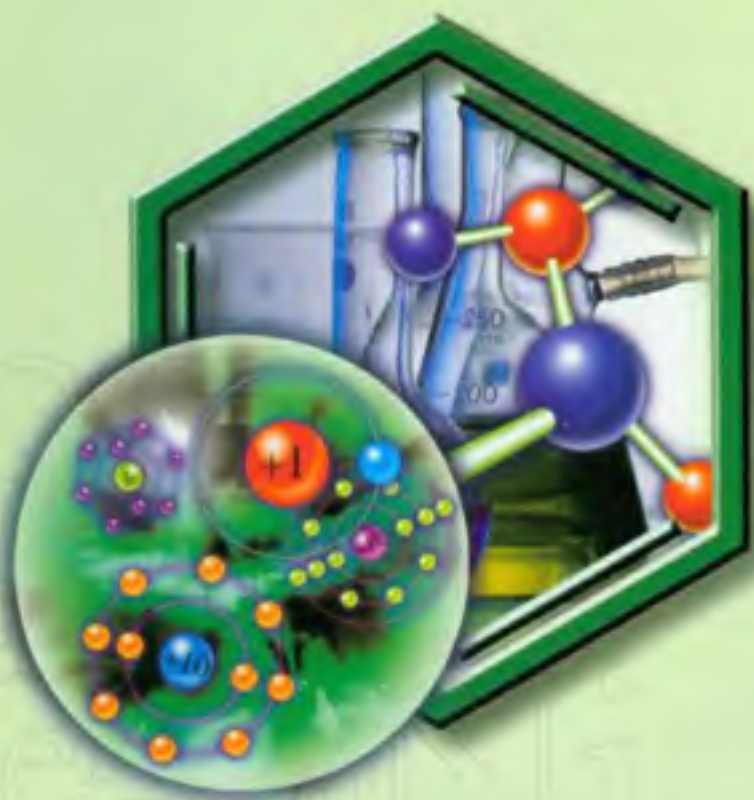


经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过
普通高中课程标准实验教科书·化学

化学 2

CHEMISTRY



凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社

必修

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过
普通高中课程标准实验教科书·化学

化学2

主编 王祖浩



凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社

必修

普通高中课程标准实验教科书·化学
必修·有机化学基础

主 编 王祖浩
副 主 编 吴 星 刘宝剑 王云生

本册主编 王祖浩
副 主 编 王云生

书 名 普通高中课程标准实验教科书·化学
化学 2 必修
主 编 王祖浩
责任编辑 丁金芳 李静婷
出 版 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社 (南京市马家街 31 号 210009)
网 址 <http://www.10088.com.cn>
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
重 印 江苏教育出版社
发 行 江苏新华发行集团有限公司
经 销 南京新华书店有限公司
印 刷 常州市华通印刷有限公司
开 本 890×1240 毫米 1/16
印 张 7.25
版 次 2007 年 6 月第 4 版
2007 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5343-6007-7/G·5702
定 价 8.34 元
盗版举报电话 025-83204538

苏教版图书若有印装错误请与出版社联系
(免费服务热线: 800-818-1131)
提供盗版线索者给予重奖

写给同学们的话

亲爱的同学们，首先祝贺你们进入高中学习阶段。回顾初中的化学学习经历，我们有过曲折，但更多的是快乐。虽然只是化学的启蒙，但已经初步了解了化学发展的历程，领略了化学科学的魅力，体验了科学探究的乐趣。通过高中课程的学习，我们将进一步领悟化学博大精深的科学思想，理解化学与人类文明的密切关系，学到更多有趣、有用的化学知识。

化学是什么？著名科学家 R. 布里斯罗在就任美国化学会会长期间撰写了一部经典的著作，名为《化学的今天和明天》。在读书的副标题中，化学被神圣地定义为“一门中心的、实用的、创造性的科学”。

与人类已知的几百万种生物相比，已知的化合物已达数千万种。近来每年化学家创造的新化合物就达 100 万种以上。

物质的结构决定物质的性质，物质的性质关系到物质的用途。时至今日，化学家们积累起来的知识和技术虽能使人们根据需要来设计材料的结构，但难以全部如愿。

化学与制药、石油、橡胶、造纸、建材、钢铁、食品、纺织、皮革等与国民经济息息相关的产业繁荣与共。据统计，大约有 50% 的工业化学家活跃在这些行业中。

为了保卫地球、珍惜环境，化学家们开创了绿色时代。“绿色化学”正在努力并且已经能够做到：使天空更清洁，使化工厂排放的水与取用时一样干净。

千姿百态的物质世界与高度发达的科学技术将一个飞速膨胀的知识系统呈现在我们眼前；而千变万化的自然现象诱发出无数充满好奇的中学生的思维火花。在这“多样”与“变化”的背后，同学们或许已隐隐发现，万物都有其变化的规律，这种规律就是通常所说的学问。高中化学课程将以一种新的方式来展现这些学问。

如果说在初中阶段，我们只是泛舟荡漾在化学的河川之上，为沿途的旖旎风景所倾倒，那么一旦进入高中，我们会发现眼前的河面越加开阔，景色更加优美。扬起风帆，我们将遨游于神奇的化学海洋之中。

我细心观察过今天的高中学生，欣喜地发现，随着时代的进步，同学们的视野更为开阔，思维愈发活跃。教师们常常在为高中生各种新奇的创意与问题惊讶甚至烦恼的同时，不能不从内心叹服他们对化学内涵的深刻理解，以及表现出来的巨大思维潜力。有了如此乐观的基础，在高中化学必修和选修课程的学习过程中，同学们能体验到实验探究的乐趣，掌握科学研究的方法，感受化学在解决人类面临的重大挑战时所作出的贡献。总之，在学习化学基础知识、基本技能的同时，我们应从简单入手，逐步学会解决复杂的问题，学会用化学的眼光和思维去审视我们赖以生存的世界，为日后参与社会决策打下一定的基础，从而获益终身。

《化学2》作为高一年级继《化学1》之后的必修课程，她提供了一系列展现化学学科特点的专题，如微观结构与物质的多样性、化学反应与能量转化、有机化合物的获得与应用、化学科学与人类文明等。在继承科学传统的基础上，本书更好地融合了学生的认知特征和化学学科发展的线索，建构了新的内容体系，阐述了核心的化学概念和原理，揭示了化学与社会发展的相互关系，并以同学们喜欢的风格设计出丰富多彩的探究活动。

不同功能的教材栏目体现了作者的编写理念，有助于同学们学习方式的多样化。

【你知道吗】引导同学们回顾已有知识，在新旧知识之间架起“桥梁”，联系自己原有的经验，激发探究的欲望。

【活动与探究】引领同学们积极投身实践活动，在“做中学”的自主探究中享受发现的快乐。

【交流与讨论】设置了一系列的问题情境，引导同学们展开讨论，为充分表现大家的聪明才智和丰富的想像力提供机会。

【观察与思考】展示的实验、模型、图表中蕴涵深刻的化学道理，帮助同学们开启化学思维。

【问题解决】在教材阐述的化学原理、规律之后插入相关的问题，考查同学们知识迁移和解决问题的能力。

【信息提示】以简捷的语言介绍化学的核心概念、基本原理、物质性质和技能方法等。

【拓展视野】、【资料卡】提供更多、更生动的素材，使同学们在完成必要的学习任务之余开拓视野，进一步领略化学的奇妙和魅力。

【整理与归纳】将每个专题的核心知识、思想方法整合，形成结构体系，既展现本专题教材建构的思路，又提炼出基本的知识点，帮助学生理解教材、把握重点。

【回顾与总结】提示同学们参照所给的问题或线索整理知识，以问题的形式联系本专题重点的知识、技能和方法，增加自我反思和评价的力度。

【练习与实践】帮助同学们巩固知识，应用知识解决某些实际问题。

化学，伴随我们一生的科学。在过去的岁月中，我们渴望了解化学，为此我们有过喜悦，也有过失望，但探索的步伐一直没有停息。今天，当我们以一种新的姿态来学习化学、理解化学时，我们眼中的物质世界将会变得更加美好！让我们充满信心，用智慧和勤奋去努力地完成高中阶段化学必修课程的学习任务，登上更高的台阶。

王祖浩

2007年夏

专题1 微观结构与物质的多样性 1

- 2 第一单元 核外电子排布与周期律
- 12 第二单元 微粒之间的相互作用力
- 18 第三单元 从微观结构看物质的多样性



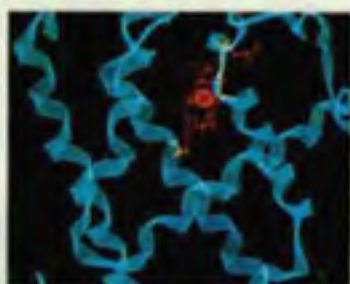
专题2 化学反应与能量转化 29

- 30 第一单元 化学反应速率与反应限度
- 34 第二单元 化学反应中的热量
- 40 第三单元 化学能与电能的转化
- 47 第四单元 太阳能、生物质能和氢能的利用



专题3 有机化合物的获得与应用 57

- 58 第一单元 化石燃料与有机化合物
- 69 第二单元 食品中的有机化合物
- 80 第三单元 人工合成有机化合物



专题4 化学科学与人类文明 91

- 92 第一单元 化学是认识 and 创造物质的科学
- 99 第二单元 化学是社会可持续发展的基础



附录 I 相对原子质量表	107
附录 II 中英文名词对照表	108
元素周期表	



微观结构与物质的多样性

■ 第一单元

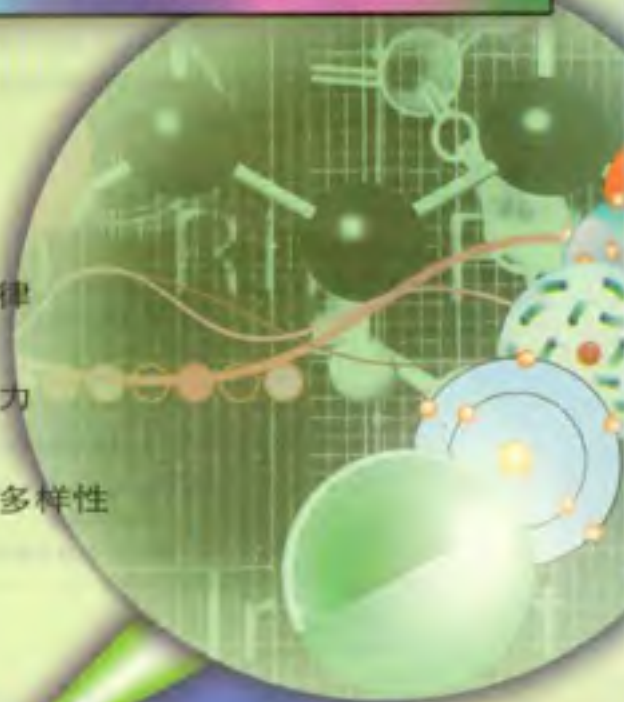
核外电子排布与周期律

■ 第二单元

微粒之间的相互作用力

■ 第三单元

从微观结构看物质的多样性





我们已经知道,不同元素原子核外电子的数目各不相同。科学家运用多种方法研究原子核外电子的运动状态,揭示了原子核外电子的排布规律。本单元我们将讨论元素原子核外电子的排布,认识元素性质与原子结构的关系。



原子核外电子的排布



思考与讨论

观察图1-1、1-2所示的元素原子结构示意图。你能发现随着元素核电荷数的递增,元素原子核外电子的排布有什么规律吗?

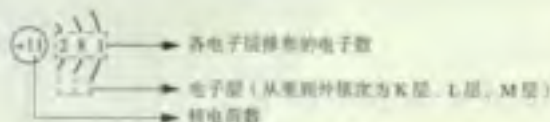


图 1-1 钠原子结构示意图

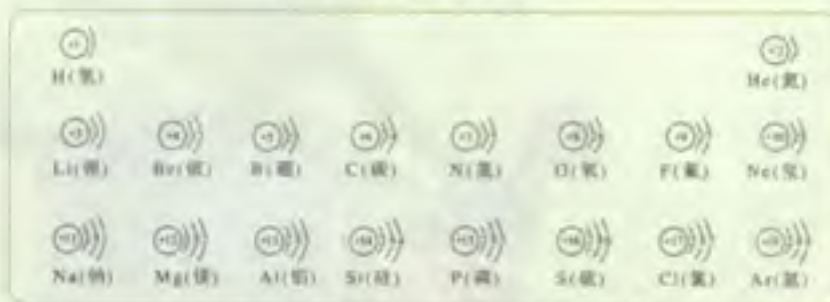


图 1-2 核电荷数为1~18的元素原子结构示意图

经过长期研究,人们发现,含多个核外电子的原子中,电子运动的主要区域离核有远有近,在离核较近的区域运动的电子能量较低,在离核较远的区域运动的电子能量较高,即电子在原子核外是分层排布的。人们把核外电子运动的不同区域看成不同的电子层(electron shell),各电子层由内向外的序数 n 依次为1、2、3、4、5、6、7……分别称为K、L、M、N、O、P、Q……电子层。例如,钠原子核外的11个电子分别处于K、L、M电子层中,排布在最外电子层(M层)的1个电子能量最高。

原子核外各电子层最多能容纳的电子数是一定的。科学研究表明,电子在原子核外排布时,总是尽量先排在能量最低的电子层里,即最先排布K层。当K层排满后,再排L层等。

交流与讨论



观察分析表1-1所示稀有气体元素的原子核外电子排布，与同学讨论下列问题。

表 1-1 稀有气体元素的原子核外电子排布

元素	各电子层的电子数					
	K	L	M	N	O	P
${}_2\text{He}$ (氦)	2					
$_{10}\text{Ne}$ (氖)	2	8				
$_{18}\text{Ar}$ (氩)	2	8	8			
$_{36}\text{Kr}$ (氪)	2	8	18	8		
$_{54}\text{Xe}$ (氙)	2	8	18	18	8	
$_{86}\text{Rn}$ (氡)	2	8	18	32	18	8

1. 从稀有气体元素的原子核外电子排布可知, K、L、M、N 电子层最多能容纳的电子数依次是多少? 请由此推出原子核外各电子层最多能容纳的电子数和电子层序数 n 的关系。

2. 各稀有气体元素原子中最外电子层最多能容纳的电子数是多少? 次外电子层最多能容纳的电子数是多少?

以上分析说明, 原子核外各电子层最多能容纳的电子数为 $2n^2$, 最外电子层最多只能容纳 8 个电子 (K 层为最外层时最多只能容纳 2 个电子)。稀有气体元素原子中最外电子层都已经填满, 形成了稳定的电子层结构。



元素周期律

分析核电荷数为 1~18 的元素原子核外电子排布可以发现, 随着元素核电荷数的递增, 元素原子最外层电子的排布呈现周期性变化, 除 H、He 元素外, 最外电子层上的电子数重复出现从 1 递增到 8 的变化。

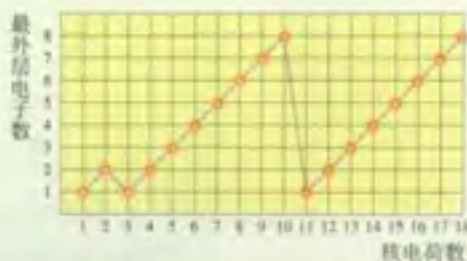


图 1-3 核电荷数为 1~18 的元素原子最外层电子数



交流与讨论

人们按核电荷数由小到大的顺序给元素编号,这种编号叫做原子序数。元素的原子序数在数值上等于该元素原子的核电荷数。

表 1-2 是原子序数为 3~9 和 11~17 元素的原子半径数值。请与同学讨论,随着元素核电荷数的递增,元素的原子半径有怎样的变化规律?

表 1-2 原子序数为 3~9 和 11~17 元素的原子半径

3~9号 元素	Li(锂)	Be(铍)	B(硼)	C(碳)	N(氮)	O(氧)	F(氟)	Ne(氖)
原子半径 /pm	152	111	88	77	70	66	64	—
11~17号 元素	Na(钠)	Mg(镁)	Al(铝)	Si(硅)	P(磷)	S(硫)	Cl(氯)	Ar(氩)
原子半径 /pm	186	160	143	117	110	104	99	—

注: $1\text{ pm} = 10^{-10}\text{ m}$ 。

1. 以横坐标表示元素原子核外最外层电子数,以纵坐标表示原子半径,将上表中有关原子半径的数据表示在图 1-4 所示的坐标系中,再分别把表示 3~9 号元素、11~17 号元素原子半径数据的点用光滑曲线连接起来。

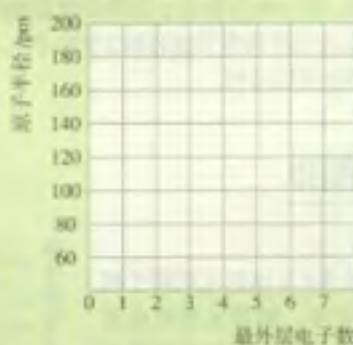


图 1-4 3~9、11~17 号元素原子的
最外层电子数与原子半径

2. 分析图中曲线可以发现,3~9 号元素或 11~17 号元素随着核电荷数的递增,原子半径的变化规律是_____

随着元素原子序数的递增,元素原子最外层电子的排布和元素的原子半径(除稀有气体元素外)呈现周期性变化。那么,元素的性质是否有相应的周期性变化规律呢?

信息提示

元素的金属性与非金属性强弱

人们在长期的研究中发现,元素的单质和化合物的某些性质有助于判断元素的金属性、非金属性强弱:通常情况下,元素的金属性越强,它的单质越容易从水或酸中置换出氢,该元素最高价氧化物的水化物的碱性越强;元素的非金属性越强,它的单质越容易与氢气反应形成气态氢化物,气态氢化物越稳定,该元素最高价氧化物的水化物的酸性越强。

活动与探究

探究活动1 进行下列实验,探究钠、镁、铝单质的金属性强弱。

【实验1】切取绿豆般大小的一小块金属钠,用滤纸吸干其表面的煤油。在一只250 mL烧杯中加入少量的水,在水中滴加两滴酚酞溶液,将金属钠投入烧杯中,观察并记录实验现象。

【实验2】将已用砂纸打磨除去氧化膜的一小段镁条放入试管中,向试管中加入适量的水,再向水中滴加两滴酚酞溶液,观察实验现象。然后加热试管,观察并记录实验现象。

【实验3】在两支试管中,分别放入已用砂纸打磨除去氧化膜的一小段镁条和一小块铝片,再向试管中各加入2 mol·L⁻¹盐酸2 mL,观察并记录实验现象。

表1-3 探究钠、镁、铝单质的金属性强弱

实验	物质	Na	Mg	Al
与水的反应	与冷水反应			—
	与热水反应	—		—
与盐酸反应		—		

钠、镁、铝金属性强弱的顺序是_____。

探究活动2 阅读并分析表1-4,根据硅、磷、硫、氯元素的气态氢化物的形成条件和气态氢化物的热稳定性,探究硅、磷、硫、氯元素的非金属性强弱。

表1-4 硅、磷、硫、氯元素的气态氢化物

元素	$_{14}\text{Si}$	$_{15}\text{P}$	$_{16}\text{S}$	$_{17}\text{Cl}$
单质与氢气的反应	高温下反应	磷蒸气与氢气能反应	加热时反应	光照或点燃时发生爆炸而化合
气态氢化物的化学式	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
最低化合价	-4	-3	-2	-1
气态氢化物的热稳定性	不稳定	不稳定	受热分解	稳定

按硅、磷、硫、氯元素的顺序,从硅元素到氯元素,随着元素核电荷数的递增,气态氢化物的热稳定性如何变化?硅、磷、硫、氯元素的非金属性如何变化?

探究活动3 阅读并分析表1-5,根据11~17号元素最高价氧化物的水化物的酸碱性,结合表1-4,探究元素的金属性和非金属性的强弱变化规律以及元素的最高化合价和最低化合价(在气态氢化物中的化合价)的递变规律。

表1-5 原子序数为11~17的元素最高价氧化物的水化物

元素		$_{11}\text{Na}$	$_{12}\text{Mg}$	$_{13}\text{Al}$	$_{14}\text{Si}$	$_{15}\text{P}$	$_{16}\text{S}$	$_{17}\text{Cl}$
原子结构示意图								
最高价氧化物的水化物	化学式	NaOH	Mg(OH)_2	Al(OH)_3	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	HClO_4
	最高化合价	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
	酸碱性 强弱	强碱	中强碱	两性氢氧化物	弱酸	中强酸	强酸	酸性更强

(1) 11~17号元素最高价氧化物水化物的酸碱性强弱的变化规律是_____；

11~17号元素金属性和非金属性强弱的变化规律是_____。

(2) 11~17号元素的最高化合价和最低化合价的变化规律是_____；

11~17号元素的最高化合价和最低化合价的数值与原子核外最外层电子数的关系是_____。

更多的研究表明,随着元素核电荷数的递增,元素的原子半径(除稀有气体元素外)、元素的金属性和非金属性、元素的主要化合价(最高化合价与最低化合价)都呈现周期性变化。

元素的性质随着元素核电荷数的递增而呈周期性变化的规律叫做元素周期律(the periodic law of elements)。元素周期律是元素原子核外电子排布随着元素核电荷数的递增发生周期性变化的必然结果。

元素周期表及其应用

人们把已经发现的元素按一定的规则排列成元素周期表(如图1-5)。元素周期表直观地反映了元素的性质随着核电荷数的递增呈周期性变化的规律。

1	2											3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
H	He											Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar								
																		K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
																		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Xe	
																		Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	Rn	
																		Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	A	B	C	D	E	F	G	H	At	

图 1-5 元素周期表



交流与讨论

仔细阅读研究图1-5所示的元素周期表,与同学交流讨论下列问题。

1. 在元素周期表中,每个横行称为周期。在元素周期表中共有多少个周期?每个周期各有多少种元素?

在元素周期表中,每个纵行称为族。元素周期表中有哪些族?

2. 找出氢、碳、钠、铝、硫等元素在元素周期表中的位置(所在的周期和族),分析这些元素的原子核外电子层数、最外层电子数和元素所在的周期序数的关系。除氢元素外,其他各元素原子的最外层电子数与该元素所在的族序数有什么关系?

元素周期表中共有7个周期,1~3周期是短周期,4~7周期是长周期,第7周期由于还有尚待发现的元素,又称为不完全周期。

在元素周期表中,1A~ⅧA族是主族元素,主族和0族由短周期元素、长周期元素共同构成;1B~ⅧB族是副族元素,副族和Ⅷ族完全由长周期元素构成。

元素周期表是元素周期律的具体表现形式。同一周期元素(稀有气体元素除外)的原子,核外电子层数相同,随着核电荷数的递增,最外层电子数逐渐增加,原子半径逐渐减小,元素的原子得到电子的能力逐渐增强,失去电子的能力逐渐减弱。因此,同一周期的元素(稀有气体元素除外),从左到右金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强。



活动与探究

1. 阅读表1-6,从ⅦA族元素气态氢化物形成的难易程度和热稳定性看,你认为ⅦA族元素非金属性强弱变化有什么规律?

表1-6 ⅦA族元素气态氢化物的形成和热稳定性

元素 气态 氢化物	F	Cl	Br	I
形成的 难易程度	H ₂ 与F ₂ 混合,在冷暗处剧烈化合并发生爆炸	H ₂ 与Cl ₂ 混合,光照或点燃时发生爆炸	H ₂ 与Br ₂ 混合,加热时发生化合	H ₂ 与I ₂ 混合,加热时化合,同时又分解
组成	HF	HCl	HBr	HI
热稳定性	很稳定	稳定	较稳定	较不稳定

2. 试分析同一主族元素的金属性和非金属性随元素核电荷数的增加发生的变化。

同一主族元素的原子最外层电子数相同,随着核电荷数的增大,电子层数逐渐增加,原子半径逐渐增大,原子失去电子的能力逐渐增强,获得电子的能力逐渐减弱,元素的金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱。

问题探究



利用图1-6表示元素周期表中元素金属性、非金属性的递变规律,完成下列各题。

1. 在图中4个箭头旁的方框中分别用简要的文字说明元素金属性和非金属性的递变规律。
2. 在图中适当位置写出金属性最强的元素和非金属性最强的元素的符号(放射性元素除外)。
3. 指出图中虚线右上方、左下方区域的元素是金属元素还是非金属元素。
4. 图中临近虚线两侧的元素既表现出一定的金属性,又表现出一定的非金属性。这给了我们什么启示?

