

交通运输职工六年一贯制业余学校教材

化 学

下 册

陕 西 省 交 通 厅 编

人 民 交 通 出 版 社

前 言

这套文化教材是根据党的教育方针和我厅政治、文化、技术三結合的六年一貫制“职工教育教學計劃”編輯的。在內容安排上以結合生产突出本产业特点为主，并注意保持各門科学知識的系統性和通用性。全套教材共十七册，計：語文七册，算術一册，代數二册，几何二册，三角一册，物理二册，化学二册。要求脫盲职工学完这套課程后，在文化基础課方面达到相当高中或中等技术学校毕业水平，以适应当前生产及工作的需要，并为往后繼續提高奠定基础。

編写教材是一項細致、复杂的工作。在党的领导下，我們虽然做了些調查研究以及到基层生产单位了解生产情况的工作，但由于我們的工作不够深入，未能把更多职工同志的要求反映到教材中来；再加上我們政治、文化水平的限制，其中缺点和錯誤定所难免，希大家提出批評和指正。

这套教材在編輯过程中得到不少单位的帮助，并承西安公路学院和陝西省交通学校审閱，又蒙人民交通出版社协助出版，特此表示謝意。

陕西省交通厅

1959年7月

几点說明

1. 本書是參照普通中學的化學課本編寫的。在編寫時，由於考慮到業餘學校及成年人的特點，在保證交通運輸職工當前需要與長遠提高要求的基礎上，將原來初、高中教材內容作了精簡，同時在先後次序上也作了調整，按直線上升方法排列，並增加一些應用知識；全書共十五章，分訂為上、下兩冊。

2. 各校教師，在講授本書時，可依據本單位的具体情况，結合生產方便，更換和增補本書內的實驗內容。

3. 本書的教學時間為120課時。下冊安排如下：

第十章	燃燒的初步知識	6課時
第十一章	金屬概論	7課時
第十二章	鐵	10課時
第十三章	銅和鋁	4課時
第十四章	烴	13課時
第十五章	幾種重要的有機化合物	10課時

上列時間安排僅供教師參攷。

編 者

目 录

第十章 燃燒的初步知識	6
第一节 燃燒与燃燒的条件.....	6
第二节 火焰.....	8
第三节 燃料的完全燃燒.....	10
第四节 燃燒速度与溫度.....	12
第五节 阿佛加德罗定律及其应用.....	14
第十一章 金屬概論	20
第一节 金屬的物理性質.....	20
第二节 金屬的化学性質、金屬的活动性順序.....	26
第三节 氧化——还原反应的实質.....	30
第四节 金屬的銹蝕.....	34
第五节 防止金屬銹蝕的方法.....	38
第六节 冶炼金屬的一般方法.....	41
第七节 合金.....	45
第十二章 鉄	49
第一节 鉄的物理性質和化学性質.....	49
第二节 鉄的化合物.....	52
第三节 生鉄的冶炼.....	56
第四节 鋼的冶炼.....	64
第五节 鑄鉄.....	74
第六节 碳素鋼和合金鋼.....	76
第七节 鋼的热处理.....	78

第 八 节	鋼的化学热处理	80
第十三章	銅和鋁	83
第 一 节	銅在元素周期表里的位置和它的 原子結構	83
第 二 节	銅的物理性質和化学性質	84
第 三 节	銅的用途	84
第 四 节	鋁在元素周期表里的位置和它的 原子結構	86
第 五 节	鋁的物理性質和化学性質	86
第 六 节	鋁的用途	90
第十四章	烴	92
第 一 节	甲烷	93
第 二 节	烷属烴	96
第 三 节	化学結構学說	98
第 四 节	同分异构現象	101
第 五 节	烴基	104
第 六 节	乙烯	105
第 七 节	烯属烴	109
第 八 节	乙炔	110
第 九 节	炔属烴，不飽鏈烴的通性	113
第 十 节	橡胶	114
第十一节	环烷烴	119
第十二节	苯	119
第十三节	苯的同系物	122
第十四节	石油和石油产物概述	124
第十五节	石油工业	127
第十六节	汽車发动机用的燃油	133

第十五章	几种重要的有机化合物	138
第一节	乙醇	138
第二节	酚	141
第三节	甲醛	143
第四节	醛类	147
第五节	油脂	149
第六节	油脂工业	152
第七节	葡萄糖和果糖	158
第八节	蔗糖和麦芽糖	161
第九节	纤维素	163
第十节	硝基化合物	168
第十一节	蛋白质	171
第十二节	我国几种有机合成化学工业	176

