所述可见,化学变化的主要特征是生成了新的物质。那么,新物质又是怎样生成的呢?

众所周知,物质的能量和质量是不生不灭的,它们既不能

无中生有，也不会化为乌有，而只能互相转化。因此，新物质只能从旧物质的消亡中产生出来。

辩证唯物主义认为，物质是无限可分的。物质可以分割成分子，分子是保持原物质基本化学性质的最小微粒。分子又可以分割成原子，原子是化学变化中的最小微粒。原子还可以分割成基本粒子，基本粒子还可以再分。物质是无限可分的。分子、原子、基本粒子、……，它们都是物质分割的无限序列中的各个不同的层次，是物质无限分割过程中的关节点，它们具有不同质的特点。物质的不同层次可以互相转化：分子可以分割成原子，原子也可以结合成分子；原子可以分割成基本粒子，基本粒子也可以结合成原子；……如此等等。

从物质构造的层次看，化学就是研究由分子分割到原子这个层次中的矛盾运动规律的科学。在化学运动中，分子分割成原子，而原子并没有进一步分割下去，只是组成旧分子的原子按照新的方式重新结合，形成了新的分子。因此，原子的化分（表现为旧分子的破坏）和化合（表现为新分子的形成）的矛盾运动构成了物质化学运动形式的基本矛盾。这也就是化学变化之所以产生新物质的本质原因。无产阶级的伟大导师恩格斯在《自然辩证法》一书中称化学为“关于原子运动的科学”，而把化学变化称为“永恒的分子变化”，深刻地阐明了化学运动的特殊本质。

因此，研究原子化分、化合的矛盾运动规律，例如原子在怎样的条件下按照我们所需要的方式化分和化合？以及化分、化合运动中的能量变化怎样？……这些就成为化学的主要任务。为要完成这一任务，就要具体地研究物质的组成、性质及其化学变化的规律。

由于物质运动形式之间的相互联系，物质的化学运动形

式也必然会与其他运动形式发生相互转化。因此，化学除了研究原子的化分和化合这一对主要矛盾外，对于其他运动（如热运动、电运动、磁运动、光运动等）与化学运动的关系也应当加以研究。

掌握物质化学运动的规律，我们就可以能动地实现原子的化分和化合，有目的地实行物质的转化工作。例如，以既廉价又极为丰富的水、空气、煤、石油以及各种矿石为原料，通过一番变革分子、原子的工作，就可以制造出各种有用的产品，如化肥、农药、药品、炸药、合成塑料、合成橡胶以及合成纤维等，从日常生活用品到尖端工业所需的各种特殊材料。它们中有些在自然界里也能找到，有的通过人工的方法合成的，性能更为优越。此外，运用化学的方法大搞综合利用，变废（废气、废液、废渣）为宝，对于化害为利，改善环境卫生，保障人民健康和为子孙后代造福有重要意义。

掌握物质化学运动的规律，还为我们更加充分地利用物质的化学能创造条件。迄今为止，煤和石油仍然是最主要的能源，它们燃烧所释放的化学能是人工获取能量的最重要手段。此外，利用化学反应原理制造的微型电池正在受到人们愈来愈多的注意，因为它具有其他能源无法代替的独特优点。

伟大领袖毛主席教导我们：“马克思主义的哲学认为，对立统一规律是宇宙的根本规律。这个规律，不论在自然界、人类社会和人们的思想中，都是普遍存在的。”原子的化分化合运动，就是对立统一规律在化学运动内的充分体现。因此，我们运用对立统一的宇宙观，观察和研究物质的化学运动规律，不但可以认识化学运动的本质，也将有助于我们学习和领会唯物辩证法。

毛主席还教导我们：“实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点。”自然科学来自实践，并且随着实践的发展而发展。因而紧密地结合实际进行学习，不但能使学习变得生动活泼，也将有助于我们树立正确的唯物辩证观点。

学好一门科学需要付出艰巨的劳动，而自学遇到的困难可能还要多。但是，广大知识青年都是战斗在三大革命运动中，有比较丰富的实践经验和更多的实践机会，因而能更多地获得独立思考、分析问题和解决问题的锻炼，收获也就往往更大。我们衷心地希望广大上山下乡知识青年红在农村，专在农村，为实现我国农业的现代化努力学习，在农村广阔天地里作出更大的贡献。

第一章 空气 氧气

第一节 空气

空气是看不见、摸不着的,但是在呼吸、吹风的时候,我们可以感觉到它的存在。其实,空气并不空,它是真实存在的物质,它是可以称量的。例如把一只瓶子抽成真空,放在天平上称出它的重量,然后把空气放进去再称它的重量,这时瓶的容积就是空气的体积,两次重量之差就是空气的重量。