族 周期	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

图 1-6 元素周期表中元素金属性、非金属性的递变

元素的原子结构决定了元素在周期表中的位置,元素在周期表中的位置反映了元素的原子结构和元素的性质特点。我们可以根据元素在周期表中的位置,推测元素的原子结构,预测其主要性质。元素周期表能帮助我们更好地学习和研究化学。

元素周期表中位置相近的元素性质相似,人们可以借助元素周期表研究合成有特定性质的新物质。例如,在金属和非金属的分界线附近寻找半导体材料(如锗、硅、硒等)。在过渡元素(副族和Ⅷ族元素)中寻找各种优良的催化剂(如广泛应用于石油化工生产中的催化荆铂、镍等)和耐高温、耐腐蚀的合金材料(如用于制造火箭和飞机的钛、钨等元素)。

元素周期表不仅对元素进行了分类,也揭示了一系列的科学观念,如结构决定性质、量变引起质变、复杂现象中蕴含着简洁的规律等,这对化学科学的发展起到了积极的推进作用。



门捷列夫与元素周期律



图 1-7 门捷列夫 (Д. И. Менделѣев, 1834~1907)

在前人研究元素分类的基础上,1869年俄国化学家门捷列夫经过研究提出了元素周期律——元素的性质随着元素原子量(相对原子质量)的递增而呈周期性变化的规律,并列出了第一张元素周期表,这就是现代元素周期表的雏形。门捷列夫在表中为尚未被发现的元素留下了空格,并预言了这些元素的存在及它们的性质。他还指出当时公认的某些元素的原子量(相对原子质量)数据是不准确的,应重新测定。

1875年以后,门捷列夫关于镓(镓)、铟(铟)、铊(铊)等元素性质的预言先后得到证实。元素周期表的空白不断被填补。元素周期律逐渐成为化学家研究元素及其化合物不可缺少的工具,也为他们探索发现新元素提供了思路。

20世纪,物质结构理论的发展进一步揭示了元素性质随着原子序数的递增而呈现周期性变化的本质原因。



练习与实践

- 随着原子序数的递增,下列说法中正确的是()
 - 最外层电子数逐渐增多
 - 原子半径逐渐减小
 - 元素的主要化合价逐渐增加
 - 元素的化合价、原子半径、最外层电子数、得失电子能力、金属性与非金属性呈周期性变化
- 与主族元素在元素周期表中所处的位置有关的是()
 - 相对原子质量
 - 核内中子数
 - 次外层电子数
 - 电子层数和最外层电子数
- 下列说法中错误的是()
 - 钠的金属性比镁强
 - 溴的非金属性比氯强
 - 硝酸的酸性比磷酸弱
 - 水的热稳定性比氨强
- 下列说法中错误的是()
 - 元素周期表中有7个主族,7个副族
 - 稀有气体元素原子的最外层电子数均为8
 - 氦是原子半径最小的元素
 - 氟元素位于第2周期ⅥA族

5. 根据元素周期表回答下列问题:

(1) 金属性最强的元素是_____, 非金属性最强的元素是_____。

(2) 第3周期中, 原子半径最小的元素(稀有气体元素除外)是_____, 非金属性最强的元素是_____。

(3) ⅢA族中, 原子半径最大的元素是_____, 非金属性最弱的元素是_____。

(4) 硅、氯、锗三种元素中, 适合作半导体材料的是_____。

6. 对照元素周期表, 找出下列元素在元素周期表中的位置, 指出其中的主族元素, 并推测它们的原子结构。

(1) 地壳中含量较大的三种元素;

(2) 人体组织中的三种常量元素;

(3) 人体必需的两微量元素。

7. 有A、B、C三种元素, 已知B和A形成的化合物BA中, A的化合价为-1, B和C形成化合物B₂C, A、B、C离子的核外电子总数都是18。

(1) 写出各元素的符号: A_____, B_____, C_____。

(2) 写出A单质与B的最高价氧化物对应水化物反应的化学方程式:_____。

8. 有A、B、C、D、E五种金属元素。在相同条件下, B的最高价氧化物对应水化物的碱性比A的最高价氧化物对应水化物的碱性强; A、B都可以从C盐溶液中置换出C; D与冷水剧烈反应并放出氢气; A、B、C、E四种金属分别投入盐酸中, 只有E不放出氢气。则这五种金属元素的金属性由强到弱的顺序是_____。

9. 镧系元素和钪元素通常称为稀土元素, 它们的化学性质十分相似, 多共生在同一矿物中。稀土元素在地壳中分布稀少, 但应用广泛。我国是稀土元素资源大国, 储量的占世界总储量的80%。

(1) 请找出镧系元素和钪元素在元素周期表中的位置。

(2) 通过上网或查找图书资料, 了解稀土元素的应用, 以及我国在稀土元素资源开发和利用上的成就。

第二单元 微粒之间的相互作用力

构成物质的基本微粒有原子、离子和分子等。不同的物质含有不同的微粒，这些微粒间通过一定的作用力彼此结合。例如，氯化钠和氧化镁这样的化合物是由阴、阳离子构成的，离子间存在强烈的相互作用；氯气是由许多氯分子聚集而成的，每个氯分子又是由两个氯原子结合而成的，分子中两个氯原子间存在着强烈的相互作用；金刚石是由许多碳原子彼此结合形成的空间网状晶体，直接相邻的碳原子间存在强烈的相互作用。

通常我们把物质中直接相邻的原子或离子之间存在的强烈的相互作用叫做化学键（chemical bond）。离子键和共价键是两种常见的化学键。

离子键



你知道吗

我们已经学过氯化钠和氧化镁的形成过程。氯和钠、氧和镁化合时，钠、镁原子失去电子，氯、氧原子得到电子，它们通过电子转移分别形成阳离子和阴离子而彼此结合。

哪类元素的原子能以这种方式相结合？这种结合方式与它们的原子结构有什么关系？在氯化钠、氧化镁这样的化合物中，阴、阳离子间存在怎样的相互作用？

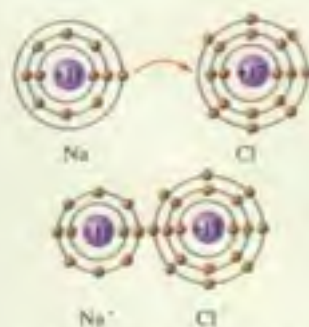


图 1-8 钠原子和氯原子间通过电子转移形成离子键

活泼金属和活泼非金属化合时，由于活泼金属的原子容易失去其最外层上的电子形成阳离子，活泼非金属的原子容易结合电子形成阴离子，它们之间可以通过电子转移，分别形成阳离子和阴离子（如图 1-8）。这样，许多阴、阳离子通过静电作用便形成了离子化合物（ionic compound）。

使带相反电荷的阴、阳离子结合的相互作用，称为离子键（ionic bond）。

钠原子与氯原子形成氯化钠时，钠原子、氯原子分别转化为钠阳离子、氯阴离子，两者最外电子层都形成了具有 8 个电子的稳定结构（如图 1-8）。

活泼金属与活泼非金属化合时,原子间的电子转移发生在原子的最外电子层上。可以在元素符号周围用“·”或“×”来表示原子的最外层电子,以简明地表示原子、离子的最外电子层的电子排布(见表1-7),这种式子称为电子式。用电子式还可以表示离子化合物的组成(见表1-7)。

表 1-7 原子、离子、离子化合物的电子式表示实例

原 子	离 子	离子化合物
$\text{Na}\cdot$ $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$	Na^+ $[\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^-$	$\text{Na}^+ [\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^-$
$\text{Mg}\cdot$ $\cdot\ddot{\text{F}}\cdot$	Mg^{2+} $[\cdot\ddot{\text{F}}:]^-$	$[\cdot\ddot{\text{F}}:]^- \text{Mg}^{2+} [\cdot\ddot{\text{F}}:]^-$

共价键

我们知道,氯气、氯化氢都是由分子构成的物质。两个氯原子可以结合成一个氯分子,一个氯原子和一个氢原子可以结合成一个氯化氢分子。两种非金属元素相互化合时,原子间共用最外层上的电子,形成共用电子对,以达到稳定的电子层结构,共用电子对同时受到两个原子核的吸引。像这样,原子间通过共用电子对所形成的强烈的相互作用称为共价键(covalent bond)。

用电子式也可以表示共价分子,如氯化氢分子。水分子可分别用电子式表示为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$, $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 。

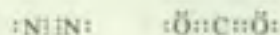
当氯原子和氢原子结合成氯化氢分子,氧原子和氢原子结合成水分子时,各原子最外层的电子排布发生了什么变化?

交流与讨论



在 HCl 、 H_2O 分子中,各原子最外电子层都达到了最多能容纳的电子数,形成了稳定的电子层结构。

以共价键结合的两个原子间形成的共用电子对,可能超过一对。如氮分子中两个氮原子间有三对共用电子对,二氧化碳分子中碳原子与两个氧原子分别形成两对共用电子对。













两个氢原子结合成氢分子,一个碳原子和两个氧原子结合成二氧化碳分子时,各原子最外电子层也都形成了具有8个电子的稳定结构。

除了用电子式外,我们还可以用结构式表示共价分子。在结构式中,原子间的一条短线表示一对共用电子对,如 $\text{H}-\text{Cl}$ 、 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ 、 $\text{N}=\text{N}$ 、 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 等。

HCl 、 H_2 、 Cl_2 、 H_2O 、 CH_4 、 CO_2 等分子中直接相邻的原子间均以共价键相结合。其中,像 HCl 、 H_2O 、 CH_4 、 CO_2 这样的化合物属于共价化合物 (covalent compound)。

共价化合物分子中各原子间有一定的连接方式,分子有一定的空间结构。可以用球棍模型、比例模型表示其价分子的空间结构。

表 1-8 几种物质的电子式、结构式、球棍模型和比例模型

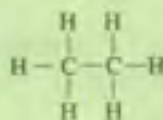
物质	HCl	Cl_2	H_2O	NH_3	CH_4
电子式	$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$	$:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$	$\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ $\quad\quad\quad\text{H}$	$\text{H}:\ddot{\text{C}}:\text{H}$ $\quad\quad\quad\text{H}$
结构式	$\text{H}-\text{Cl}$	$\text{Cl}-\text{Cl}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$ $\quad\quad\quad\text{H}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$ $\quad\quad\quad\text{H}$
球棍模型					
比例模型					

碳元素位于第2周期IVA族,原子的最外层有4个电子。在化学反应中,碳原子既不易失去电子,也不易得到电子,通常与其他原子以共价键结合。

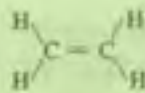


观察与思考

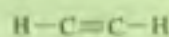
观察图1-9中几种含碳化合物的结构式,分析各化合物分子中每个碳原子能形成几个共价键,碳原子之间是怎样连接的。



乙烷 (C_2H_6)



乙烯 (C_2H_4)



乙炔 (C_2H_2)

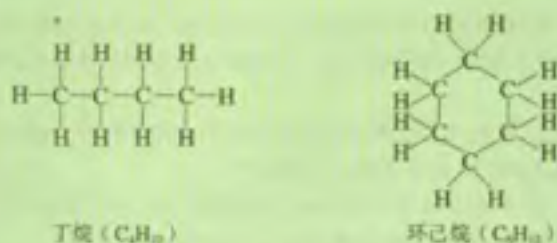


图 1-9 几种含碳化合物的结构式

由图 1-9 可知, 一个碳原子可以形成四个共用电子对, 碳原子之间可以通过一对、两对或三对共用电子对相结合, 分别构成碳碳单键 ($C-C$), 碳碳双键 ($C=C$) 或碳碳叁键 ($C\equiv C$)。碳原子之间可以通过共价键彼此结合形成碳链, 也可以连接形成碳环。

碳原子间连接方式的多样性, 是含碳化合物种类繁多的原因之一。

分子间作用力

我们知道, 分子内相邻原子之间存在着强烈的相互作用。那么, 分子之间是否也有相互作用呢?

干冰升华、硫晶体熔化、液氯汽化都要吸收能量。物质从固态转变为液态或气态, 从液态转变为气态, 为什么要吸收能量? 在降低温度、增加压强时, 氯气、二氧化碳等气体能够从气态凝结成液态或固态。这些现象给我们什么启示?

你知道吗?



许多事实证明, 分子间存在着将分子聚集在一起的作用力, 这种作用力称为分子间作用力。分子间作用力比化学键弱得多。由分子构成的物质, 分子间作用力是影响物质熔沸点和溶解性的重要因素之一。



问题解决

物质中微粒间的作用力的类型与物质性质有密切关系。请与同学讨论下列问题,加深对物质结构与性质关系的认识。

1. 氯化钠在熔化状态或水溶液中具有导电性,而液态氯化氢却不具有导电性。这是为什么?
2. 干冰受热升华转化为二氧化碳气体,而二氧化碳气体在加热条件下却不易被分解。这是为什么?



拓展视野

水分子间的氢键

水的物理性质十分特殊。水的熔沸点较高,水的比热容较大,水结成冰后密度变小……

水具有这些特殊性质是由于水分子间存在一种被称为氢键的特殊的分子间作用力。

水分子间的氢键,是一个水分子中的氢原子与另一个水分子中的氧原子间所形成的分子间作用力。水分子间的氢键使水分子间作用力增加,因此水有较高的沸点。在冰晶体中,水分子间形成的氢键比液态水中形成的氢键多,水分子间所形成的氢键使冰的微观结构里存在较大的空隙,因此,相同温度下冰的密度比水小。

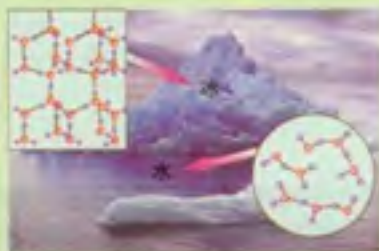




图 1-10 液态水、冰晶体中水分子间的氢键(以虚线表示)示意图

练习与实践

- 下列化学用语正确的是 ()
 A. 氮分子的电子式: $\text{N}::\text{N}$ B. 硫原子的结构示意图: 
 C. 溴化钠的电子式: $\text{Na}::\text{Br}::$ D. 水分子的结构式: 
- 请依据氧、氟、氮、钾原子的结构特点和化学键形成的基本原理, 分析氧化钾、氟化氢中存在的化学键, 并讨论用电子式 $\text{K}^+[:\ddot{\text{O}}:]^-\text{K}^+$ 表示氧化钾、用 $\text{H}::\ddot{\text{F}}:$ 表示氟化氢是否合理。
- 请写出 CH_4 、 Cl_2 、 CCl_4 的电子式和结构式。
- 从化合物的分类(氧化物、酸、碱、盐)看, 下列化合物各属于哪一类物质? 它们属于离子化合物还是共价化合物?
 NaOH CaO H_2SO_4 KI CO_2 NaHCO_3
- 水电解生成氢气、氧气, 水受热汽化成水蒸气。两种变化中, 哪种是物理变化? 哪种是化学变化? 哪一个过程吸收的能量主要是用于克服分子间作用力的?
- 比较氮分子、氟分子的电子式, 两种分子中每个原子最外电子层是否都具有8电子的稳定结构?
- 已知乙烷、乙烯、乙炔的电子式分别为 $\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}:\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}:\text{H}$ 、 $\text{H}:\overset{\text{H}}{\text{C}}::\overset{\text{H}}{\text{C}}:\text{H}$ 、 $\text{H}::\text{C}::\text{C}::\text{H}$, 请分别写出它们的结构式。



人类已发现的元素仅百余种,可它们却能形成数千万种不同的物质。这是什么原因呢?只有对物质的微观结构有较深刻的了解,才能更好地理解物质的多样性,并利用已有的物质创造出更多性能优异的新物质,以满足生产、生活和科学技术发展的需要,不断提高人类的生活质量。



同素异形现象



你知道吗

研究发现,金刚石、石墨在氧气中完全燃烧均只生成二氧化碳气体,它们在一定条件下能相互转化,说明它们都是碳元素的单质。金刚石晶体无色透明,有光泽,十分坚硬,可做装饰品,可用于切割玻璃、花岗岩,可做地质和石油勘探的钻头。石墨为灰黑色,质地较软,能导电,可做润滑剂和电极等。为什么它们的性质有如此大的区别?

研究发现,碳元素形成的单质不仅有金刚石、石墨,还有富勒烯(fullerene,包括 C_{60} 、 C_{70} 和单层或多层的纳米碳管)等。同一种元素能够形成几种不同的单质,这种现象称为同素异形现象。这些单质互称为该元素的同素异形体(allotrope)。



金刚石



石墨



纳米碳管



金刚石的结构模型



石墨的结构模型



纳米碳管的结构模型

图 1-11 碳的同素异形体

金刚石和石墨晶体中碳原子的成键方式和排列方式不同(如图1-11)。金刚石晶体中每个碳原子与相邻的4个碳原子以共价键结合,形成空间网状结构。而石墨晶体为层状结构,层内碳原子间以共价键结合,每一层内碳原子排列成平面六边形,一个个六边形排列成平面网状结构,层间碳原子间存在分子间作用力。 C_{60} 是由60个碳原子形成的封闭笼状分子,形似足球,人们又称它为“足球烯”(如图1-12)。



图1-12 足球烯的结构模型

在常见的元素中,氧、硫、磷等也存在着同素异形现象。氧气在放电或紫外线照射下能转化为臭氧(O_3)。例如,打雷闪电时,有少量臭氧生成。



臭氧在通常状况下是淡蓝色气体,有鱼腥味,氧化性极强。臭氧分子和氧气分子中氧原子的个数和氧原子的成键方式不同,造成了臭氧和氧气性质的差异。

资料卡

臭氧层

自然界90%的臭氧集中在离地面15~50 km的大气平流层中,它是由氧气吸收太阳紫外线辐射而生成的。臭氧层能使地球上的生物免受太阳光中紫外线的伤害,是“生命卫士”。近年来的测量结果表明,臭氧层开始变薄,甚至出现空洞。2000年,南极上空的臭氧层空洞面积达 $2.8 \times 10^7 \text{ km}^2$,相当于澳大利亚国土面积的4倍。关于引起臭氧层被破坏的原因有多种解释,一般认为氟氯烃(氟利昂,广泛用于制冷剂 and 发泡剂等)的大量使用和喷气式飞机、火箭、导弹将大量废气排放到高空,加速了臭氧分解。保护高空臭氧层,是科学家研究的重要课题。

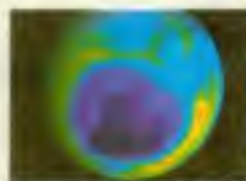


图1-13 南极上空的臭氧层空洞



拓展视野

白磷和红磷

磷元素可以形成多种单质，白磷、红磷是其中的两种。在常温下，白磷是蜡状固体，有剧毒。白磷在空气中能自燃，应保存在冷水中。

常温下，红磷是红棕色固体，在空气中能稳定存在，在加热或点燃时也能在空气中燃烧。

白磷、红磷完全燃烧都生成五氧化二磷。

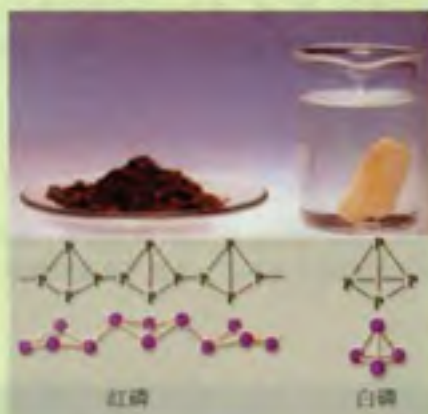


图 1-14 红磷和白磷



同分异构现象

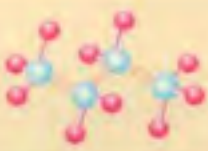
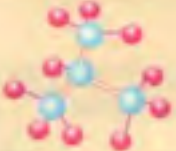


活动与探究

用不同颜色的小球代表碳、氢原子，用塑料棒代表原子间形成的共价键，依据碳、氢原子形成共价键的特征，制作组成为 C_4H_{10} 的有机化合物的分子结构模型。你可以制作出几种不同的分子结构模型？

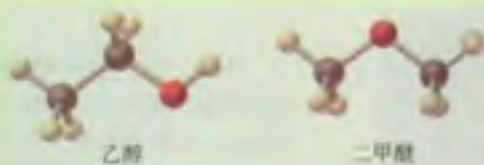
科学实验表明，分子式为 C_4H_{10} 的有机化合物有两种——正丁烷和异丁烷，它们的分子结构不同，性质也有差异。

表 1-9 正丁烷和异丁烷的比较

球棍模型		
结构式	$ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{ccccc} & \text{H} & & \text{H} & \\ & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & - & \text{C} & -\text{H} \\ & & & & \\ & \text{H} & & \text{H} & \\ & & & & \\ & \text{H} & - & \text{C} & -\text{H} \\ & & & & \\ & & & \text{H} & \end{array} $
沸点	-0.5℃	-11.7℃
分子式	C_4H_{10}	C_4H_{10}
名称	正丁烷	异丁烷

某些有机化合物分子组成相同,但性质却有差异。研究发现,这些分子式相同的有机化合物有不同的分子结构。化合物具有相同的分子式,但具有不同结构的现象,称为同分异构现象(isomerism)。分子式相同而结构不同的化合物互称为同分异构体(isomer)。同分异构现象的广泛存在,也是有机化合物种类繁多的原因之一。

乙醇(沸点为78℃)和二甲醚(沸点为-23℃)互为同分异构体,它们的分子式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。观察它们的分子结构模型,分析两者间有什么差异。


 图 1-15 分子组成为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的两种有机物的球棍模型

观察与思考

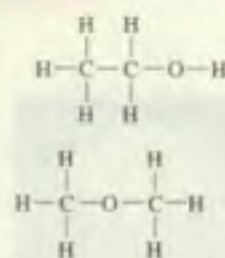


图 1-16 乙醇和二甲醚的结构式

不同类型的晶体



你知道吗

在日常生活中我们会遇到许多晶体,如金刚石、雪花、水晶等。这些晶体在外观上有什么特点?它们的物理性质(如硬度、熔点、导电性等)有什么特点?



金刚石

水晶

氯化钠

雪花

图 1-17 几种晶体

自然界的固态物质有晶态和非晶态之分。晶体具有规则的几何外形,用X射线进行研究时发现,在晶体内部,构成晶体的微粒在空间呈有规则的重复排列。晶体规则的几何外形是其内部构成微粒有规则排列的结果。

构成晶体的微粒可以是离子、分子、原子。

离子化合物中的阴、阳离子按一定的方式有规则地排列形成离子晶体(ionic crystal)(如图1-18)。

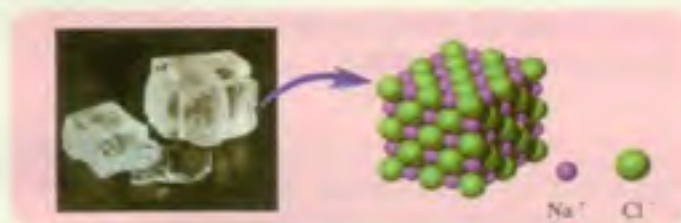


图 1-18 氯化钠晶体中离子的排列方式



干冰、冰等由分子构成的物质所形成的晶体属于分子晶体(molecular crystal)。分子晶体是分子之间依靠分子间作用力按一定规则排列形成的。

图 1-19 干冰及其中二氧化碳分子的排列方式

交流与讨论



观察图 1-20 所示石英晶体中氧原子、硅原子的成键方式与排列方式，并与干冰晶体中二氧化碳分子的排列方式进行比较，你能发现什么？

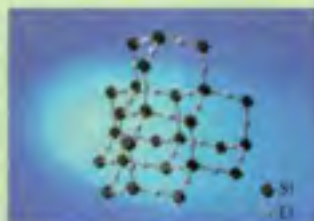


图 1-20 石英晶体中硅、氧原子的排列方式

在石英晶体中，硅原子和相邻的氧原子以共价键结合，每个硅原子和相邻的四个氧原子结合，每个氧原子和相邻的两个硅原子结合，向空间伸展，形成彼此连接的空间网状结构，因此石英晶体中不存在单个分子。金刚石晶体中每个碳原子与相邻的四个碳原子也以共价键结合形成空间网状结构。像石英、金刚石这样的晶体称为原子晶体（covalent crystal）。

晶体除离子晶体、分子晶体、原子晶体三种类型外，还有金属晶体（metallic crystal）。金属晶体有共同的物理特性，如有金属光泽、能导电和传热、具有延展性等。

晶体材料广泛用于激光技术、电子技术、生物医学、高能物理以及家用电器制造等领域。

观察与思考



表 1-10 列出了几种晶体的熔点、硬度，联系它们所属的晶体类型，体会四类晶体的性质特点。

表 1-10 几种常见晶体的物理性质

晶体	氯化钠	氯化铝	金刚石	二氧化硅	硫	白磷	钠	钨
熔点 / °C	801	1 560	> 3 550	1 723	112.8	44.1	97.8	3 410
硬度	较硬	较硬	很硬	硬而脆	脆	软	柔软	硬
晶体类型	离子晶体		原子晶体		分子晶体		金属晶体	
晶体性质特点	熔点较高，硬度较大		熔点高，硬度大		熔点较低，硬度较小		有金属光泽，能导电、传热，有延展性，不同金属的熔点、硬度差异大	



拓展视野

液晶



图 1-21 使用液晶显示器的笔记本电脑(左)和液晶的结构(放大的图像)

液晶(liquid crystal)是一种介于晶体状态和液态之间的中间态物质。液晶兼有液体和晶体的某些特点,表现出一些独特的性质。通常,只有那些分子较大、分子形状呈长形或碟形的物质,才易形成液晶态。液晶应用于数码显示、电光学快门、图像显示等方面,在信息技术中占有重要的地位。