第十章 燃燒的初步知識

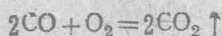
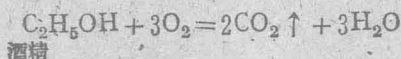
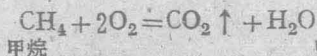
第一节 燃燒与燃燒的条件

燃料的燃燒具有非常大的价值，它是工业、农业、汽車、輪船、飞机和日常生活等方面所不可缺少的。

关于燃燒的本質和过程，过去曾长期得不到解答，人們曾經認為燃燒是燃着的物質放出一种叫做“燃素”的物質的分解反应，放出的燃素被空气所吸收。

直到十八世紀中叶，某些科学家才开始怀疑燃素的存在，其中之一的俄国科学家罗蒙諾索夫認為：空气并不是不可了解的物質，而是在燃燒过程里积极参加燃燒的物質；40年以后法国科学家拉瓦西才完成了氧气对燃燒的理論解释，这个理論說明了**燃燒是可燃性物質与氧化合时所形成的現象**。

在研究氧气时，我們曾經看見过純淨物質在氧气里燃燒的情形，在那里都产生了光和热，生成了氧化物；这是簡單的情形。实际上燃燒过程是很复杂的，这是因为我們常用的燃料是很复杂的緣故；在这里既有可燃性化合物的分解，又有元素跟氧气化合。但是在燃燒方程式里，我們只表明氧化物的生成。如：



上述情形是物質在氧氣里燃燒的；但有些物質在沒有氧氣的情形下，也能燃燒；例如銅能在氯氣里燃燒，也能發生光和熱。

因此說：**任何發熱發光的化學反應都叫做燃燒。**

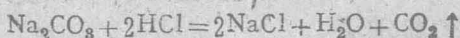
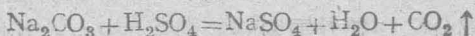
在本書里，我們只研究物質在氧氣里的燃燒，因為這是最通常最有用的。

從我們的生和生活和工作經驗中已經證明燃燒與溫度和氧氣量有很密切的關係。例如冬天的汽車不易發動，是因為溫度太低的緣故，只要往發動機里加進熱水或者採用其他方法將發動機預熱後，就容易發動了。又如燃點著的蠟燭，用玻璃罩罩住，就會熄滅，這是因為沒有足夠量的氧氣的緣故。

從這裡我們可以得出結論：**燃燒的條件是可燃性物質必須與足夠量的氧氣充分接觸，同時必須有一定的溫度。**從而也知道了，要使燃燒熄滅，就必須使燃燒著的物質與氧氣隔絕或者降低它的溫度。

發動機燃料的霧化，就是使空氣中的氧氣與燃料密切接觸，因此發動機燃料的霧化狀況是否良好，是發動機工作是否良好的要素。發動機的壓縮比的大小與汽缸內的溫度密切有關，因此當氣門關閉不密，活塞環與汽缸壁的密封性不良時，由於跑掉了一部分混合氣，減低了壓縮比，降低了汽缸內的溫度，因此發動機也工作不好了。這一點在狄塞爾機里表現得非常明顯。

我們常用的滅火器（如圖98），C筒里裝有碳酸鈉，B瓶里盛有硫酸或鹽酸，當滅火器倒轉時，酸跟碳酸鈉產生下列反應：



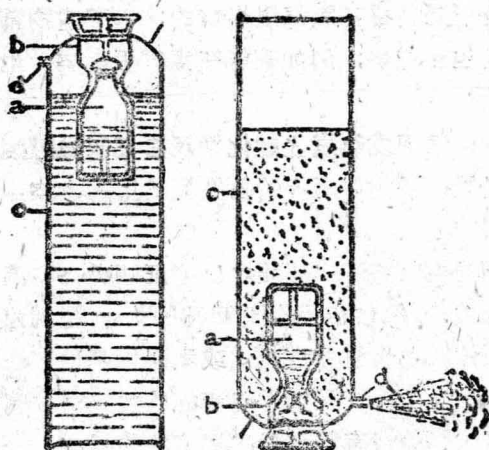


图98 滅火器：

a-盛酸的玻璃容器；b-玻璃容器的金屬支架；
c-滅火器的鐵筒；d-滅火器的噴出口

在反应中生成的水噴在燃烧着的物質上，就降低了它的溫度，同时产生的水蒸气也圍繞在它的周围，使之不易与空气中的氧气接触，所产生的二氧化碳泡沫則严密地复盖在燃烧着的物質表面上，使它与空气隔絕开来，所以燃烧就熄灭了。