空气存在于地球表面的大气中,每平方公里的地面上约有一千多万吨的空气。它是人类进行生产活动时最重要的一种资源,随时随地可以很方便地得到它。人们为了更充分地利用空气,就需要研究它,需要知道它的性质和组成。

一、空气包含哪些成分

空气是纯物质呢,还是多种物质混和在一起的混和物?我们可以通过科学实验来回答。

如图 1-1 所示,在一块木板上放一片铁皮,铁皮上放一小块白磷。把木板连同铁皮、白磷放在水槽里,使它浮在水面上。然后用一个打开盖的钟罩罩上,记下水面在钟罩上的高度。用一个在一端烧烫了的玻璃棒,从罩口伸入,使它接触白磷。白磷是一种非常容易燃烧的物质,灼热的玻璃棒使它立即燃烧起来。这时迅速地抽出玻璃棒并把钟罩盖盖好,然后

观察白磷燃烧时所发生的现象。我们看到白磷燃烧时产生白烟(白色粉末),同时看到罩内的水面上升。过了一会,白磷虽然没有烧光,但火熄灭了。罩内的水面为什么上升呢?这是因为空气中的某一成分(氧)在燃烧时消耗掉了。由于体积变小,水面就上升,代替了原来氧所占的体积。而燃烧白磷为什么熄灭了呢?这是因为空气的这一成分(氧)消耗完了,而剩余的成分不能与白磷发生燃烧。如果我们向水槽加水,使罩外水面与罩内水面等高,再记下水面在钟罩上的高度,对比这两次记下的高度就可以算出空气这一成分(氧)在空气中所占体积的百分数(磷燃烧生成的白色固体——五氧化二磷体积甚少,造成的误差极小)。