练习与实践

- 下列说法中正确的是()
 - SO_2 、 SO_3 互为同分异构体
 - 碘晶体、碘蒸气是同素异形体
 - 同分异构体的分子组成相同,分子结构不同
 - 同素异形体是同种元素的不同单质
- 下列说法中正确的是()
 - 氯化氢溶于水能电离出 H^+ 、 Cl^- , 所以氯化氢是离子化合物
 - 碘晶体受热转变成碘蒸气, 吸收的热量用于克服碘原子间的作用力
 - 氨气和笑气是同分异构体
 - 有机化合物 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 是同分异构体
- 下列变化中, 吸收的热量用于克服分子间作用力的是()
 - 加热金属铝使之熔化
 - 液氨受热蒸发
 - 加热碘化氢气体使之分解
 - 加热硅晶体使之熔化
- 从微观结构的角度说明, 为什么已发现的元素只有 100 多种, 而由它们组成的物质却纷繁多样?
- 列举两种存在同素异形体的元素, 分别说明各种元素的同素异形体之间的异同。
- 列举两种存在同分异构现象的有机物, 写出分子式, 分别说明各种分子式对应的同分异构体之间的异同。
- 查阅有关资料说明石墨和金刚石在生产、生活中的应用与它们的性质间的联系。
- 二氧化碳、二氧化硅都是 IV A 族元素的氧化物, 但它们的物理性质相差很大, 请说明它们在熔点、硬度上的差别, 并根据它们的晶体结构加以解释。

整理与归纳





回顾与总结

请参照下列问题或线索，回顾和总结本专题的学习内容。

● 以1~18号元素和0族元素为例，说明元素原子核外电子排布的规律，怎样用原子结构示意图表示原子核外电子的排布？

● 什么是元素周期律？元素性质发生周期性变化的本质原因是什么？

● 熟悉元素周期表的结构，举例说明在元素周期表中同周期元素、同主族元素的原子结构和元素化学性质递变的规律。

● 元素周期表有何应用？请结合实例加以说明。

● 化学键有哪些常见的类型？举例说明它们是怎样形成的。

● 举例说明怎样用电子式表示离子化合物和共价化合物。

● 分子间作用力与化学键有什么区别？哪些事实可以说明构成物质的分子间存在作用力？

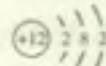
● 举出两种同素异形体，从组成、微观结构、性质、用途等角度说明同素异形体之间的异同点。

● 举例说明什么是同分异构现象，分析出现同分异构现象的原因。

● 举例说明晶体类型的多样性，比较各晶体中微粒种类、微粒间作用力和性质特点。

本专题作业

1. 用化学符号表示下列微粒。



2. 已知溴原子的原子结构示意图为 $\textcircled{+35} \begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 18 \quad 7 \end{array}$ 。

- (1) 溴元素的原子序数为_____。
- (2) 溴元素的原子在反应中易____(填“得”或“失”)____个电子,表现出____性。
- (3) 溴元素的最高化合价为_____,最低化合价为_____。
- (4) 溴元素的非金属性____(填“强”或“弱”)于氯元素的非金属性。
- (5) 请写出下列物质的电子式,并指出其中存在的化学键。



- (6) 写出氯元素、溴元素最高价氧化物对应水化物的化学式并比较它们的酸性强弱。

3. 离子键和共价键通常是在哪些元素之间形成的? 请你判断下列物质的电子式是否正确,并说明理由。



4. 依据原子结构与元素周期表的知识,回答下列问题。

- (1) 比较原子半径大小: 硫原子与氧原子、硫原子与磷原子。
- (2) 比较下列物质的酸性强弱: 硝酸(HNO_3)与磷酸(H_3PO_4)、硫酸(H_2SO_4)与高氯酸(HClO_4)。
- (3) 比较硫与氢气、氯气与氢气反应的剧烈程度。
5. 臭氧的强氧化性使其可用于消毒饮用水。通过查阅资料,说明用臭氧消毒饮用水和用氯气消毒相比有什么优点。

2
专题

化学反应与能量转化

■ 第一单元

化学反应速率与反应限度

■ 第二单元

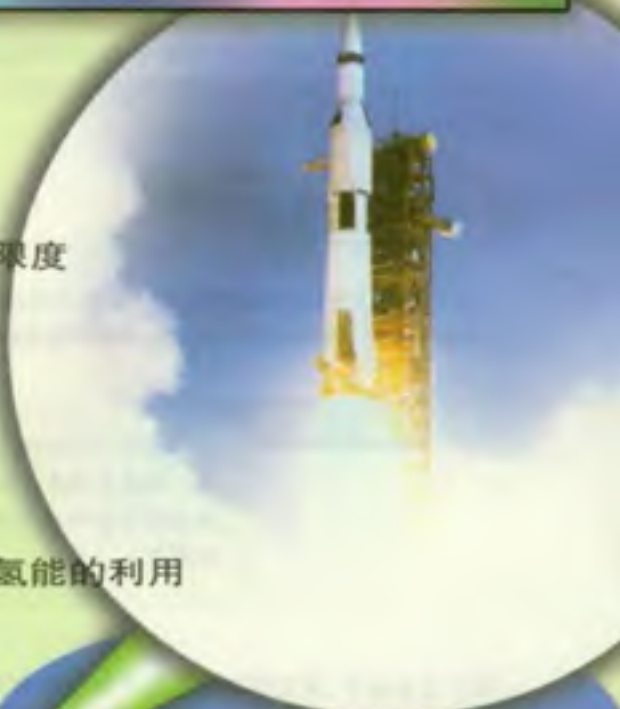
化学反应中的热量

■ 第三单元

化学能与电能的转化

■ 第四单元

太阳能、生物质能和氢能的利用





我们知道，化学反应有新的物质生成，都遵循质量守恒定律，都伴随有能量的变化。不同的化学反应有快慢之分，反应进行的程度也不相同。了解化学反应的有关规律，有助于我们有效地控制和利用化学反应。



化学反应速率

各种化学反应进行的快慢不同。炸药的爆炸反应进行得极快，石灰石溶洞形成的反应进行得很慢；酸碱溶液的中和反应进行得很快，不使用催化剂时氮气和氢气化合成氨气的反应则非常慢。



观察与思考

进行下列实验，观察并比较两个反应放出氢气的快慢。
取两支试管，各加入 5 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸，再剪取相同大小的镁条和铁片，用砂纸打磨后，分别放入两支试管中。

在上述实验中，我们依据放出氢气的快慢来比较两个反应进行的快慢。通常用化学反应速率 (chemical reaction rate) 来衡量化学反应进行的快慢。化学反应速率可用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示，其常用单位是 $\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$ 。

例如，在一定条件下，一份双氧水样品经过 2 h， H_2O_2 的浓度从 $5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 下降到 $3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。该双氧水在这 2 h 中分解的平均速率约是 $1.67 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$ 。



活动与探究

完成下列实验，分析影响过氧化氢分解反应速率的因素。

【实验 1】取两支大试管，各加入 5 mL 12% 的过氧化氢溶液 (即双氧水)，将其中一支试管用水浴加热，观察并比较两支试管中发生的变化。

【实验 2】取两支大试管，各加入 5 mL 4% 的过氧化氢溶液，用药匙向其中一支试管内加入少量二氧化锰粉末，观察发生的变化。

【实验3】取两支试管，分别加入5 mL 4%、5 mL 12%的过氧化氢溶液，再各加入几滴 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化铁溶液，观察气泡生成的快慢。

表 2-1 过氧化氢分解实验

	实验现象	结 论
实验1		
实验2		
实验3		

化学反应速率的大小主要取决于反应物的性质。反应物的浓度、反应的温度和压强、加入的催化剂等都是影响反应速率的外界因素。其他条件相同时，反应物的浓度越大，反应速率越大；反应的温度越高，反应速率越大；加入催化剂能显著地增大反应速率。此外，反应物接触面积的大小、固体反应物的颗粒大小等因素对反应速率也有影响。

问题探究



1. 应用化学反应速率的有关知识解释下列问题。

(1) 氢气能在氧气中安静地燃烧，点燃氢气和氧气的混合气体为什么会发生爆炸？

(2) 燃烧含硫矿石（如黄铁矿）制备 SO_2 气体时，要把矿石粉碎成颗粒状，在沸腾炉内鼓入强大空气流，把矿粒吹得剧烈翻腾。

(3) 一小块白磷露置于空气中，一段时间后突然燃烧。

(4) 工业上用氮气和氢气合成氨要使用催化剂。

2. 为了研究碳酸钙与稀盐酸反应的反应速率，某同学通过实验测定反应中生成的 CO_2 气体体积随反应时间变化的情况，绘制出图 2-1 所示的曲线。请分析讨论以下问题。

(1) 在 $0 \sim t_1$ 、 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_2 \sim t_3$ 各相同的时间段里，反应速率最大的是_____时间段，收集到气体最多的是_____时间段。

(2) 试分析三个时间段里，反应速率不同的可能原因（该反应是放热反应）。

(3) 在 t_4 后，为什么收集到的气体的体积不再增加？

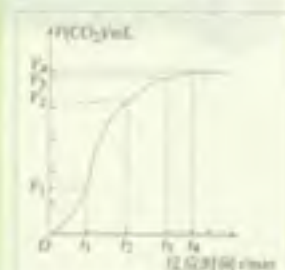


图 2-1 CO_2 的体积随时间的变化

化学反应的限度

我们已经知道,氯气溶解于水得到的氯水中既含有 Cl_2 、 H_2O 分子,也含有 H^+ 、 Cl^- 、 HClO 等微粒。这是由于 Cl_2 能与 H_2O 发生可逆反应(reversible reaction),反应只能进行到一定的限度。



活动与探究

已知 FeCl_3 溶液和 KI 溶液能发生如下反应:



取5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液,滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液5~6滴,继续加入2 mL CCl_4 ,充分振荡。静置后观察到什么现象?取上层溶液,用 KSCN 溶液检验是否还存在 Fe^{3+} 。该实验说明了什么?

表 2-2 FeCl_3 溶液与 KI 溶液的反应

实 验	现 象	结 论
① FeCl_3 溶液与 KI 溶液反应		
② 在反应①的溶液中加入 CCl_4 , 振荡, 静置		
③ 取②的上层溶液, 滴加 KSCN 溶液		

上述实验中,过量的碘化钾溶液与少量的氯化铁溶液充分反应,萃取分离出碘单质后,向溶液中滴加 KSCN 溶液可以检验到 Fe^{3+} ,说明 Fe^{3+} 并未完全转化为 Fe^{2+} 。可见, FeCl_3 和 KI 的反应没有完全进行到底,该反应有一定的限度。

事实上,在一定条件下,许多反应都是可逆的,在同一条件下既可以向正反应方向进行,同时又可以向逆反应方向进行,反应物不能完全转化为生成物,即可逆反应有一定的限度。



交流与讨论

在高温、高压和催化剂存在下,氮气与氢气发生可逆反应,无论反应时间多长,在反应容器中总是同时存在着氮气、氢气和氨气。

请根据图 2-2 分析合成氨反应中正、逆反应的反应速率及反应物和生成物的浓度随时间变化的情况。

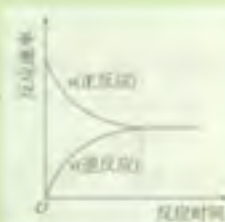


图 2-2 在一定条件下,合成氨反应中正、逆反应速率随时间的变化

可逆反应在一定条件下进行到一定程度时,正反应速率和逆反应速率相等,反应物和生成物的浓度不再发生变化,反应达到化学平衡(chemical equilibrium)状态。

化学平衡是一种动态平衡。在化学平衡状态下化学反应仍在进行,但反应混合物的组成保持不变。当反应条件改变时,原化学平衡状态被破坏,一段时间后会达到新的平衡状态。

练习与实践

1. 下列关于反应速率的说法中,错误的是()

- A. 反应速率用于衡量化学反应进行的快慢
- B. 决定反应速率的主要因素是反应物的性质
- C. 可逆反应达到化学平衡状态时,正、逆反应的速率都为0
- D. 增大反应物的浓度、提高反应温度都能增大反应速率

2. 合成氨的反应在通常条件下反应速率极小,工业上却可以实现氨的合成。联系合成氨的条件讨论:人们是如何提高合成氨反应的速率的?

3. 请解释下列现象。

(1) 在28℃时,鲜牛奶约4 h后变酸,但在5℃的冰箱内,鲜牛奶48 h后才变酸。

(2) 加热氯酸钾,产生氧气的速率很慢;加热氯酸钾和二氧化锰的混合物,产生氧气的速率明显加快。

(3) 将大小相等的镁条和铁片投入同浓度的稀盐酸中,前者产生氢气的速率明显大于后者。

(4) 将大小相等的铁片分别放入相同体积的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 及 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸中,后者产生氢气的速率大于前者。

4. 在一体积固定的密闭容器中加入反应物A、B,发生如下反应: $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 3\text{C}$ 。反应经2 min后,A的浓度从开始时的 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降到 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知反应开始时B的浓度是 $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,求:

(1) 2 min末B、C的浓度。

(2) 以单位时间内A的浓度的减小来表示2 min内该反应的平均速率。

5. 在高温、高压和催化剂存在的条件下,把3 mol氢气和1 mol氮气置于密闭容器中反应。够得到2 mol氨气吗?为什么?

第二单元 化学反应中的热量

在化学反应中，反应物转化为生成物的同时，必然发生能量的变化。有些反应需要吸收能量，反应中热能、光能、电能等转化为化学能，如植物的光合作用、水的电解等；有些反应能够放出能量，反应中化学能转化为热能、光能、电能等，如化石燃料的燃烧等。

研究化学反应中的能量变化，有助于更好地利用化学反应为生产和生活服务。



你知道吗

1. 举例说明化学反应中伴随着能量的转化。
2. 图 2-3 给出了几种常见的化学反应实例，请说出反应中能量转化的方式。你还知道哪些应用能量转化的实例？



镁条的燃烧



原电池放电



石油气的燃烧



高温冶铁



闪电时产生氮氧化物

图 2-3 几种化学反应



化学反应中的热量变化

研究发现，化学反应伴随着能量的变化。许多化学反应的能量变化主要表现为热量的放出或吸收。

活动与探究



【实验1】向一支试管中放入用砂纸打磨光亮的镁条，加入5 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸，用手触摸试管外壁，有什么感觉？

【实验2】在100 mL小烧杯中加入约20 g经研磨的氢氧化钡晶体 $[\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ ，然后加入约10 g氯化铵晶体，用玻璃棒搅拌，使之充分混合。用手触摸烧杯外壁，反应混合物的温度有什么变化？

根据上述实验现象，回忆并联系生活实际和所学化学知识，谈谈你对化学反应中热量变化的看法。

化学上把有热量放出的化学反应称为放热反应 (exothermic reaction)，把吸收热量的化学反应称为吸热反应 (endothermic reaction)。例如，氢气在氧气中燃烧生成水的反应是放热反应，水分解为氢气和氧气的反应是吸热反应。

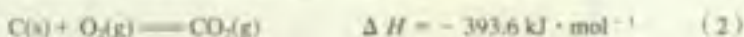
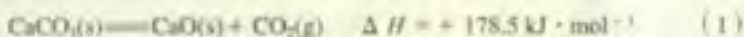
交流与讨论



根据你的生活经验和化学知识，举出一些放热反应和吸热反应的例子，并判断下列反应是放热反应还是吸热反应。

- (1) 镁条的燃烧。
- (2) 高温煅烧石灰石。
- (3) 氯化钙与水的反应。
- (4) 盐酸和氢氧化钠的溶液反应。

用热化学方程式 (thermochemical equation) 可以表示化学反应中放出或吸收的热量。热化学方程式中要标明物质的状态，用 g、l、s 分别代表气态、液态、固态。在热化学方程式中可以用 ΔH 标明反应放出或吸收的热量，负值表示在该条件下反应放热，正值表示在该条件下反应吸热。例如：

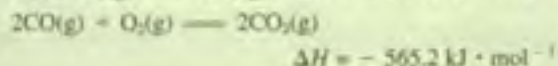


反应 (1) 中，1 mol CaCO_3 吸收 178.5 kJ 热量，完全分解生成 1 mol CaO 和 1 mol CO_2 气体。反应 (2) 中，1 mol C 与 1 mol O_2 完全反应，生成 1 mol CO_2 气体，放出 393.6 kJ 热量。

问题解决



C 、 CO 、 CH_4 完全燃烧的热化学方程式可以分别表示为





$$\Delta H = -889.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

完全燃烧相等物质的量的上述物质,放出热量的大小顺序为_____。

为什么化学反应总体随有能量的变化?研究表明,物质发生化学反应时,需要断开反应物中的化学键,并形成生成物中的化学键。断开化学键需要吸收能量,形成化学键则会放出能量。若反应过程中断开化学键所吸收的能量大于形成化学键所放出的能量,则反应过程中吸收能量;若反应过程中断开化学键所吸收的能量小于形成化学键所放出的能量,则反应过程中放出能量。

例如,对于化学反应 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$, 断开 1 mol H_2 中的 $\text{H}-\text{H}$ 键需要吸收 436.4 kJ 能量,断开 1 mol Cl_2 中的 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 键需要吸收 242.7 kJ 能量,生成 1 mol HCl 中的 $\text{H}-\text{Cl}$ 键放出 431.8 kJ 能量。当 1 mol H_2 与 1 mol Cl_2 反应生成 2 mol HCl 时,反应过程中共吸收能量 $436.4 \text{ kJ} + 242.7 \text{ kJ} = 679.1 \text{ kJ}$,共放出能量 $431.8 \text{ kJ} \times 2 = 863.6 \text{ kJ}$,则反应最终放出能量 $863.6 \text{ kJ} - 679.1 \text{ kJ} = 184.5 \text{ kJ}$ 。所以该反应的热化学方程式可以表示为



资料卡

键 能

原子形成分子的过程中要放出能量,反之,要使气态分子中彼此结合的原子分开,使原子间的共价键断裂,则要吸收能量。拆开 1 mol 气态物质中某种共价键需要吸收的能量,就是该共价键的键能 (bond energy)。共价键的键能越大,该共价键越牢固。

表 2-3 某些共价键的键能

共价键	键能 / $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	共价键	键能 / $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{H}-\text{H}$	436.4	$\text{C}-\text{C}$	347.7
$\text{Cl}-\text{Cl}$	242.7	$\text{H}-\text{Cl}$	431.8
$\text{H}-\text{O}$	462.8	$\text{N}=\text{N}$	941.7

当反应物的总能量小于生成物的总能量时,反应物需要吸收能量才能转化为生成物;当反应物的总能量大于生成物的总能量时,反应物转化为生成物就会放出能量。如果反应中的能量

变化主要表现为热的形式，反应就伴随有热量的吸收或释放。

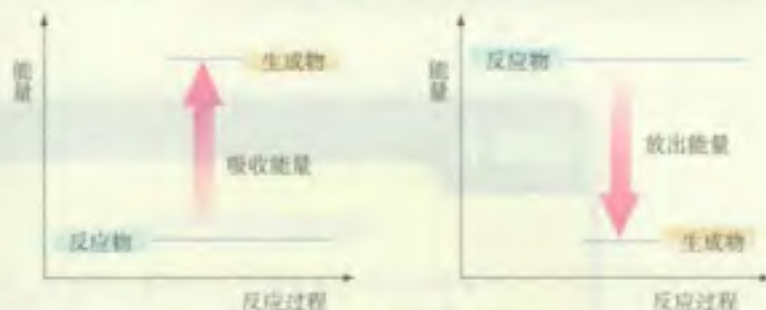


图 2-4 化学反应中的能量变化

燃料燃烧释放的热量

人类自从懂得了用火，便以草、木作为燃料，利用燃烧放出的热量从事各种活动。煤、石油、天然气等化石燃料仍然是当今社会的主要能源，为人们的生活和生产提供了重要基础。质量相同的不同燃料，完全燃烧后放出的热量不相等。这是为什么？

表 2-4 几种燃料的热值^①

物质	天然气	石油	煤炭	氢气	甲醇
热值 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	约 56	约 48	约 33	143	23

交流与讨论



已知拆开 1 mol 氢气中的化学键需要消耗 436 kJ 能量，拆开 1 mol 氧气中的化学键需要消耗 496 kJ 能量，形成水分子中的 1 mol H—O 键能够释放 463 kJ 能量。试说明反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 中的能量变化，并将反应中能量变化的数值标注在图 2-5 中。

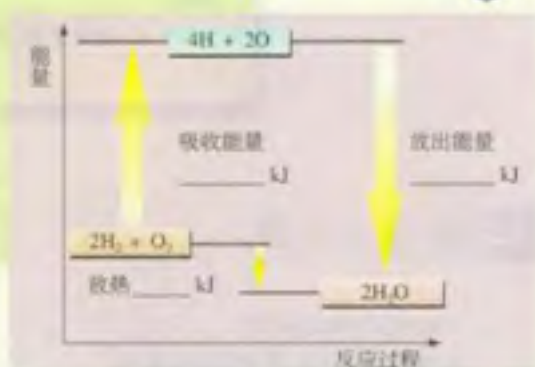


图 2-5 反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 的能量变化

① 热值指在一定条件下单位质量的物质完全燃烧所放出的热量。

各种燃烧过程的研究说明,燃料燃烧放出热量的多少,等于形成生成物分子的化学键放出的总能量与燃烧时断裂反应物分子的化学键吸收的总能量之差。

资料卡

提高燃料的使用效率

化石燃料仍然是当今世界上使用最多的能源。在我国的能源结构中,化石燃料占有相当大的比例,其中煤占能源消费总量的70%~80%。通常燃料燃烧放出的热量不可能全部转化为有用功,总有部分热量转化为废热排出或损耗掉。例如,发电厂燃料燃烧放出的热量只有约1/3转化为电能。此外,化石燃料的利用还存在着下列亟待解决的问题:

(1) 煤和石油燃烧时,常发生不完全燃烧,排放出大量烟尘和一氧化碳气体。

(2) 有些煤中灰分含量大,水分多,热效率较低。

(3) 某些化石燃料燃烧排出的废气中含有二氧化硫和氮氧化物,直接排放到大气中会污染空气并形成酸雨。

化学科学的发展为解决燃料燃烧中存在的问题提供了可能。化学工作者研究的课题涉及以下方面:

(1) 研究化石燃料完全燃烧的条件和减少燃料燃烧产生的热量损耗的技术,研究提高燃料利用率的措施。

(2) 怎样防止燃料燃烧造成的环境污染。

(3) 通过化学方法把石油、煤等化石燃料转化为洁净燃料。

(4) 开发氢能、核能、太阳能等洁净、高效的新能源。

练习与实践

1. 下列说法中错误的是()

A. 燃料的燃烧反应都是放热反应

B. 一定量的燃料完全燃烧放出的热量比不完全燃烧放出的热量大

C. 放热反应的逆反应一定是吸热反应

D. 选择燃料只要考虑燃料热值的大小

2. 下列物质放入水中, 会显著放热的是 ()

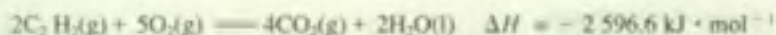
A. 食盐 B. 生石灰 C. 硝酸铵 D. 蔗糖

3. 依据下列气体燃烧的化学方程式, 比较完全燃烧同体积下列气体需要的空气体积的大小:

天然气(以甲烷计)、石油液化气(以丁烷 C_4H_{10} 计)、水煤气(以 CO 、 H_2 体积比 1:1 计)。

4. 两位同学讨论放热反应和吸热反应。甲说加热后才能发生的化学反应是吸热反应, 乙说反应中要持续加热才能进行的反应是吸热反应。你认为他们的说法正确吗? 为什么?

5. 乙炔(C_2H_2)气体在氧气中完全燃烧放出大量热, 形成高温火焰(氧炔焰), 可以用于焊接或切割钢板。当焊接时, 氧气只供乙炔燃烧。当用于切割钢板时, 氧气用量加大, 除维持乙炔燃烧外, 还可使熔化的钢板氧化, 把钢板切开。已知乙炔气体在氧气中完全燃烧的热化学方程式是



则 1 kg 乙炔在氧气中完全燃烧放出多少热量?

6. 已知碳酸钙分解的热化学方程式为



(1) 欲使 1 t $CaCO_3$ 完全分解, 需要提供多少热量?

(2) 若通过煤炭燃烧提供热量, 则至少需要燃烧煤炭多少千克? (已知煤炭的热值为 $33 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)

7. “用天然气、煤气代替煤炭作为民用燃料”这一改变民用燃料结构的重大举措, 具有十分重大的意义。请分析其优点, 并将你的观点与同学交流讨论。

第三单元 化学能与电能的转化

在生产和生活中,我们经常会遇到化学能与电能相互转化的实例。例如,各种类型的电池大多是化学电源,它们利用化学反应,使化学能直接转化为电能;而电解(如电解水和电解氧化铝等)、电镀(在物体表面镀上一层金属)等则是将电能转化为化学能。

化学能转化为电能

在现代生产生活中,电池发挥着越来越重要的作用,大到人造卫星、飞机、轮船,小到电脑、电话、手表。电池释放的电能来自哪里?