第二节 火 焰

火焰是那样的美丽而又动人，在它閃动的时候，好像活的一样。

观察蜡烛的燃烧，就能看出火焰是或多或少有一定形状的。仔細观察的时候，可以看出火焰由三个部分组成(图99)：内部較暗的部分a，a部外围发亮的圓錐体b，以及外部看不太清楚的帶黃色的部分c。



图99 蠟燭火焰的構造：

- a-內部“黑暗的”圓錐體；
- b-中部明亮的圓錐體；
- c-火焰的外部

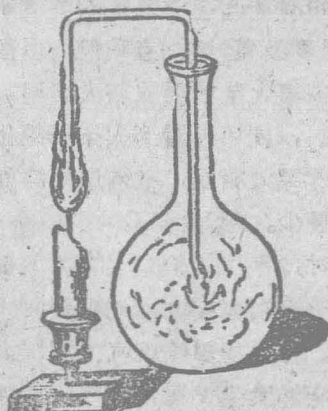


图100 由火焰內部圓錐體引出的氣態物質經玻璃管進入燒瓶



图101 用玻璃管从火焰內部引出的氣態物質在管口燃燒

为了研究火焰的内部究竟是什么物质，我們取一根弯曲的玻璃管，把火焰内部a的物质引入烧瓶，如图100那样。这些物质有一部分是石蜡的蒸气，遇到冷的瓶就凝結而附着在烧瓶的内壁上形成固体的蜡；而另一部分是石蜡分解后的生成物，是可燃性的气态物质，可以像图101那样引出燃烧。

現在我們来研究一下火焰明亮的部分b是由什么物质组成的。任意取一个冷的器皿（耐热品）放在明亮部分的上面，一会儿器皿表面上就附有一薄层碳的小颗粒（实际上碳仅是其中主要的成份）。

可見在这个明亮的圓錐体里，一部分碳跟氧化合而产生高温，另外一部分碳則沒有被燃烧。这些沒有燃烧的小颗粒由于受到强热而发出光亮，正如电灯泡里灼热的鎢絲的发光一样。

火焰的外层C，几乎全部是石蜡充分氧化后的生成物。

根据上面的叙述，我們可以知道，火焰内部的温度是不一

样的，最内部的温度低，次外部的温度较高，最外部的温度最高。这一点我们可以像图102那样，用一根火柴杆平放在火焰里，等一会儿拿出来，就可以看到火柴杆碳化的最多的是最外层火焰处，次外层火焰处较少，最内层最少。

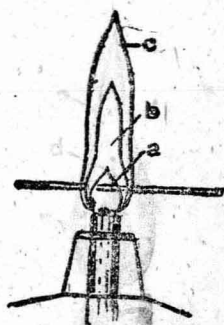


图102 酒精灯火焰温度较低的部分a和温度较高的部分

木柴燃烧时，产生长长的火焰，烟量也较少，但当火焰刚熄灭时，大量浓黑的烟就随之出现。有些物质像煤气、酒精、烟煤等燃烧时能够发生火焰，有些物质如木炭、铁等燃烧时不发生火焰。由此我们知道：当物质燃烧没有可燃性气体生成时，那就不发生火焰。**火焰是可燃性气体燃烧时所发生的现象。**

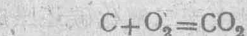
由于火焰内部的温度有高低差异，因此正确地处理受热物体与燃烧物体间的距离，就成为经济的利用燃料的重要问题之一。各种不同燃料在燃烧时，由于生成可燃性气体的多少不同，火焰的长短也不相同，即火焰的最高温度处离燃料本身的距离也不相同。因此锅灶的炉栅常常做成能够作上下移动调整的，使用挥发物较多的燃料时，应调得远一些。

第三节 燃料的完全燃烧

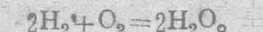
我们常用的燃料里，主要可燃烧的元素是碳和氢。例如：煤、木炭、焦炭里的主要成份是碳；甲烷(CH_4)、乙炔(C_2H_2)，是碳和氢的化合物；汽油、柴油是多种碳氢化合物的混合物；酒精($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)是碳氢氧的化合物，等等。