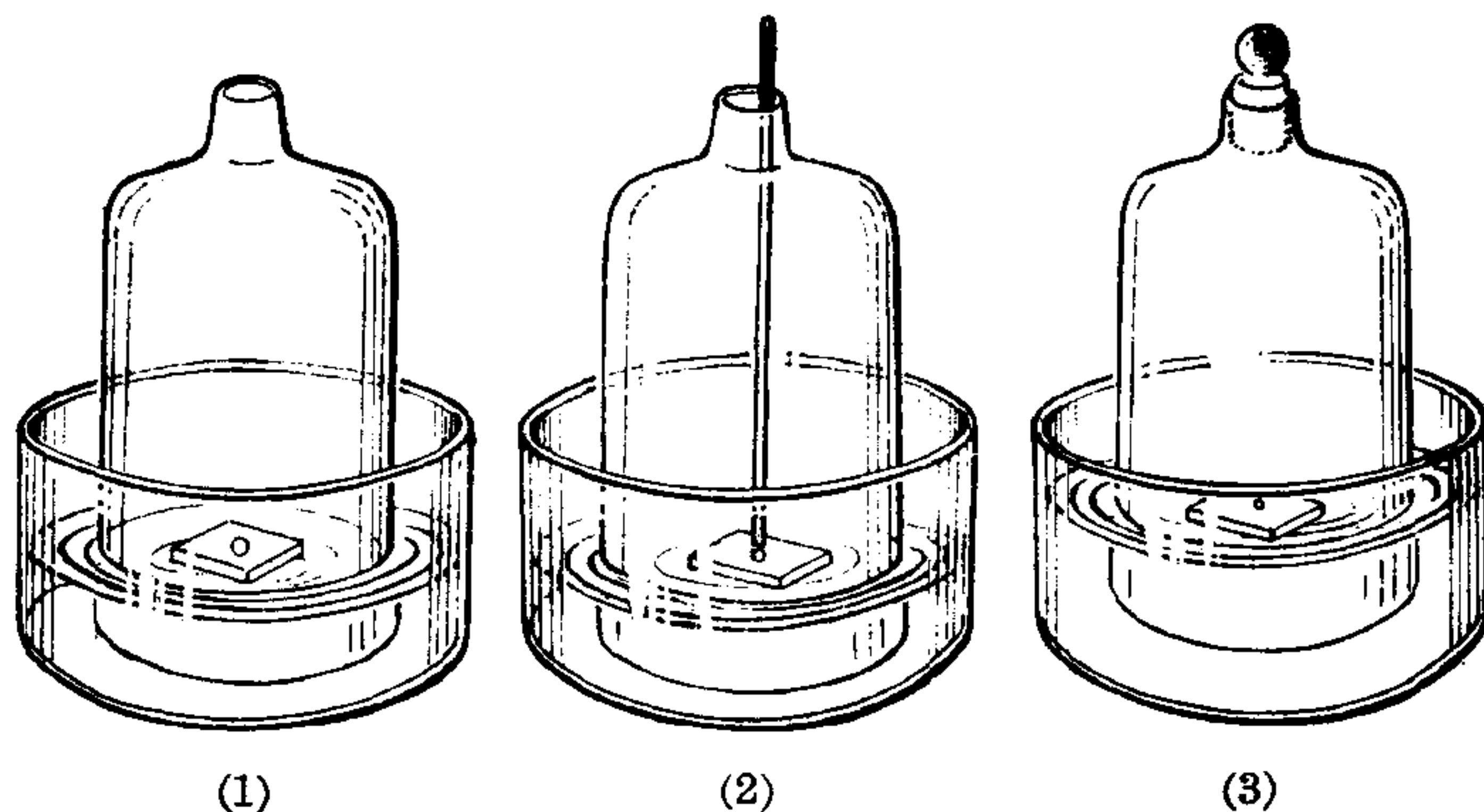


图 1-1 空气组成的实验

从这个实验可以得出这样的结论:

1. 空气不是纯物质,它至少含有一种以上的气体。它是多种物质混和在一起的混和物。
2. 能够使磷发生燃烧的氧,其体积占空气的五分之一,剩余的气体不能使磷发生燃烧。

一个科学结论还需要从多方面的生产实践和实验事实来验证。经过精密的科学实验,测定出了空气的组成,其各成分的体积百分比如表 1-1 所示。

表 1-1 空气的百分组成

| 氮 | 氧 | 氩 | 氖 | 氦 | 氙 | 氡 | 二氧化碳 |
|-------|-------|------|--------|--------|---------|----------|------|
| 78.03 | 20.99 | 0.94 | 0.0015 | 0.0005 | 0.00011 | 0.000009 | 0.03 |

人们的生产活动不断地消耗着空气的某些成分,同时也生成某些气体,所以空气的组成特别是在某一局部地点不能认为是固定不变的。不过空气的组成从整体讲大致是不变的。这是因为人们的生产活动与空气的数量比较,只是很微小的一部分,更重要的是自然界存在着一种循环关系,例如燃烧把氧变成二氧化碳,植物借光合作用又把二氧化碳转变成氧,如此等等。

二、空气的液化和分离

水蒸气在 100°C 冷却即凝成液体(水)。空气能不能冷却成液体呢?虽然十九世纪二十年代人们曾用加压的办法把氯、氨、二氧化碳等气体变成液体,但未能把空气变成液体。因此,当时一些人就断言空气是永久气体,它永远也不会变为液体,这种形而上学观点阻碍了人们进一步研究如何使空气液化。到了十九世纪七十年代,人们才找到用加压同时降温的办法把空气转变成液体,这种液体叫做液态空气。

液态空气是液态氮、液态氧、液态氩等的混和物,工业上采用蒸馏的方法把它们分离出来的。我国劳动人民在几千年前就已使用蒸馏的方法制酒。用粮食、水果等发酵可以得到

酒，但所含酒精的成分很少，主要的成分是水。由于酒精的沸点比水低，即酒精的挥发度（从液体挥发成气体的难易程度）比水高，因此当把低浓度的酒加热至沸腾时，蒸气内所含酒精的百分比就比原来的大，再把蒸气冷凝成液体就可得到酒精比较浓的酒。

液态空气中，各成分的沸点也是各不相同的，表 1-2 即为这些成分在一个大气压力下的沸点。

表 1-2 液态空气各成分的沸点(°C)

| 氮 | 氧 | 氩 | 氖 | 氙 | 氪 | 氙 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -195.8 | -182.8 | -268.9 | -245.9 | -185.9 | -152.3 | -107.1 |

因为液态空气中氮的沸点比氧低，所以把液态空气加热到沸腾时所产生的蒸气内含氮量就有所提高，把蒸气冷凝成液体以后，又反复多次的进行沸腾与冷凝，就可以得到相当纯净的氮。用同样的方法也可以得到相当纯净的氧、氩等。这种利用液体混和物中各成分挥发度不同而将各成分分离出来的方法叫蒸馏。蒸馏在生产和科学实验中的应用很广，特别是在有机物的生产和研究上。