活动与探究

完成下列实验,将观察到的实验现象和得到的结论填写在表2-5中。

【实验1】把一块锌片和一块铜片分别插入盛有稀硫酸的烧杯里,观察实验现象。

【实验2】把一块锌片和一块铜片同时插入盛有稀硫酸的烧杯里,观察实验现象。

【实验3】用导线把实验2中的锌片和铜片连接起来,观察实验现象。

【实验4】在导线中间连接一个灵敏电流计(如图2-6),观察实验现象。



图2-6 原电池示意图

表2-5 化学能转化为电能的实验

	实验现象	结 论
实验1		
实验2		
实验3		
实验4		

在上述实验中,将锌片和铜片同时插入稀硫酸中,并用带电流计的导线将它们连接起来,可以看到锌片不断溶解,铜片上有气泡产生,电流计指针发生偏转。说明利用这个装置能将化学能转化为电能。反应过程中电流是这样形成的:

1. 在锌片(负极)上,锌失去电子形成锌离子(Zn^{2+})进入溶液,电子经锌电极流向导线:
 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。

2. 流出锌电极的电子经导线通过电流计流入铜电极。

3. 在铜片(正极)上, 流入铜电极的电子使氢离子还原成氢气:



4. 铜电极附近溶液中氢离子减少, 锌电极附近溶液中增加的锌离子向铜电极附近移动, 使电极和溶液形成电流回路。

上述化学能转化为电能反应可表示为



我们把将化学能转变为电能的装置称为原电池(voltaic cell)。在原电池中, 发生的化学反应是氧化还原反应。发生氧化反应的一极上有电子流出, 作负极, 失去电子的物质是还原剂。电子通过原电池的负极经导线流向正极, 在正极上氧化剂得到电子, 发生还原反应。原电池就是这样通过化学反应实现化学能向电能转化的。

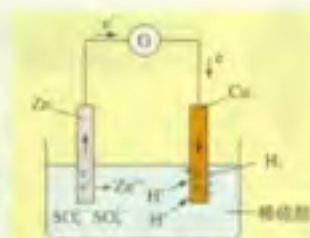


图 2-7 原电池反应原理示意图

资料卡

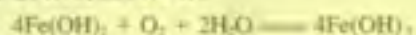
钢铁的电化学腐蚀

若在一块表面无锈的铁片上滴一大滴含酚酞的食盐水, 放置一段时间后可以看见液滴周围逐渐呈现红色, 并慢慢形成褐色的锈斑。

钢铁在潮湿的空气里之所以会很快被腐蚀, 是由于在潮湿的空气里, 钢铁表面吸附了一层薄薄的水膜, 水膜里含少量 H^+ 和 OH^- , 还溶解了氧气等气体, 形成了一层电解质溶液, 它与钢铁里的铁和少量碳形成了无数微小的原电池。在这些微小的原电池里, 发生了下列反应:



铁失去电子被氧化, Fe^{2+} 与 OH^- 结合成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 进一步被氧气氧化为氢氧化铁。



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 在一定条件下发生脱水反应生成红色的铁锈(主要成分为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)。

金属跟电解质溶液接触, 发生原电池反应, 比较活泼的金属失去电子而被氧化, 这种腐蚀(corrosion)叫做电化学腐蚀。

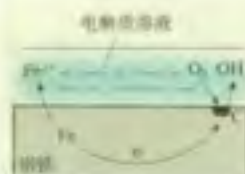


图 2-8 钢铁的电化学腐蚀原理示意图



化学电源

依据原电池反应原理,我们可以设计一个装置,通过某一氧化还原反应,实现化学能向电能的转化。



活动与探究

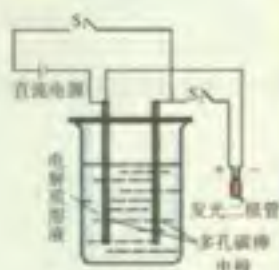


图 2-9 燃料电池实验装置

1. 用铜片、锌片(可从废干电池中拆取)或铝片、纯碱溶液、白醋(或橙子、芦柑)等日常生活中的材料制作简易电池,并测试是否能产生电流。

2. 以小组为单位,制定实验方案,在老师指导下完成燃料电池制作实验。

(1) 参照图 2-9 组装实验装置(多孔碳棒电极由实验室提供,将碳电极放在高温火焰上灼烧到红热,迅速浸入冷水中,使它的表面变得粗糙多孔即可)。电解质溶液用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液,电源用 3~6 V 直流电源,发光二极管的起辉电压为 1.7 V,电流为 0.6 mA。

(2) 按下开关 S_1 ,接通电源,电解约半分钟,碳棒上产生明显的气泡。

(3) 断开开关 S_1 ,按下开关 S_2 ,接通二极管,观察并记录实验现象,填写在下面的横线上。

3. 在日常生活中哪些场合使用了化学电源? 将你的看法与同学交流讨论。

人们依据原电池的反应原理,发明并制造了多种多样的化学电源(chemical power source)。化学电源的能量转化率是燃料燃烧所不可比拟的。化学电源不仅在生活中得到了广泛的应用,而且在高科技领域乃至航天技术中也是不可或缺的。

化学电源有一次电池与二次电池之分。一次电池用过之后不能复原,二次电池充电后能继续使用。



拓展阅读

常见化学电源

化学电源在生产生活中应用十分广泛。常见化学电源主要有锌锰干电池、银锌纽扣电池、铅蓄电池等。它们的组成

及反应原理如表 2-6 所示。

表 2-6 常见化学电源的组成与反应原理

电池名称	电池组成	电池反应	特点与应用
锌锰干电池	锌、碳棒、二氧化锰、氯化铵、氯化锌	$\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{MnO}_2 \longrightarrow \text{Zn(NH}_4)_2\text{Cl}_2 + 2\text{MnO(OH)}$	电压 1.5 V, 用途广泛
银锌纽扣电池	锌、氧化银、氢氧化钾溶液	$\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Zn(OH)}_2 + 2\text{Ag}$	电压 1.6 V, 放电平稳, 电流大
铅蓄电池	铅、二氧化铅、硫酸	$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	电压 2.0 V, 广泛用于机动车辆
镍氢电池	贮氢合金、泡沫氧化镍、氢氧化钾溶液	$\text{NiO(OH)} + \text{MH} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{NiO} + \text{M} + \text{H}_2\text{O}$ (MH 表示贮氢合金 M 中吸收结合的氢)	电压 1.2 V, 寿命长, 性能好, 比能量 ^① 高
氢氧燃料电池	铂碳/氢气、铂碳/氧气、氢氧化钾溶液	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	用于航天飞机、牵引车等
甲醇-空气燃料电池	铂碳/甲醇、铂-镍/空气、氢氧化钾溶液	$2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 + 4\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$	能量转换率高



图 2-10 干电池与锂电池



图 2-11 用于电动自行车的镍氢电池

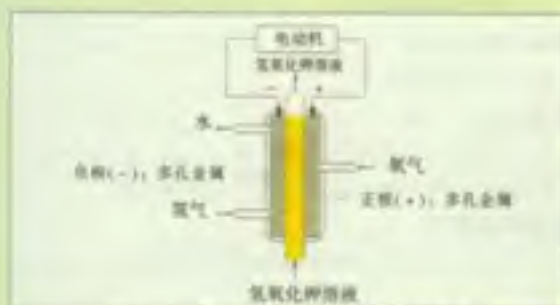


图 2-13 氢氧燃料电池反应原理示意图



图 2-12 安装有燃料电池的人造卫星

① 参与电极反应的单位质量的电极材料放出电能的大小称为该电池的比能量。

电能转化为化学能

在生产、生活实际中,许多化学反应都是通过电解的方法来实现的。例如,电解水制得氢气和氧气;电解食盐水制得烧碱、氯气和氢气。在这些例子中,电能转化为化学能。



你知道吗

在我们已学过的化学课程里,涉及不少利用电解反应来制取新物质的例子。回忆或复习有关知识,填写表2-7。

表2-7 电解反应实例

实例	被电解物质	电解产物	化学方程式

在电解过程中,电能是如何转化为化学能的呢?被电解的物质又是怎样转化为生成物的呢?



观察与思考

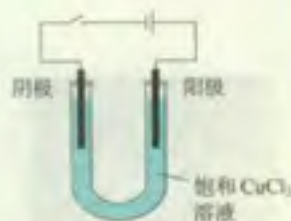
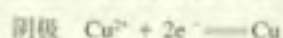


图2-14 电解氯化铜溶液的实验装置

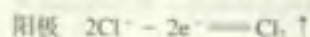
按图2-14所示装置连接好仪器,在U形管中加入饱和氯化铜溶液,用石墨棒作电极,接通电源,电解数分钟后,观察阴极(与电源负极连接的石墨棒)表面的颜色,用湿润的淀粉碘化钾试纸检验阳极(与电源正极连接的石墨棒)上放出的气体。

- (1) 阴极的现象为_____。
发生的电极反应为_____。
- (2) 阳极的现象为_____。
发生的电极反应为_____。
- (3) 电解反应的化学方程式为_____。
- (4) 在上述电解反应中,被氧化的物质是_____,
被还原的物质是_____。
- (5) 在化学反应中发生的能量转化形式是_____。

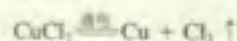
在直流电的作用下，溶液中的 Cu^{2+} 在阴极得到电子，被还原为单质铜。



Cl^{-} 在阳极失去电子，被氧化为氯原子，并结合成 Cl_2 。



上述电能转化为化学能的反应可表示为



我们把将电能转化为化学能的装置称为电解池 (electrolytic cell)。

电解在工业生产中有着广泛的应用。例如，电解熔融氧化铝获得铝；对某些器件进行电镀；用电解法制备 Na 、 K 、 Mg 、 F_2 等活泼的金属和非金属等。

铜的电解精炼

图2-15是铜的电解精炼示意图。精炼铜的电解槽中的电解液是用硫酸酸化的硫酸铜溶液。与直流电源正极相连的电极是含有锌、金、银等金属杂质的粗铜板，作为阳极，它在电解时发生氧化反应，金属铜和比铜活泼的金属杂质（如锌等）转化为阳离子进入溶液。粗铜中金、银等活性较弱的金属在阳极沉积下来，形成阳极泥。分离、处理阳极泥可得到金、银等贵重金属。与直流电源负极相连的电极是纯铜薄片，作为阴极，它在电解时发生还原反应，溶液中的铜离子结合电子成为金属铜析出。电解消耗电能，得到纯度大于99.9%的精铜（电解铜）。

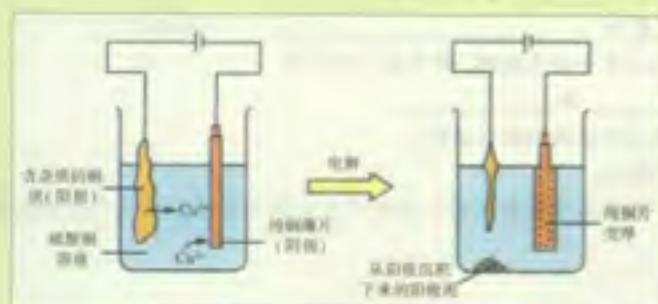


图 2-15 铜的电解精炼示意图

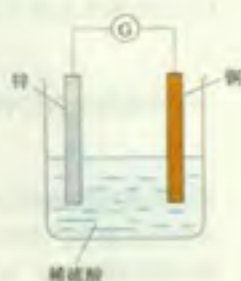


图 2-16 铜的电解精炼

练习与实践

1. 如右图所示, 将锌、铜通过导线相连, 置于稀硫酸中。

- (1) 锌片上的现象是_____。
电极反应为_____。
- (2) 铜片上的现象是_____。
电极反应为_____。
- (3) 电流由_____经导线流向_____, 说明_____为正极, _____为负极。
- (4) 若反应过程中有 0.2 mol 电子发生转移, 则生成的氢气在标准状况下的体积为_____。



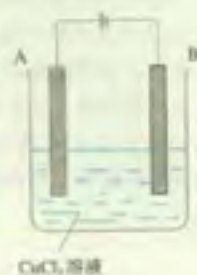
(5) 若将电解质溶液换成硫酸铜溶液, 能否形成原电池? 若能, 请写出电极反应式; 若不能, 请说明理由。

2. 请说出下列过程中的能量转化形式。

- (1) 铅蓄电池的充电过程。
- (2) 铅蓄电池的放电过程。
- (3) 氢气在氧气中燃烧。
- (4) 氢气和氧气在燃料电池中反应。
- (5) 电解水。
- (6) 高温分解水。

3. 按右图所示装置, 以石墨为电极电解氯化铜溶液。

- (1) 阴极为_____, 阳极为_____。(填写“A”或“B”)
- (2) 在阴极发生反应的微粒为_____, 电极反应式为_____, 现象为_____。
- (3) 在阳极发生反应的微粒为_____, 电极反应式为_____, 现象为_____。
- (4) 若反应过程中有 0.1 mol 电子发生转移, 则阴极产物和阳极产物的质量分别为_____和_____。



4. 工业上用电解熔融氧化铝的方法制取金属铝。

- (1) 请写出反应的化学方程式。
- (2) 现欲冶炼 270 t Al, 需要多少吨氧化铝? 同时产生的氧气在标准状况下的体积为多少?

第四单元 太阳能、生物质能和氢能的利用

目前,世界所需的能源大多来自于石油、天然气和煤,它们是由远古生物掩埋在地下深处历经几百万年演变而形成的,但由于储量有限,很可能在几百年内就被人类耗尽,而且利用化石燃料带来的污染问题越来越严重。因此,开发和利用清洁、高效的新能源已成为人类共同关注的重大课题。



图 2-17 2001 年世界能源消耗

太阳能的利用



图 2-18 太阳能的转化

能源 (energy resources) 是人类生活和社会发展的基础。地球上最基本的能源是太阳能 (solar energy)。太阳能以光和热的形式传送到地面。人们可以直接利用太阳辐射获得光和热。

绿色植物通过光合作用 (photosynthesis) 吸收太阳能, 动物食用植物体内的淀粉、纤维素和蛋白质间接利用太阳能。化石燃料蕴藏的能量也来自远古时期生物体所吸收利用的太阳能。这些被吸收的太阳能通过各种形式的化学反应转化为化学能, 物质中的化学能又可以

通过各种形式的化学反应转化为热能、光能或电能释放出来。

目前, 科学家们正在研究利用太阳能分解水获得氢气的方法。

你知道吗



太阳能的开发和利用已成为最引人注目的研究课题之一。据统计, 太阳辐射到地球表面的能量是目前世界能量消耗的 1 万多倍。如何利用这些能量, 是人类特别是科学家们十分关心的问题。你知道目前利用太阳能有哪些方法吗? 将你所知道的填写在下表中, 并与同学交流讨论你所填写的内容。

表 2-8 太阳能的利用

太阳能利用的实例	能量转化方式

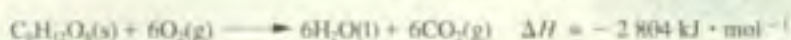
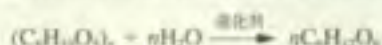


图 2-19 太阳能的利用

大自然利用太阳能最成功的是植物的光合作用。有人估计，地球上每年通过光合作用储藏的太阳能相当于全球能源年耗量的 10 倍左右。在太阳光作用下，植物体内的叶绿素把水、二氧化碳转化为葡萄糖，进而生成淀粉、纤维素，把光能转化为化学能。



动物摄入体内的淀粉、纤维素能水解转化为葡萄糖，葡萄糖氧化生成二氧化碳和水，释放出热量，供给生命活动的需要。



拓展视野

直接利用太阳能的方式

直接利用太阳辐射能，基本上有下列四种方式：

1. 光-热转换

这是目前技术最成熟、成本最低廉、应用最广泛的形式。其基本原理是利用太阳辐射能加热物体而获得热能，如地膜、大棚、温室、太阳能热水器、反射式太阳灶、高温太阳炉等。

2. 光-电转换

太阳能的大规模利用主要是用于发电，发电方式有两种：一种是光-热-电转换方式，另一种是光-电转换方式。

(1) 光-热-电转换方式的基本原理是利用太阳辐射能发电，一般是由太阳能集热器发电，太阳能集热器吸收的热能使水转化为水蒸气，再驱动汽轮机发电。

(2) 光-电直接转换方式的基本原理是利用光电效应，将太阳辐射能直接转换为电能。光-电转换的基本装置就是太阳能电池，它适用于电子仪表、光电信号器件、无人中继站、高山气象站等方面。

3. 光-化学能转换

20 世纪 90 年代，我国一些农村地区把 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 晶体和其他物质装在密闭包装袋里，白天放在阳光下暴晒，当温度达到 25°C 时， $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 晶体失水，溶解吸热；夜里气温下降，袋里的 Na_2SO_4 溶液结晶，重新析出水合晶体，释放热量，用于取暖。这是利用太阳能的一种简易方法。



图 2-20 光-热-电转换



图 2-21 光-电转换

4. 光-生物质能转换

地球上众多植物通过光合作用，将太阳辐射能转化为生物质能。光-生物质能转换的本质也是光-化学能的转换。

生物质能的利用

生物质能来源于植物及其加工产品所贮存的能量。生物质包括农业废弃物（如植物的秸秆、枝叶）、水生植物、油料植物、城市与工业有机废弃物、动物粪便等。这些物质中蕴藏着丰富的生物质能。

生物质能的利用主要有以下几种方式：

1. 直接燃烧

燃烧植物的枝叶获得热量是远古时期人类就利用的取热方法。若用纤维素代表植物枝叶的主要成分，燃烧反应可表示为



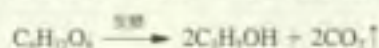
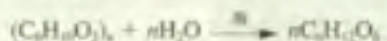
2. 生物化学转换

将植物的秸秆、枝叶、杂草和人畜粪便加入沼气发酵池中，在厌氧条件下，经过沼气细菌的作用，生成沼气。沼气的主要成分是 CH_4 ，还含有 CO_2 和少量 H_2S 、 NH_3 、 PH_3 等。沼气也是应用十分广泛的气体燃料，在我国农村推广建造沼气池，不仅能有效地利用生物质能，还能为农业生产提供优良的肥料。



图 2-22 沼气池

用含糖类、淀粉较多的农作物（如玉米、高粱）为原料，在催化剂存在下，经水解和细菌发酵，可以制得乙醇。乙醇可以直接作为燃料，也可以和汽油混合后作发动机燃料。



3. 热化学转换

使生物质在一定条件下发生化学反应,产生热值较高的可燃气体。例如,在汽化炉内加热固体生物质,同时通入空气或水蒸气,或者隔绝空气高温加热生物质,使之发生复杂的化学反应产生可燃气体。



拓展视野

生活垃圾中生物质能的利用



图 2-23 垃圾焚烧处理厂

城市废弃物的处理是一件大事。目前我国大多数城市还是采用填埋处理的方式,发达国家处理垃圾的主要方式是焚烧。我国大型现代化生活垃圾焚烧处理厂也已投入试生产。

将生活垃圾进行压缩,再经过预烘干、磁选处理,去除水分、金属,送进垃圾焚烧炉。焚烧炉产生的热量把锅炉里的水转化为高温高压(400°C 、约 $4 \times 10^5 \text{ Pa}$)的蒸汽,推动汽轮发电机组发电,还可以利用余热供暖。焚烧炉中的烟气经层层过滤后排放,其中的有毒物质(如二噁英等)的含量降到最低程度。烟灰和吸所有害气体的活性炭经过水泥固化后深埋,产生的焚烧残渣还可制成建筑材料,修桥铺路。

垃圾处理厂把大量生活垃圾中的生物质能转化为热能、电能,减轻了垃圾占地给城市造成的压力,大大改善了城市环境,增强了市民的环保意识。



氢能的开发与利用

氢气完全燃烧放出的热量是等质量汽油完全燃烧放出热量的3倍多;制取它的原料是水,资源不受限制;它燃烧的产物是水,不会污染环境,是理想的清洁燃料。液态氢还可用作火箭的燃料。氢气被人们看做理想的“绿色能源”。

此外,用高压氢气、氧气制作氢氧燃料电池也是氢能源利用的一种重要方式。

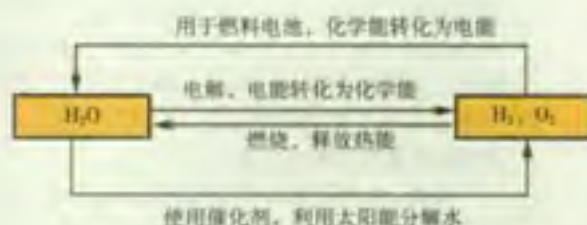


图 2-24 氢能产生与利用的途径

交流与讨论



上网或查阅图书资料,了解目前人类制取氢气的方法。归纳整理你查阅到的信息,并与同学交流讨论。大规模生产氢气的工艺,要求氢气的生产成本低、环境污染少、工艺简单、生产安全等。请在你与同学讨论的方法中,选择一种最佳的制氢方案,并简要说明理由。

在生活和生产中大量应用氢能源,首先要解决由水制备氢气的能耗、氢气的贮存和运输等问题。

用电解方法可以使水分解为氢气、氧气,但要消耗大量电能。科学家正在研究利用其他方法由水制取氢气。例如,在光分解催化剂存在下,在特定的装置中,利用太阳能分解水制氢气;利用蓝绿藻等低等植物和微生物在阳光作用下使水分解产生氢气。

贮氢合金的发现和应用,开辟了解决氢气贮存、运输难题的新途径。

拓展视野



贮氢材料

氢气密度小, 1.5×10^7 Pa 下, 40 L 钢瓶只能装约 0.5 kg H_2 。氢气熔点低, 难液化, 液氢存储困难, 也不安全。20 世纪 70 年代后, 科学家找到了具有吸收氢气这种特殊功能的材料——贮氢金属、薄膜金属氢化物、某些无机物和某些有机液体氢化物, 为解决氢气的贮存问题指明了方向。

贮氢金属并不是简单地吸附氢气, 而是通过化学方法贮存氢气。许多金属及合金都能与氢气发生化学反应, 形成氢化物。贮氢金属材料是那些具备良好的吸收和释放氢

气能力的金属或合金。在一定的温度、压力条件下，贮氢金属吸氢，形成氢化物；改变条件（如升高温度或降低压力），发生逆向反应，再释放出气态氢。这个过程可以循环进行，直至贮氢金属失效。如镧镍合金（ LaNi_5 ），在室温 and 适当压力下可以吸收氢气，形成 LaNi_5H_6 ；在一定条件下，所吸收的氢气能释放出来。

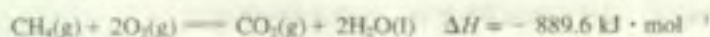
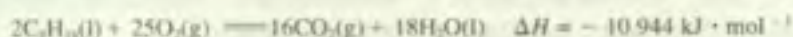
现在，贮氢金属已具有相当广泛的应用。以贮氢合金贮存的氢为动力的氢能汽车已有实验样品，我国在1980年就研制出一辆氢能汽车。科学家们预言，氢能将成为21世纪的重要能源。

练习与实践

1. 地球上的生物与人类利用太阳能的途径有哪些？请与同学交流讨论，并以图表表示，分析其中哪些途径与化学反应有关。

2. 南美盛产甘蔗。巴西用甘蔗渣制造酒精，可满足汽车燃料需求的20%。用化学方程式表示从甘蔗渣（主要成分为纤维素）制造酒精的反应。依据乙醇的燃烧热计算10 kg乙醇完全燃烧可释放出多少热量。

3. 汽油（以 C_8H_{18} 表示）、甲烷和氢气与氧气反应的热化学方程式分别为



（1）相等质量的汽油、甲烷和氢气完全燃烧，哪一种燃料燃烧放出的热量最多？

（2）与化石燃料相比，氢能源有哪些优点？

4. 联系本专题的学习内容，实地调查或通过影像资料了解发电厂、煤气厂等工厂的能源消耗和利用情况，写出调查报告。

整理与归纳



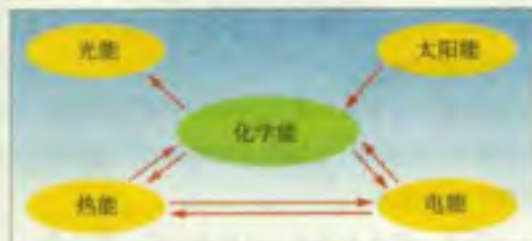
回顾与总结

请参照下列问题或线索，回顾和总结本专题的学习内容。

- 如何表示化学反应速率？
- 外界因素是如何影响化学反应速率的？
- 何为可逆反应？你是如何理解反应限度的？
- 化学反应为什么会伴有热量的吸收或释放？怎样表示反应中放出或吸收的热量？
- 选择使用燃料要注意哪些问题？有人说，直接燃烧煤、石油、天然气不仅是资源的浪费，还会破坏生态环境。你认为这种说法正确吗？为什么？
- 有人说，可充电的电池在放电时发生的是原电池反应，充电时发生的是电解反应。你认为这种说法正确吗？为什么？
- 找一节废弃的一号锌锰干电池进行“解剖”，了解它的构造和组成，绘出它的结构剖面图，联系原电池反应的原理，理解干电池在放电时发生的变化。
- 为什么说氢气是理想的燃料？实现普遍用氢气作燃料的理想，要解决哪些问题？
- 举例说明人类是通过哪些途径利用太阳能和生物质能的。当今研究太阳能和生物质能的利用有什么现实意义？

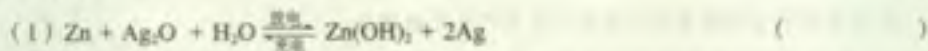
本专题作业

1. 举例说明下列各能量之间的转化。

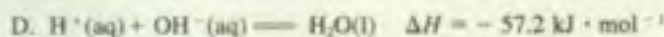


你还能说出其他形式的能量转化吗?