我们知道，这些含碳和氢的燃料的燃烧过程，就是碳和氢

的氧化过程。我們說的**完全燃烧**，在这种情况下，可以解释为**徹底的氧化**，就是說，碳在完全燃烧后，应全部生成二氧化碳，并放出热量：



氢在完全燃烧后，应全部生成水，并放出热量：



很明显，燃料只有在完全燃烧的条件下，才是最經濟最节约的利用，因此，使燃料作完全燃烧对国民經济有极大的意义。

要使燃料作完全燃烧，首先必須供給适量的氧气。在通常情况下，这些氧气都是从空气中取得的。現在我們以汽油为例，計算它燃烧时所需的理論空气量（重量）。

汽油的化学成份，并非严格一定的，通常作計算时都以辛烷 C_8H_{18} 来代替，其燃烧方程式如下：



依据碳氢和氧的分子量以及氧气在空气中的重量百分数得一公斤汽油燃烧时所需的理論空气量为：

$$x = \frac{800}{228 \times 0.23} = 14.4 \text{ 公斤}$$

在实用中，常用的空气量一般以稍多于理論空气量为佳，如果过多，就会造成热量的太大損失，如果不足，势必造成不完全燃烧，这都是不經濟的。

其次，空气的供給方法也是保証燃料完全燃烧的重要因素之一。

在以液体燃料来燃烧的內燃机里，空气是一次供給的，并借助于燃料的霧化装置使他們充分地混和。这一点在第一节里已經叙述过了。

在用固体燃料燃烧的鍋爐里，情形就大不相同了。底层燃料燃烧生成的二氧化碳，上升遇到上层赤热的炭时，就会逐渐还原为一氧化碳，如果没有从爐門处进入的二次空气，那么就会造成不完全燃烧。同时由于二氧化碳还原成一氧化碳是吸热的又造成热量的损失。因此在这种情况下，除了要由爐栅下供給适量的第一次空气外，还必须由爐門处供給适量的第二次空气。图103是反射爐里燃烧的情形。

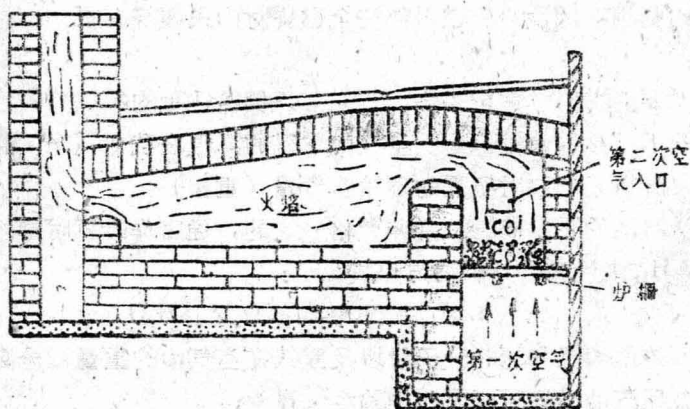


图103 反射爐

第四节 燃烧速度与温度

自然界里常常发生跟燃烧相似的氧化反应。

当干草、树叶和其他含碳物质腐敗的时候，这些含碳物质被空气中的氧气氧化而产生热量。如果产生的热不能散掉，物质的温度势必逐渐升高，当达到着火点（通称燃点）时，就会引起自动的燃烧；这种现象叫做自燃。

在实验室里也可以观察到物质的自燃现象。如果拿一小块

滤紙用白磷的二硫化碳溶液浸湿，在常温下把它掛起晾干（图 104）。由于二硫化碳被揮发掉，結果在滤紙上只剩下小粒的磷，最后因磷的迅速氧化，所生的热就引起滤紙的燃烧。

燃烧的作用在于产生最大的热量与达到所需要的温度。

这里必須弄清楚，热量与温度是密切相关但它們是不同的两个概念。例如一公斤煤，不論你在什么情形下使它完全燃烧，都会放出同量的热量，然而在不同情形下所得到的温度，就很不相同。如果在火爐上仅仅維持一小点火，那么会整天煮不沸一壶水；如果你用大火燃烧，則一会儿就会煮沸，而且所用的燃料，絕不会比整天所用的多。因此說，温度是与热量和燃烧速度有关的；只有在高速的燃烧下，才能具有高的温度，热能才能更有效地利用。