综上所述，可见空气是一个混和物，而我们识别和分离混和物的各个成分是利用各成分性质上的差别，例如利用氧和氮能否与白磷发生燃烧的差别来识别它们，利用各自不同的挥发度来分离它们。毛主席教导我们：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式”。物质的物理性质和化学性质反映了物质的物理运动和化学运动。所以，为了识别、分离和利用物质，使它为社会主义革命和建设服务，就必须研究物质的性质。

三、惰性气体的性质、用途

空气中氧是比较活泼的，它可以与许多物质发生化学变化，例如燃烧和呼吸。氮是比较不活泼的，但在一定条件下它也可以和一些物质如氢、氧、金属等发生化学变化。工业上就是利用氮的这种性质来生产氨和硝酸等。空气中除了氧、氮、二氧化碳、水蒸气外，还有一些气体如氦、氖、氩、氪、氙等，它们的化学性质非常不活泼，化学上把它们叫做惰性气体。形而上学者根据惰性气体的结构和某些化学性质断定它们不可能与其他物质发生化学变化。按照这个观点，惰性气体就是僵死的、不会变化的东西，这就否定了物质内部有矛盾斗争。这种观点是反辩证唯物主义的。人们经过长期实践，在一九六二年开始制成了一些惰性气体的化合物如二氟化氙、四氟化氙等，这是辩证唯物主义战胜形而上学的又一个例证。

惰性气体在工业上、国防上都有重要用途。利用惰性气体的不活泼性，可以用做保护性气体，例如用电弧焊接不锈钢、铝、镁等合金时，可以用氩（惰性气体中氩的含量最多，较易取得）喷在焊接处，以隔绝空气，防止金属在高温下被氧化而损害金属的性能。又如把含少量氮的氩填充灯泡，可以减少灯丝在高温时气化，从而使灯丝可以在较高的温度下发出较强的光并延长灯泡的寿命。

把少量惰性气体通入真空的玻璃管内，两端通以高压电，就可以产生各种颜色的光。例如氖产生红光，氮产生粉红色光，氩产生紫蓝色光。充入氖气的灯，通电后发出的红光能穿透浓雾，所以氖灯可用作航空、航海的指示灯。当灯管内壁涂有不同的荧光粉，并充入氩气、氖气或水银，通电后能发出蓝、绿、黄等各色的光，霓虹灯就是利用这种性质制成的。

在石英管内填充氙气制成氙灯, 具有极高的发光强度, 因此被叫作“人造小太阳”。这种灯可用于大面积照明, 例如用于体育场、飞机场、广场等。我国目前最大的氙灯, 其功率可达 20 万千瓦, 达到了世界先进水平。

习 题

1. 为什么说空气是混和物? 如何证明?
2. 空气各成分是怎样应用什么原理分离的?
3. 惰性气体的用途与它的性质有什么关系?

第二节 氧 气

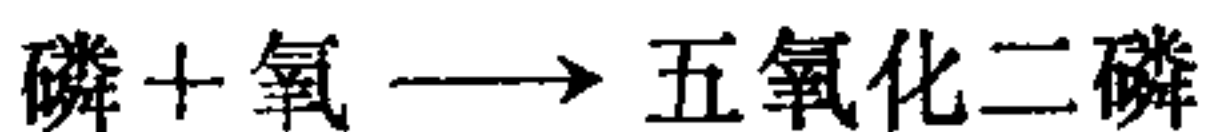
一、氧气的性质

氧气是空气中的一个重要的也是最活泼的成分。空气的某些化学性质实际上是氧所表现出来的化学性质。

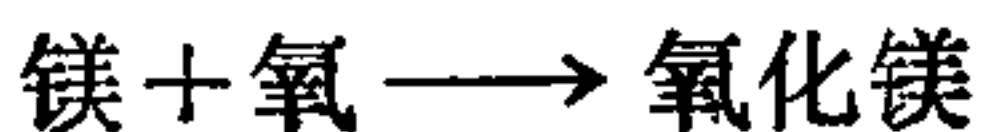
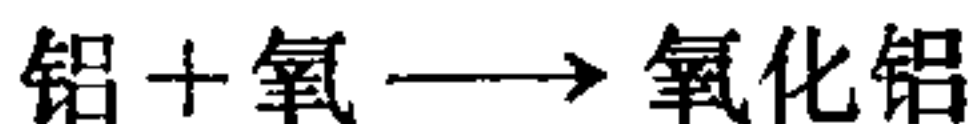
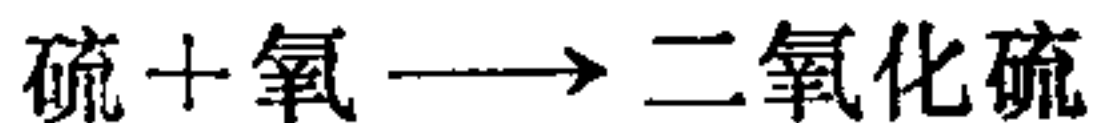
氧气是无色、无臭的气体, 微溶于水, 比空气稍重。在 0°C 、1 大气压下每升重 1.429 克。这些都是它的重要物理性质。