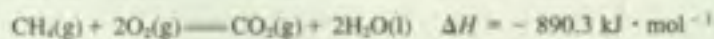
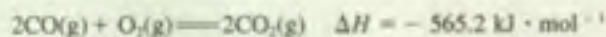
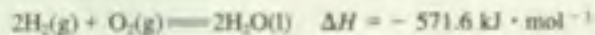
2. 下列是用化学方程式表示的化学变化, 请在每小题后的括号内表明其能量转化形式, 并讨论其实际应用。



3. 在下列反应中, 生成物能量总和高于反应物能量总和的是 ()



4. 某种煤气的组成是: 50% 氢气、30% 甲烷、10% 一氧化碳、6% 氢气和 4% 二氧化碳 (均为体积分数)。已知:



计算 1 m^3 (标准状况) 煤气燃烧时放出的热量。

5. 从燃烧状况、使用是否安全方便、对环境的污染、性能价格比等方面考虑,你认为良好的燃料应具备什么条件?从这些条件看,用煤和煤气作家用燃料,哪种较好?

6. 一个蓄电池两个电极的极性标志模糊不清了,请设计一个简单的实验,判断两个电极的极性。

7. 电解饱和食盐水时,若有 1 mol 氯化钠发生反应,则产生的各种电解产物的质量分别是多少?若电解得到的氯气部分用于生产漂白粉,其余用于生产氯化氢,电解生成的气体还余下哪种成分?你能提出利用建议吗?

8. 石油、煤、天然气是目前广泛应用的能源,而氢气是21世纪极有前途的新型能源。

(1) 能源可分为一次能源和二次能源,直接从自然界取得的能源为一次能源,一次能源经过加工、转换得到的能源称为二次能源。

① 请指出石油、煤、天然气、氢气是属于一次能源还是二次能源。

② 请另外列举一次能源和二次能源各一种。

(2) 煤和水蒸气在高温下反应生成一氧化碳和氢气。

① 请写出该反应的化学方程式。

② 请分析该方法是否可以作为大量生产氢气的途径。

(3) 氢能开发的首要问题是研究如何以水为原料获取氢气,下列研究方向是否可行,为什么?

① 大量建设水电站,用电力分解水制取氢气。

② 设法将太阳能聚焦,产生高温,使水分解产生氢气。

③ 开发特殊物质作催化剂,降低水分解过程中所需能量。

④ 寻找更多化石燃料,利用燃烧放热,使水分解产生氢气。



有机化合物的获得与应用

■ 第一单元

化石燃料与有机化合物

■ 第二单元

食品中的有机化合物

■ 第三单元

人工合成有机化合物



天然气 (natural gas)、石油 (petroleum)、煤 (coal) 等化石燃料是人们熟悉的物质, 是发展国民经济、进行国防建设的重要资源。从化石燃料能获得许多有机化合物, 得到许多重要的有机化工原料。

天然气的主要成分是甲烷 (methane), 它是最简单的有机化合物。

石油的组成元素主要是碳和氢, 同时还含有少量的硫、氧、氮等。石油的化学成分主要是各种液态的碳氢化合物, 其中还溶有气态和固态的碳氢化合物。

煤是由有机化合物和无机物所组成的复杂的混合物。煤中含量最高的元素是碳, 其次是氢和氧, 另外还含有少量的硫、磷、氮等。



拓展视野

我国的石油与天然气资源

1. 地质学家根据科学研究资料, 估计我国陆地上石油储量为 $3 \times 10^{11} \sim 6 \times 10^{11}$ L。根据近几年的勘察, 我国先后在渤海、黄海、东海、台湾浅滩、珠江口、莺歌海、北部湾等海域发现了 7 个油气盆地, 石油储量达 $2 \times 10^{11} \sim 5 \times 10^{11}$ L。

2. 据 2002 年全球能源统计, 我国石油探明储量居世界第 11 位; 2001 年石油生产量为 1.649 亿吨, 居世界第 7 位; 2001 年我国石油消费量已达 2.139 亿吨 (占世界的 6.6%), 原油净进口约 5 370 万吨, 是继日本之后亚太地区第二大石油产品需求国。预计到 2010 年和 2015 年我国原油缺口将分别为 1.37 亿吨和 1.94 亿吨。

3. 我国新疆、四川等西部地区有丰富的天然气资源, 目前已输送到我国东部地区。这项具有划时代意义的“西气东输” (西起新疆, 东至上海) 工程已于 2003 年 10 月完工。我国西部丰富的天然气资源在国家经济建设中将发挥更大的作用。

4. 在我国的南海、东海海底已发现天然气 (甲烷等) 的水合物, 它易燃烧, 外形似冰, 被称为“可燃冰”。“可燃冰”的开发, 有助于解决人类面临的能源危机。



图 3-1 “可燃冰”的燃烧

天然气的利用 甲烷

天然气是大家熟悉的气体燃料，它的主要成分和沼气的主要成分相同，都是甲烷。

交流与讨论



1. 已知甲烷的密度在标准状况下是 $0.717 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，含碳 75%，含氢 25%。利用这些数据怎样确定甲烷中碳、氢元素的质量比、原子个数比和分子式？

2. 写出甲烷分子的电子式，说明它的分子结构特点。

3. 甲烷完全燃烧的生成物是什么？查阅资料了解 1 mol 甲烷在通常状况下完全燃烧放出的热量，写出甲烷燃烧的热化学方程式。

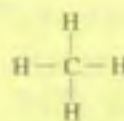


图 3-2 甲烷的结构式

甲烷的分子式为 CH_4 ，它是一种无色、无味的气体，难溶于水。甲烷燃烧后的产物可直接参与大气循环，且与一氧化碳或氢气相比，相同条件下等体积的甲烷释放出的热量较多，所以甲烷常被称为高效、较洁净的燃料。随着我国“西气东输”管线的全面贯通，越来越多的地区将使用天然气。

观察与思考



1. 点燃甲烷气体，观察燃烧现象，并检验燃烧产物。

表 3-1 甲烷燃烧的实验

燃烧现象	检验产物		
	方法	现象	结论



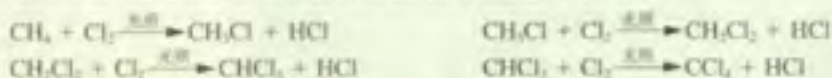
图 3-3 收集甲烷、氯气

2. 观察下列实验:

用一只集气瓶作反应容器,用排饱和食盐水法^①在集气瓶中先后充入4/5体积的氯气和1/5体积的甲烷气体,用灯光照射瓶中的混合气体。

实验中能观察到什么现象?这些现象说明了什么?

甲烷和氯气的混合气体在光照下发生反应,瓶壁上有油状液体生成物附着,在瓶中得到的水溶液呈酸性。这是由于甲烷和氯气在光照条件下发生了下列反应:



在上述反应中,甲烷分子里的4个氢原子逐步被氯原子取代,生成一系列甲烷的氯取代物和氯化氢。像这样,有机化合物分子中的某种原子(或原子团)被另一种原子(或原子团)所取代的反应,叫做取代反应(substitution reaction)。

甲烷的一氯取代物 CH_3Cl 可以看成是由甲基原子团($-\text{CH}_3$)与氯原子结合而成的。

甲烷是一种重要的化工原料,利用甲烷可以制取许多化工产品。

资料卡

甲烷的利用

1. 曾被广泛使用的制冷剂——氟利昂(freon,有多种化合物, CHFCl_2 是其中的一种)可以由甲烷制得。甲烷与氟气发生取代反应的生成物三氟甲烷(CHFCl_2)和氟化氢气体反应,就能得到 CHFCl_2 。



三氟甲烷(CHFCl_2)与氟化氢的反应也是取代反应。

2. 甲烷在一定条件下可被氧化,生成一氧化碳和氢气的混合物,生成的混合气体在催化剂和一定压强、温度下能合成甲醇(CH_3OH)。

甲醇是一种有多种用途的有机化合物,它可以单独或与汽油混合用作汽车发动机燃料。

3. 甲烷在1500℃以上高温下能比较完全地分解,生成炭黑和氢气。



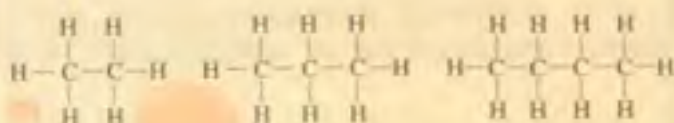
^① 氯气能溶于水,但在饱和食盐水中溶解度较小,为了降低氯气的溶解损失,用饱和食盐水代替水来收集氯气。

从石油炼制的产品中可以获得一系列和甲烷结构相似的化合物,如乙烷(C_2H_6)、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})等。这些有机化合物都是碳氢化合物,又称为烃(hydrocarbon)。在甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等分子中,碳原子都以碳碳单键相连,其余的价键均用于与氢原子结合,达到“饱和”,这一系列化合物称为烷烃。

信息提示

几种烷烃的结构式与结构简式

乙烷、丙烷和正丁烷的结构式分别如下:



在有机化学中,常用结构简式表示有机化合物的结构。

乙烷、丙烷、正丁烷的结构简式分别为 CH_3CH_3 、 $CH_3CH_2CH_3$ 、 $CH_3(CH_2)_2CH_3$ 。

烷烃的分子组成可以用 C_nH_{2n+2} 表示。分子中含1~10个碳原子的烷烃,按分子中碳原子数目依次称为甲烷、乙烷、丙烷、丁烷……分子中碳原子数超过10个的,直接根据碳原子数称为某烷,如 $C_{16}H_{34}$ 称为十六烷。从石油分馏得到的汽油,主要由含5~12个碳原子的烷烃组成,如辛烷 C_8H_{18} 。

各种烷烃分子结构相似,在组成上相差1个或若干个“ CH_2 ”原子团。这些结构相似,分子组成相差1个或若干个“ CH_2 ”原子团的有机化合物互称为同系物。

石油炼制 乙烯

炼制石油能得到许多有机化合物。石油的分馏、催化裂化、裂解等都是炼制加工石油的重要手段。

观察实验室蒸馏石油的实验,分析发生的现象。

在250 mL蒸馏烧瓶中加入100 mL石油和一些沸石或碎瓷片(可防止石油在蒸馏时发生暴沸),按图3-4所示



图 3-4 蒸馏装置

观察与思考



装置进行实验，收集 $60 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 、 $150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 时的馏分。

1. 说明实验中为什么要使用温度计。
2. 观察实验中冷凝管内冷凝水的流向，并说明这样做的好处。
3. 结合图 3-5 说明石油分馏收集得到 $60 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 、 $150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 时的馏分的主要成分。

加热石油时，沸点低的成分先汽化，经冷凝后收集，沸点较高的成分随后汽化、冷凝……这样不断加热和汽化、冷凝，能使沸点不同的成分分离出来。这一过程在石油工业中是在分馏塔内进行的，称为石油分馏。

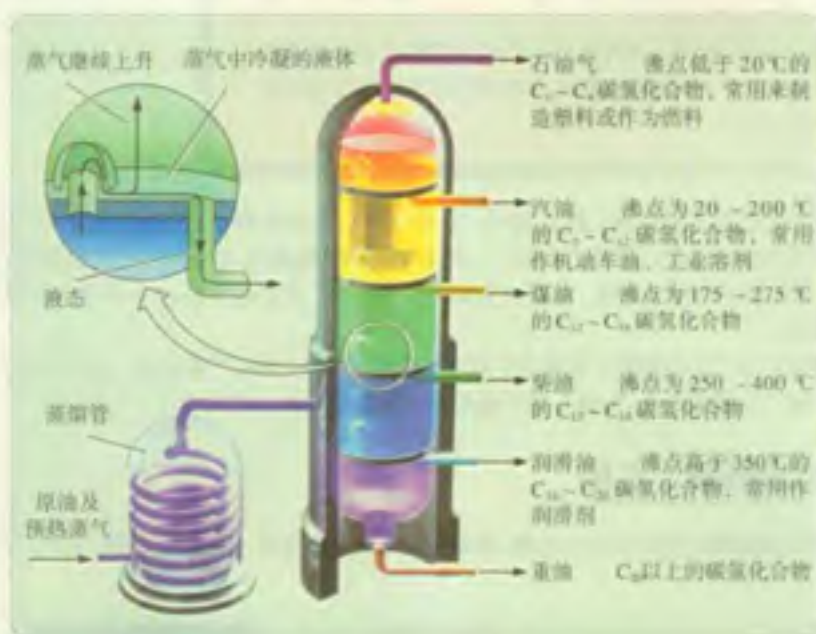


图 3-5 石油分馏产品示意图

分馏石油得到的各个馏分都是混合物，各馏分含有沸点相近的若干种烃，各种烃分子中含有的碳、氢原子数各不相同。随着馏分中烃分子含有的碳原子数的增加，碳链长度增加，相对分子质量增大，它们的沸点也逐渐升高。

将某些馏分进一步加工精制，就可以得到一系列石油分馏的产品。

为了提高从石油得到的汽油等轻质油的产量和质量，可以用石油分馏产品为原料，在加

热、加压和催化剂存在下,使相对分子质量较大、沸点较高的烃断裂成相对分子质量较小、沸点较低的烃。石油在这种加工炼制过程中发生催化裂化(cracking)反应。例如,相对分子质量较大的十六烷可以裂化为含8个碳原子的烷烃和烯烃。



裂解(pyrolysis)是以比裂化更高的温度(700~800℃,有时甚至高达1000℃以上),使石油分馏产物(包括石油气)中的长链烃断裂成乙烯($\text{CH}_2=\text{CH}_2$),丙烯($\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$)等气态短链烃。

石油裂解的化学过程比较复杂,生成的裂解气是成分复杂的混合气体,经净化和分离,就可以得到所需纯度的乙烯、丙烯等基本有机化工原料。目前石油裂解已成为生产乙烯的主要方法。

乙烯(ethene)是一种不饱和烃,分子式是 C_2H_4 ,它的分子里含有碳碳双键,结构式可表示为 $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$, 结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。

乙烯分子中6个原子处于同一平面上。乙烯在组成、结构上和乙烷有较大差异,乙烯有什么样的性质特点呢?



图 3-6 乙烯的球棍模型和比例模型

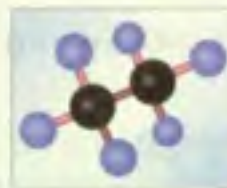


图 3-7 乙烷的球棍模型和比例模型

观察并记录下列实验现象,实验事实说明乙烯有什么性质?

【实验1】把乙烯气体通入酸性高锰酸钾溶液中。

【实验2】把乙烯气体通入使的四氯化碳溶液中。

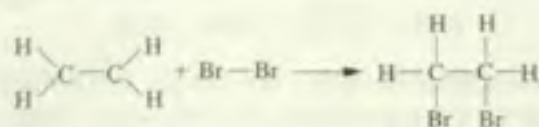
表 3-2 乙烯的性质实验

	实验现象	结 论
实验1		
实验2		

活动与探究

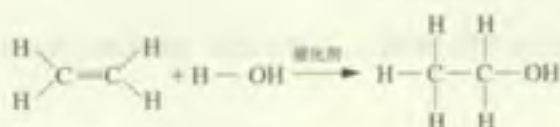


乙烯能被酸性高锰酸钾溶液氧化,使酸性高锰酸钾溶液褪色。乙烯和溴的四氯化碳溶液反应时,乙烯分子双键中的一个键断裂,两个碳原子分别与一个溴原子结合,生成无色的1,2-二溴乙烷,可观察到溴的红棕色褪去。



1,2-二溴乙烷

有机物分子中双键(或叁键)两端的碳原子与其他原子或原子团直接结合生成新的化合物的反应,叫做加成反应(addition reaction)。乙烯在一定条件下还能与水、氢气、氯气、卤化氢等发生加成反应。例如:



甲烷、乙烷等烷烃分子中不含碳碳双键(或叁键),因此烷烃不能发生加成反应。



问题解答

含有两个碳原子的烃除乙烷、乙烯以外,还有乙炔。乙炔分子中含有碳碳叁键($\text{C}\equiv\text{C}$),其分子式和结构式如下:



分子式



结构式



图 3-8 乙炔的球棍模型和比例模型

乙炔分子中含有碳碳叁键,也能发生加成反应。

1. 乙炔与足量溴的四氯化碳溶液反应,分子中碳碳叁键中的两个键打开,每个碳原子分别与两个溴原子结合。写出该反应的化学方程式。

2. 乙炔可以与氯化氢发生下列反应,得到氯乙烯。



上述两个反应和乙烯与溴的加成反应对比,有什么相同和不同之处?

3. 乙炔是甲烷或乙烯的同系物吗?为什么?

煤的综合利用 苯

你知道吗



人类利用煤炭的历史悠久。在煤的利用方面，人们最关注的是煤的综合利用问题：如何提高煤燃烧的热效率，减少煤燃烧引起的污染？如何从煤中提取、分离宝贵的化学原料？

你知道在煤的各种加工过程中能得到哪些有机化合物吗？

煤的气化、液化和干馏是煤综合利用的主要方法。利用这些加工手段可以从煤中获得多种有机化合物。

煤的气化就是把煤转化为可燃性气体的过程。在高温下煤和水蒸气作用得到 CO 、 H_2 、 CH_4 等气体，生成的气体可作为燃料或化工原料气。

煤的液化是把煤转化为液体燃料的过程。在一定条件下，使煤和氢气作用，可以得到液体燃料，也可以获得洁净的燃料油和化工原料。煤气化生成的 CO 和 H_2 （水煤气）再经过催化合成也可以得到液体燃料。用水煤气还可以合成液态碳氢化合物和含氧有机化合物。

煤干馏是将煤隔绝空气加强热，使其发生复杂的变化，得到焦炭、煤焦油、焦炉气、粗氨水、粗苯等。从煤干馏得到的煤焦油中可以分离出苯、甲苯、二甲苯等有机化合物。利用这些有机物可以制得染料、化肥、农药、洗涤剂、溶剂和多种合成材料。



图 3-9 煤的综合利用

从煤焦油中分离得到的苯（benzene）是一种重要的化工原料。苯的分子式是 C_6H_6 ，是无色、有特殊气味的液态烃。



观察与思考

观察下列实验，探究苯的性质。

苯具有较强的挥发性，有毒，使用苯时应注意防护，并保持良好的通风条件。

【实验1】向试管中滴入3~5滴苯，观察苯的颜色与状态。再向试管中加入少量水，振荡后静置，观察发生的现象。

【实验2】在两支试管中各加入2 mL苯，向其中一支试管中滴入几滴酸性高锰酸钾溶液，向另一支试管中加入1 mL 溴水，振荡后静置，观察发生的现象。

【实验3】用玻璃棒蘸一些苯，在酒精灯上点燃，观察燃烧的现象。

表 3-3 苯的性质实验

	实验现象	结 论
实验1		
实验2		
实验3		

通过实验，你对苯的结构和性质有什么认识？

苯不能使溴水褪色，也不能被酸性高锰酸钾溶液氧化，这说明苯分子中不存在碳碳双键，不存在碳碳单键和碳碳双键交替出现的结构。苯分子中碳原子间的化学键是一种介于C—C和C=C之间的特殊共价键。人们常用下列结构图式表示苯的结构：

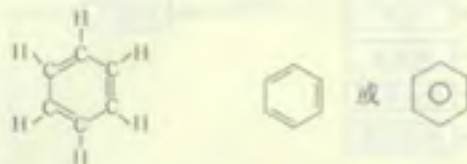


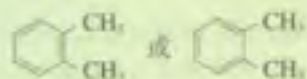
图 3-10 苯的比例模型

在苯分子中, 六个碳原子连接成平面正六边形, 每个碳原子分别结合一个氢原子, 分子中六个碳原子和六个氢原子完全等价, 人们称苯的这种特殊结构为苯环结构。

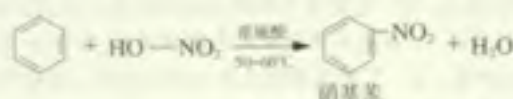
问题解决






下列两个结构简式所表示的有机化合物是同一种物质还是同分异构体? 请说明你判断的理由。



苯可燃, 完全燃烧时生成水和二氧化碳。苯在空气中不易燃烧完全, 燃烧时冒浓烟。在一定条件下, 苯能发生多种取代反应, 苯分子中的氢原子可被其他原子或原子团所取代, 形成一系列重要的有机化合物。例如:



苯发生取代反应得到一系列生成物, 如氯苯 ()、溴苯 ()、苯磺酸 ()。它们都是重要的有机化工原料, 是多种染料、医药、农药、炸药、合成材料的原料。

信息提示

有机化合物分子中的基团

有机化合物分子可以看成是由原子或原子团相互结合而成的。如一氯甲烷 (CH_3Cl) 分子是由甲基 ($-\text{CH}_3$) 原子团和氯原子结合而成的; 硝基苯分子是由苯基 ($-\text{C}_6\text{H}_5$) 原子团和硝基 ($-\text{NO}_2$) 原子团结合而成的。有机化合物分子中的原子团常称为基团。有机分子中的基团种类很多, 如甲基 ($-\text{CH}_3$)、乙基 ($-\text{C}_2\text{H}_5$)、羟基 ($-\text{OH}$)、羧基 ($-\text{COOH}$) 等。

练习与实践

1. 某种煤气的主要成分是 CO 、 H_2 。

(1) 分别写出该煤气和天然气燃烧的化学方程式。

(2) 把一套以煤气为燃料的灶具(如煤气灶)改为以天然气为燃料的灶具时, 灶具应作相应调整, 正确的方法是 ()

- A. 空气和天然气的进入量都减小 B. 增大空气的进入量或减小天然气的进入量
C. 空气和天然气的进入量都增大 D. 减小空气的进入量或增大天然气的进入量

2. 烃完全燃烧生成二氧化碳和水。若以 C_xH_y 表示任意烃, 试写出 C_xH_y 完全燃烧的化学方程式。

3. 用化学方程式表示:

(1) 乙烯在 Ni 的催化下与 H_2 发生的加成反应;

(2) 乙烯和氯气发生的加成反应。

4. 在两支试管中各加入 10 mL 溴水, 再分别加入 5 mL 正己烷(分子式为 C_6H_{14} , 结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$)。把一支试管中的混合液在避光处振荡后静置, 液体分为两层, 上层是橙红色的溴的己烷溶液, 下层是几乎褪成无色的稀溴水。把另一支试管中的混合液在光照下振荡后静置, 溶液也分层, 上、下两层液体几乎均是无色的, 用玻璃棒蘸取浓氨水伸入试管内液面上方, 有白烟出现。由此你对己烷的性质有什么认识?

5. 利用下图所示的实验装置进行实验。



(1) 实验中得到气体生成物能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 它可能含有什么物质?

(2) 石蜡油分子在通过热的瓷片过程中发生了什么变化?



第二单元

食品中的有机化合物

日常食品的主要成分大都是有机化合物。我们熟知的葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素、油脂和蛋白质等人体重要的营养物质都是有机物。人体摄入富含这些物质的食物,它们在体内发生复杂的变化,经消化、吸收,或转化为热量,或构成人体的组织。人们还通过一定的加工手段从谷类、甘蔗、甜菜、花生、大豆等农作物或动物体中提取淀粉、蔗糖、油脂和蛋白质,供食用或作为工业原料。

酒精类饮料中含有的酒精(乙醇),食醋中含有的醋酸(化学上称为乙酸),也都是重要的有机化合物。

乙醇

乙醇(ethanol)是由碳、氢、氧三种元素组成的有机化合物,分子式是 C_2H_6O 。乙醇分子中含有羟基原子团($-OH$),其结构式是

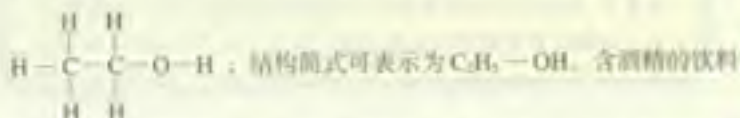


图 3-11 乙醇的比例模型

中含有浓度不等的乙醇。75%(体积分数)的乙醇溶液常用于医疗消毒。

观察与思考



【实验1】观察钠的保存方法,并向1~2 mL无水乙醇中投入一小粒金属钠,观察实验现象。

【实验2】向试管中加入3~4 mL无水乙醇,浸入50℃左右的热水中,以维持反应所需温度。将铜丝烧红,迅速插入乙醇中,反复多次,观察并感受铜丝颜色和乙醇气味的变化。

思考下列问题:

1. 实验1中金属钠与煤油、无水乙醇是否发生反应?从实验中你能得到什么启示?