除开燃料本身的性質來說，增加燃烧速度可从下列三个方面着手。

1. 加快氧气的供給速度，使之与燃料充分密切地接触，并迅速地排除废气。例如高爐、平爐、冲天爐和熔工爐等都需要用压力鼓风，同时必須有适量大小和高度的烟筒来吸取废气；汽車的排气管道和消声器发生障碍时发动机就会工作不正常。

我們知道，在空气里只有少部分才是氧气（約占空气容积的21%、重量的23%），而大部分都是不能燃烧，而且传导性不良的氮气、二氧化碳等气体（約占空气体积的79%，重量的77%），它們要吸收相当多的热量；因此用供給空气取氧燃烧

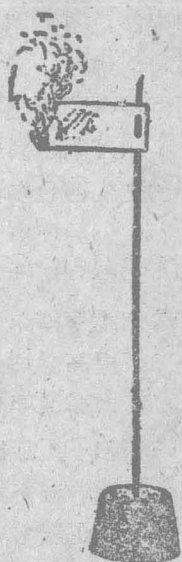


图104 白磷的自然

的办法，不能認為是好的，所以現代冶金工业，都广泛地采用着富氧鼓风，甚至供給純淨的氧气；在高空飞行事业中，还使用了特殊的氧化剂。

2. 控制燃料的粒度。一般說来，燃料的粒度愈小，与氧气接触的机会愈多，燃烧愈速。但在固体燃料燃烧时，如果粒度过小，則会使氧气的流通受到阻碍，影响燃烧的順利进行；所以在高爐和鍋爐里，燃料的粒度都有严格的規定。在鍋爐里，煤层應該薄些。

3. 提高燃烧的溫度。溫度愈高，燃料的分解氧化过程就愈快。所以高爐要用热风（溫度約 900°C ），鍋爐发火时，应使火燃烧的尽可能旺一些。

热能的經濟利用，还在于燃料的分布情形，它力求均匀和集中；儘可能减少热量的损失，是最重要的关键之一。

极高的燃烧速度，会在极短的时间內放出极大的能量，这就引起强烈的爆炸。爆炸是有用的，在开山筑路、采矿和国防上都是需要的；但在工厂和发动机等方面，則会带来巨大的损失和破坏。

在一切工业性質的燃烧特别是在內燃机里，要求所用燃料具有良好的燃烧安定性，所以常用的汽油里都加入了一定量的抗爆剂，以防止燃烧时爆震現象的产生。

第五节 阿佛加德罗定律及其应用

我們已經知道，在标准状况下任何相同体积的气体都含有同数的分子，那么在非标准状况下，情形是怎样的呢？

在物理学里我們已經学过玻意耳-馬略特，盖·呂薩克定

律和理想的气态方程 $\left(\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \right)$ ，知道了任何气体的

体积都随着压力，温度的改变依同一规律而变化。因此我们推出对于气体体积跟它所含分子数的关系的一般性的结论。

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。

这个结论是由意大利化学家阿佛加德罗在1811年提出来的，称为**阿佛加德罗定律**。

这个定律不适用于固态物质和液态物质，因为它们一克分子的体积并不相同。

我们知道，在实际工作中，在标准状况下的情形是极少的；阿佛加德罗定律使我们能够在非标准状况下进行测量和计算。

1. 气态物质分子量的测定

(1) 根据气体密度求分子量 在标准状况下；某种气体每升的质量叫做那种气体的密度。假设1克分子某种气体的质量等于M，它的密度等于d，那末根据气体克分子体积的概念可以得出下列二式：

$$d = \frac{M}{22.4}, \quad M = 22.4d$$

由上式可知，如果已知某种气体的密度，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，也就是说，运用上式可以求出某种气体的分子量。

例题 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。

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

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

因为一克分子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 在相同状况下，同体积的不同气态物质的重量比，应该等于不同气态物质每一个分子重量的比，也就是应等于不同气态物质的分子量的比。我们可以用简式表示如下：

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

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。

$\frac{W_A}{W_B}$ 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对氧气的相对密度是31.8，求气体A的分子量。

$$\frac{M_A}{M_{H_2}} = \frac{M_A}{2.016} = 31.8; M_A = 2.016 \times 31.8 = 64.06$$

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合物，所以空气不可能有什么分子量。可是我们知道，空气的主要成分和它们