氧的化学性质表现在它能与许多物质发生化学反应。

上一节介绍了氧与白磷反应时出现燃烧现象。这个反应是化学变化, 可以用一个式子表示如下:



除了磷以外, 许多物质都可以在氧气(空气)中燃烧, 例如木炭、硫磺、铝、镁等, 这些化学变化也可以分别用下列式子表示:



物质与氧发生的化学反应叫氧化反应。

二、燃烧与灭火

(一) 燃烧

燃烧是一种常见的现象,如煤炭的燃烧、火油的燃烧等。这些物质燃烧时与空气中的氧气发生剧烈的氧化反应,以致物体灼热而发光。所以,燃烧的实质是灼热而发光的氧化反应。而呼吸、铁的生锈,虽然也是氧化反应,同样产生热量,但由于它没有灼热和发光,便不能叫作燃烧。电灯灼热而发光,但它不是氧化反应,因此也不能叫作燃烧。

有些可燃物容易燃烧,有些则较难,例如汽油比柴油易燃,木柴比煤易燃等。可燃物开始燃烧的温度叫燃点(又叫着火点)。例如黄磷的燃点约 30°C ,汽油约 250°C ,煤油约 300°C 。可燃物的燃点越低越容易燃烧。

可燃物的燃点反映了氧化过程中的一个转折点。当可燃物的温度在燃点以下时,可燃物虽然没有燃烧,但氧化反应仍然进行的。只是反应速度比较缓慢,反应放出的热量不大。当可燃物的温度达到燃点时,氧化反应速度很快,放出的热量较大,温度便迅速上升。温度的上升又加快了氧化反应,而氧化反应的加剧又进一步加快了热量的产生和温度的上升,所以可燃物的温度在燃点以上时,氧化反应是很剧烈的,以致物体灼热、发光,表现出燃烧现象。

由于可燃物所处的状态不同,实验的条件和方法不同,所以测得的燃点也就略有不同。

可燃物从未燃到燃烧,反映了物质从量变到质变的规律。可燃物的燃点就是它从量变到质变的转折点。可燃物的温度能否上升到燃点,决定于氧化反应产生的热量与向周围环境

散发的热量,当产生的热量大于散发的热量,热量就能积累而达到燃点。所以堆放可燃物时应注意通风,以加强热量的散发,在不便于通风的场合就不要堆放得过紧过大。这是防止仓库燃烧的一个重要措施。对于燃点低的物质更应注意这样做。

毛主席教导我们:“唯物辩证法认为外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用。”我们要掌握燃烧的规律,就要分析燃烧的内因和外因,研究外因如何通过内因而起作用。

某些物质可以和氧发生氧化反应,而某些物质则不能,这是由物质的化学性质所决定的。这就是燃烧的内因。但可燃物和氧在一起并不一定会发生燃烧,例如煤、木炭贮放在空气中就没有发生燃烧,但是如果温度在可燃物的燃点以上,可燃物与氧的反应就剧烈到能够发生燃烧的程度。所以,可燃物与空气的接触和可燃物的温度达到燃点以上就是燃烧的外因。

(二) 燃料的合理燃烧

燃料的合理燃烧主要是指用最少的燃料获得最多的热量和最高的燃烧温度。燃烧温度越高,热量利用率也越高,这是因为燃烧温度和被加热物(例如锅炉内的水)的温度差越大,热量利用率越高。这就要求空气和燃料要有适当的比例和充分的接触。如果空气过少,燃料烧不完全,部分燃料以碳粒或可燃气体的形式从烟囱或炉渣中排走,这样既得不到最多的热量,又污染了环境。而空气过量,热量就耗费到加热多余的空气上,就得不到最高的燃烧温度,降低了热量利用率,大量未利用的热量将在烟道气中从烟囱排走。所以燃料最好是均匀地、连续地投入炉内,以保持燃料与空气的恰当比例。如果用人工分批地投燃料,应当每次少投一些,投的次数多一些。