2. 在进行实验2的过程中,铜丝的颜色先后发生什么变化?乙醇在实验中是被氧化还是被还原?综合整个反应过程,说明铜丝在反应中所起的作用。



图 3-12 乙醇的催化氧化实验

煤油是多种烷烃的混合物,实验表明这些烷烃分子中与碳原子相连的氢不能被金属钠置换。但乙醇分子中羟基($-OH$)上的氢原子能被金属钠置换。我们已经知道水分子中 $-OH$ 上的氢原子也能被金属钠置换,水与金属钠反应比乙醇与金属钠反应要剧烈得多。

金属钠与乙醇的反应可用化学方程式表示为



乙醇在铜、银等催化剂存在下可以被氧气氧化,生成具有特殊气味的乙醛。

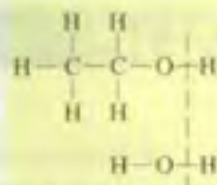
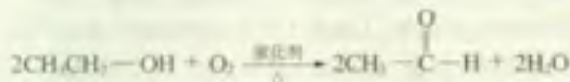


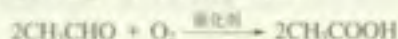
图 3-13 乙醇与水的分子结构比较

资料卡

甲醛与乙醛

甲醛、乙醛分子中都会含有醛基($\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{H}$ 或 —CHO),都属于醛类。甲醛的水溶液常用于种子杀菌消毒、标本的防腐,但不能用于浸泡食品。甲醛是制造酚醛树脂的原料。甲醛对人体有害,要注意防止装修材料中挥发出的甲醛气体污染室内空气。乙醛是重要的有机合成原料,可用于生产乙酸、乙醇等。

在适当条件下,乙醛还可以进一步被氧化生成乙酸。



乙醇的催化氧化反应在有机合成工业上得到广泛的应用。

黄酒中存在的某些微生物可以使部分乙醇氧化,转化为乙酸,酒就有了酸味。



拓展视野

酒与酒精

用谷物酿制的低度酒与工业上用发酵方法从谷物、植物秸秆得到的含乙醇6%~10%的发酵液,经蒸馏可提高其中乙醇的含量。

含酒精的饮料中含有浓度不等的乙醇。工业酒精中往往含有一种称为甲醇(CH_3OH)的有机化合物。饮用含甲醇的酒有害人体健康,可造成失明,甚至中毒死亡,所以不能用工业酒精配制含酒精的饮料。交通警察用经硫酸酸化处理的三氧化铬(CrO_3)硅胶检查司机呼出的气体,根据硅胶颜色的变化(硅胶中的+6价铬能被酒精蒸气还原为+3价铬,颜色发生变化),可以判断司机是否酒后驾车。

甲醇、乙醇等醇类燃料是汽车的代用燃料。



图 3-14 检查司机是否酒后驾车

乙酸

醋是常见的调味品，食醋中约含有3%~5%的乙酸（acetic acid）。乙酸又称醋酸。

乙酸的分子式是 $C_2H_4O_2$ ，结构式是 $H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-H$ ，结

构简式是 CH_3COOH ，乙酸分子中含有羧基（ $-COOH$ ）。



图 3-15 乙酸的比例模型

观察实验现象，思考下列有关问题。

【实验1】向两支试管中各加入3 mL 稀醋酸溶液，分别滴加石蕊溶液、碳酸钠溶液。

【实验2】向一支试管中加入3 mL 乙醇，然后边振荡试管边慢慢加入2 mL 浓硫酸和2 mL 冰醋酸。按图3-16所示连接好装置。用酒精灯小心均匀地加热试管3~5 min，产生的蒸气经导管通到饱和碳酸钠溶液的液面上。

表 3-4 乙酸的性质实验

		实验现象	结 论
实验1	向醋酸溶液中滴加石蕊溶液		
	向醋酸溶液中滴加碳酸钠溶液		
实验2			

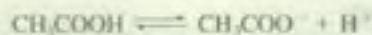
1. 通过实验1，你对醋酸酸性的相对强弱有怎样的认识？

2. 实验2得到的产物是乙酸乙酯（ $CH_3COOCH_2CH_3$ ）。对比乙酸乙酯、乙酸、乙醇的分子结构，试推测乙酸和乙醇可能是以怎样的方式相互结合形成乙酸乙酯的。



图 3-16 乙醇和乙酸反应装置图

醋酸在水溶液中可部分电离成 H^+ 和 CH_3COO^- ，因而具有酸性，能使石蕊溶液变红。

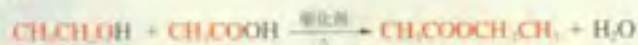


醋酸的酸性比碳酸强，能与碳酸盐溶液反应放出 CO_2 气体。



乙酸和乙醇在浓硫酸存在下可以反应生成有浓郁香味、不易溶于水的油状液体——乙酸乙酯。

科学实验证明，乙酸乙酯是乙醇分子中的乙氧基（ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-$ ）取代了乙酸分子中羧基上的羟基（ $-\text{OH}$ ）的生成物，即乙醇分子和乙酸分子间脱去一个水分子的产物。反应的化学方程式可表示为



像这种醇和酸作用生成酯和水的反应叫做酯化反应（esterification reaction）。

信息提示

官能团

甲醇、乙醇分子中含有羟基（ $-\text{OH}$ ），乙酸、高级脂肪酸分子中含有羧基（ $-\text{COOH}$ ），甲醛、乙醛分子中含有醛基（ $-\text{CHO}$ ）。这些基团反映了一类有机化合物的共同特性，叫做官能团（functional group）。

酯 油脂

许多水果、花卉有芳香气味，这些芳香气味是水果、花卉中含有的有机化合物——酯（ester）的气味。乙酸和乙醇发生酯化反应生成的乙酸乙酯就是一种酯。

乙酸乙酯在酸或碱的存在下与水发生水解反应。



植物油、动物脂肪的主要成分是油脂（lipids）。花生油、豆油或菜籽油是从植物果实中榨取出来的，牛油、羊油是动物体内含有的脂肪。植物油通常呈液态，动物脂肪通常呈固态。

油脂属于高级脂肪酸甘油酯，即把它看成是高级脂肪酸（ RCOOH ， R 表示烃基，其中的碳原子数一般多达十几个）和甘油（丙三醇）发生酯化反应的产物。

油脂是热值最高的营养物质，也是一种重要的工业原料，用油脂可以制造肥皂和油漆等。



活动与探究

通过下列实验了解怎样从油脂制得肥皂。

（1）在小烧杯中加入的 5 g 新鲜动物脂肪（如牛油）、6 mL 95% 的乙醇，加热使脂肪完全溶解。

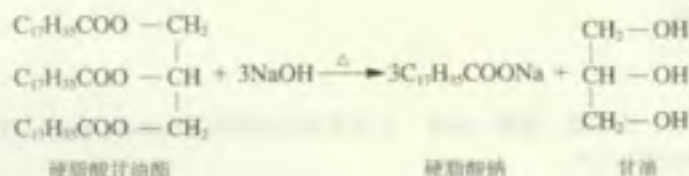
(2) 在(1)的反应液中加入6 mL 40%的氢氧化钠溶液, 边搅拌边小心加热, 直至反应液变成黄棕色黏稠状。用玻璃棒蘸取反应液, 滴入装有热水的试管中, 振荡。若无油滴浮在液面上, 说明反应液中的油脂已完全反应, 否则要继续加热使反应完全。

(3) 在(2)的反应液中加入60 mL 热的饱和食盐水, 搅拌, 观察浮在液面上的固体物质。用药匙将固体物质取出, 用滤纸或纱布沥干, 挤压成块, 观察。并与日常使用的肥皂作比较。



图 3-17 油脂的水解

上述实验表明, 油脂在酸或碱的存在下可以与水发生水解反应。以硬脂酸甘油酯为主要成分的油脂和烧碱溶液混合加热, 水解生成的硬脂酸钠就是肥皂的主要成分, 所发生的反应可表示为



油脂在碱性条件下的水解反应叫做皂化反应。油脂水解的另一种产物——甘油也是重要的工业原料。

肥皂的去污作用

硬脂酸钠在水溶液中电离成钠离子和硬脂酸根离子 ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$)。

硬脂酸根离子由两部分组成, 一部分 $[\text{CH}_2(\text{CH}_2)_{16}-]$ 与油脂的亲合力大, 是亲油基团; 另一部分 $[-\text{COO}^-]$ 与水的亲合力大, 是亲水基团。将沾了油污的衣物擦上肥皂搓洗时, 硬脂酸根离子一头“拉着油”, 另一头“拉着水”, 将油污“拖

拓展视野



下水”，从而将衣物洗净。合成洗涤剂的分子也由亲水基团和亲油基团两部分组成，它的去污原理与肥皂相似。

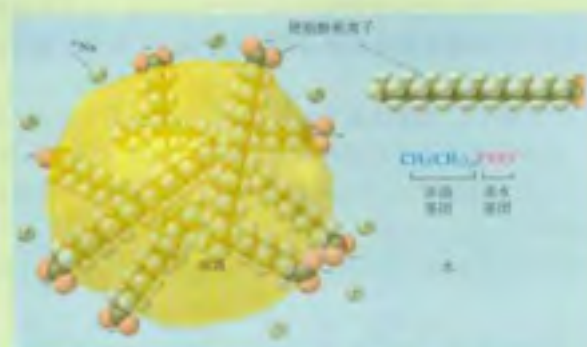


图 3-18 肥皂去污作用示意图

糖类

在有机化学中，葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素都属于糖类（carbohydrate）。糖类的组成及其在自然界的存在见表 3-5。

表 3-5 糖类化合物的组成与存在

物质	葡萄糖	蔗糖	淀粉	纤维素
组成	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$(C_6H_{10}O_5)_n$, 相对分子质量从 几万到几十万	$(C_6H_{10}O_5)_n$, 相对分子质量在 200 万以上
在自然界的存在	葡萄汁、蜂蜜、 带甜味的水果	甘蔗、甜菜等 植物体内	植物种子和块 根、大米、小麦	植物的细胞壁、 棉花、木材



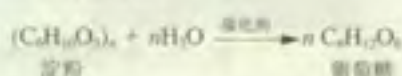
交流与讨论

1. 分析上述糖类化合物的元素组成以及碳、氢、氧原子数的比例，说明为什么人们曾把这些糖类化合物称为“碳水化合物”。

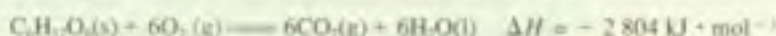
2. 麦芽糖(是蔗糖的同分异构体)、淀粉、纤维素在一定条件下可以和水作用转化为葡萄糖(即发生水解反应),写出它们水解成葡萄糖的化学方程式。

葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素的形态不同,在水中的溶解性不同。淀粉、纤维素没有甜味,它们都是天然高分子化合物,组成与结构比葡萄糖、蔗糖都复杂得多。

人们从食物中摄入淀粉,淀粉在体内淀粉酶的作用下发生复杂的变化,水解成葡萄糖。纤维素在一定条件下也可以水解生成葡萄糖。



葡萄糖在人体组织中发生缓慢氧化,放出热量,提供生命活动所需要的能量。



工业上可以用淀粉、纤维素为原料生产葡萄糖。

活动与探究

进行下列实验,记录实验结果,回答有关问题。

【实验1】观察葡萄糖、蔗糖、淀粉(用可溶性淀粉作样品)、纤维素(用脱脂棉作样品)的颜色、状态以及它们在水中的溶解性。

表 3-6 糖类的颜色、状态和水溶性

	葡萄糖	蔗糖	淀粉	纤维素
颜色、状态				
水溶性				

【实验2】在洁净的试管里加入2 mL 2%的硝酸银溶液,振荡试管,同时滴加2%的稀氨水,直到析出的沉淀恰好溶解为止(制得澄清的银氨溶液),再加入1 mL 10%的葡萄糖溶液,在温水浴里加热3~5 min,观察并记录实验现象。

【实验3】在洁净的试管里加入2 mL 10%的氢氧化钠溶液,滴加4~5滴5%的硫酸铜溶液,得到含氢氧化钠的氢氧化铜悬浊液。加入2 mL 10%的葡萄糖溶液,加热,观察并记录实验现象。

【实验4】向两支试管里分别加入4 mL 淀粉溶液。①向一支试管中滴加碘水,观察溶液颜色的变化。②向另一支试



图 3-19 葡萄糖的缓慢反应

管中加入少量硫酸溶液,加热4~5 min,待溶液冷却后分装
在两支试管中。在一支试管中滴加碘水;将另一支试管中的
水解液用氢氧化钠溶液中和,然后加入含氢氧化钠的氢氧化
铜悬浊液,加热至沸腾。



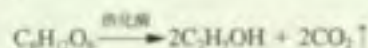
图 3-20 用新制氢氧化铜检验葡萄糖

你能观察到什么现象?实验说明了什么?

你认为酸在淀粉水解中起什么作用?为什么检验淀粉水
解生成的葡萄糖时,要先用氢氧化钠溶液中和水解混合液?

葡萄糖与银氨溶液或含氢氧化钠的氢氧化铜悬浊液的反应可用于检验葡萄糖的存在。医学
上曾用类似的反应来检验病人尿液中葡萄糖的含量是否偏高。

用含淀粉的物质可以酿酒,利用植物秸秆(主要成分是纤维素)可以制造酒精。这是由于
淀粉、纤维素在一定条件下能水解成葡萄糖,后者在酒化酶的作用下能转化为酒精。葡萄糖转
化为酒精的反应可简略地表示为



得到的酒精在某种微生物存在下能进一步发生氧化反应得到醋酸。

蛋白质和氨基酸

蛋白质(protein)是组成细胞的基础物质。动物的肌肉、毛皮、血液、乳汁以及在人体
新陈代谢中起催化作用的酶、运输氧气的血红蛋白、引起疾病的细菌和病毒、
抵抗疾病的抗体中都含有蛋白质。一切重要的生命现象和生理机能都与蛋白
质密切相关,不同结构的蛋白质其生理功能也不同。没有蛋白质就没有生命。

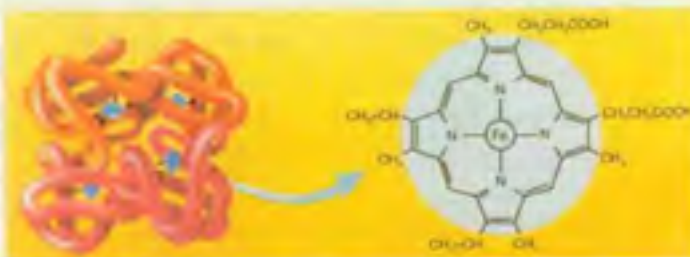


图 3-21 血红蛋白的结构

蛋白质中除含有碳、氢、氧外，还含有氮等元素。蛋白质是结构非常复杂的高分子化合物，相对分子质量从几万到几千万不等。

观察与思考



观察下列实验，思考并回答有关问题。

【实验1】向鸡蛋清的溶液中加入饱和硫酸铵溶液、稀硫酸、硫酸铜溶液、甲醛溶液，观察现象。再加入蒸馏水，振荡，观察现象是否有所改变。

【实验2】加热鸡蛋清的溶液，再加蒸馏水，观察发生的现象。

表 3-7 蛋白质的性质实验

	实验操作	实验现象
蛋白质溶液	加饱和硫酸铵溶液，再加蒸馏水	
	加稀硫酸，再加蒸馏水	
	加硫酸铜溶液，再加蒸馏水	
	加甲醛溶液，再加蒸馏水	
	加热，再加蒸馏水	

通过上述实验，你对蛋白质的性质有什么认识？

鸡蛋白、大豆蛋白等蛋白质可溶于水，在这些蛋白质溶液中加入某些浓的无机盐溶液[如 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液、 Na_2SO_4 溶液等]，可使蛋白质的溶解度降低而析出。

如果由于某种条件使蛋白质的化学组成或空间结构发生改变，它的生理功能也会随之改变。在热、强酸、强碱、重金属盐、紫外线、福尔马林(36%~40%甲醛溶液)作用下，蛋白质的性质会改变并发生凝聚(即发生变性)，失去生理功能。

交流与讨论



你能说明下列现象或原理吗？

(1) 向豆浆、牛奶中加入浓食盐水会发生什么现象？

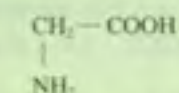
(2) 为什么75%的乙醇溶液可用于医疗消毒，福尔马林可用于浸制动物标本，高温和紫外线可以杀菌？

蛋白质在一定条件下能发生水解反应，最终转化为氨基酸 (amino acid)。

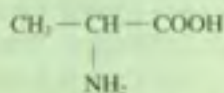


观察与思考

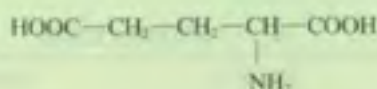
请说明下列氨基酸在结构上的共同点。



甘氨酸 (氨基乙酸)



丙氨酸 (α-氨基丙酸)



谷氨酸 (α-氨基戊二酸)

氨基酸分子中均含有羧基 ($-\text{COOH}$) 和氨基 ($-\text{NH}_2$) 原子团。α-氨基酸分子中氨基连接在离羧基最近的碳原子上。氨基酸种类较多。在一定条件下，氨基酸之间能发生反应，合成更复杂的化合物 (多肽)，构成蛋白质。

人从食物中摄取的蛋白质，在体内先水解生成各种氨基酸，生成的不同种类的氨基酸能以不同的数目和顺序彼此结合，构成人体组织所需要的蛋白质。蛋白质的结构非常复杂。研究蛋白质的结构和合成，进一步探索生命现象，是生命科学研究的重要课题。



拓展视野

酶

酶 (enzyme) 是一类具有催化作用的蛋白质。酶是天然的最有效的生物催化剂。在生命活动中，新陈代谢以及与遗传信息传递和表达有关的所有化学变化都是在酶的催化作用下进行的。

酶的催化作用有很强的专一性。人的唾液中有催化淀粉水解的淀粉酶，胃液中有催化蛋白质水解的胃蛋白酶，血液和新鲜的动物肝脏中有过氧化氢酶 (能催化双氧水的分解)。酶催化反应速率比一般的催化反应速率大 $10^3 \sim 10^4$ 倍。没有一种无机催化剂能够像酶那样在很温和的条件下具有如此强的催化效能。酶在光、热、酸、碱和重金属离子等的作用下会失去活性。

练习与实践

1. 下列关于有机化合物存在的叙述中, 错误的是 ()
 A. 工业酒精中含有乙醇和甲醇
 B. 许多水果中含有酯类化合物
 C. 天然油脂中含有高级脂肪酸甘油酯
 D. 煤中含有苯
2. 下列物质中, 在一定条件下能和氢氧化钠溶液发生反应的是 ()
 A. 乙醇
 B. 乙酸
 C. 油脂
 D. 汽油

3. 写出实现下列物质转化的化学方程式。



4. 某有机物A的蒸气与相同状况下同体积氢气的质量比是30, 其分子中碳、氢的质量分数分别是40%、6.6%, 其余为氧。求该有机物的分子式。

5. 水、二氧化碳、葡萄糖是大家熟悉的与生命活动密切相关的三种化合物。

(1) 说明葡萄糖、酒精与水、二氧化碳在什么条件下可以相互转化, 写出有关反应的化学方程式。

(2) 水、二氧化碳在一定条件下可以转化为葡萄糖、淀粉和纤维素, 葡萄糖在一定条件下可以转化为酒精, 这在太阳能的开发和利用上有什么重要意义?

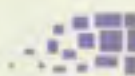
(3) 二氧化碳在大气中的含量呈上升趋势, 对环境产生了不良影响, 试列举引起这种变化的几种可能原因。

6. 为了检验过氧化氢分解酶的作用, 在室温下进行如下实验:

- (1) 在试管A中加入3%的双氧水5 mL, 再加入二氧化锰0.5 g, 有气体产生;
- (2) 在试管B中加入3%的双氧水5 mL, 再加入新鲜的鸡肝片1 g, 有气体产生;
- (3) 在试管C中加入3%的双氧水5 mL, 再加入煮熟的鸡肝片1 g, 无气体产生;
- (4) 在试管D中加入3%的双氧水3 mL和10%的盐酸2 mL, 再加入新鲜的鸡肝片1 g, 无气体产生;
- (5) 在试管E中加入3%的双氧水3 mL和10%的氢氧化钠溶液2 mL, 再加入新鲜的鸡肝片1 g, 无气体产生。

通过以上实验, 你能得出什么结论?

7. 将经过灭菌的麦芽汁(含麦芽糖)在酵母菌作用下发酵, 就得到鲜啤酒。鲜啤酒中含有一定量的酒精。请写出由麦芽糖 \longrightarrow 葡萄糖 \longrightarrow 酒精各阶段变化的化学方程式。



近百年来,化学家已经设计和合成了数千万种有机化合物,极大地丰富了物质世界,促进了科技和经济的发展,提高了人类的生活质量。20世纪,化学家在有机合成和金属有机化学领域取得的成就举世瞩目,获得的诺贝尔化学奖有10项之多。



简单有机物的合成

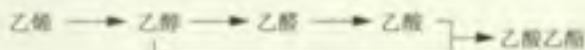
由于自然条件的限制,天然有机物往往难以满足生产、生活的需求,人们需要通过化学方法来合成新的有机化合物。合成有机物要依据被合成物质的组成和结构特点,选择合适的有机化学反应和起始原料,精心设计并选择合理的合成方法和路线。



交流与讨论

乙酸乙酯是一种常见的有机溶剂,也是重要的有机化工原料。依据乙酸乙酯的分子结构特点,运用已学的有机化学知识,推测怎样从乙烯合成乙酸乙酯,写出在此过程中发生反应的化学方程式。

我们知道,乙酸乙酯可以由乙酸和乙醇经酯化反应获得,而乙酸又是乙醛的氧化产物,乙醛又可以由乙醇氧化得到,乙烯与水发生加成反应可制备乙醇。因此,可按以下路线从乙烯合成乙酸乙酯:



除上述合成路线外,人们还设计了其他合成路线。图3-22表示从乙烯合成乙酸乙酯的几种可能的合成路线。



图 3-22 制备乙酸乙酯可能的合成路线

以上三种合成路线,从理论上讲都能在一定反应条件下实现。在实际生产中,还要综合考虑原料来源、反应物利用率、反应速率、设备和技术条件、是否有污染物排放、生产成本等问题来选择最佳的合成路线。

问题探究

若甲酸(HCOOH)、乙酸(CH_3COOH)、甲醇(CH_3OH)和乙醇($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)在一定条件下于同一反应体系中发生酯化反应,则理论上能生成几种酯?其中哪些是同分异构体?

创造新的有机分子是有机化学的重要课题。发现并选择利用有机化学反应,把反应物转化为具有特定组成结构的生成物,是合成有机物的关键。在有机合成中还要注意避免产生对环境有危害的污染物,降低能量消耗,提高原子利用率。

有机高分子的合成

合成有机高分子是用化学方法合成的、相对分子质量高达几万乃至几百万的有机化合物。塑料、合成纤维、合成橡胶(统称为三大合成材料)等都是合成有机高分子。



图 3-23 生活中常见的合成材料



你知道吗

1. 在我们的学习和生活用品中哪些是由有机高分子材料制成的？请列举你所知道的应用于日常生活和高科技领域的有机合成材料。
2. 我国航天员穿的航天服使用了高强度、高韧性的特种尼龙。你还知道哪些尼龙制品？

有机高分子是由小分子化合物通过聚合反应制得的。聚合反应是什么样的反应？小分子是怎样结合成高分子的？



观察与思考

生活中用于制造水杯、奶瓶、食物保鲜膜等用品的聚乙烯是以乙烯为原料，在一定条件下，通过下列反应得到的：

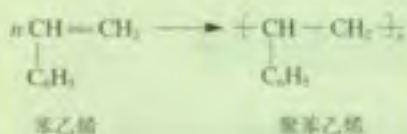


图 3-24 聚乙烯塑料制品



图 3-25 吹塑法生产聚乙烯薄膜

大量用于制造玩具、标本架、录音带外壳、包装用泡沫塑料的聚苯乙烯是苯乙烯在一定条件下，通过下列反应得到的：



上述两个反应中，小分子有机物乙烯、苯乙烯是怎样转化成高分子化合物的？这两个反应有什么共同之处？

含有碳碳双键(或碳碳叁键)的相对分子质量小的化合物分子,在一定条件下,互相结合成相对分子质量大的高分子。这样的反应叫做加成聚合反应(addition polymerization),简称加聚反应。加聚反应是合成高分子的一类重要反应。

乙烯发生加聚反应的过程可表示为



问题解决



用于制造塑料薄膜、人造革、塑料管材和板材的聚氯乙烯是以氯乙烯($\text{CH}_2=\text{CHCl}$)为原料,在一定条件下通过加聚反应得到的。

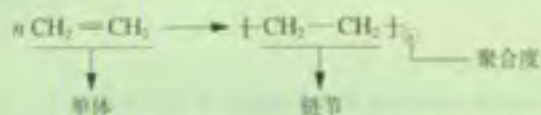
请写出氯乙烯发生加聚反应的化学方程式:

拓展视野



有机高分子的链节与单体

在聚合反应中,我们通常将用以形成高分子化合物的小分子物质称为单体(monomer),将高分子化合物中不断重复的基本结构单元称为链节(chain unit),链节的数目称为聚合度(degree of polymerization)。



在工业生产中,单体通过聚合反应生成的高分子化合物都是链节数目在一定范围内变化的各种高分子的混合物。在不同条件下,从同一种单体获得的高聚物的平均聚合度也不同。

除聚乙烯、聚氯乙烯外，日常生活中常见的腈纶、有机玻璃、合成橡胶、聚四氟乙烯都是通过加聚反应得到的。



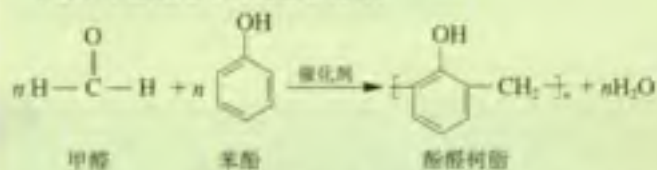
图 3-26 聚氯乙烯制品



拓展视野

酚醛树脂的合成

日常生活中使用的电器开关外壳、灯头等都是用电木塑料制成的。电木塑料的主要成分是酚醛树脂。酚醛树脂是用甲醛和苯酚通过下列反应合成的：



上述反应中形成高聚物的同时还生成了小分子化合物。此类聚合反应不同于加聚反应，称为缩聚反应。有机物通过其他形式的反应，还可形成多种不同结构与功能的缩聚反应产物。



交流与讨论

谈谈你所知道的某些有机高分子的合成方法及其在生活、生产和高科技领域中的应用。

有机高分子的合成成为人类提供了大量的新材料，使我们的生活变得更加丰富多彩。

为了满足科技、经济、国防事业的发展对合成有机高分子材料的要求，在有机高分子合成领域中，化学工作者正在研究和着力解决以下课题：

(1) 对重要的通用有机高分子材料继续进行改进和推广，使它们的性能不断提高，应用范围不断扩大。例如，导电高分子的发明和应用研究等。

(2) 研制具有特殊功能的材料。如仿生高分子材料、智能高分子材料等。

(3) 研制用于物质分离、能量转换的高分子膜。如能够将化学能转换成电能的传感膜, 能够将热能转换成电能的热电膜等。

(4) 研制易分解的新型合成材料, 防治废弃的合成材料造成的“白色污染”。如研制可降解塑料等。

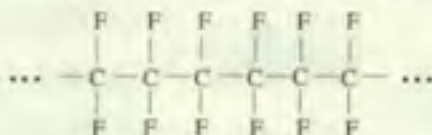
练习与实践

1. 下列物质中, 属于高分子化合物的是 ()

① 蛋白质 ② 氨基酸 ③ 油脂 ④ 淀粉 ⑤ 氯乙烯 ⑥ 纤维素 ⑦ 聚乙烯

A. 只有①⑦ B. 除②外都是 C. 只有①④⑥⑦ D. 只有①③

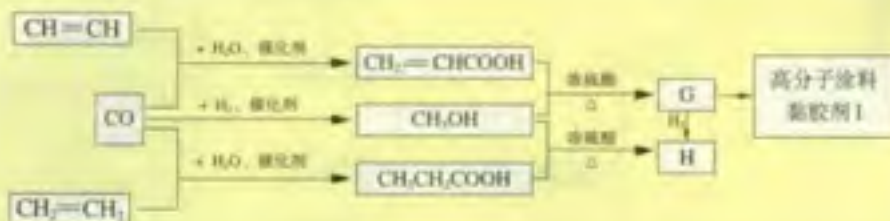
2. 不粘锅的表面涂敷了一薄层有机高分子材料——聚四氟乙烯。它的结构可表示如下:



它是由哪一种有机物通过加聚反应制得的? 写出它的结构式。

3. 请用化学方程式表示以食盐、水、乙炔为原料合成聚氟乙烯各步反应的化学方程式。

4. CO 不仅是家用煤气的主要成分, 也是重要的化工原料。下图是用某些简单有机物在低温、低压和催化剂存在下, 合成具有优良性能的装饰性高分子涂料、黏胶剂的基本过程。



回答下列问题:

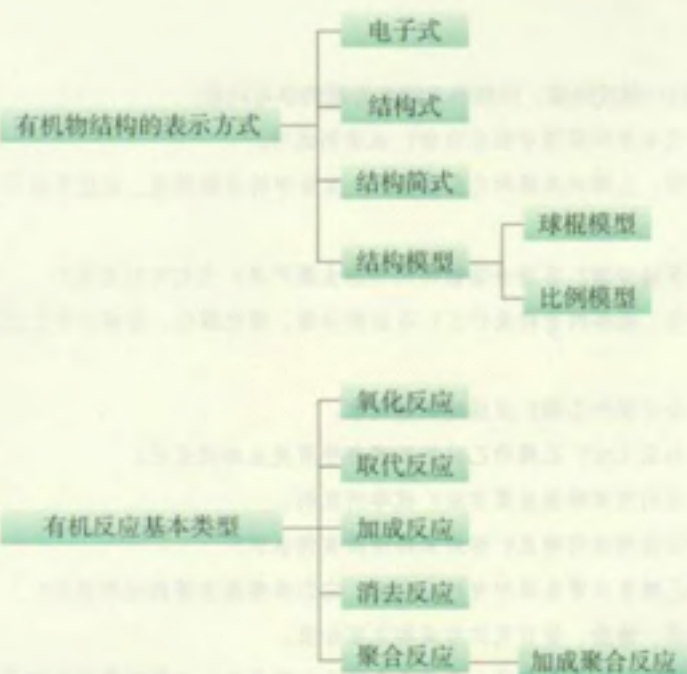
(1) 写出 G、H、I 的结构简式。

(2) 写出图中生成 CH_3OH (甲醇)、H 的化学方程式。

5. 日常使用的黏胶剂——白乳胶, 制作小摆设、礼品架的有机玻璃, 制造灯头的电木塑料, 包装用的泡沫塑料, 尼龙绳, 合成羊毛, 用于制作床垫、椅子坐垫的聚氨酯等, 主要成分都是合成有机高分子。收集这些合成材料的样品, 了解这些材料的优缺点。

整理与归纳







回顾与总结

请参照下列问题或线索，回顾和总结本专题的学习内容。

- 怎样从化石燃料获得有机化合物？试举例说明。
- 说明甲烷、乙烯的来源和它们在生产、生活中的主要用途。这些用途体现了它们的哪些主要性质？
- 什么是石油分馏？石油分馏能得到哪些主要产品？它们有何用途？
- 石油裂化、裂解的目的是什么？石油的分馏、催化裂化、裂解从变化的本质上看有什么不同？
- 如何区分甲烷和乙烯？试描述实验现象。
- 什么是加成反应？乙烯和乙炔能和哪些物质发生加成反应？
- 煤的综合利用有哪些主要方法？试举例说明。
- 苯分子的结构有何特点？你对苯的性质有何认识？
- 乙醇和乙酸在日常生活中有什么应用？它们有哪些主要的化学性质？
- 说明糖类、油脂、蛋白质的组成和主要性质。
- 油脂、淀粉、蛋白质在什么条件下会发生水解反应？水解的最终产物是什么？
- 怎样检验糖尿病患者尿液中的葡萄糖是否超标？
- 氨基酸分子在结构上有何共同点？氨基酸是如何合成蛋白质的？
- 有机化合物合成路线的设计和优选需考虑哪些因素？怎样从乙烯制备乙酸乙酯？写出有关反应的化学方程式。
- 说明怎样利用石油炼制产品和一些必要的无机物质生产聚氯乙烯。
- 合成高分子材料（塑料、合成纤维、合成橡胶等）在生活、生产和高科技领域中具有广泛的应用，请各举2~3例加以说明。

本专题作业

- 下列物质中,只含有一种分子的是()
 A. 二溴甲烷(CH_2Br_2)
 B. 分子组成为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机物
 C. 分子组成为 C_4H_{10} 的有机物
 D. 聚乙烯
- 下列各组混合物中,不能溶解的是()
 A. 植物油和乙醇
 B. 苯和水
 C. 酒精和水
 D. 汽油和煤油
- 下列各组有机物中,仅使用溴水不能鉴别出的是()
 A. 苯、四氯化碳
 B. 乙炔、乙烯
 C. 乙烷、乙烯
 D. 苯、酒精
- 下列有机物中,完全燃烧时生成的二氧化碳与水的物质的量之比为2:1的是()
 A. 乙烷
 B. 乙烯
 C. 乙炔
 D. 乙醇
- 只用一种试剂就可以鉴别乙酸溶液、葡萄糖溶液、淀粉溶液,这种试剂是()
 A. NaOH 溶液
 B. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液
 C. 碘水
 D. Na_2CO_3 溶液
- 16 g 某一元醇与足量的金属钠完全反应,在标准状况下得到 5.6 L 氢气。该物质可能是()
 A. CH_3OH
 B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 C. $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
 D. $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$
- 环保部门为了使城市生活垃圾得到合理利用,近年来逐步实施了生活垃圾分类投放的办法。塑料袋、废纸、旧橡胶制品等属于()
 A. 无机物
 B. 有机物
 C. 盐类
 D. 非金属单质
- 下列物质中,一定不是天然高分子的是()
 A. 橡胶
 B. 蛋白质
 C. 尼龙
 D. 纤维素
- 现有①乙酸乙酯和乙酸钠溶液、②溴化钠溶液和溴水的混合液,分离它们的正确方法依次是()
 A. 分液、蒸馏
 B. 萃取、分液
 C. 分液、萃取
 D. 蒸馏、分液
- 1 mol 某气态烃完全燃烧,生成 3 mol 二氧化碳和 2 mol 水,则此烃的分子式是

11. 地壳中碳元素的质量分数(0.036%)与氧、硅元素相比微不足道。但是,地球上所有的生物都含有碳,可以说碳是组成生命的基本元素。由碳形成的化合物甚至比所有其他元素形成的化合物的总和还要多得多。这是什么原因?

12. 设计实验方案:

(1) 鉴别氢气、甲烷和乙炔。

(2) 在用淀粉制取葡萄糖的实验中:①证明淀粉已发生水解;②证明淀粉已完全水解。

13. 日常生活中广泛使用聚乙烯、聚氯乙烯塑料薄膜。聚乙烯塑料薄膜适宜做食品包装袋,聚氯乙烯塑料薄膜不能用于食品包装。取两小片聚乙烯、聚氯乙烯塑料薄膜,分别在酒精灯上

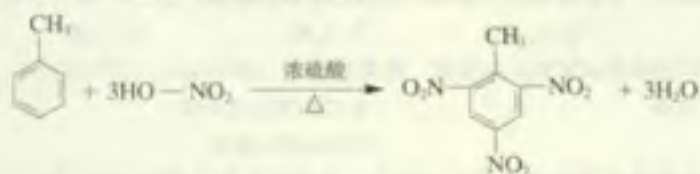
点燃后，移开酒精灯，观察它们的燃烧现象有什么不同。你能根据它们燃烧的情况将它们区别开来吗？

14. 蛋白质在一定条件下与浓硫酸反应可转化为硫酸铵，后者在浓氢氧化钠溶液和水蒸气作用下，其中的氮元素可转化为氨析出。现用 30.0 mL 牛奶进行上述实验，将牛奶中蛋白质里的氮元素完全转化成氨，再用 50.0 mL $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液吸收析出的氨，剩余的酸用 38.0 mL $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氢氧化钠溶液可恰好完全中和。问：

(1) 30.0 mL 牛奶中共含有多少克氮？

(2) 如果蛋白质中含氮 16% (质量分数)，则牛奶中蛋白质的质量分数是多少？(已知牛奶的密度是 $1.03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)

15. 甲苯与浓硫酸、浓硝酸在一定条件下反应，生成 2,4,6-三硝基甲苯 (TNT)。TNT 是一种烈性炸药，在敏感起爆剂引爆下，能发生强烈爆炸。已知硝酸的结构可表示为 $\text{HO}-\text{NO}_2$ ，甲苯生成 TNT 的反应可表示为



甲苯生成三硝基甲苯的反应是加成反应还是取代反应？你是怎么判断的？

16. 下表是 20 世纪末统计的非洲、美洲、欧洲和中东地区已经探明的石油蕴藏量和年平均耗油量。

	石油蕴藏量 t	年平均耗油量 t
非洲	9.5×10^9	2.2×10^8
美洲	1.8×10^{10}	8.0×10^8
欧洲	3.6×10^9	1.4×10^8
中东地区	6.1×10^{10}	6.1×10^8

(1) 假如各地区没有进、出口，那么蕴藏的石油可以供各地区使用多少年？

非洲_____年，美洲_____年，欧洲_____年，中东地区_____年。

(2) 我国人口众多，人均占有的石油资源并不多。为解决能源危机，你有哪些建议？

4
专题

化学科学与人类文明

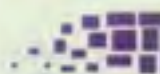
■ 第一单元

化学是认识 and 创造物质的科学

■ 第二单元

化学是社会可持续发展的基础





第一单元

化学是认识和创造物质的科学

在社会可持续发展的历史进程中,人们要合理地开发和利用自然资源,保护好人类赖以生存的环境,必须研究物质及其变化,这一切都离不开化学。随着经济的发展和科学技术的进步,化学与其他学科齐头并进,迅猛发展,成为 21 世纪自然科学的中心学科。



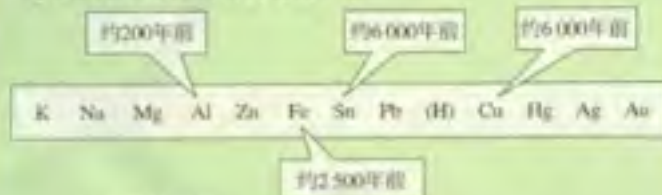
化学是打开物质世界的钥匙

化学科学发展的历史,是一部人类逐步深入认识物质组成、结构、变化的历史,也是一部合成、创造更多新物质,推动社会经济发展和促进人类文明发展的历史。



交流与讨论

下图表示金属活动性顺序表中铜、锡、铁和铝元素被人类大规模开发、利用的大致年限。



讨论下列问题:

(1) 根据以上数据和有关的化学知识,你能否说明这些金属的活动性与人类开发、利用这些金属的时间先后的关系?

(2) 根据已有的化学知识选出 2~3 种金属单质,说明它们的制备方法,并写出有关化学方程式。如果是氧化还原反应,请指出反应中的还原剂、电子转移的方向和数目。

化学科学理论的建立与发展帮助人们更深刻地认识物质世界。

19 世纪,化学科学建立了以道尔顿原子论、分子结构和原子价键理论为中心内容的经典原子分子论;发现了元素周期律;提出了质量作用定律,奠定了化学反应的动力学基础;人工合成尿素,彻底动摇了“生命力论”,使有机化学得到迅猛发展。

20 世纪,现代物理技术、测试手段的发展大大拓宽了人们的观察视野。化学科学也提出

了一系列基本理论,帮助人们发现了许多物质结构和性质关系的初步规律,为预测化学反应的可能性、判断化学反应的方向提供了理论指导,为合成化学的发展指明了方向,为功能材料的设计提供了依据。例如,化学家鲍林(L. Pauling)提出了氢键理论和蛋白质分子的螺旋结构模型,为DNA分子双螺旋结构模型的提出奠定了基础。

在人类研究物质微观结构的过程中,光学显微镜、电子显微镜、扫描隧道显微镜三种不同层次的观测仪器先后得到了使用。现在,人们借助扫描隧道显微镜,应用STM技术可以“看”到越来越细微的结构,并实现对原子或分子的操纵。

高中化学选修课程《物质结构与性质》将为我们提供更多的研究物质结构与性质关系的基础理论。

追寻人类利用自然资源的历史进程,我们总能感受到人们在社会与生活实践中积淀而成的化学知识的作用,以及化学在人类社会的发展中所产生的重要影响。



图4-1 DNA分子的双螺旋结构模型



阅读下列资料,讨论所提出的问题。

人类对酸碱认识的发展

1. 17世纪前,人们凭感觉判断酸碱,认为一切有酸味的物质都是酸,一切有涩味而溶液有滑腻感的物质就是碱。

2. 17世纪末,英国化学家波义耳(R. Boyle, 1627~1691)根据实验提出新的定义。他认为,水溶液能溶解某些金属,跟碱接触会失去原有特性,且能使石蕊试剂变红的物质是酸;水溶液有苦涩味,能腐蚀性皮肤,跟酸接触会失去原有特性,且能使石蕊试剂变蓝的物质是碱。

3. 拉瓦锡在波义耳之后提出,一切非金属氧化物溶于水后生成的物质是酸,一切金属氧化物溶于水后生成的物质是碱。这种说法概括性强,很快被接受。

4. 1883年,瑞典化学家阿伦尼乌斯(S. Arrhenius, 1859~1927)创立电离学说。他提出,电解质电离时产生的阳离子全是氢离子的化合物是酸,电解质电离时产生的

交流与讨论





阴离子全是氯酸根离子的化合物是碱,这个定义在水溶液范围内对酸、碱作出了严密的概括。

5. 1923年,由于人们研究范围的扩大,又有化学家提出了在非水溶液和无水条件下也适用的酸碱质子理论,进一步扩大了人们对酸碱的认识。酸碱质子理论认为,凡能给出质子(H^+)的物质都是酸,凡能接受质子的物质都是碱。若某物质既能给出质子又能接受质子,可称之为酸碱两性物质。

问题:

(1) 人们是怎样了解酸和碱的?

(2) 写出 $NaHCO_3$ 在水溶液中的电离方程式, $NaHCO_3$ 溶液与盐酸、 $NaOH$ 溶液反应的离子方程式。依据酸碱质子理论, HCO_3^- 是否可称为酸碱两性物质?



人类对物质结构、性质和变化的认识是在实验研究的基础上逐步深入的。选修课程《实验化学》能帮助你了解更多的实验方法,领略化学实验的魅力。

化学是人类创造新物质的工具

人类不仅要开发利用自然资源,还要制造、合成出具有特定性能的新物质,以适应社会生产发展和人们生活的需要。

在化学科学的发展过程中,科学家积累了物质制备的一系列方法,特别是随着现代合成技术、分离和检测技术的发展,人们已经能够设计并创造出符合某种需要、具有特定性质的新物质。

化学合成技术所取得的巨大成就,帮助化学家合成或从自然界分离出更多的物质,以满足人类的需要,这是化学对人类文明的重大贡献之一。据统计,在21世纪初,化学家合成和分离了超过4 000万种的新物质,满足了生活、生产和科学技术发展的需要。

表 4-1 从天然产物中分离与人工合成的化合物种类统计数据

年份	1900	1945	1970	1999	2003
种类/万种	55	110	236.7	2 340	4 500

电解原理的发现,电解技术的进步大大提高了食盐的利用价值,以食盐为原料可以制取金属钠、氯气、氢气、烧碱等宝贵的化学品和化工原料。电解熔融的食盐可以得到活泼金属钠,而电解饱和食盐水得到的是烧碱、氯气、氢气。电解食盐水已经成为氯碱工业的基础。

资料卡

熔融氯化钠与氯化钠水溶液的电解

电解熔融氯化钠可以得到金属钠和氯气,而电解氯化钠水溶液时能得到氯气、氢气和氢氧化钠溶液。这是由于电解液的成分不同,因而参与电解的微粒也不同,在电极上发生不同的氧化还原反应,得到不同的电解产物。

1. 熔融氯化钠中只存在 Na^+ 、 Cl^- 。电解时在电解槽的石墨阳极(与电源正极相连)上, Cl^- 失去电子被氧化,放出氯气: $2\text{Cl}^- - 2e^- \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2 \uparrow$ 。在铁阴极(与电源负极相连)上, Na^+ 结合电子被还原,析出金属钠: $\text{Na}^+ + e^- \xrightarrow{\text{通电}} \text{Na}$ 。发生的总反应是 $2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

2. 氯化钠水溶液中存在 Na^+ 、 Cl^- 、 H_2O 。电解时在电解槽的阳极上, Cl^- 失去电子被氧化,放出氯气: $2\text{Cl}^- - 2e^- \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2 \uparrow$ 。在阴极上,由水电离出的 H^+ 结合电子被还原,放出氢气: $2\text{H}^+ + 2e^- \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow$ 。在阴极附近的阴极区里 Na^+ 与 OH^- 组成 NaOH 溶液。

发生的总反应是 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 。

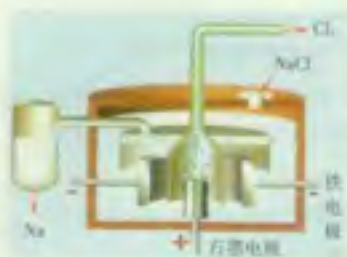


图 4-2 电解法制取金属钠

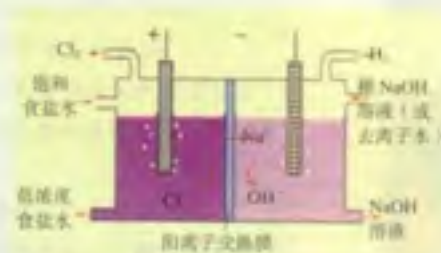


图 4-3 阳离子交换膜电解槽

20世纪以来,合成氨、合成尿素、合成抗生素等技术的相继发明,高分子的化学合成,新材料的层出不穷、分离技术的不断改进,使人类正在走向丰衣足食、健康长寿、环境美好的新境界。计算机技术的发展,使化学研究进入了分子水平,分子设计的思想为合成人类需要的新物质开辟了更广阔的道路。



交流与讨论



图 4-4 绿色植物的光合作用



人类在发展的过程中，时刻面临着生存的危机和挑战。在增产粮食的问题上，各学科的研究工作者从不同角度、不同途径提出了不同的解决方案。



请查阅有关资料，并与同学交流讨论：

(1) 哈伯在 1909 年发明的用铁作催化剂的高压合成氨技术，使世界粮食产量增长近一倍，有近 30 亿人口因此免于饥饿。哈伯因而于 1918 年获得诺贝尔奖。

请从化学的角度说明合成氨的反应原理，了解工业上合成氨所选择的反应条件。

(2) 瑞士化学家米勒首先发现 DDT 具有杀虫剂的特性，1944 年后 DDT 被广泛用作杀虫剂，有效地控制了虫害。米勒因此于 1948 年获得诺贝尔奖。后来，科学家发现 DDT 残留毒性，对环境危害大，因此它被禁止使用。现在人们正在研制高效、低残留且能被生物降解的农药。

农药的更新换代说明了什么？

(3) 植物的光合作用是地球上规模最大的化学反应，在生物体内把光能转变成化学能，效率达 90%~98%。如果有一天人类能够弄清楚光合作用的原理，粮食生产将会出现重大的变化。

你对减少大气中二氧化碳的含量有何建议？你能提出利用二氧化碳为人类服务的方案吗？

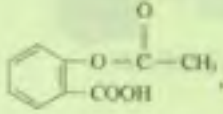
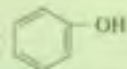
有关化学合成新物质的方法、化学反应所遵循的规律等知识，我们在必修课程中已作了初步的介绍，在《有机化学基础》、《化学与技术》、《化学反应原理》等选修课程中，我们还有机会进一步学习和研究。

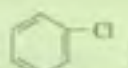
拓展视野

阿司匹林与青霉素

抗生素和新药物的合成技术提高了人类控制传染病、缓解心脑血管疾病的能力,提高了人类的平均寿命。

1899年,科学家用化学方法合成了医药史上三大经典药物之一——阿司匹林。

阿司匹林的结构简式是 , 它是以苯酚 () 等为原料合成的, 而苯酚是用苯的一氯取代

物氯苯 () 为原料制成的。从发明阿司匹林到现在, 药物化学家通过提取、分离和化学合成得到的有效化学药物达上万千。

1929年, 弗莱明 (Flemming) 发现了一种蓝绿色霉菌——青霉菌, 它能产生一种抑制和杀死金黄色葡萄球菌的物质——青霉素。后来人们通过发酵方法获得了青霉素。1940年后, 科学家分离得到青霉素纯品, 测定了它的化学结构。在第二次世界大战中, 青霉素显示了治疗伤口感染的神奇疗效, 使它得到了广泛应用。

人们研究发现了青霉素杀菌的机理并利用化学或生化合成的方法, 对青霉素进行结构改造, 得到了疗效更好的两种半合成青霉素。

青霉素在20世纪拯救了数以千万计的生命。但是, 青霉素的大规模使用使细菌产生了抗药性。

经研究, 细菌的抗药性是由于它们逐渐产生了一种能迅速分解青霉素的酶。化学家针锋相对, 设计合成了一种化合物, 它能与分解青霉素的酶结合, 使之失去活性, 从而显著提高青霉素的疗效。



练习与实践

1. 你知道下列图片所显示的假说或实验的具体内容吗？请简要说明。



20 世纪提出的一种
原子结构模型



α 粒子散射现象



用 STM 技术写成的字母

2. 阅读下面一段资料并回答问题。

自然界提供的天然衣着材料主要是棉花、麻、羊毛和蚕丝。棉花、麻等植物性纤维的主要化学成分是纤维素，羊毛、蚕丝等动物性纤维的主要成分是蛋白质。

木材、芦苇、某些植物秸秆也是植物性纤维。这些纤维较短，强度不高，不能直接用于纺纱织布。用化学处理方法，把它们先后用二氧化碳和氢氧化钠处理，得到纤维黄原酸钠，再把得到的不含杂质的纤维黄原酸钠溶解于稀碱溶液，制得一种黏稠液体。把这种液体通过特殊的喷丝装置，吸入硫酸和硫酸盐溶液，使之分解还原为纤维素，就得到一种可以用于纺丝的人造纤维——黏胶纤维。人造纤维可以和蚕丝或棉纱混纺制成绸缎、人造棉等面料。

人造纤维是利用自然界的纤维材料制成的，而合成纤维是利用自然界的非纤维材料通过化学合成方法得到的。

合成纤维是一类高分子化合物。这类高分子化合物的分子长链排列得较整齐紧密，分子间作用力大，结晶度高，强度也高，可以抽丝制成纤维。常见的合成纤维有涤纶、尼龙、维尼纶等。涤纶纤维是以苯二甲酸、乙二醇为主要原料合成的。苯二甲酸和乙二醇则分别是用石油化工产品甲苯、乙烯制造的。合成尼龙的单体（己内酰胺、己二胺、己二酸）则是以苯胺或环己烷、甲苯等为原料制得的。

（1）天然纤维、人造纤维、合成纤维有什么区别？它们各有什么特点？

（2）化学科学的发展促使纤维种类发生了变迁，品种日益丰富，由此你得到什么启示？

3. 化学科学的建立和发展，使人类从只能利用自然界中存在的物质，逐渐发展到学会设计、制造具有特定性能的物质。就我们学习过的知识来说，这样的例子也不胜枚举。你知道制造、生产下列物质的化学原理吗？制造它们要使用自然界中存在的哪些原始材料？写出制备它们的化学方程式。这些物质在生产、生活中有什么重要的用途？

（1）氯气。1774 年舍勒制得氯气，现代氯碱工业是化学工业的基础之一。

（2）硫酸。1746 年柏塞法制硫酸工艺发明，此后硫酸生产工艺得到不断改进。

（3）硝酸。1905 年世界上第一座用电弧法生产硝酸的工厂建成。

（4）酚醛树脂。1909 年高分子化合物——酚醛树脂制造成功。

（5）聚乙烯。1934 年高压聚乙烯制造成功。

（6）纯碱。1942 年侯德榜研究成功侯氏制碱法。



第二单元

化学是社会可持续发展的基础

当代社会面临着诸多问题,如化石能源日益枯竭、水资源紧缺、生态环境遭到破坏等。这些问题的解决有赖于科学技术和环境保护事业的发展,需要化学科学的支持。



现代科学技术的发展离不开化学

化学不仅与人们的生活有非常紧密的联系,与信息、生命、材料、环境、能源、地球、空间和核科学等新兴学科也有紧密的联系。没有化学科学的发展,上述新兴学科的建立与迅速发展是难以想像的。化学与这些学科的交叉和渗透,还产生了许多交叉学科。

人类在20世纪发明了信息技术、生物技术、核科学和核武器技术、航空航天和导弹技术、激光技术、纳米技术、化学合成和分离技术。一些科学家认为,化学合成和分离技术是人类生存所必需的,也为其余六大技术的发明提供了不可或缺的物质基础。

你知道吗



1. 各种电子器件中都有印刷电路板,你知道它是怎样制造出来的吗?
2. 信息技术的发展需要用到纯硅制造的单晶硅来制造芯片,需要用光导纤维来铺设光纤通讯线路。人们是怎样从自然界中的石英沙来制造单晶硅的?
3. 你知道有关超导合金、形状记忆合金、合成橡胶、纳米材料、导电塑料等材料的组成、应用和制备(合成)等知识吗?



图 4-5 形状记忆合金

化学科学的发展将帮助人们解决工农业生产中的许多技术问题,提供所需要的具有特定性能的材料,开发高效的洁净能源。例如,在充分了解光合作用、固氮作用机理和催化理论的基础上,可以期望实现农业的工业化,在工厂中生产粮食和蛋白质,使人类的生活质量大大提高;海水淡化技术的进步有助于淡水资源紧缺问题的解决;在充分了解结构与性能关系的基础上,将能合成出高效、稳定、廉价的太阳能光电转化材料,用这种材料组装器件,只要光电转



化效率都达到10%，利用太阳投射到地球上能量的0.1%就能满足当前全世界能源的需要。

化学帮助人类从直接利用天然材料迈向创造和合成有特定性能的材料。现在合成材料以每年5%的速度增长，有90多种元素应用于材料制备。

激光、航空、航天、导弹和纳米等技术所需要的高新材料，也依赖于化学合成。纳米技术、分子设计技术的发展，将使分子晶体管、分子芯片、分子导线、分子计算机等化学器件得到广泛的应用。



图4-6 卫星上的光电池板



图4-7 光导纤维



图4-8 高强度纤维制造的绳索



活动与探究

电路板的制作

取一块敷铜板(单面敷有铜箔的树脂绝缘板)，除去铜箔上的油污，洗净、吹干，用油漆描电子线路，待油漆干后放入浓三氯化铁溶液中，约20 min后，用镊子取出，洗净、吹干，用适当的溶剂清洗掉油漆，你就得到了一块用铜箔印制在树脂板上的电路板。

FeCl_3 溶液为什么能腐蚀铜箔？已知实验后的溶液中含有反应生成的氯化亚铁和氯化铜，请写出反应的化学方程式，并指出反应中的氧化剂以及电子转移的方向和数目。



图4-9 印刷电路板



解决环境问题需要化学科学

环境问题是人类社会发展面临的重大问题之一，化学工业曾经对环境和生态造成了一定的影响，但是化学科学也为分析、监测、治理环境污染提供了有效、快捷的方法与技术。通过下面几个问题的讨论，我们可以初步了解化学对环境保护的贡献。

交流与讨论



生活垃圾与工业生产的废气、废渣、废液等给环境带来了严重危害。要防止和治理环境污染，需要应用化学原理和方法。我们已经学习的化学知识和即将开设的《化学与生活》等选修课程，都有助于我们认识这些问题。

请利用学过的化学知识说明下列问题。

1. 二氧化硫气体对环境的破坏表现在哪些方面？为减少或消除含硫量较多的石油、煤等化石燃料燃烧排放出的二氧化硫气体，人们采取了哪些措施？

2. 随着城市交通的发展，机动车日益增多，要保持城市空气质量，需要做许多工作。使用汽油、煤油等矿物油的机动车日益增多，为什么会使空气质量下降？要采取哪些措施减少废气排放对空气质量的危害？

3. 为了让人们喝上洁净的水，使农作物的灌溉用水不受有毒有害物质的污染，给水生生物一个良好的生长和繁衍的环境，要怎样保护水体？怎样对水进行净化处理？例如，怎样测定水的酸碱性？怎样治理酸度过高或碱性太强的水？怎样使硬水软化？怎样对饮用水进行净化、消毒处理？怎样防止水体富营养化？你知道怎样处理污水使它成为可以利用的“中水”或灌溉用水吗？

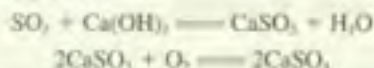


通过下面三个例子，我们可以认识化学对环境保护的贡献。

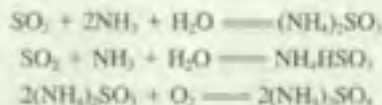
1. 燃煤烟气的脱硫

燃煤烟气脱硫的方法很多，如石灰石-石膏法、氨水法等。

石灰石-石膏法脱硫的原理如下：



氨水法脱硫的原理如下：



通过上述过程，既可以消除燃煤烟气中的二氧化硫，同时还可以得到副产品石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）和硫酸铵。

2. 消除汽车尾气对环境的污染

随着人们物质生活水平的提高，汽车数量激增，发动机燃油排放的尾气中 CO 、 NO 、 NO_2 、碳氢化合物、颗粒物造成的空气污染，破坏了生态循环。为消除污染，化学家进行了一系列的



研究。例如，在石油炼制过程中进行石油的脱硫处理；发明了汽车尾气处理装置，使尾气中的有害成分在催化剂作用下转化为 N_2 、 CO_2 和水蒸气排出；用新的无害的汽油添加剂代替能产生污染的四乙基铅抗震剂；使用酒精、天然气代替部分或全部燃油。此外，用氢作汽车燃料，用燃料电池作动力，合成廉价的、可再生的储氢材料和能量转换材料，使汽车全部成为“零排放”的电动汽车，也是科学家所期望的。



图 4-10 汽车尾气处理装置



图 4-11 以氢气为燃料的汽车



图 4-12 贮氢合金

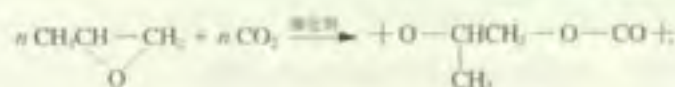
3. 回收二氧化碳

随着工业的发展，大气中二氧化碳的浓度不断增加，温室效应日益严重。

化学家研究发现可利用二氧化碳制造全降解塑料。例如，二氧化碳和环氧丙烷在催化剂作用下可生成一种可降解高聚物：



图 4-13 可被微生物降解的塑料制品



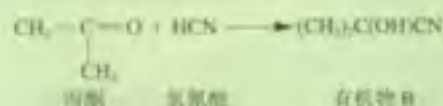
从根本上解决环境和生态问题，还要依靠绿色化学的发展。绿色化学要求利用化学原理从源头消除污染，期望在化学反应和化学工业过程中充分利用参与反应的原料，所有物质原料、中间产物都在内部循环、利用，实现零排放。



问题探究

有机玻璃是以有机物A（甲基丙烯酸甲酯）为单体，通过加聚反应得到的。合成A的反应途径有两种。

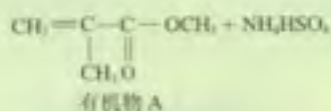
一种是通过下列两步反应得到：





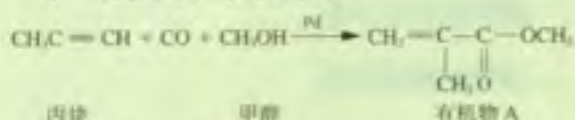
有机物 B

甲醇



有机物 A

另一种是通过下列反应得到：



丙炔

甲醇

有机物 A

氢氰酸是一种毒性极强的物质，丙酮是常见的有机化工原料，丙炔是一种气态烃。

比较上述两种途径，你认为哪种反应路线符合绿色化学的要求？这种方法的主要优点是什么？

练习与实践

1. 减少酸雨产生的合理措施是 ()

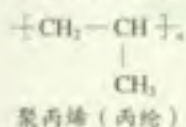
- ①把工厂烟囱造高 ②燃料脱硫 ③开发洁净能源 ④在酸化土壤中加入石灰
⑤用煤作燃料

A. ①②⑤ B. ①②③④ C. ②③ D. ②④⑤

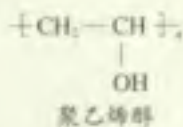
2. 在接触法制硫酸排放的尾气中含少量 SO_2 。为防止大气污染，用 NaOH 溶液、石灰和 O_2 处理尾气，使 SO_2 转化为石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。假设硫元素不损失，每天处理 1000 m^3 (标准状况) 含 0.2% (体积分数) SO_2 的尾气，理论上可得到多少千克石膏？

3. 在日常生活中我们会接触并使用大量合成的物质，其中有很多是高分子化合物。在分子化合物的合成方面，人们已经超越了最初对天然产物的仿制阶段，进而能够根据物质的结构与性质的关系，合成出满足需要的具有各种特殊功能的高分子化合物。

以下一些高分子化合物都可用来制造化学纤维：



聚丙烯 (丙纶)

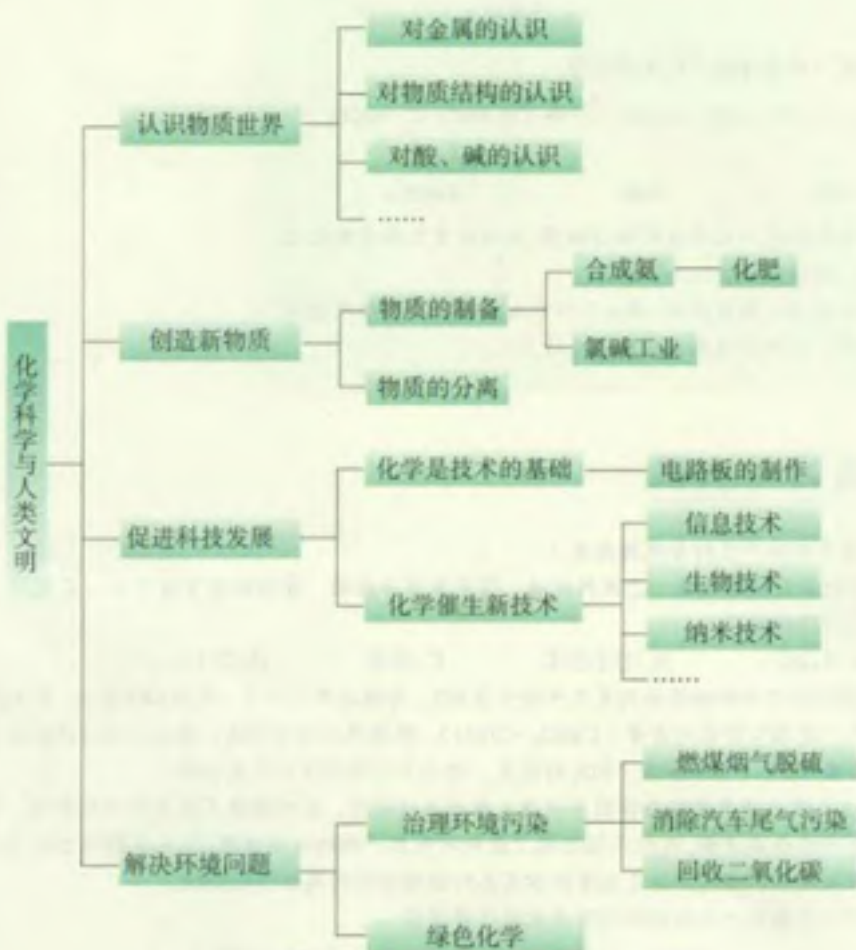


聚乙烯醇

请同学们根据结构与性质的关系，写出能通过聚合反应合成上述化学纤维的有机化合物。

4. 查找资料，举例说明什么是绿色化学。为什么说发展绿色化学是解决环境和生态问题的根本？

整理与归纳



回顾与总结

请参照下列问题或线索，回顾和总结本专题的学习内容。

- 为什么说化学推动了社会经济的发展，促进了人类的文明？你是否认同“我们生活在化学的时代”这一观点？
- 化学科学理论的建立与发展对人们认识物质世界有何影响？试举例说明。
- 列举你所知道的 20 世纪最后 10 年中利用化学合成技术创造的 1~2 种新物质，说明它们的研制过程以及在哪些领域得到了应用。
- 哈伯等人于 20 世纪初发明的合成氨技术对解决人类的粮食危机有何贡献？
- 青霉素是如何发现的？化学家是如何进一步对其进行结构改造的？这一过程说明了什么？
- 为什么说化学合成和分离技术是人类生存所必需的，是其他各项技术的基础？
- 举例说明化学在环境保护中的重要作用。
- 二氧化碳的回收有何现实意义？举例说明回收过程。
- 什么是绿色化学？倡导绿色化学有什么重大意义？



本专题作业

1. 你知道光导纤维、金属铍与镁合金、聚苯乙烯、金属陶瓷、形状记忆合金等材料分别应用在什么领域吗？它们是用什么材料，通过什么方法制造的？

2. 参照下列线索，查找并阅读有关原子结构理论建立与发展的若干事实，从中了解人们是怎样揭开物质微观结构奥秘的，并与同学交流讨论。

- 1774年 拉瓦锡发现质量守恒定律
- 1799年 发现定比定律
- 1803年 道尔顿发现倍比定律，提出原子学说
- 1808年 盖·吕萨克发表气体反应法则
- 1811年 阿伏加德罗发表分子学说
- 1827年 发现布朗运动
- 1858年 发现阴极射线
- 1869年 元素周期律和元素周期表发表
- 1895年 发现X射线
- 1896年 发现放射性
- 1897年 汤姆生发现电子
- 1904年 科学家提出葡萄干面包式原子结构模型
- 1909年 测得电子的质量
- 1911年 卢瑟福由 α 粒子散射现象确认原子核的存在
- 1913年 波尔提出氢原子模型，出现行星运行轨道式原子结构模型
- 1932年 中子被发现
- 1955年 发明电子显微镜
- 1981年 发明扫描隧道显微镜，开发STM技术



用形状记忆合金做成的眼镜框

3. 通过化学必修课程的学习，请你就物质结构决定物质性质、化学资源的合理利用、化学反应与能量转化、化学在解决粮食危机和环境污染等一系列重大问题中所起的作用等方面确定一个你感兴趣的课题，写一篇有观点、有实例的小论文。

附录1 相对原子质量表

(按照元素符号的字母次序排列)

元素		相对原子质量	元素		相对原子质量	元素		相对原子质量
符号	名称		符号	名称		符号	名称	
Ac	锕	[227]	Ge	锗	72.64(1)	Pr	镨	140.907 65(2)
Ag	银	107.868 2(2)	H	氢	1.007 94(7)	Pu	钷	198.079(2)
Al	铝	26.981 538(2)	He	氦	4.002 603(2)	Pu	钷	[244]
Am	镅	[243]	Ir	铱	178.49(2)	Ra	镭	[226]
Ar	氩	39.948(1)	Hb	钬	200.59(2)	Rb	铷	85.467 8(3)
As	砷	74.921 60(2)	Hc	铥	164.930 32(2)	Re	铼	186.207(1)
At	砹	[210]	Hf	铪	[277]	Rf	铀	[261]
Au	金	196.966 55(2)	I	碘	126.904 47(3)	Rh	铑	102.905 50(2)
B	硼	10.811(7)	Lu	镥	114.818(3)	Rn	氡	[222]
Ba	钡	[37.327(7)]	Re	铼	192.217(3)	Sa	钫	101.07(2)
Bk	锑	9.012 182(3)	K	钾	39.098 3(1)	S	硫	32.065(5)
Bs	铍	[264]	Kr	氪	83.799(2)	Se	硒	121.760(1)
Bi	铋	208.980 38(2)	La	镧	138.905 5(2)	Sm	钐	44.955 910(8)
Bk	锑	[247]	Li	锂	6.941(2)	So	锶	78.96(3)
Br	溴	79.904(1)	Lu	镥	[262]	So	锶	[266]
C	碳	12.010 7(8)	Lu	镥	174.967(1)	Si	硅	28.085 5(3)
Ca	钙	40.078(4)	Md	钔	[258]	So	锶	150.36(3)
Cd	镉	112.411(8)	Mg	镁	24.305 0(6)	So	锶	118.710(7)
Ce	铈	140.116(1)	Mn	锰	54.938 049(3)	So	锶	87.62(1)
Cf	锎	[251]	Mn	镅	95.94(2)	Ta	钽	180.947 9(1)
Cl	氯	35.453(2)	Mo	钼	[286]	Tb	铽	158.925 34(2)
Cm	锔	[247]	N	氮	14.006 7(2)	Tc	锝	[98]
Cu	铜	58.933 200(9)	Na	钠	22.989 770(2)	Te	碲	127.60(3)
Cu	钴	51.996 1(6)	Nb	铌	92.906 38(2)	Ti	钛	232.038 1(1)
Cu	铈	132.905 45(2)	Nd	钕	144.24(3)	Ti	钪	47.867(1)
Cu	镉	63.546(3)	Ne	氖	20.179 7(6)	Tl	铊	204.383 3(2)
Dh	德	[262]	Ni	镍	58.693 4(2)	Tm	铥	168.934 21(2)
Dy	镝	162.500(1)	No	锘	[259]	U	铀	238.028 91(3)
E	钪	167.259(3)	Op	砷	[237]	Usb		[285]
Er	铈	[252]	O	氧	15.999 4(3)	Usa		[281]
Eu	铕	151.964(1)	Os	铱	190.23(3)	Usa		[272]
F	氟	18.998 403 2(5)	P	磷	30.973 761(2)	V	钒	50.941 5(1)
Fe	铁	55.845(2)	Pa	镤	231.035 88(2)	W	钨	183.84(1)
Eu	铈	[257]	Pb	铅	207.2(1)	Xe	氙	131.293(6)
Fr	钫	[223]	Pd	钯	106.42(1)	Y	钇	88.905 85(2)
Ga	镓	69.723(1)	Pm	钷	[145]	Yb	铀	173.04(3)
Gd	钆	157.25(3)	Po	钋	[209]	Zn	锌	65.409(4)
						Zr	锆	91.224(2)

注：1. 相对原子质量取自 2001 年国际原子量表，以 $^{12}\text{C} = 12$ 为基准。
 2. 相对原子质量加方括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。
 3. 相对原子质量末尾的不确定度加在其后的括号内。



附录 II 中英文名词对照表

中文名词	英文	页码
电子层	electron shell	2
元素周期律	the periodic law of elements	7
化学键	chemical bond	12
离子化合物	ionic compound	12
离子键	ionic bond	12
共价键	covalent bond	13
共价化合物	covalent compound	14
富勒烯	fullerene	18
同素异形体	allotrope	18
同分异构现象	isomerism	21
同分异构体	isomer	21
离子晶体	ionic crystal	22
分子晶体	molecular crystal	22
原子晶体	covalent crystal	23
金属晶体	metallic crystal	23
液晶	liquid crystal	24
化学反应速率	chemical reaction rate	30
可逆反应	reversible reaction	32
化学平衡	chemical equilibrium	33
放热反应	exothermic reaction	35
吸热反应	endothermic reaction	35
热化学方程式	thermochemical equation	35
键能	bond energy	36
原电池	voltaic cell	41
腐蚀	corrosion	41
化学电源	chemical power source	42
电解池	electrolytic cell	45

能源	energy resources	47
太阳能	solar energy	47
光合作用	photosynthesis	47
天然气	natural gas	58
石油	petroleum	58
煤	coal	58
甲烷	methane	58
取代反应	substitution reaction	60
氟利昂	freon	60
烃	hydrocarbon	61
裂化	cracking	63
裂解	pyrolysis	63
乙烯	ethene	63
加成反应	addition reaction	64
苯	benzene	65
乙醇	ethanol	69
乙酸	acetic acid	71
酯化反应	esterification reaction	72
官能团	functional group	72
酯	ester	72
油脂	lipids	72
糖类	carbohydrate	74
蛋白质	protein	76
氨基酸	amino acid	78
酶	enzyme	78
加成聚合反应	addition polymerization	83
单体	monomer	83
链节	chain unit	83
聚合度	degree of polymerization	83

后 记

2003年教育部颁布了《普通高中化学课程标准(实验)》，规定了高中化学课程的结构。新的高中化学课程由必修、选修两大部分组成，共设8个课程模块，对应8册高中化学教材，其中必修2册(化学1、化学2)，选修6册(化学与生活、化学与技术、物质结构与性质、化学反应原理、有机化学基础、实验化学)。本套教材由高中化学国家课程标准研制组组长、华东师范大学博士生导师王祖浩教授任主编，以高中化学课程标准研制组核心成员为主体设计和编写。

本册教材是根据教育部《普通高中化学课程标准(实验)》中“化学2”模块的内容标准编写的，供高中课程改革实验区高一年级必修之用。

《化学2》的编写着眼于进一步提高学生的科学素养，从学生未来的发展出发建构化学基础知识和基本技能，帮助学生全面地了解化学、技术、社会和环境之间的相互关系；在教材中创设了一系列有助于学生学习方式转变的教学情景，为学生更多地体验科学探究过程、形成科学的价值观和实事求是的科学态度提供了新的平台。

《化学2》由王祖浩主编，王云生任副主编，参与编写的有王云生、庄才水、陈祝、江敏、王祖浩等老师，参加讨论和修改的有王祖浩、王云生、吴星、张天若等同志，全书由王祖浩、王云生统稿。

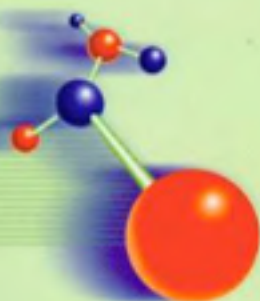
在实验区使用基础上，我们对本册教材先后进行了三次修订。参加修订的有王祖浩、王云生、吴星、江敏、赵华、王之平、蒋良、陈长恩、张新宇、杜开颜等同志，由王祖浩教授、王云生特级教师定稿。

本书的编写得到了教育部基础教育司、基础教育课程教材发展中心的关心和指导；金涌院士、刘知新教授、严宣中教授、徐福钧教授、吴性良教授、周志华教授、刘正平教授、高松教授、钮经富教授、龚钰秋教授、孙元清特级教师等国内化学界诸多专家给予了鼓励和支持，提出了一系列建设性的修改意见；高剑南、王益群、沈金洲、袁孝凤、陆庭章、赵玉玲、王振功、吴峰、崔飞、陈琦勇等老师和广大实验区的化学教师提出了许多宝贵的意见；江苏教育出版社丁金芳、李婷婷、丁建华、李宁等同志为本书的出版付出了艰辛的劳动，在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2007年6月

责任编辑 丁金芳 李婷婷
封面设计 张金凤



HS
2

1184978-7-5343-8997-7



9 787534 360077 >

审批号: 苏费核(07 秋)第 86 号 举报电话: 12358

定价: 8.34 元